

## *Au Sommaire :*

- **Cadran solaire unifilaire**
- **Cadran à réflexion avec miroir incliné-déclinant**

- **Histoire**

Cadran médiévaux,  
Restauration des cadrans  
de Mondovi,  
Cadran de Salles-sur-Cérou,  
Horloge luni-solaire,  
Les montres de bergers,  
Un général et la gnomonique

- **Réalisations**

Boussole solaire,  
Mon héliochronomètre,  
Plomberie solaire,  
Araignée polaire,  
Cadran sur une bouteille.

- **Découvertes**

Un cadran gravé sur os.

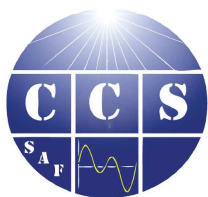
- **Études**

Passage au méridien et  
culmination.

- **Informations**

Nouveaux Cadrans, questions  
gnomoniques, livres et revues,  
sociétés étrangères.





## Sommaire du N° 25

<a href="#">Sommaire en allemand, anglais, espagnol et italien</a>		E. Bassinot/R. Kriegler ; D. Collin M. Lambalieu ; L. de Dinechin	<b>3</b>
<a href="#">Cadrans du palais de justice de Mondovi</a>		<b>Anselmi Riccardo</b> , <i>traduction de Louis de Dinechin</i>	<b>7</b>
<a href="#">Cadran de Salles-sur-Cérou (Tarn)</a>		<b>Benoît Didier</b>	<b>13</b>
<a href="#">Mon héliochronomètre</a>		<b>Brialix Michel</b>	<b>17</b>
<a href="#">Les cadrans solaires unifilaires</a>		<b>Collin Dominique</b>	<b>22</b>
<a href="#">L'horloge luni-solaire du père Bonfa</a>	☞	<b>Gagnaire Paul</b>	<b>32</b>
<a href="#">Plomberie solaire</a>		<b>Gahon Claude</b>	<b>50</b>
<a href="#">Cadran solaire sur os à Amiens</a>	☞	<b>Hoët-van Cauwenberg Ch.</b>	<b>54</b>
<a href="#">La boussole solaire</a>		<b>Marchal André</b>	<b>58</b>
<a href="#">Araignées polaires</a>		<b>Robic Joël</b>	<b>70</b>
<a href="#">Cadrans solaires à réflexion</a>		<b>Savoie Denis</b>	<b>72</b>
<a href="#">Montre de berger</a>		<b>Savoie Denis</b>	<b>79</b>
<a href="#">Cadrans médiévaux dans le monde orthodoxe</a>		<b>Schneider Denis</b>	<b>90</b>
« <a href="#">Et tout ceci est vrai</a> » : un général et la gnomonique		<b>Theubet Joseph</b>	<b>101</b>
« <a href="#">Faites-les vous-mêmes</a> » : cadran sur bouteille		<b>Th.J, Sauze André</b>	<b>103</b>
<a href="#">Passage au méridien et culmination</a>		<b>Vial Alexandre</b>	<b>105</b>
<a href="#">Informations diverses n° 25</a>		Contributeurs à cette rubrique: JP.Cornec, D.Gonon, A.Marchal, Y.Guillot, J.Theubet, D.Benoit, A.Bousquet, D. Savoie, M.Lalos, J.Pakhomoff, M.Lambalieu, N.Marquet, Ph.Sauvageot, N.Granier, G.Aubry, D.Savoie, Sociétés étrangères.	<b>108</b>

Version CDrom :

[Cliquer sur le titre de l'article pour ouvrir celui-ci \(lien hypertexte\)](#)

☞ Indique que l'étude détaillée ou le logiciel est inclus dans le dossier "annexe"

**Couverture de Cadran Info : Cadran solaire en tube réalisé par Claude Gahon.**

Photographie de l'auteur.



## D : Inhaltsverzeichnis Cadran-Info n° 25

<b>Cadrams du palais de justice de Mondovi</b> von ANSELM I Riccardo : Beschreibung der Zifferblätter wie sie sich nach der Restaurierung darstellen
<b>Cadran de Salles-sur-Cérou (Tarn)</b> von BENOIT Didier : Beschreibung der Überreste eines Zifferblattes von 1763
<b>Mon héliochronomètre</b> von BRIALIX Michel : Ausführung verschiedener Stundentypen, danach Vorstellung des aus Holz realisierten Instruments durch den Autor
<b>Les cadrans solaires unifilaires</b> von COLLIN Dominique : Prinzip einer unifilaren deklinierenden vertikalen Sonnenuhr
<b>L'horloge luni-solaire du Père Bonfa</b> von GAGNAIRE Paul : Beschreibung und Analyse des Zifferblattes der Sonnen- und Monduhr, die in 1672 von Pater Bonfa im Gymnasium Stendhal zu Grenoble in Frankreich realisiert wurde.
<b>Plomberie solaire</b> von GAHON Claude : Vorstellung von Sonnenuhren, die mit Rohren und Schläuchen aus Plastik oder Metall realisiert wurden
<b>Cadran solaire sur os à Amiens</b> von Hoët-van Cauwenberg Christine : Entdeckung einer antiken auf einem Knochen gravierten Sonnenuhr, die anlässlich archäologischer Ausgrabungen in Amiens (Frankreich) gefunden wurde
<b>La boussole solaire</b> von MARCHAL André: Fertigung eines Sonnenkompasses mit einem Hinweis auf die Expedition SAVIEM aus dem Jahr 1978 nach Afrika.
<b>Araignées polaires</b> von ROBIC Joël : Sonnenuhr in Form einer Spinne. Die Spinnenbeine, die Stunde zeigend, sind für jede Stunde in den stündlichen Plänen der Sonne geschaffen.
<b>Cadrams solaires à réflexion</b> von SAVOIE Denis : Mathematische Formeln, um eine Reflex-Sonnenuhr mit einem Spiegel aus wechselnden Richtungen darzustellen
<b>Cadrams de berger</b> von SAVOIE Denis : Woher der Name kommt, der dieser Höhensonnenuhr gegeben wurde
<b>Cadrams médiévaux dans le monde orthodoxe</b> von SCHNEIDER Denis : Vorstellung, Hinweise und Überlegung über die mittelalterlichen Sonnenuhren mit griechisch-byzantinischem Ritus
<b>« Et tout ceci est vrai »: Un général et la gnomonique</b> von THEUBET Joseph (rubrique de J. Theubet) : Geschichte des 1787 geborenen Generals Guillaume-Henri Dufour und seinen gnomonischen Schriften.
<b>« Faites-les vous-mêmes » : Cadran sur bouteille</b> von SAUZE André (rubrique de J. Theubet): Höhensonnenuhr, die mit einer Flasche, einem Etikett, einem Stäbchen und mit einem Entlüftungsventil realisiert wird.
<b>Passage au méridien et culmination</b> von VIAL Alexandre : Demonstration und Vereinfachung der Formeln.
<b>Informations diverses</b> : letzte Realisierungen von Sonnenuhren, Austausch von gnomonischer Post, Presseschau, Sonnenuhren auf Hauswänden von Pferdewechselstellen, Wasseruhr Trommel, summarische Berichte ausländischer gnomonischer Bulletins.



## E : Sumari Cadran-Info n° 25

<b>Cuadrantes al tribunal de justicia de Mondovi</b> por ANSELM I Riccardo : Descripción de los cuadrantes tal como se presentan después de su restauración.
<b>Cuadrante de Salles sobre Cérou (Tarn)</b> por BENOIT Didier : Descripción de un vestigio de cuadrante datado 1763.

<b>Mi héliocronograma</b> por <b>BRIALIX Michel</b> : Recordatorio sobre los distintos tipos de horas, luego presentación del instrumento en madera realizado por el autor
<b>Los relojes de sol unifilares</b> por <b>COLLIN Dominique</b> : Principio del cuadrante unifilar vertical que declina
<b>El reloj lunisolar del Padre Bonfa</b> por <b>GAGNAIRE Paul</b> : Descripción y análisis de la parte lunisolar del cuadrante realizado en 1672 por el Padre Bonfa al colegio Stendhal Grenoble (Francia).
<b>Fontanería solar</b> por <b>GAHON Claude</b> : Presentación de cuadrantes realizados con tubos y tubos en plástico o metálico
<b>Reloj de sol sobre hueso en Amiens</b> por <b>Hoët-van Cauwenberg Christine</b> : Descubierta de un reloj de sol antiguo grabado sobre hueso en excavaciones arqueológicas en Amiens (Francia)
<b>La brújula solar</b> por <b>MARCHAL André</b> : Fabricación de una brújula solar en referencia a la expedición SAVIEM de 1978 en África.
<b>Arañas polares</b> por <b>ROBIC Joël</b> : cuadrante con forma de araña. Las piernas que indican la hora están en los planes horarios del sol por cada ahora.
<b>Relojes de sol a reflexión</b> por <b>SAVOIE Denis</b> : Fórmulas matemáticas para trazar un reloj de sol a reflexión con espejo, de orientaciones variadas.
<b>Cuadrantes de pastor</b> por <b>SAVOIE Denis</b> : De dónde viene el nombre dado a este cuadrante de altura
<b>Cuadrantes medievales en el mundo ortodoxo</b> por <b>SCHNEIDER Denis</b> : Presentación, referencias y reflexión sobre los cuadrantes medievales de rito grecobizantino.
<b>« Y todo esto es verdadero: Un general y la gnomónica »</b> por <b>THEUBET Joseph</b> (rúbrica de J. Theubet) : Historia del general Guillaume Dufour nacida en 1787 y sus escritos de gnomónica.
<b>“Hechas mismos”: Cuadrante sobre botella</b> por <b>SAUZE André</b> (rúbrica de J. Theubet) : Cuadrante de altura realizado con una botella, una etiqueta y un palillo con ventosa.
<b>El Paso al meridiano y culminación</b> por <b>VIAL Alexandre</b> : Demostración y simplificación de las fórmulas
<b>Distinta información</b> : últimas realizaciones de relojes de sol, intercambios de correos de gnomónica, revistas de prensa, cuadrantes sobre enlace de puesto, clepsydres a tambor, sumario de los boletines de gnomónica extranjeros.



## GB : Contents Cadran-Info n° 25

<b>Sundials of Mondovi Law Courts</b> by <b>ANSEMI Riccardo</b> : Description of the sundials as they appear after restoration.
<b>Sundial of Salles sur Serou (Tarn)</b> by <b>BENOIT Didier</b> : Description of remains of a dated 1763 sundial.
<b>My heliochronometer</b> by <b>BRIALIX Michel</b> : After putting in remembrance of different types of hours, presentation of the wooden model made by the author.
<b>Unifilar sundials</b> by <b>COLLIN Dominique</b> : Principle of vertical unifilar declining sundial.
<b>Father Bonfa's moon-solar clock</b> by <b>GAGNAIRE Paul</b> : Description and analysis of the moon-solar part of the sundial made in 1672 by father's Bonfa at Stendhal Grammar School at Grenoble (Isère)
<b>Solar plumbery</b> by <b>GAHON Claude</b> : Presentation of sundials made with plastic or metallic pipes.
<b>Engraved sundial on bone in Amiens</b> by <b>HOËT-VAN-CAUWENBERG Christine</b> : discovery of an engraved sundial on bone during archeological pit.
<b>Solar compass</b> by <b>MARCHAL André</b> : Making of a solar compass referring to SAVIEM 1978 tour in Africa.
<b>Polar spiders</b> by <b>ROBIC Joël</b> : Spider shaped sundial . Each hour is given by a spider's leg located in a solar hour



plan.
<b>Reflective sundials</b> by SAVOIE Denis : mathematical formulae to draw a sundial with reflective mirror, and various bearings.
<b>Shepherd's sundials</b> by SAVOIE Denis : Whence this name given to this altitude sundial comes from ?
<b>Medieval sundials in the orthodox world</b> by SCHNEIDER Denis : Presentation, references and reflections about medieval sundials of Greek -byzantine rite.
« <b>And all this is true</b> ». <b>A general officer and gnomonics</b> by THEUBET Joseph (in J. Theubet part)
« <b>Do it yourself</b> ». <b>Vertical sundial drawn on a bottle</b> by SAUZE André (in J.Theubet part). Vertical sundial made with a bottle, label, a stick with a suction cup.
<b>Transit and culmination</b> by VIAL Alexandre : demonstration and formulae simplifications
<b>Miscellaneous information</b> : recent sundials constructions, exchanges of gnomonic mails, press review, sundials on relay of horses houses walls, drum clepsydra, summaries of foreign gnomonic bulletins.



## I: Indice Cadran-Info n° 25

<b>Meridiane del palazzo di giustizia di Mondovi</b> da ANSELMI Riccardo : Descrizione degli orologi solari dopo i lavori di rinovazione.
<b>Orologi solari di Salles sur Cérou (Tarn)</b> da BENOIT Didier : Descrizione di un orologio solare del 1763.
<b>Il mio cronometro solare</b> da BRIALIX Michel: Rivista dei diversi tipi di ora, e presentazione del cronometro solare di legno fatto dal autore.
<b>Gli orologi solari unifilari</b> da COLLIN Dominique : Teoria del orologio solare unifilare verticale declinante.
<b>L'orologio lunare-solare del Padre Bonfa</b> da GAGNAIRE Paul : Descrizione e analise della parte lunare-solare del orologio creato nel 1672 dal Padre Bonfa, al Liceo Stendhal di Grenoble (Francia).
<b>Tubatura solare</b> da GAHON Claude : Presentazione di orologi solari realizzati con tubi metallici o di plastico.
<b>Orologi solari su osso ad Amiens</b> da Hoët-van Cauwenberg Christine : Scoperta du un orologio solare antico incisato su osso, all'occasione di ricerche archeologiche ad Amiens (Francia)
<b>La bussola solare</b> da MARCHAL André : Confezione di una bussola solare in riferimento alla spedizione SAVIEM del 1978 in Africa.
<b>Ragni solari</b> da ROBIC Joël : Orologio solare a forma di ragno. Le zampe che indicano l'ora si trovano nel piano solare ad ogni ora.
<b>Orologi solari a riflessione</b> da SAVOIE Denis : Formule matematiche per disegnare un orologio solare a riflessione con specchio, con orientazioni vari.
<b>Orologi di pastore</b> da SAVOIE Denis : Da dove viene il nome attribuito a questo tipo di orologio di altezza.
<b>Orologi solari medievali nel mondo ortodosso</b> da SCHNEIDER Denis : Presentazione, riferenze e discussioni sulle orologie solari medievali nel mondo di rito greco-bizantino.
« <b>Tutto è vero</b> » : <b>Un generale e la gnomonica</b> da THEUBET Joseph (rubrica di J. Theubet) : Storia del generale Guillaume-Henri Dufour nato nel 1787 e le sue pubblicazioni gnomoniche.
« <b>Fattelo voi</b> »: <b>orologio su bottiglia</b> da SAUZE André (rubrica di J. Theubet) : Orologio solare di altezza realizzato con una bottiglia, una etichetta ed uno gnomone con ventosa.
<b>Passaggio al meridiano e culminazione</b> da VIAL Alexandre : Dimostrazione e semplificazione delle formule.
<b>Informazioni diverse</b> : Ultime realizzazioni di orologi solari, scambi di messaggi gnomonici, rivista di stampa, orologi solari su antiche poste, clessidra a cilindro, indici delle riviste gnomoniche straniere.

## **CADRAN INFO**

est un moyen de diffusion d'articles gnomoniques rédigés principalement par les membres de la Commission des Cadran Solaires de la SAF.

Il vient en complément des publications de la **Société Astronomique de France** : *L'Astronomie* avec son article mensuel concernant les cadrans solaires et *Observations & travaux* qui présentent épisodiquement des sujets concernant la gnomonique.

**CADRAN INFO** regroupe la majorité des présentations faites lors de nos 2 réunions annuelles ainsi que des articles reçus en cours d'année.

**CADRAN INFO** est devenu au cours des années UNE référence d'études, de techniques, de méthodes pour certaines totalement inédites.

**CADRAN INFO** paraît en mai et en octobre sous forme papier (N&B ou en couleurs) et CD (les N°1 à 5 sont des fichiers numérisés des tirages papier).

A partir du N°11, la version CD comprend des annexes (logiciels, documents...)

La liste des articles parus depuis le premier numéro est disponible sur demande.

Dans un souci d'échanges de connaissances et d'informations, **CADRAN INFO** est offert aux autres associations gnomoniques (Allemagne, Angleterre, Autriche, Belgique, Canada, Espagne, Hollande, Italie, Japon, USA, Suisse).

Ph. Sauvageot

Président de la Commission des cadrans Solaires

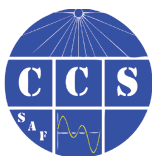
- ◆ Les articles sont présentés par ordre alphabétique des auteurs (ou en fonction de la composition du bulletin). Le contenu est sous la responsabilité de l'auteur.
- ◆ Les articles<sup>1</sup> sont à envoyer à Ph. Sauvageot par mail ou sur CDrom/DVD pour PC (Word, Excel, **PAS DE PDF**) éventuellement sur papier. Certains sujets pourront être repris dans *L'Astronomie* ou *Observations & Travaux*.
- ◆ Les auteurs doivent obligatoirement indiquer leurs sources et/ou références si le sujet a déjà fait l'objet d'articles ou de communications récents.
- ◆ Toute reproduction totale ou partielle des présents articles ne peut se faire qu'avec l'accord des auteurs.
- ◆ Les articles, documents, photos... ne sont pas retournés aux auteurs après publication.
- ◆ Pour tout renseignement :

Ph. SAUVAGEOT 7, rue de Gloriette 91640 Vaugrigneuse [sauvageotph@wanadoo.fr](mailto:sauvageotph@wanadoo.fr)  
ou au secrétariat de la SAF, 3 rue Beethoven 75016 PARIS

*Aucun caractère publicitaire dans nos articles et informations*

---

<sup>1</sup> Police: Times New Roman, taille: 12, marges: 2,5



## Cadran au palais de justice de Mondovì

Riccardo Anselmi / traduction Louis de Dinechin

*L'article décrit les cadrans du palais de justice de Mondovì (CN) tels qu'ils se présentent après leur restauration. Sur les cadrans des ascendants, l'auteur ajoute quelques observations intéressantes, à ce jour inédites.*

Il y a peu de temps, il m'a été donné d'observer avec attention quelques photographies récentes des cadrans solaires du palais de justice de Mondovì. J'avais eu l'occasion d'observer *de visu* ces cadrans il y a une vingtaine d'années environ, bien avant qu'ils ne soient restaurés. Ils ont beaucoup changé depuis, et leur compréhension est bien plus facile, suite aux opérations de sauvegarde dont ils ont fait l'objet.



Figure 1

Les nombreuses images qui illustrent cet article, prises au cours du second semestre 2008, et disponibles sur le site du professeur Renzo Dionigi qui en a aimablement autorisé la publication, le documentent et font ressortir l'importance de ces cadrans extraordinaires. Elles sont le point de départ de quelques réflexions que j'expose dans cet article.

Le mur méridional de cet édifice de briques date du 18<sup>e</sup> siècle et abritait autrefois le collège de jésuites. Il est recouvert intégralement, et délimité en douze zones sur lesquelles sont dessinés treize cadrans solaires aux caractéristiques diverses. Ces douze zones sont disposées régulièrement sur la façade, selon

un quadrillage de 3 lignes par 4 colonnes (*fig. 1*). La façade est très vaste, légèrement plus haute que large : 24 mètres à sa base pour une hauteur de 28 mètres.

On conçoit aisément qu'avant la restauration la lecture des cadrans, dont il ne restait rien si ce n'est quelques tâches sur le mur, était plus que laborieuse, dégradée par plus de 300 ans d'exposition aux intempéries. Les cadrans ont été dessinés par les jésuites, ordre religieux réputé pour la culture de ses membres, en particulier pour leurs travaux consacrés à l'astronomie et à la gnomonique.

Certains de ces cadrans solaires méritent une attention particulière non seulement pour la place importante qu'ils occupent dans l'histoire de la gnomonique, mais aussi pour leurs caractéristiques propres, pas toujours faciles à comprendre. Je pense plus particulièrement au cadran qui indique l'heure locale de plusieurs villes, ainsi qu'aux deux derniers cadrans en bas à droite, assez insolites, voire uniques, puisque je ne pense pas en avoir jamais rencontré de similaires. Je me

rends compte que le travail de restauration m'a grandement facilité la compréhension des cadrans, décryptés par l'architecte chargé de la restauration sur la base de quelques restes de dessins quasi illisibles.

Commençons par la description des douze cadrans solaires restaurés, en partant du premier en haut à gauche et en suivant l'ordre normal de lecture. Le premier de ces cadrans ne comporte pas de lignes horaires, mais seulement des lignes de déclinaison du soleil, calculés par intervalles de dix jours, entre les solstices d'hiver et d'été (*fig. 2*). Le cadran est doté d'un style droit ; ce style n'est pas parfaitement perpendiculaire à la paroi, ce qui a probablement été voulu de façon à éviter le ruissellement sur la façade. Tous les autres cadrans sont également dotés d'un style droit, à l'exception des quatrième et cinquième cadrans dotés d'un style polaire.

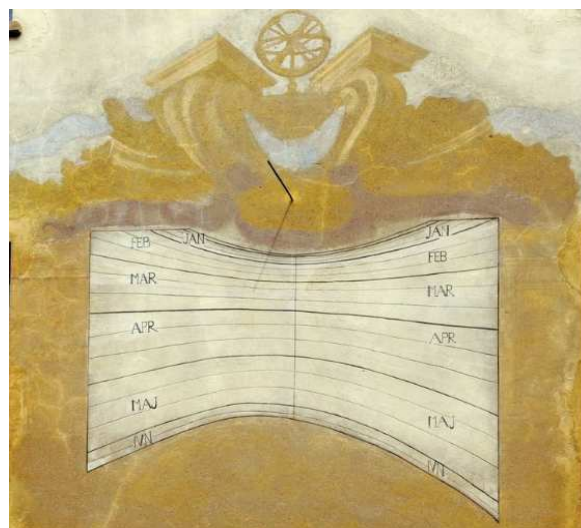


Figure 2

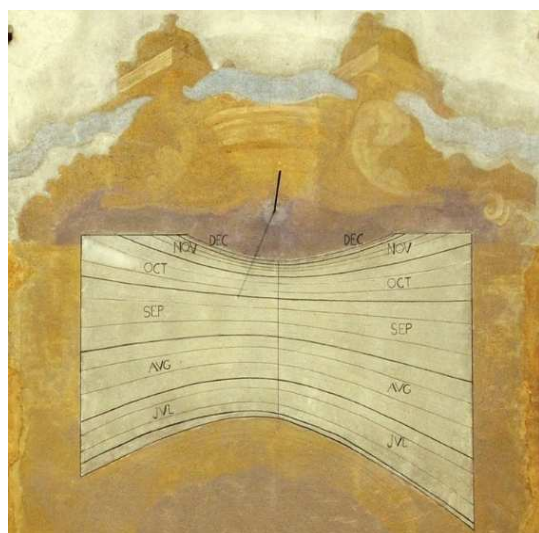


Figure 3

Le second (*fig. 3*), à la droite du précédent, est complémentaire du premier, utilisant la même subdivision par décade mais sur les six mois suivants, du 21 juin au 21 décembre.

A sa droite, le troisième cadran (*fig. 4*) est un cadran solaire classique à heures italiques dites « de clocher ». La 24<sup>e</sup> heure tombe une demi-heure après le coucher du soleil. Ce type d'heures italiques est assez courant dans le Piémont, mais aussi en Ligurie où l'on trouve de nos jours encore de nombreux cadrans souvent fortement abîmés, mais qui présentent des caractéristiques similaires. Sur ce cadran sont aussi dessinées l'équinoxiale ainsi que les courbes des solstices.

Le quatrième cadran (*fig. 5*) semble plus complexe. En l'observant attentivement, on distingue en fait plusieurs cadrans disposés sur des lignes horizontales parallèles, et qui indiquent l'heure dans d'autres lieux que Mondovì. On devine avec peine les noms latins de Milan, Gênes, Londres, Constantinople, etc. Il a été proposé pour ce cadran une autre interprétation, qui ne coïncide cependant pas complètement avec les inscriptions originales.

Le cinquième cadran (*fig. 6*), qui se trouve sur la seconde ligne, est sans conteste le plus grand de tous. Il indique les heures astronomiques classiques. Doté d'un style particulièrement long qui indique le temps vrai local, il a la particularité de présenter plusieurs subdivisions des heures en fractions diverses. On trouve en haut les demi-heures, en dessous les quarts d'heures, puis une subdivision en dix minutes et une autre en cinq minutes.

Le cadran suivant (*fig. 7*) est à heures italiques classiques, la 24<sup>e</sup> heure coïncidant avec le coucher du soleil. Il est muni d'une équinoxiale et de lignes des solstices.

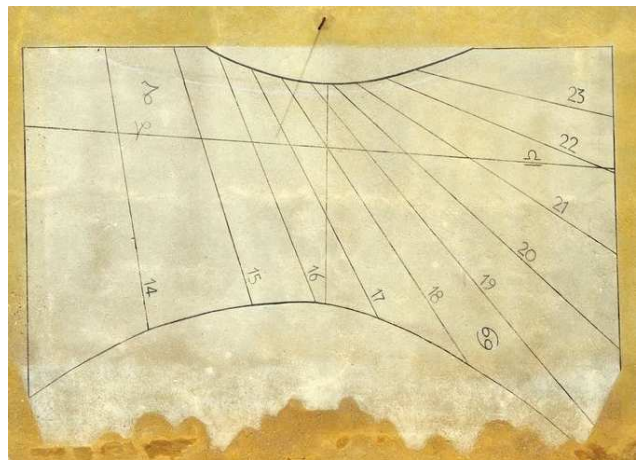
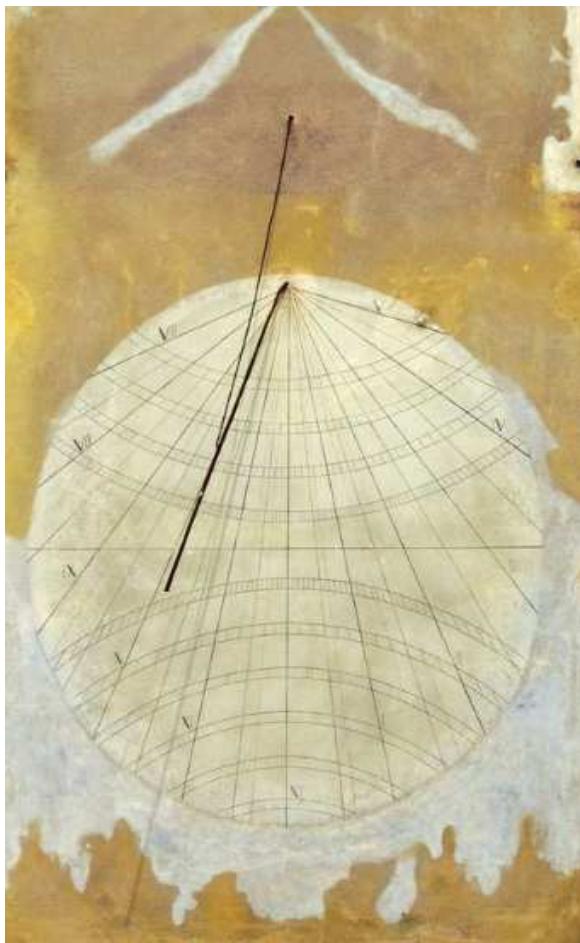




Figure 4



Figure 5



◀ Figure 6

▲ Figure 7

Le septième cadran (*fig. 8*) présente des lignes horaires temporaires, système horaire très ancien déjà utilisé par les Babyloniens, et par la suite en Grèce et à Rome. Les heures du jour sont divisées en douze parties égales, en hiver comme en été. Les heures d'été sont donc plus longues que les heures d'hiver, raison pour laquelle on parle d'heures inégales. On trouve ici également les lignes d'équinoxe et de solstice.

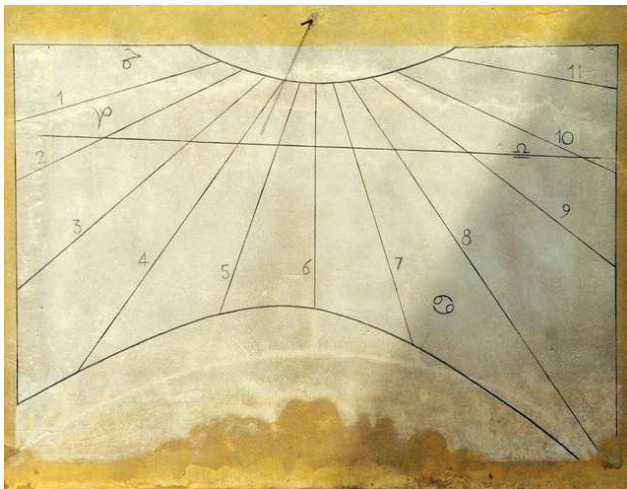
Le huitième cadran (*fig. 9*), dernier de la rangée du milieu, donne la durée du jour. Sur les lignes

des solstices sont tracées les durées en heures et minutes ; les durées intermédiaires y sont aussi représentées (heures rondes seulement). Le jour le plus court, celui du solstice d'hiver, a une durée de 8 heures 38 minutes. Le plus long, celui du 21 juin, dure 15 heures 22 minutes. Sur les autres lignes dessinées, on lit clairement la durée des arcs diurnes.

Le neuvième cadran (*fig. 10*), à gauche de la rangée du bas, représente les hyperboles de déclinaisons solaires à double correspondance, c'est-à-dire par exemple qu'il n'y a pas de différence entre les déclinaisons du soleil au 20 janvier et au 20 novembre, ou encore entre celle du 20 février

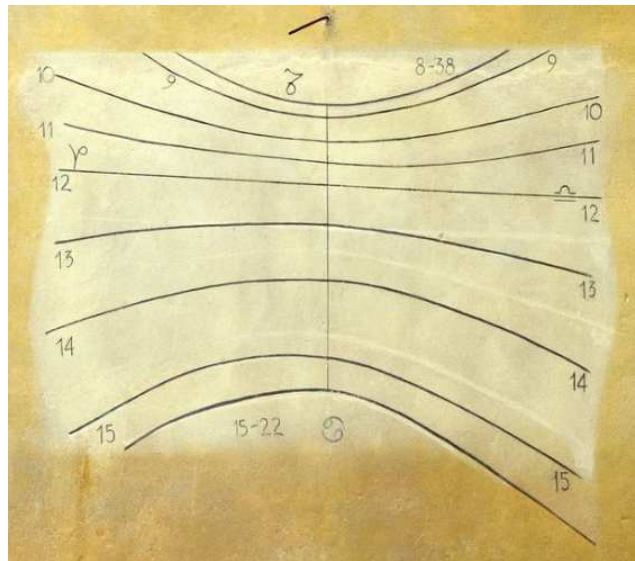


et du 20 octobre, et ainsi de suite. Cette règle est aussi valable pour toutes les autres lignes diurnes dont les déclinaisons ont été extrapolées pour des valeurs intermédiaires.



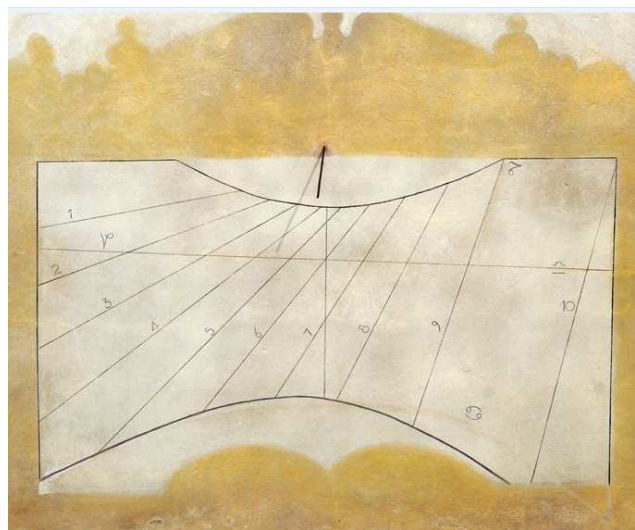
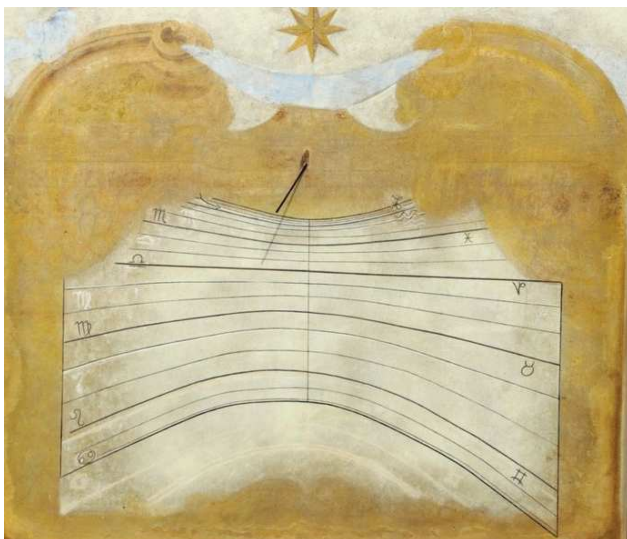
▲ Figure 8

Figure 9 ►



▼ Figure 10

Figure 11 ►



Le dixième cadran solaire (*fig. 11*) est subdivisé en heures babyloniennes qui, comme chacun sait, compte les heures écoulées à partir de l'aube. Ainsi la première heure marque une heure après l'aube, la seconde marque deux heures après l'aube, et ainsi de suite. Ce système d'heures babyloniennes est symétrique de la numération à heures italiennes et n'a pour ainsi dire qu'un intérêt gnomonique, puisqu'il n'est pas réellement nécessaire de connaître le temps écoulé depuis l'aube. Les Jésuites l'ont probablement placé de façon à fournir un panorama complet des divers cadrans solaires utilisés jusqu'à leur époque, ainsi qu'ils l'ont fait pour d'autres d'usages peu fréquents.

Le onzième cadran (*fig. 12*) indique la hauteur du soleil au dessus de l'horizon et son azimut. Il est lui aussi assez rare au 18<sup>e</sup> siècle. La panoplie de cadrans insolites décrits jusque là démontre combien était raffinée la science gnomonique des jésuites.

Mais la grande surprise vient, à mon avis, des deux derniers cadrans (*fig. 13 et 14*), qui indiquent les ascendants. Nous remarquons une fois encore l'attitude laïque qu'adoptent les jésuites dans leur approche de la science. En effet, les signes du zodiaque ne sont pas représentés de façon à indiquer les lignes diurnes, mais pour signaler l'influence des astres sur la vie des hommes.

C'est clairement d'un élément astrologique dont se sont servis ces hommes de foi, pour démontrer leur grande connaissance de la gnomonique et de l'astronomie, plus que de l'astrologie ; cette dernière, bien qu'en dehors des limites de la foi, a été dans le passé et sur une certaine durée, considérée par erreur comme une science. Les droites associées aux signes du zodiaque sont des heures sidérales. Leur caractéristique est d'être tangentes aux lignes des solstices. Pour retrouver les signes associées aux droites, on procède ainsi : la droite marquée du signe du Bélier est la droite stellaire du solstice d'hiver. Rappelons-nous que les droites stellaires utilisées ces derniers temps sur certains cadrans pour indiquer le passage d'une étoile au méridien représentent en réalité les heures sidérales. Quand le signe du Capricorne, symbole du solstice d'hiver, avec un positionnement précis sur l'écliptique, se trouve exactement au méridien, la constellation suivante, déphasée de 90°, se trouve à l'horizon. C'est pourquoi cette ligne stellaire porte le signe du Bélier et non du Capricorne, justement parce qu'en plus d'indiquer le passage du Capricorne au méridien, elle indique que le point vernal se trouve à l'horizon et que, jusqu'à ce que se lève la constellation suivante, c'est bien la constellation du Bélier qui exerce son influence.

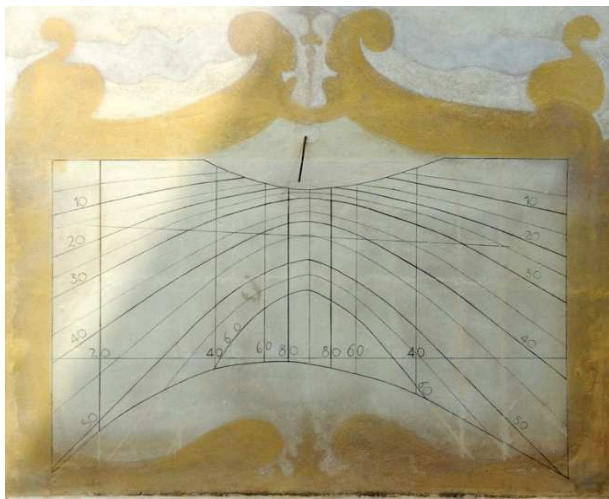


Figure 12

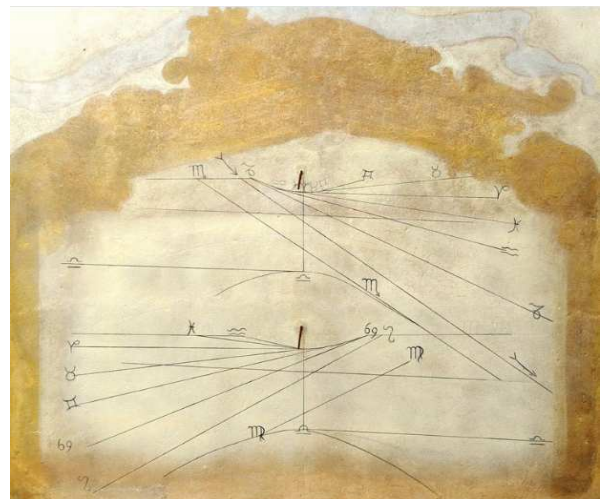


Figure 13

Le 21 décembre, au moment où le soleil se lève, il se trouve dans la constellation du Capricorne, et il reste sensiblement dans cette position pendant toute la journée. Cependant deux heures plus tard, à cause de la rotation de la Terre, c'est au tour du signe zodiacal du Verseau de poindre à l'horizon. Quatre heures plus tard, c'est au tour du Poisson, puis, lorsque le soleil est au méridien, c'est au signe du Bélier. Suivent, par intervalles de deux heures, le Taureau, les Gémeaux et le Cancer. Ces constellations auront donc été tour à tour les ascendants zodiacaux de ces heures. Par un raisonnement analogue nous pouvons en déduire les autres signes et la façon dont ont été tracées les lignes qui leur sont associées. Le cadran des ascendants ne nous indique pas l'heure du lever des constellations du zodiaque, sauf lorsque ce lever coïncide avec le midi vrai local. Pour les autres heures, on se limite à constater que, lorsque la pointe de l'ombre du style touche la ligne stellaire d'un signe, à ce moment-là constellation en question paraît à l'horizon. Pour connaître également l'heure, les concepteurs auraient dû aussi doter ces deux cadrans d'une subdivision en heures astronomiques, choix inopportun qui aurait rendu encore plus compliquée une lecture déjà ardue. Le second graphique représente la ligne stellaire qui indique le lever du Bélier, sur un cadran doté en plus de lignes horaires astronomiques et de lignes de déclinaison qui correspondent à peu près au 20 janvier. Cette ligne diurne coupe la ligne sidérale à 10 heures du matin, heure à laquelle se lève le Bélier à cette date. Le cadran solaire du bas fonctionne du 21 décembre au 20 juin, celui du haut fonctionne du 21 juin au 20 décembre.





Il y a donc trois-cents ans, les jésuites avaient déjà réalisé un cadran solaire à heures sidérales, et sauf démenti ultérieur, ce serait le premier cadran connu présentant ces heures. On connaissait les cadrans solaires planétaires qui utilisaient le système temporaire pour déterminer l'influence des planètes sur le commun des mortels, mais je n'avais pas connaissance de cadran comparable à ces deux-là, qui mettent en évidence le savoir-faire si poussé des jésuites en gnomonique. Les graphiques joints, obtenus à l'ordinateur à l'aide d'un logiciel capable de tracer les heures stellaires, révèlent la nature sidérale de celles-ci. Le dernier graphique, limité à l'ascendant Bélier, indique que cette constellation se lève le 20

février vers 7h30, et à peu près à 16h30 le 20 octobre.

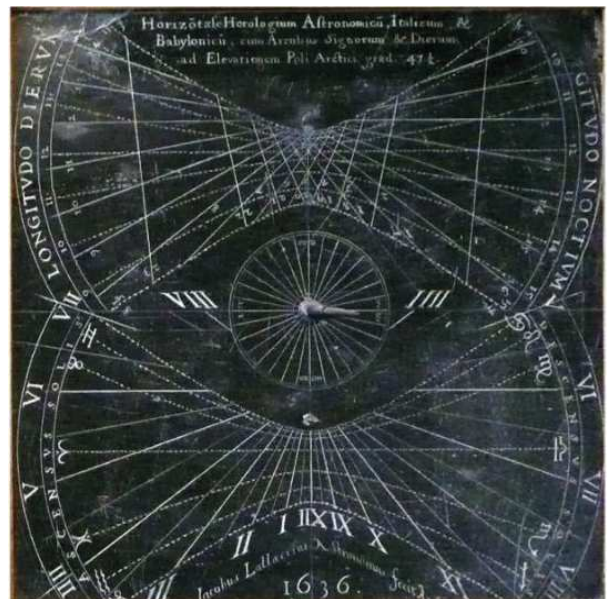
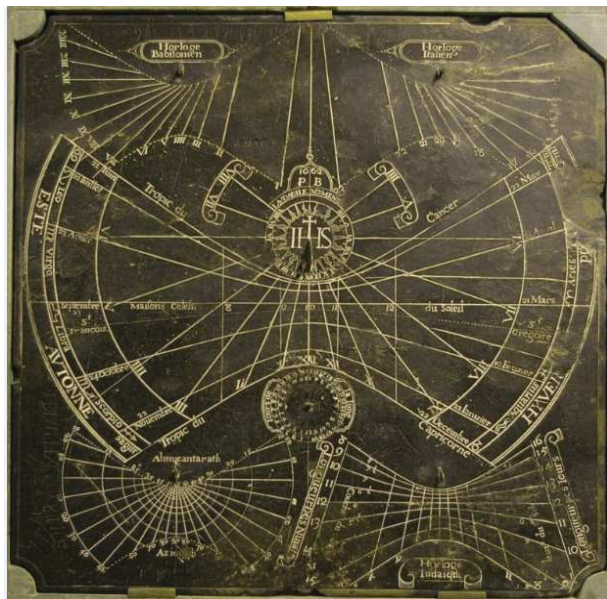
La photo du palais de Justice a été aimablement fournie par Joseph Theubet ; les autres sont tirées du site de Renzo Dionigi: <http://flickr.com/photos/renzodionigi/2891292293>. L'original de cet article est paru en italien dans la revue *Gnomonica Italiana*, n°17 de mars 2009. La traduction a été réalisée par Louis de Dinechin

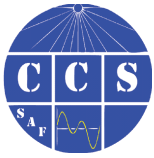


## Cadrans multiples

*A la suite d'un petit voyage à Saint-Mars-sous-Ballon, voici un autre cadran (1662, 50x50cm) assez comparable, qui est à Versailles, ainsi qu'un autre (1636), de la collection Brophy, passé à Drouot le 20 mai 2011. Voilà de quoi faire des comparaisons.*

*M. Morizet (19/09/11)*





## Cadran de Salles-sur-Cérou (Tarn)

Didier Benoît

*Ci-dessous l'article sur le "gardien du temps et de la porte de Salles sur Cérou depuis 1763". Ecrit par D. Benoit, il a été diffusé dans les réseaux locaux qui touchent de près ou de loin au patrimoine. Ce cadran sera-t-il restauré ? Un dossier est ouvert par l'auteur.*

### Un cadran solaire pas si méridional que ça

Le cadran solaire est situé sur la façade orientée sud-ouest d'une vieille maison se trouvant à l'entrée du village de Salles, face au pont qui enjambe la rivière Cérou et permet d'accéder à ce petit bourg. Cette demeure très ancienne date du début du XVIII<sup>e</sup> siècle. Elle est connue comme relais auberge sur la route qui relie les villes de Saint-Antonin-Cordes à l'ouest à celles de Monestiés-Carmaux à l'est.



Photo 1 : Cadran solaire au tracé méridional, à l'entrée du village de Salles-sur-Cérou (Tarn)

A cette époque la route passait à un niveau légèrement plus bas, et le pont en forme de dos d'âne était fait de quatre voûtes en ogives (seules deux sont conservées aujourd'hui, les deux autres ont été remplacées au siècle dernier par un tablier en acier). Le cadran solaire se trouvait à plus de trois mètres du sol et surplombait la cour de la demeure en partie comblée aujourd'hui.

Durant près d'un siècle et demi, ce magnifique indicateur du temps, instrument de prestige et d'orgueil de son propriétaire, a rythmé la vie journalière des Salloises et des Sallois, à une époque où sa science était indispensable pour régler montres et horloges. De même, de nombreux voyageurs et commerçants en tout genre ont rattrapé auprès de ce fidèle greffier solaire la fuite du temps que leur précieuse mécanique ne savait encore contenir.

## Facture

Dans la pure tradition gnomonique de notre région, ce cadran solaire est réalisé sur un corps d'enduit de chaux selon la technique ancestrale du travail de la fresque. Un premier enduit de chaux et de sable grossier assure la forme et le dressage de la table, sur laquelle le cadranier a reporté son tracé mathématique par gravure avant durcissement de la matière appliquée. En terme technique on appelle cette forme « l'arricio ».

A Salles, le cadranier a pris soin de graver les chiffres romains et de délimiter l'emplacement du millésime. Un second enduit de chaux grasse et de sable très fin, voire de poudre de pierre, appliqué en film mince donne à la surface de la table un aspect lisse et fini. Par transparence les marques du tracé laissées dans « l'arricio » restent lisibles. Le cadranier les souligne, avant durcissement du liant, d'un trait de couleur. Il ne lui reste plus qu'à délimiter à la règle le dessin des liserés qui ne demandent pas de précision.



Sur la table la palette des couleurs est restreinte. Ici le noir de fumée domine. Il recouvre les

Photo 2 : Un cadran complet, aux grandes dimensions : 2,30 mètres de large pour 1,82 mètre de haut.

lignes horaires, la devise, le millésime et les liserés. L'ocre rouge détache symboliquement les lignes perlées des demi-heures et le blanc de saint Jean sert de couche de fond à l'ensemble. A ce jour, il ne se trouve sur la table aucune marque de calcul mise en œuvre par le cadranier pour la réalisation du tracé mathématique de ce cadran solaire. Mais bien des choses sont encore à découvrir sur l'art de cette facture. Plusieurs restaurations successives recouvrent de peintures les marques originelles. Des recherches à venir devront essayer de se rapprocher au plus près de l'histoire de la création de ce cadran solaire. L'intervention rapide que j'ai faite dernièrement a permis de mettre à jour le millésime 1763, inconnu jusqu'alors<sup>1</sup>.

## Un cadran solaire loin d'être ordinaire

Il est évident que le client du cadranier souhaitait une réalisation sortant de l'ordinaire. La propriété n'ayant pas de recul face au cadran, il n'était pas nécessaire de lui donner de grandes dimensions. Avec ses 2,30 mètres de large pour une hauteur de 1,82 mètre, il fait partie des plus grands cadrans solaires de notre département. La lecture des heures s'offre ainsi aux habitants depuis la place du village. Cette surface très voyante, qui se démarque de

<sup>1</sup> Le samedi 19 novembre 2011, j'ai appliqué une solution d'alcool absolu au droit de l'emplacement supposé de la date de création de ce cadran solaire. Le liquide retenu par les pigments présents non visibles à l'œil a laissé paraître, par le jeu de l'évaporation, le dessin des chiffres. Un nettoyage dans les règles de l'art de la restauration peut être porteur de nouvelles surprises. Les trois premiers chiffres arabes de l'épigraphie sont relativement dans l'esprit d'une écriture du XVIII<sup>e</sup> siècle, il en est autrement du dernier.



la façade de la bâtisse, étale la réussite sociale de son propriétaire et sa mainmise sur la gestion du temps, dont profite la population les jours ensoleillés.

Ci-dessous le cadran solaire de Salles-sur-Cérou tel qu'il devait être lors de sa dernière restauration<sup>2</sup>.

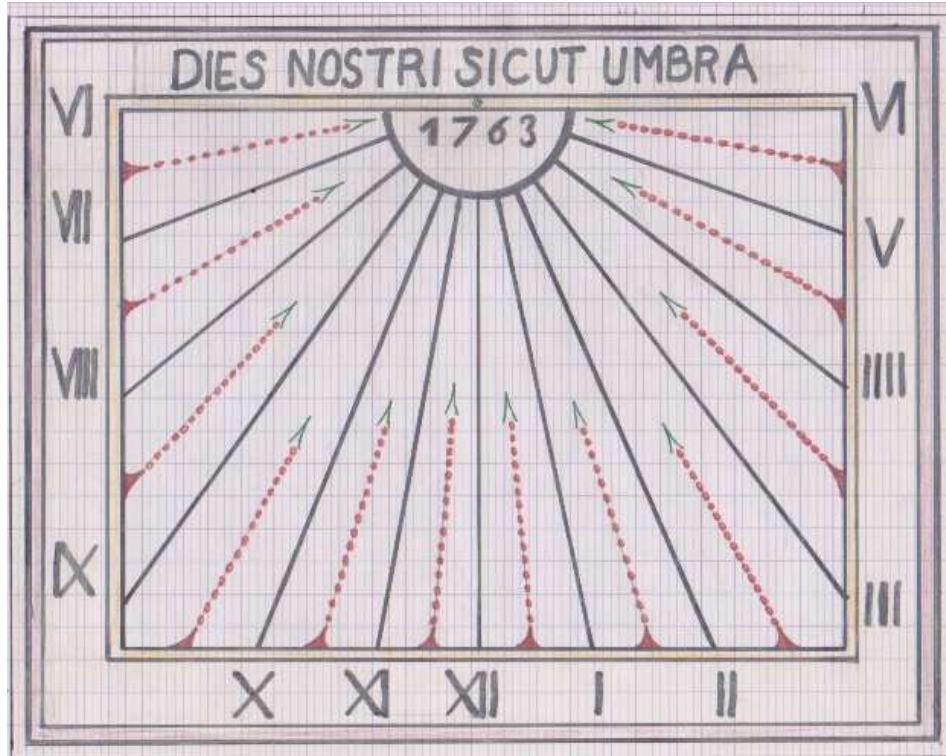


Photo 3 : Dessin à l'échelle du cadran solaire de Salles-sur-Cérou tel qu'il devait être lors de sa dernière restauration. Ici le style n'est pas représenté.

La devise qui coiffe le haut du cadran solaire pmarque aussi l'importance à donner à son propriétaire. Traditionnellement les devises horaires sont rares en milieu rural sur les cadrans solaires. Il s'en trouve cependant sur les indicateurs de temps des édifices religieux, et sur certaines riches demeures : maison de maître, moulin voire auberge comme dans ce cas là. Avant la Révolution française, c'est la langue de l'Eglise qui prime sur les enfants de Phébus. **DIES NOSTRI SICUT UMBRA** (Nos jours passent comme l'ombre<sup>3</sup>).

Les cadraniers qui parcouraient les régions possédaient dans leurs bagages quelques exemples de devises et de dessins (pomme de pin, oiseaux, etc. ) qu'ils vendaient avec le reste de leurs prestations.

---

2 Le cadran solaire qui s'offre à notre vue est celui voulu lors de la dernière restauration, faite dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle. Le cadran solaire d'origine de 1763 est recouvert d'une, voire de plusieurs couches picturales mises en œuvre pour le maintenir en état face aux dégradations liées à l'usure du temps. Chaque restauration entraîne quelques modifications représentatives du moment et souvent des erreurs dues à l'effacement total de certaines marques.

3 Origine : Livre de Job, VIII, 9 : Hesterni quippe sumus, et ignoramus, quoniam sicut umbra dies nostri super terram. (Car nous sommes d'hier, et nous ignorons combien nos jours sur terre sont comme l'ombre).

Les lignes des demi-heures dessinées sur ce cadran solaire sont pour le moins originales. Elles sont faites d'une succession de perles de 10 mm de diamètre et faisant toutes 55 cm de long. Je connais un seul autre exemple de lignes perlées dans le Tarn, c'est celui des hyperboles et des droites équinoxiales des cadrans solaires jumeaux, Castor et Pollux, de la cathédrale Sainte-Cécile d'Albi. A Salles, ces droites perlées partent chacune d'un empennage de flèches collé contre le liseré intérieur qui délimite le tracé des lignes horaires. Nous avons donc affaire à des lignes de demi-heures fléchées. Il manque seulement l'enferron à chacune (représenté en vert sur le dessin). Je n'ai pas mené de recherche sur leur présence. Toutefois je n'ai aucun doute sur leur existence.

En gnomonique populaire, les lignes des heures marquent le mouvement en avant, l'avance inexorable du temps. Il se trouve sur nos cadrans solaires français une quantité importante de styles fléchés et aussi de lignes horaires. En opposition, les demi-heures fléchées sont toujours en contre sens, c'est-à-dire dirigées vers le centre du cadran solaire. Elles symbolisent, le mouvement en arrière, l'arrêt du temps, l'action vaine que mène l'homme pour le ralentir et en devenir maître. Ce n'est que superstition et bien des cadrans solaires de nos jours possèdent des lignes de demi-heures fléchées qui ne tiennent aucun compte de ces croyances anciennes.

Non loin de Salles-sur-Cérou, au petit village de Campanac, se trouve sur le pigeonnier de la famille des Fontanilles<sup>4</sup>, un cadran solaire de facture très proche de celui de Salles, datant de 1761 et ayant exactement la même devise. Il est fort probable qu'ils soient tous les deux du même auteur. Il se peut aussi que le propriétaire de l'auberge de Salles le connaissait de son vivant. Aujourd'hui, le cadran solaire de Campanac offre une facture bien plus simple que celle mise en œuvre sur celui de Salles; cela est dû à une

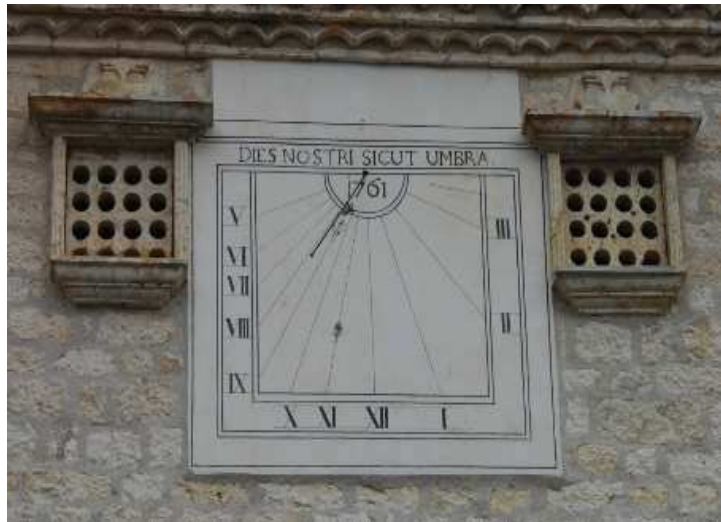
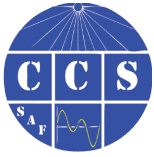


Photo 4 : Le cadran de Campanac après sa restauration de 1993 par l'association « Episode »

restauration récente de qualité, mais ignorante de l'art de la gnomonique. Il n'y a pas eu de lecture et encore moins de compréhension historique de ce petit monument.

Carmaux le 22 novembre 2011

<sup>4</sup> Riche bourgeois de Campanac, dont la fille Gertrude, épousera Joseph de Guérin, avec qui elle aura quatre enfants, dont les écrivains romantiques Maurice et Eugénie de Guérin.



## Mon héliochronomètre

Michel Brialix

*Bref rappel sur les différents types d'heures, puis présentation de l'instrument réalisé par l'auteur.*

### Rappel sur l'heure donnée à l'horloge parlante et l'heure donnée par un cadran solaire

L'heure donnée par un cadran solaire est l'heure locale au soleil vrai (temps vrai local TVL). Elle dépend des coordonnées géodésiques du lieu, exprimées en degrés de latitude et de longitude.

Pour avoir un temps moyen annuel local (TML) qui corresponde au fonctionnement des horloges il faut tenir compte sur un cadran solaire de l'équation du temps (temps de passage au méridien local du soleil par rapport au temps moyen annuel). Cette variation de l'heure de passage du soleil par rapport au temps moyen annuel local est due principalement à l'orbite elliptique de la Terre autour du Soleil et à l'inclinaison de son axe de rotation par rapport à ce plan orbital.

L'heure donnée par l'horloge parlante est l'heure légale française (HL). Cette heure dépend du temps universel (TU) donné par le temps moyen annuel au méridien de Greenwich. L'heure légale française est en avance de 1 heure en hiver et de 2 heures en été par rapport à l'heure TU.

Pour réconcilier les horlogers (TML) et les cadraniers (TVL), l'abbé GUYOUX, en 1826, inventa le cadran à alidade, qui permet de compenser le décalage horaire du Soleil par rapport au temps moyen annuel. Vers la fin du 19<sup>e</sup> siècle, ce cadran fut perfectionné. Sur une portion de sphère fut tracé le huit de l'équation du temps. Réglable en longitude et latitude, cet appareil est devenu utilisable sur tout le territoire français.

L'héliochronomètre était né.

### Mon héliochronomètre

La construction de mon héliochronomètre lui permet de fonctionner entre 42° et 51° de latitude de nord et à toutes les longitudes.

Pour ce faire, il nous faut monter notre alidade sur un plan équatorial réglable à la latitude du lieu considéré. Le réglage angulaire en degrés n'étant pas très pratique à mesurer précisément. Préférant utiliser la triangulation, je mesure l'ouverture de la base du triangle



isocèle (en mm), dont les 2 côtés égaux tracent une ligne au centre d'un plan horizontal, d'une part et d'un plan parallèle à l'équateur terrestre, d'autre part. La ligne de rencontre de ces deux plans donne l'orientation est-ouest et le triangle isocèle se trouve obligatoirement inscrit dans le plan méridien du lieu ( voir tableau Excel ci-dessous).

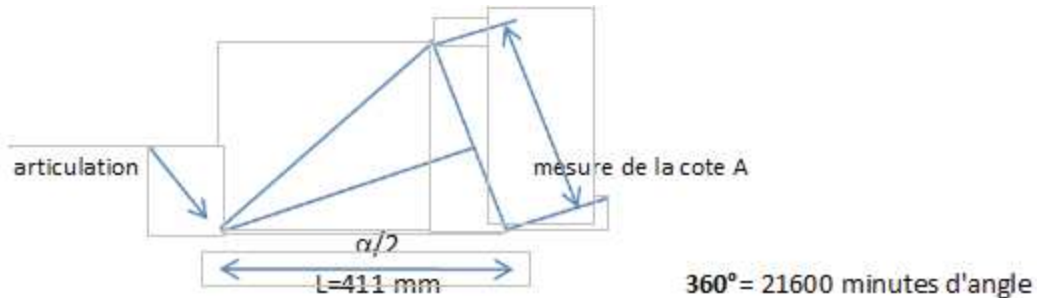


Tableau Excel

Angle de latitude en degrés, minutes et secondes	Angle complémentaire $\alpha$	converti en minutes	demi-angle converti en radians $(2\text{Pi}/21600*\alpha)/2$	Cote A en mm $\sin \alpha / 2*411*2$
<b>42° 00' 00"</b>	47° 59' 60"	2880	0,41888	<b>334,3</b>
	47° 45'	2865	0,416698333	<b>332,7</b>
	47° 30'	2850	0,414516667	<b>331,1</b>
	47° 15'	2835	0,412335	<b>329,4</b>
<b>43° 00' 00"</b>	46° 59' 60"	2820	0,410153333	<b>327,8</b>
	46° 45'	2805	0,407971667	<b>326,1</b>
	46° 30'	2790	0,40579	<b>324,5</b>
	46° 15'	2775	0,403608333	<b>322,8</b>
<b>44° 00' 00"</b>	45° 59' 60"	2760	0,401426667	<b>321,2</b>
	45° 45'	2745	0,399245	<b>319,5</b>
	45° 30'	2730	0,397063333	<b>317,9</b>
	45° 15'	2715	0,394881667	<b>316,2</b>
<b>45° 00' 00"</b>	44° 59' 60"	2700	0,3927	<b>314,6</b>
	44° 45'	2685	0,390518333	<b>312,9</b>
	44° 30'	2670	0,388336667	<b>311,2</b>
	44° 15'	2655	0,386155	<b>309,6</b>
<b>46° 00' 00"</b>	43° 59' 60"	2640	0,383973333	<b>307,9</b>
	43° 45'	2625	0,381791667	<b>306,3</b>
	43° 30'	2610	0,37961	<b>304,6</b>
<b>46° 46' 10"</b>	43° 14'	<b>2594</b>	<b>0,377282889</b>	<b>302,8</b>
<b>47° 00' 00"</b>	42° 59' 60"	2580	0,375246667	<b>301,3</b>
	42° 45'	2565	0,373065	<b>299,6</b>

	42° 30'	2550	0,370883333	<b>297,9</b>
	42° 15'	2535	0,368701667	<b>296,3</b>
<b>48° 00' 00"</b>	41° 59' 60"	2520	0,36652	<b>294,6</b>
	41° 45'	2505	0,364338333	<b>292,9</b>
	41° 30'	2490	0,362156667	<b>291,2</b>
	41° 15'	2475	0,359975	<b>289,6</b>
<b>49° 00' 00"</b>	40° 59' 60"	2460	0,357793333	<b>287,9</b>
	40° 45'	2445	0,355611667	<b>286,2</b>
	40° 30'	2430	0,35343	<b>284,5</b>
	40° 15'	2415	0,351248333	<b>282,8</b>
<b>50° 00' 00"</b>	39° 59' 60"	2400	0,349066667	<b>281,1</b>
	39° 45'	2385	0,346885	<b>279,5</b>
	39° 30'	2370	0,344703333	<b>277,8</b>
	39° 15'	2355	0,342521667	<b>276,1</b>
<b>51° 00' 00"</b>	38° 59' 60"	2340	0,34034	<b>274,4</b>
	38° 45'	2325	0,338158333	<b>272,7</b>
	38° 30'	2310	0,335976667	<b>271,0</b>
	38° 15'	2295	0,333795	<b>269,3</b>

Pour donner de la précision à l'appui de l'alidade sur le plan équatorial fortement incliné, j'ai élargi sa base autour de son axe de rotation. Ainsi est assuré l'équilibre de l'alidade en toute position sur le plan équatorial.

Il ne reste plus qu'à positionner l'œilleton (trou de diamètre 2,5 mm) au centre du montant avant de l'alidade. Autour de cet œilleton j'ai placé un pare-soleil de diamètre 140 mm, pour assurer une bonne visibilité de la projection de l'image du soleil (cercle de diamètre 5 mm à bord net) sur le tracé du huit de l'équation du temps.(ci-contre).



**Le tracé du huit de l'équation du temps** est réalisé sur une portion de cylindre de rayon 338 mm, l'axe de ce cylindre passe par le centre de l'œilleton.

Ce cylindre me permet de tracer précisément **la position en déclinaison du soleil** (les génératrices de ce cylindre, au centre pour les équinoxes, aux extrémités supérieure et inférieure pour les solstices). Pour les mois où la variation de la déclinaison journalière est importante, j'ai pris un point tous les 5 jours, pour les autres tous les 10 jours seulement. Le calcul des longueurs d'arc sur le cylindre donnent les **cordonnées Y** des points de la courbe en huit (voir tableau Excel joint).



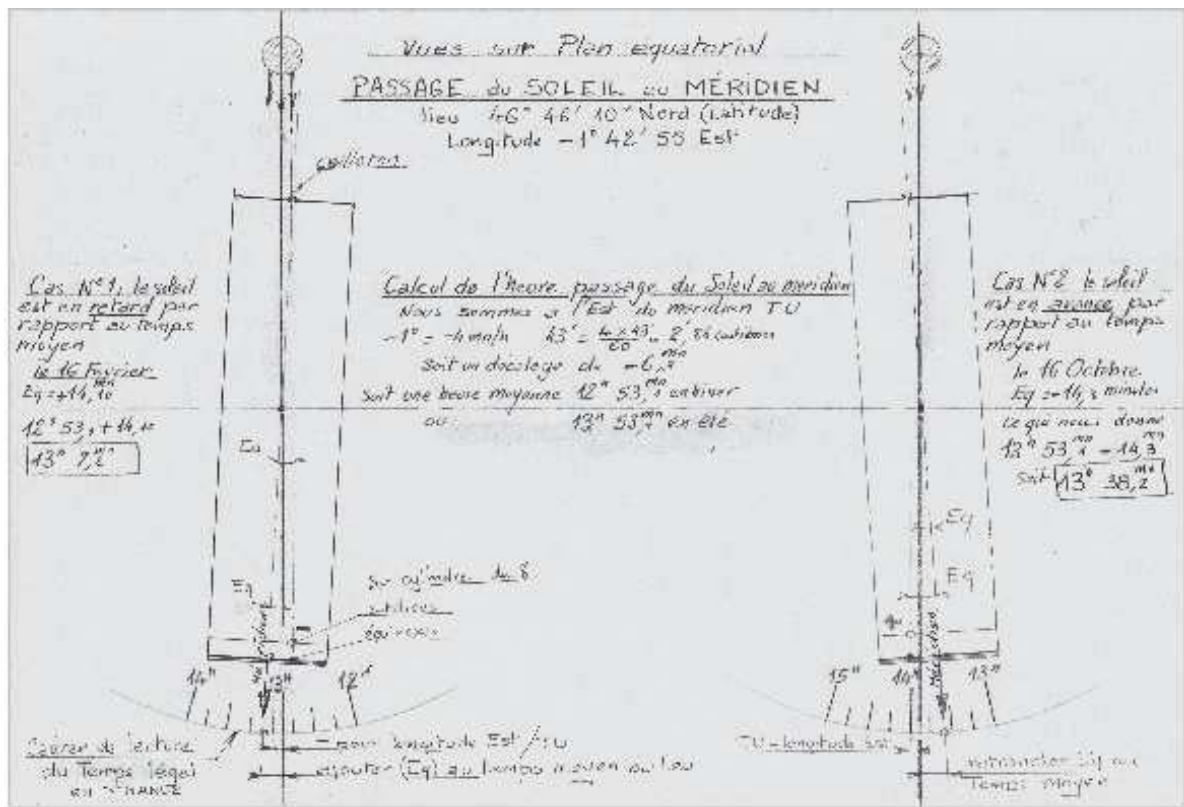
La variabilité l'équation du temps sera représentée par les coordonnées X des points de la courbe en huit. Ces coordonnées sont exprimées en minutes d'heure et centièmes de minutes de part et d'autre de la ligne moyenne, et concordent angulairement avec les minutes du cadran de lecture horaire.

Une valeur positive de l'équation du temps indique que le soleil vrai est en retard sur le soleil moyen, c'est-à-dire plus à l'est, et une valeur négative qu'il est en avance, c'est-à-dire plus à l'ouest. Par exemple, lorsque l'équation du temps vaut + 8 minutes, cela signifie qu'il est 12 h 08 au temps solaire moyen lorsque le soleil indique le midi vrai.

Le cadran de lecture horaire

J'ai choisi de tracer un cercle de rayon 229,2 mm de sorte que sur sa circonférence 1 mm correspond à 1 minute d'heure. Le tracé est ainsi plus facile.

Principe de fonctionnement :



**Mise en station de l'héliochronomètre**

Maintenant parlons mise en station de l'héliochronomètre sur son trépied. Après avoir réglé votre montre à l'horloge parlante et bien relevé (au GPS) la position géodésique du lieu choisi en latitude et longitude, il vous faut d'abord bien régler le support équatorial, mettre de niveau son plan horizontal, puis son plan équatoriale à la latitude du lieu.

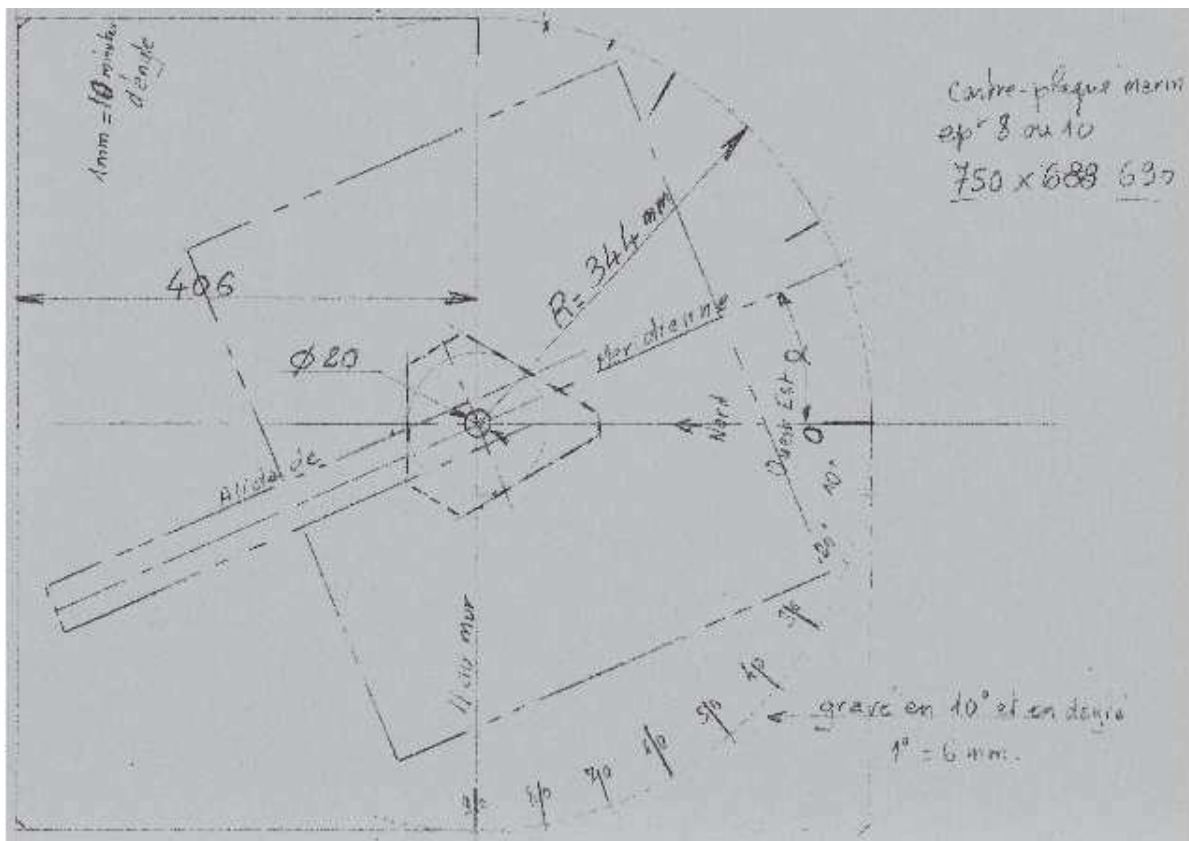
Ensuite, il vous faut positionner le cadran de lecture horaire à l'heure légale du pays (plus 1 heure en hiver ou plus 2 heures en été en France, par rapport au temps TU), ajouter

le décalage horaire en longitude ouest ou retrancher le décalage horaire en longitude est.

Pour calculer ce décalage horaire dû à la longitude du lieu choisi : il vous faut convertir des degrés angulaires en heures et minutes

Reste une dernière manœuvre : faire tourner l'alidade pour la régler à l'heure de la montre, puis faire pivoter l'ensemble table équatoriale et son alidade sur le trépied pour faire coïncider l'image du Soleil sur le huit de l'équation du temps à la date du jour. Serrez l'ensemble sur le trépied, **l'héliochronomètre est réglé.**

**A noter** que maintenant le tracé de la méridienne sur le plan équatorial indique la direction du nord ou du sud géographique mieux qu'une boussole. On peut aussi, avec un demi-cercle gradué en degrés et minutes d'angle monté sous la table équatoriale, mesurer la déclinaison d'un mur en vue de construire un cadran solaire.



Michel Brialix le 8 février 2011





## Les cadrans solaires unifilaires

Dominique Collin

*Le terme unifilaire apparaît pour la première fois dans un article du Journal of the Royal Astronomical Society of Canada<sup>1</sup> et, la même année, dans The Compendium de la North American Sundial Society<sup>2</sup>. De quoi s'agit-il exactement ? Dans le présent article est développé une théorie du cadran solaire bifilaire de H. Michnik appliqué au plan vertical déclinant. Le paragraphe concernant l'étude des lignes horaires fait brièvement mention d'un nouveau type de cadran solaire : un cadran bifilaire dont un des fils a été supprimé. Il se trouve en effet qu'en éloignant indéfiniment un des deux fils d'un tel bifilaire, il ne subsiste plus qu'un fil fournissant une ombre susceptible de donner l'heure<sup>3</sup>. Il s'avère par contre indispensable d'adapter le réseau des lignes horaires pour pouvoir s'en servir correctement. On obtient, en fonction de la déclinaison du mur, quantité de nomographies différentes et surprenantes à la fois. On désigne ce nouveau cadran sous le nom de cadran solaire unifilaire. L'objet de cette note est d'explicitier le principe du cadran unifilaire vertical déclinant. En précisant les conditions de construction des lignes horaires, on rectifiera par là même les conclusions erronées qui ont été publiées dans les articles cités. Il n'en reste pas moins que l'on a à faire à un type très original de cadran solaire, très simple de construction et d'utilisation, qu'il convient de faire connaître.*

### 1. Cadran unifilaire à fil vertical

#### a. Rappels.

Résumons ce que l'on sait du cadran solaire bifilaire sur un plan vertical déclinant tel qu'il a été développé. On dispose d'un système bifilaire dont le premier fil,  $F_1$ , est vertical, parallèle au cadran et à la distance  $a$  de celui-ci, et dont le deuxième fil, distinct du premier,  $F_2$ , est horizontal, parallèle au cadran et à la distance  $b$  de celui-ci ( $b > a$ ). On installe ensuite un repère orthonormal depuis le point  $M$  de telle façon que :

- les deux fils interceptent la même normale au cadran passant par l'origine  $M$  ;
- l'axe des  $x$  ( $Mx$ ) est horizontal et orienté vers la droite de l'observateur regardant le cadran<sup>4</sup> ;
- l'axe des  $y$  ( $My$ ) est vertical et orienté vers le haut.

Il a été démontré que les coordonnées du point d'intersection  $P$  des ombres des fils s'écrivaient :

<sup>1</sup> D. Collin, *Théorie sur le cadran solaire vertical déclinant*, JRASC, vol. 94, p 95-111, juin 2000. (5.1.4 & fig. 15).

<sup>2</sup> D. Collin, *The theory of a vertical declining bifilar sundial - II*, The Compendium, NASS, vol.7, n° 2, juin 2000, 4.1.4, pages 11-12, et Vol. 7, n° 4, décembre 2000, 8.4, figures p 5.

<sup>3</sup> Les figures fournies dans le paragraphe 5.1.4 de l'article, tout comme le formulaire associé, sont fausses. Elles seront intégralement rectifiées ici.

<sup>4</sup> Il ne s'agit pas du même repère que celui qui a été pris dans l'étude de ce cadran (voir JRASC, *op. cit*) ; il suffit juste d'en tenir compte dans les coordonnées du point d'intersection des ombres.

$$\begin{cases} x = a \frac{\cos D \sin t - \sin D (\sin \varphi \cos t - \cos \varphi \tan \delta)}{\sin D \sin t + \cos D (\sin \varphi \cos t - \cos \varphi \tan \delta)} \\ y = -b \frac{\cos \varphi \cos t + \sin \varphi \tan \delta}{\sin D \sin t + \cos D (\sin \varphi \cos t - \cos \varphi \tan \delta)} \end{cases}$$

## b. Principe

Lorsqu'on éloigne de plus en plus le fil horizontal  $F_2$  du plan du cadran, l'ordonnée  $y$  du point d'ombre prendra des valeurs de plus en plus grandes par rapport à l'abscisse fournie par le fil vertical, si bien que son ombre dépassera les dimensions raisonnablement choisies du cadran, rejetant hors du cadre l'intersection des ombres. De plus, cela procurera une ombre dégradée, floue, donc physiquement inutilisable<sup>5</sup>. A la limite, lorsque  $b$  est infini,  $y$  l'est aussi ; cela signifie simplement que l'on enlève le fil  $F_2$ . Le point d'ombre étant rejeté à l'infini, on n'est plus en présence d'un cadran bifilaire, mais d'un unifilaire dont il ne reste plus qu'à rendre exploitable l'ombre verticale du fil  $F_1$ .

## c. Formulaire pour un cadran unifilaire à fil vertical

Si l'on veut se servir de l'ombre du fil restant, il suffit d'ajouter un réseau de lignes correspondant à la variable lente  $\delta$ , c'est-à-dire la date au jour de l'observation de l'ombre. On ré-introduit l'ordonnée  $y$  qui a été artificiellement supprimée, mais selon une règle que l'on se choisi... Parmi la panoplie de fonctions existantes, on prendra la plus simple et la plus immédiate<sup>6</sup> : une fonction affine en  $\delta$ . On construit donc le réseau de courbes suivant :

$$\begin{cases} x = a \frac{\cos D \sin t - \sin D (\sin \varphi \cos t - \cos \varphi \tan \delta)}{\sin D \sin t + \cos D (\sin \varphi \cos t - \cos \varphi \tan \delta)} \\ y = \delta p + q \end{cases}$$

où  $p$  et  $q$  sont à ajuster afin obtenir une <<bonne>> trame horizontale pour les déclinaisons du Soleil.

Dans l'article où est mentionnée pour la première fois la notion de cadran unifilaire (*op. cit.*), l'erreur dans le tracé des courbes consistait à avoir pris l'équation cartésienne des lignes horaires pour effectuer le tracé au lieu des coordonnées  $(x, y)$  du point d'ombre faisant par là-même oublier que l'azimut varie aussi avec la déclinaison du Soleil. Car s'il est clair que, par ce procédé, l'ombre verticale restante marque l'azimut, elle ne peut en même temps marquer les heures. Il est par conséquent nécessaire d'ajouter un réseau de courbes pour la déclinaison pour pouvoir lire l'heure par intersection de l'ombre verticale du fil  $F_1$  avec la courbe tracée sur le cadran à la date considérée. C'est ce qui a été complètement oublié. On obtient une nouvelle et originale nomographie gnomonique.

M. Joseph Dallet<sup>7</sup>, qui a été le premier à me signaler cette erreur et je l'en remercie vivement, a construit un tel cadran et a proposé de prendre pour l'ordonnée la formule :  $y = \delta + 24$ .

<sup>5</sup> On ne tient pas compte de l'épaisseur des fils dans la formation de l'ombre.

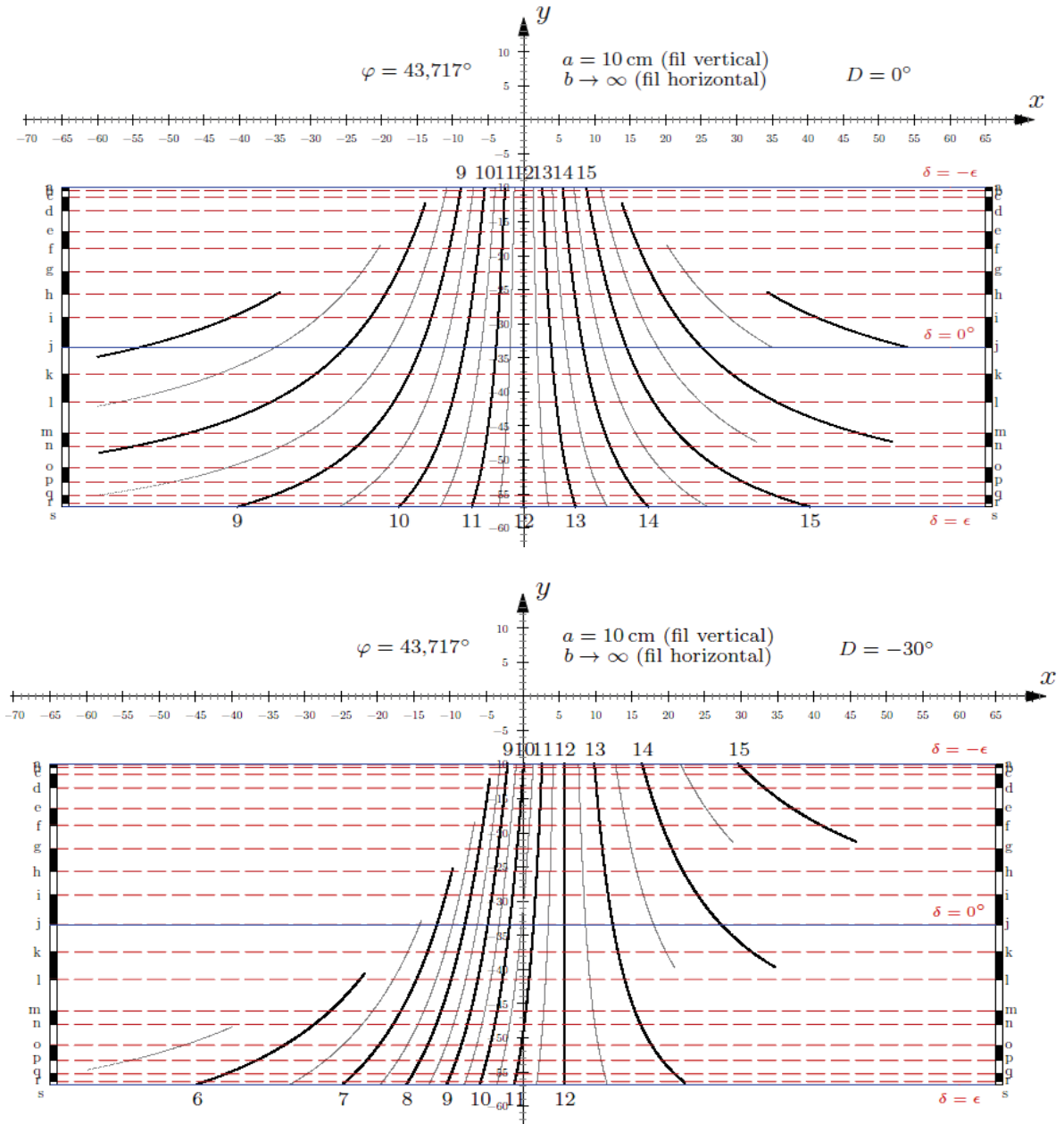
<sup>6</sup> Qui est aussi la plus scolaire. Toute autre fonction en  $\delta$  pour la coordonnée  $y$  conviendrait mathématiquement, mais en pratique la répartition des valeurs de  $\delta$  entre  $-23^\circ 26'$  et  $+23^\circ 26'$  doit être régulière et bien espacée pour pouvoir être lue par l'observateur.

<sup>7</sup> M. Dallet, membre de la Commission des Cadrans Solaires de la SAF, est le concepteur du très important logiciel de tracé de cadrans solaires Solarium. Il a également réalisé un cadran désigné sous le nom de « Volcan » – Inventaire CSFC n° 1927501-42 (la déclinaison gnomonique est de  $45^\circ$  sud, et la distance du fil vertical au plan du cadran est de 5 cm).

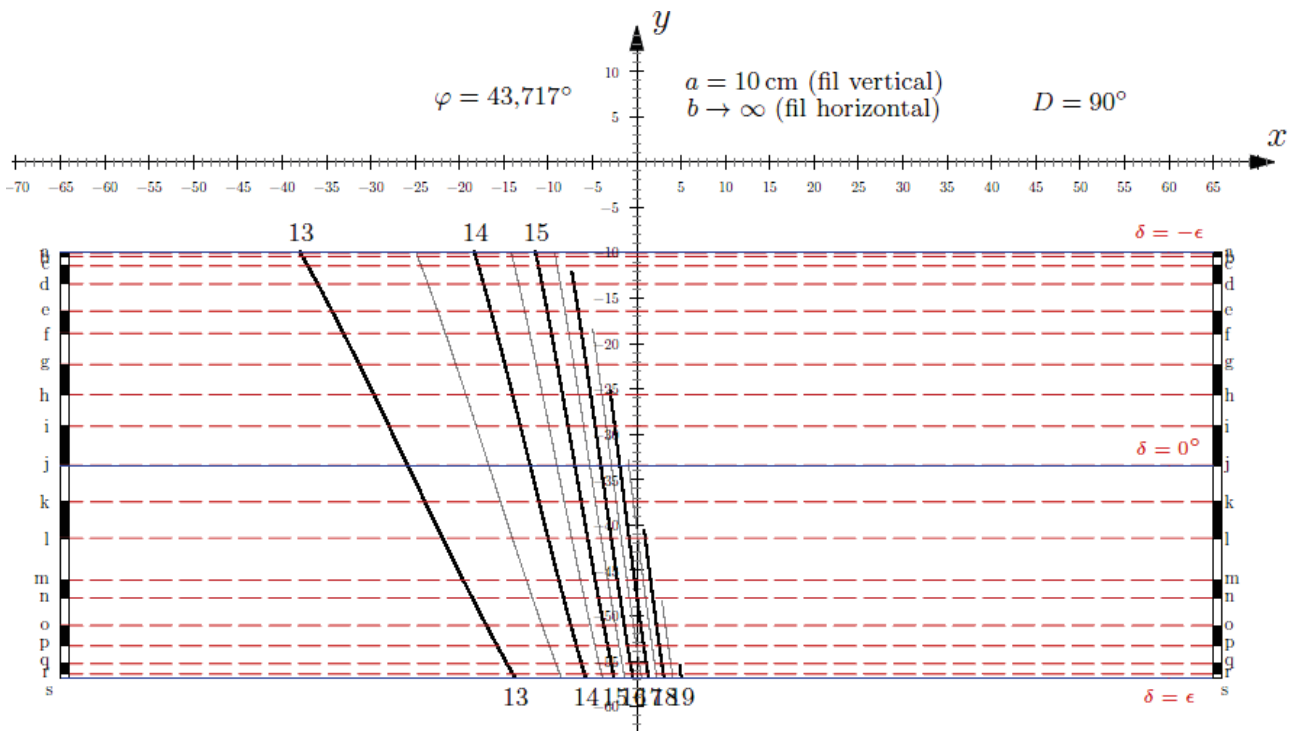
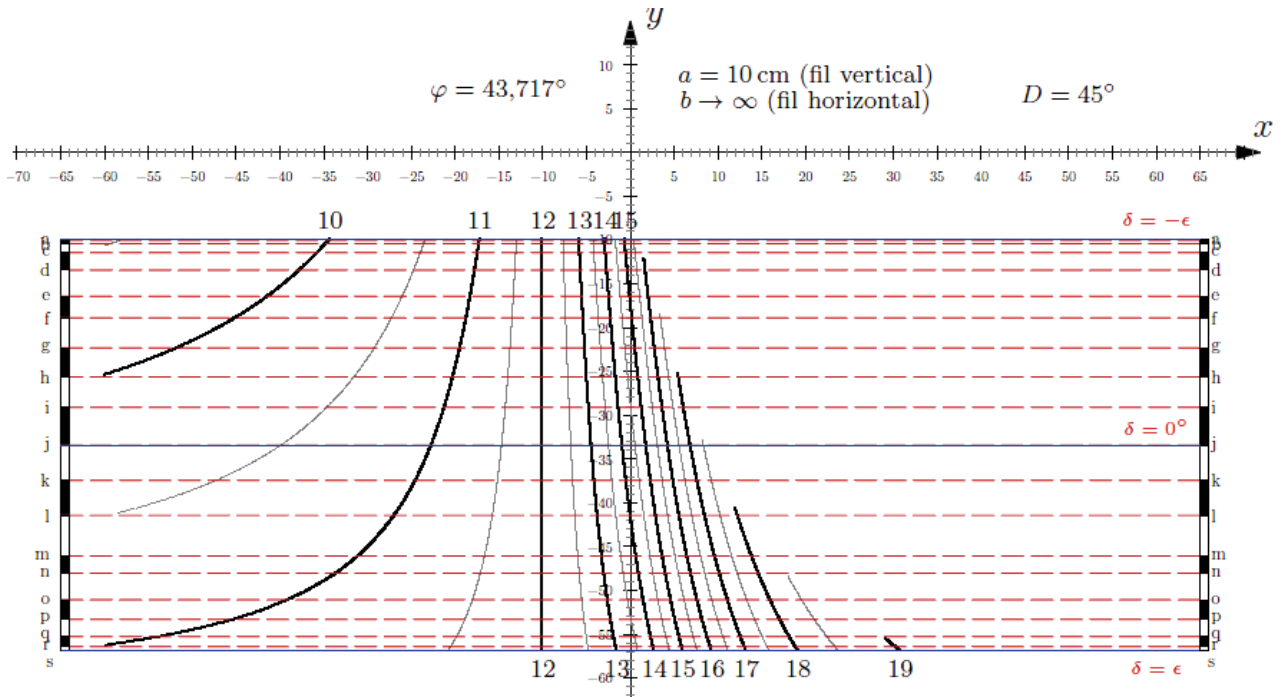
Ce type de cadran a été aussitôt intégré dans le logiciel *Solarium* sous la dénomination <<cadran volcan>>. Le terme moins éloquent mais général de <<cadran unifilaire>> est à préférer parce que ce n'est pas le seul type de cadran à un seul fil que l'on puisse obtenir.

**d. Figures pour un unifilaire à fil vertical**

Dans les figures suivantes l'ordonnée du point d'ombre est :  $y = -(\delta + 33 + \frac{26}{60})$ . Le fil  $F_1$  est parallèle à l'axe des  $y$  et à la distance  $a = 10$  cm. L'heure se lit en repérant l'intersection de l'ombre du fil vertical avec la ligne horizontale correspondant à la date d'observation. Si l'intersection tombe sur une ligne horaire, alors il est l'heure indiquée; sinon, il faut interpoler entre deux lignes horaires. On a tracé, pour un peu plus d'acuité, les demi-heures. De plus chaque ligne horizontale est désignée par une lettre ( $a, b, c, etc$ ) dont la correspondance avec la déclinaison du Soleil se trouve en annexe (ci-dessous figures 1a ( $D = 0^\circ$ ), 1b ( $D = -30^\circ$ ), 1c ( $D = 45^\circ$ ), 1d ( $D = 90^\circ$ )).



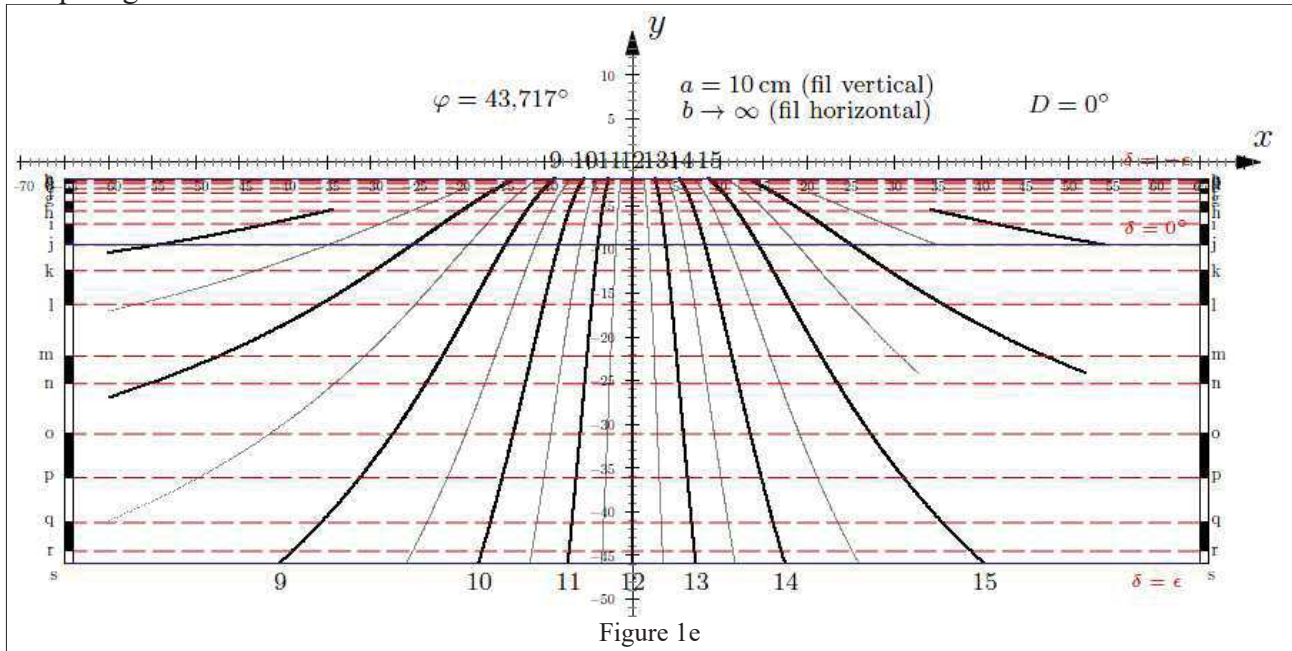




Pour le cadran occidental, sans aucun doute, on préférera le cas classique où le style est parallèle au cadran et dirigé vers l'axe des pôles : les lignes horaires sont mieux étalées et parallèles entre elles. On ne tire pas d'avantage particulier en prenant un fil vertical pour les cadrans orientaux et occidentaux.

Dans l'exemple suivant, on pris pour l'ordonnée une fonction exponentielle :

$y = -e^{\frac{2,25\delta + 75,225}{33,433}}$ . Le fonctionnement est optimal entre mars et septembre et plus délicat de fin septembre à début mars. La difficulté pour tous ces cadrans est de graduer et d’informer de la date chaque ligne horizontale.



## 2. Cadran unifilaire à fil horizontal

### a. Principe

Revenons au bifilaire initial. Supposons maintenant que l’on éloigne de plus en plus le fil vertical  $F_1$  du plan du cadran en laissant le fil horizontal en place à la distance  $b$ . L’abscisse  $x$  du point d’ombre prendra des valeurs de plus en plus grandes par rapport à l’ordonnée, si bien que l’abscisse dépassera les dimensions fixées du cadran bifilaire. A la limite en prenant  $a \rightarrow \infty$ , le fil  $F_1$  disparaît avec la coordonnée qu’il génère. Il ne reste plus que le fil  $F_2$  donnant une ombre horizontale d’ordonnée  $y$ . Celle-ci est exploitable à condition d’ajouter, par exemple, un réseau de lignes verticales pour les déclinaisons du Soleil.

### b. Formulaire pour le cadran unifilaire à fil horizontal

Si l’on veut se servir de l’ombre horizontale du fil restant, il suffit d’ajouter un réseau de lignes correspondant à la variable lente  $\delta$ . Pour des raisons liées à la facilité de lecture et à la simplicité d’un tracé, une fonction affine en  $\delta$  est suffisante. On construit le réseau de courbes suivant :

$$\begin{cases} x = \delta p + q \\ y = -b \frac{\cos \varphi \cos t + \sin \varphi \tan \delta}{\sin D \sin t + \cos D (\sin \varphi \cos t - \cos \varphi \tan \delta)} \end{cases}$$

où  $p$  et  $q$  sont à ajuster afin d’obtenir une “bonne” trame verticale pour les déclinaisons du soleil.

**c. Figures pour un unifilaire à fil vertical**

Dans les figures qui suivent, l'abscisse du point d'ombre est :  $x = 2\delta + 50.15$ . Le fil  $F_2$  est parallèle à l'axe des *abscisses* et à la distance  $b = 30$  cm.

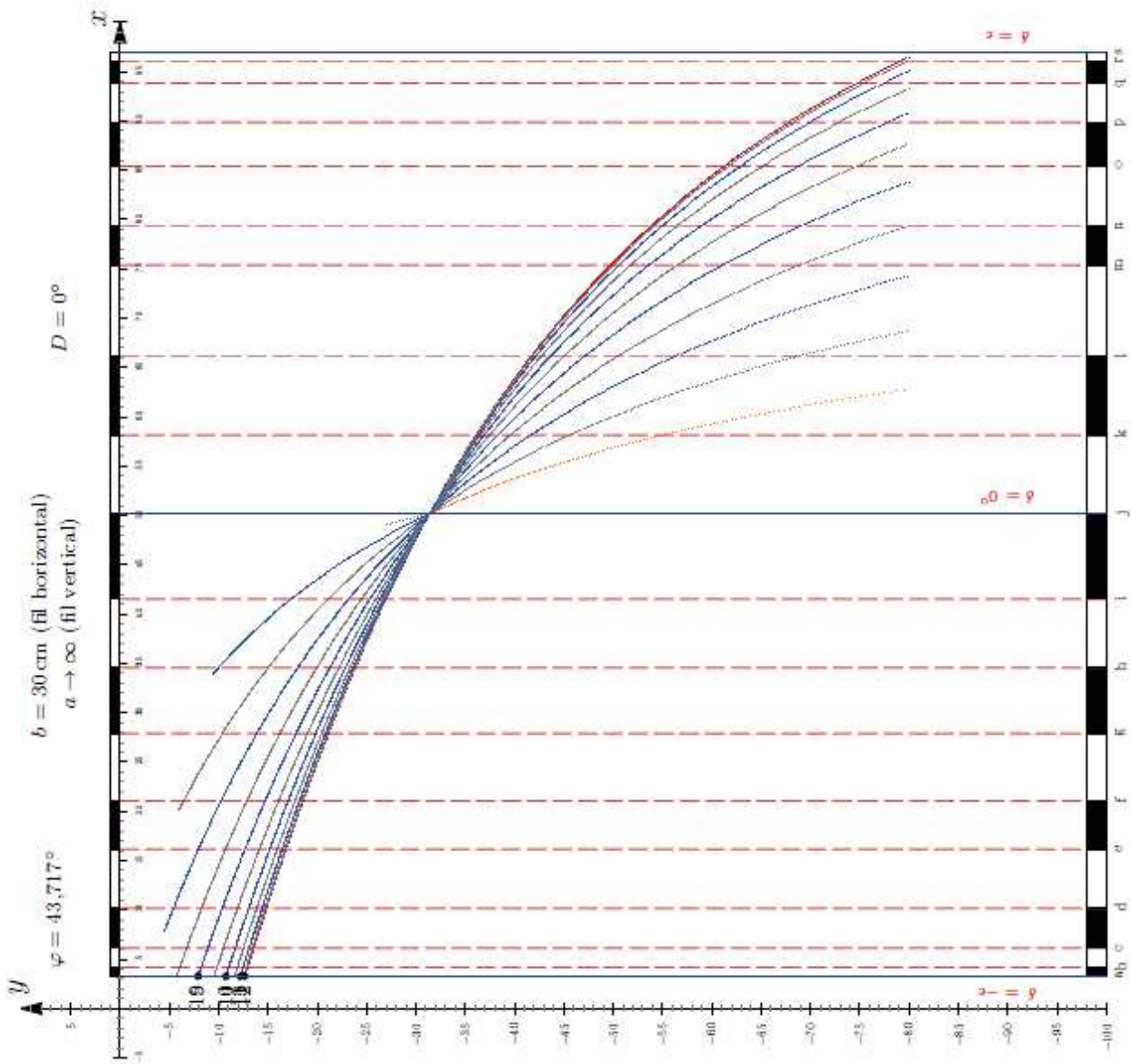


Figure 2a

Ce cadran unifilaire méridional (fig. 2a) est bien moins avantageux que le cadran classique. Une ligne sert pour deux heures différentes symétriques par rapport à midi. On évitera donc son usage assez vite peu précis. Les autres déclinaisons gnomoniques vont révéler quelques avantages un peu plus intéressants. Cependant, pour ce cadran, on peut toujours ne conserver qu'une seule ligne, la ligne de midi par exemple, pour en faire une méridienne d'un nouveau type avec un fil horizontal et des repères de dates tout le long de la courbe d'un solstice à l'autre.

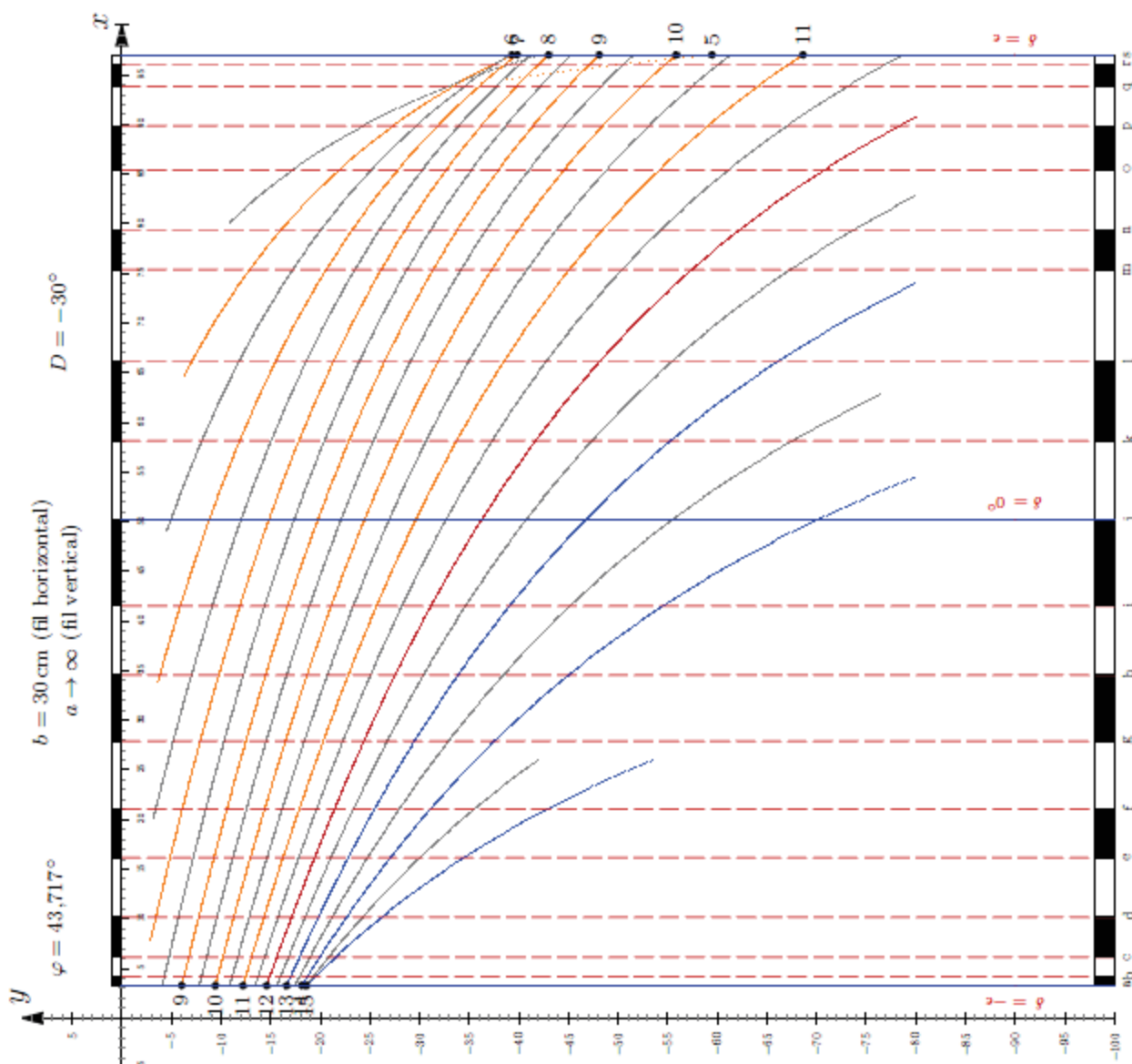


Figure 2b

Sur ce cadran (fig. 2b) on observe, que lors du solstice d'été, les heures de 6<sup>h</sup> et 7<sup>h</sup> sont confondues, tandis qu'au solstice d'hiver ce sont les heures de 14<sup>h</sup> et 15<sup>h</sup> qui sont confondues; elles sont inutilisables.

Dans le cadran (fig. 2c), les lignes horaires sont régulièrement espacées et très aérées. Connaissant la date, la lecture de l'heure par l'ombre horizontale du seul fil disponible n'offre aucune ambiguïté.

L'utilisation du cadran (fig. 2d) semble tout aussi intéressante que l'occidental classique où le style est parallèle à l'axe des pôles. Ici, l'avantage est double : le fil est horizontal, donc très facile à installer, les dates sont plus nombreuses et les heures faciles à lire. On peut penser qu'il est à préférer au cadran occidental classique, mais seule la pratique de ce cadran pourra trancher en sa faveur. Comme toutes les ombres sont en dessous du fil horizontal, plus rien n'empêche d'imaginer d'utiliser la bordure de l'avancée d'un toit par exemple, ou toute autre corniche, du moment que la partie utile soit rectiligne et parallèle au mur de projection. De cette façon, on peut tirer avantage des toitures pour construire un cadran solaire unifilaire... L'inconvénient majeur est de devoir



disposer d'une table de lecture des dates (annexe) pour lire l'heure par conséquent l'observateur doit être à une distance raisonnable pour effectuer sa lecture.

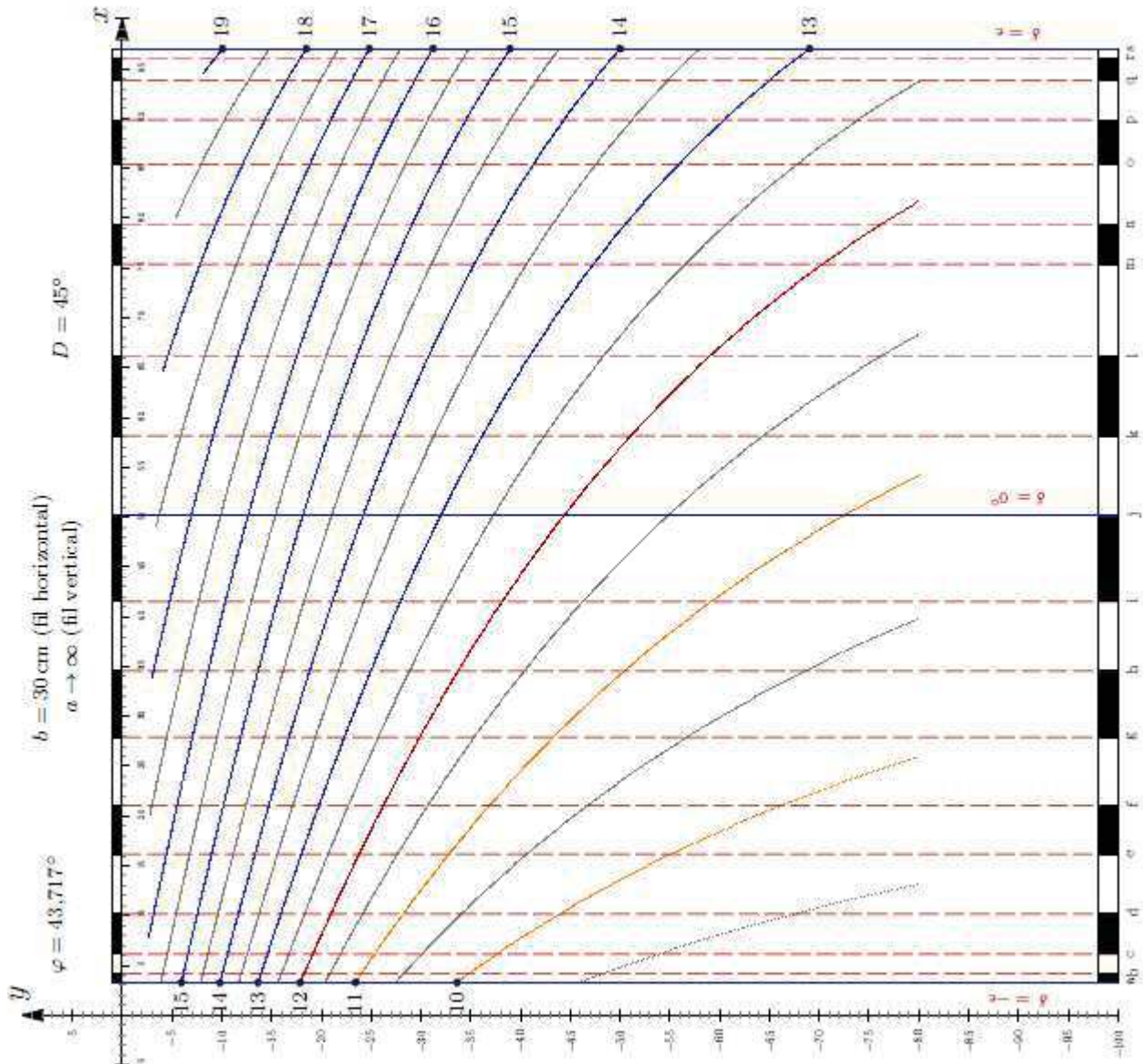


Figure 2C

## Conclusion

Remarquons avant de conclure que, si l'on effectue la même recherche dans le cas d'un cadran solaire bifilaire à fils inclinés<sup>8</sup>, on constate qu'on ne peut pas éloigner à l'infini un des fils du plan du cadran sans affecter la valeur de la seconde coordonnée. La double présence des distances  $a$  et  $b$  des fils dans l'expression des coordonnées<sup>9</sup> de l'intersection des ombres fait qu'aucune d'entre elles ne peut devenir infinie sans que l'autre reste finie<sup>10</sup>. On ne peut pas construire de cette façon

<sup>8</sup> D. Collin, *Les cadrans solaires bifilaires à gnomons rectilignes quelconques*, Observations & Travaux, n° 55, décembre 2003, p 12-31.

<sup>9</sup> L'expression des coordonnées du point d'intersection des ombres est relativement complexe. Voir Observations & Travaux n° 55 (*op. cit.*), en page 18, formule 10.

<sup>10</sup> Éloigner à l'infini l'un des fils du plan du cadran fait que les deux coordonnées deviennent simultanément infinies



un cadran unifilaire avec un fil incliné et parallèle au plan du cadran. Rien n'interdit de soumettre à l'examen les autres catégories de cadran bifilaire en appliquant ce principe d'élimination d'un des gnomons, mais ce serait sortir du cadre de cette simple note.

Le *cadran unifilaire* est un système unique et très particulier issu directement du cadran bifilaire de Hugo Michnik. Il reste à espérer que la façon de construire ce cadran retienne l'attention les professionnels et amateurs de gnomonique, que son usage se développe et ne tombe pas dans l'oubli parmi les nombreuses variétés de cadrans solaires que l'on peut recenser aujourd'hui.

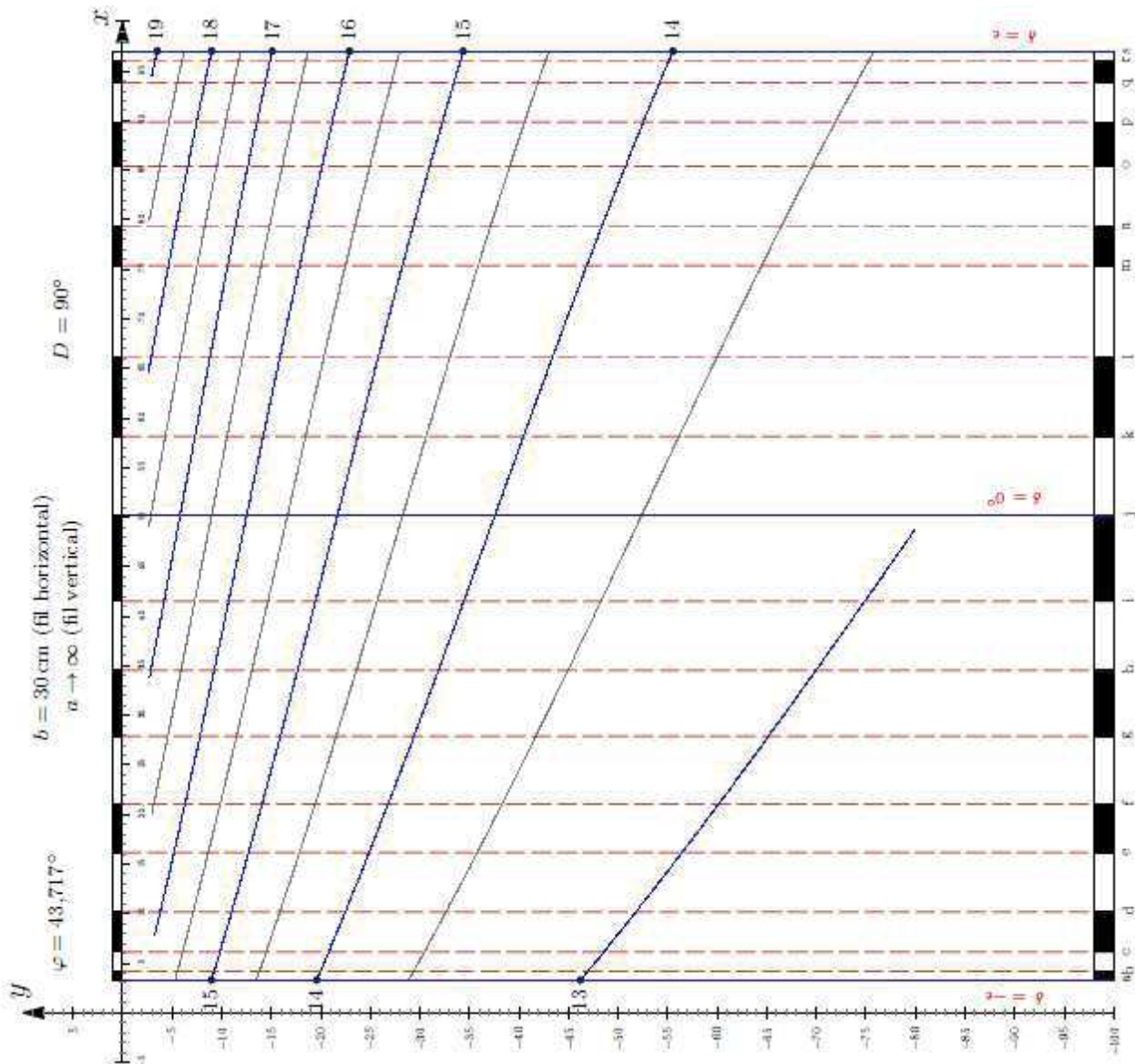


Figure 2d

dans le repère considéré. Le formulaire n'est plus alors exploitable. On ne peut pas se servir de cette façon d'un seul fil incliné.

**Annexe**

Dans toutes les figures, on a pris pour les déclinaisons du soleil les valeurs de l'année 2011<sup>11</sup>

N°	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
<b>Valeur de <math>\delta</math></b> (en degrés)	$-\varepsilon$	-23	-22	-20	-17	-14,53	-11,12	-7,8	-4,33	0
<b>Dates</b>	21 déc.	1 janv. 11 déc.	10 janv. 2 déc.	21 janv. 21 nov.	1 fév. 10 nov.	10 fév. 1 nov.	20 fév. 22 oct.	1 mars 13 oct.	10 mars 5 oct.	21 mars 23 sept.

N°	k	l	m	n	o	p	q	r	s
<b>Valeur de <math>\delta</math></b> (en degrés)	4	8	12,63	14,6	17,64	19,86	21,83	23	$\varepsilon$
<b>Dates</b>	1 avril 12 sept.	10 avril 2 sept.	23 avril 20 août	1 mai 14 août	10 mai 5 août	20 mai 23 juil.	1 juin 12 juil.	10 juin 1 juil.	21 juin

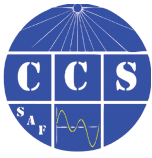


***En avant la musique***



***Cadran solaire réalisé par  
André Sauze***

<sup>11</sup> D'après les *Ephémérides astronomiques 2011* publiées par la Société Astronomique de France (*L'Astronomie* hors série 2010).



## L'horloge luni-solaire du père Bonfa (ITER\_02\_05)

Paul Gagnaire

*Le lycée international Stendhal<sup>1</sup>, autrefois collège des jésuites de la rue Neuve-de-Bonne, est justement réputé pour l'extraordinaire cadran solaire à réflexion qu'y peignit, en 1672-1673, le père Jean Bonfa, s. j.*



Lycée Stendhal à Grenoble  
(site M. Lalos)

Ce savant jésuite, né à Nîmes en 1638, fit ses études et son noviciat à Avignon, puis y enseigna la théologie et les mathématiques. Il put y rencontrer l'illustre jésuite Athanasius Kircher, (Geisa près de Fulda, 1601 - Rome, 1680) ou, tout au moins, en subit l'influence, car Kircher enseigna aussi à Avignon et peignit, dans le collège des jésuites de cette ville, un cadran à réflexion, malheureusement très dégradé. En 1686, le père Bonfa devint probablement directeur de l'école d'Hydrographie des Galères de Marseille, fondée par Colbert. Il mourut à Avignon en 1724.

A Grenoble, en seulement deux années scolaires<sup>2</sup>, il couvrit de peintures gnomoniques les quatre murs et les deux plafonds de l'escalier central, soit une surface supérieure à cent mètres carrés. Une brochure consacrée à cette œuvre a été éditée par le foyer du lycée Stendhal, en juin 1984, chez Arthaud. Trois élèves l'ont rédigée sous l'impulsion et avec l'aide de madame Catherine Becquaert, professeur agrégé de mathématiques au lycée. Il s'agit de mesdemoiselles Nathalie Jaulin, Christine Schaefer, Natacha Vallon.

Ces trois auteurs ont également bénéficié d'aides et de soutiens, cités avec gratitude. Depuis cette date, une restauration est intervenue, mais nous nous référerons toujours à la brochure de 1984, apparemment non rééditée. Nous y renvoyons notre lecteur puisque nous n'avons pour dessein, ici, que d'étudier une seule des peintures, l'horloge luni-solaire qui occupe la quasi-totalité du mur, côté gauche, le long de la première volée de marches. On trouve aussi des présentations intéressantes sur internet. Mais il faut savoir qu'un travail particulièrement brillant et exhaustif, référence majeure en la matière, avait déjà été donné de l'œuvre du père Bonfa.

il s'agit de :

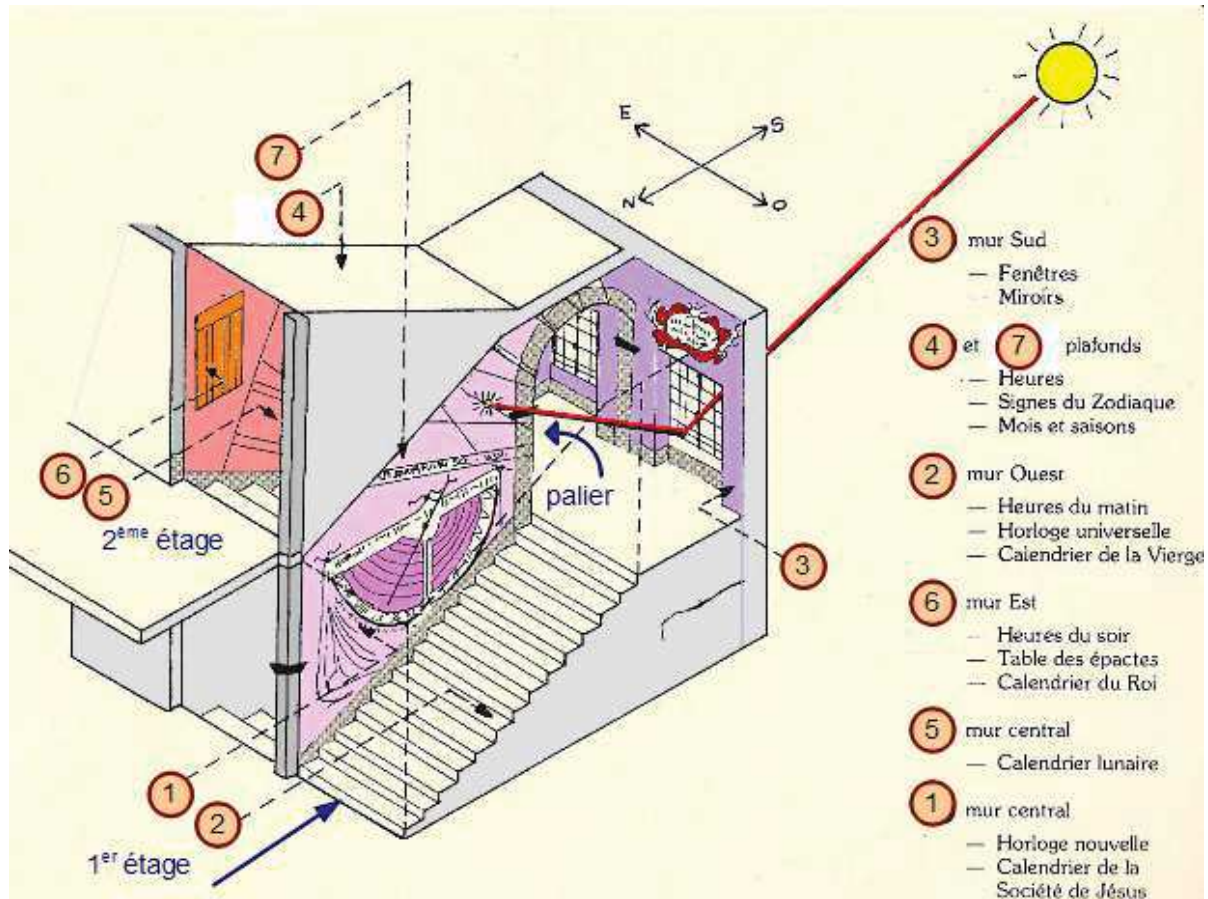
<sup>1</sup> C'est seulement en 1955 que le lycée reçut le nom de plume de son illustre élève, le jeune Henri Beyle.

<sup>2</sup> La mesure de cette performance, même si le père Bonfa a été aidé par des élèves ou d'autres professeurs, est donnée dans la brochure de J. de Rey Pailhade, A. Rome et A. Favot, p 220 - 221, où les auteurs déclarent qu'une année entière de travail de leurs équipes n'a pas suffi pour « examiner tous les détails, passer les hypothèses à une critique sévère et expliquer tout ce qui est tracé ... »

Des restaurations ont été effectuées en 1755, 1855, 1900, 1918 ...

J. de Rey Pailhade ; A. Rome ; Auguste Favot <<Le Cadran solaire du lycée de jeunes filles de Grenoble>> in Bulletin de la Société scientifique de l'Isère : p 213 - 310 plus planches, 4<sup>e</sup> série, tome XV 1921.

Il constitue bien souvent la source de notre présente note, en particulier par son chapitre X<sup>3</sup>.



Vue générale du cadran. L'horloge luni-solaire est sur le mur de gauche en montant l'escalier. (site M. Lalos)

### 1°) Heure du Soleil et heure de la Lune

Chaque mois, pendant les deux semaines qui encadrent la Pleine Lune, il n'est pas rare de voir, sur un cadran solaire, l'ombre produite par la lumière de la Lune<sup>4</sup>. Cette ombre procure, pour la Lune, les mêmes renseignements que procure une ombre produite par le Soleil, selon les systèmes de coordonnées tracés sur le cadran : angle horaire et déclinaison ; azimut et hauteur. On connaît même des cadrans où figurent les courbes des déclinaisons

3 Remarques de Ph. Sauvageot : Les illustrations venant en complément de l'article de M. Gagnaire sont issues du site de notre collègue Michel Lalos :

[http://michel.lalos.free.fr/cadrans\\_solaires/autres\\_depts/isere/lycee\\_stendhal/cs\\_lycee\\_stendhal.html#st1](http://michel.lalos.free.fr/cadrans_solaires/autres_depts/isere/lycee_stendhal/cs_lycee_stendhal.html#st1); elles sont identifiées par « site M. Lalos »

4 Certains auteurs affirment même avoir vu l'ombre de Vénus ou de Jupiter !



extrêmes de la Lune, en deçà et au-delà des courbes solsticiales du Soleil, à + et – 28°,6 voire à + et – 29°. D’où l’idée de convertir l’heure lunaire en heure solaire, par divers procédés : tables, graphiques et même cadrans solaires avec tracés superposés d’heures lunaires. La difficulté, insoluble, à vrai dire, tient aux irrégularités des mouvements de la Lune, singulièrement aux longueurs variables de la lunaison ou révolution synodique.

Une lunaison débute à l’instant précis de la conjonction, quand le Soleil et la Lune ont même angle horaire : c’est la Nouvelle Lune. Cette lunaison se termine à la conjonction suivante ; entre les deux conjonctions on aura pu observer le Premier Quartier, la Pleine Lune (opposition), le Dernier Quartier. On constate qu’au cours d’une quelconque lunaison, la Lune a pris un retard de 24 heures (solaires, moyennes) sur le Soleil. Vus de la Terre, les deux astres sont partis ensemble pour tourner autour d’elle et se retrouvent de nouveau, *dead heat*, à la conjonction suivante, mais la Lune a perdu un tour, comme on voit, entre pistards, sur les vélodromes. Convertir l’heure de la Lune en heure du Soleil consiste donc à lui ajouter, à tout moment, une quantité égale au nombre de jours écoulés, depuis la dernière Nouvelle Lune, multiplié par le retard quotidien de la Lune. Ce nombre de jours, éventuellement avec fraction, s’appelle l’âge de la Lune.

Voici, rapportées par Jean Meeus<sup>5</sup>, les valeurs mises en évidence par l’analyse de toutes les lunaisons, de 1900 jusqu’à 2100 :

- Lunaison maximale : 29 jours, 19 heures, 55 minutes  
Soit : 29,82986 jours = retard journalier de la Lune : 48,273777 minutes
- Lunaison moyenne : 29 jours, 12 heures, 44 minutes  
Soit : 29,530589 jours = retard journalier de la Lune : 48,762996 minutes
- Lunaison minimale : 29 jours, 6 heures, 39 minutes  
Soit : 29,277 jours = retard journalier de la Lune : 49,185367 minutes

C’est volontairement que nous donnons un nombre superflu de décimales. La lunaison dite « moyenne » n’est pas la moyenne arithmétique entre la maximale et la minimale, mais le quotient des durées par le nombre des lunaisons des deux siècles analysés.

A titre de comparaison, voici d’autres valeurs choisies (ou subies) pour mesurer le retard journalier de la Lune :

Diebus	Horis	M	H	S	T
0	14 1/4	0	0	0	0
1	15	0	48	45	48
2	16	1	37	31	36
3	17	1	25	17	24
4	18	2	12	3	12
5	19	2	0	49	0
6	20	3	48	39	48
7	21	3	36	25	36
8	22	4	24	11	24
9	23	4	12	0	12
10	24	5	0	48	0
11	25	5	48	38	48
12	26	6	36	24	36
13	27	6	24	10	24
14 3/4	28 1/2	7	12	0	12

M  
a  
n  
u  
s  
c  
r  
i  
t

du

Père Bonfa

5 in *L’Astronomie*, vol. 102 juillet / août 1988 p. 288-289. Reprise in *Astronomical Algorithms* Ed. Willman-Bell, 1991, chap. 47, p. 324.

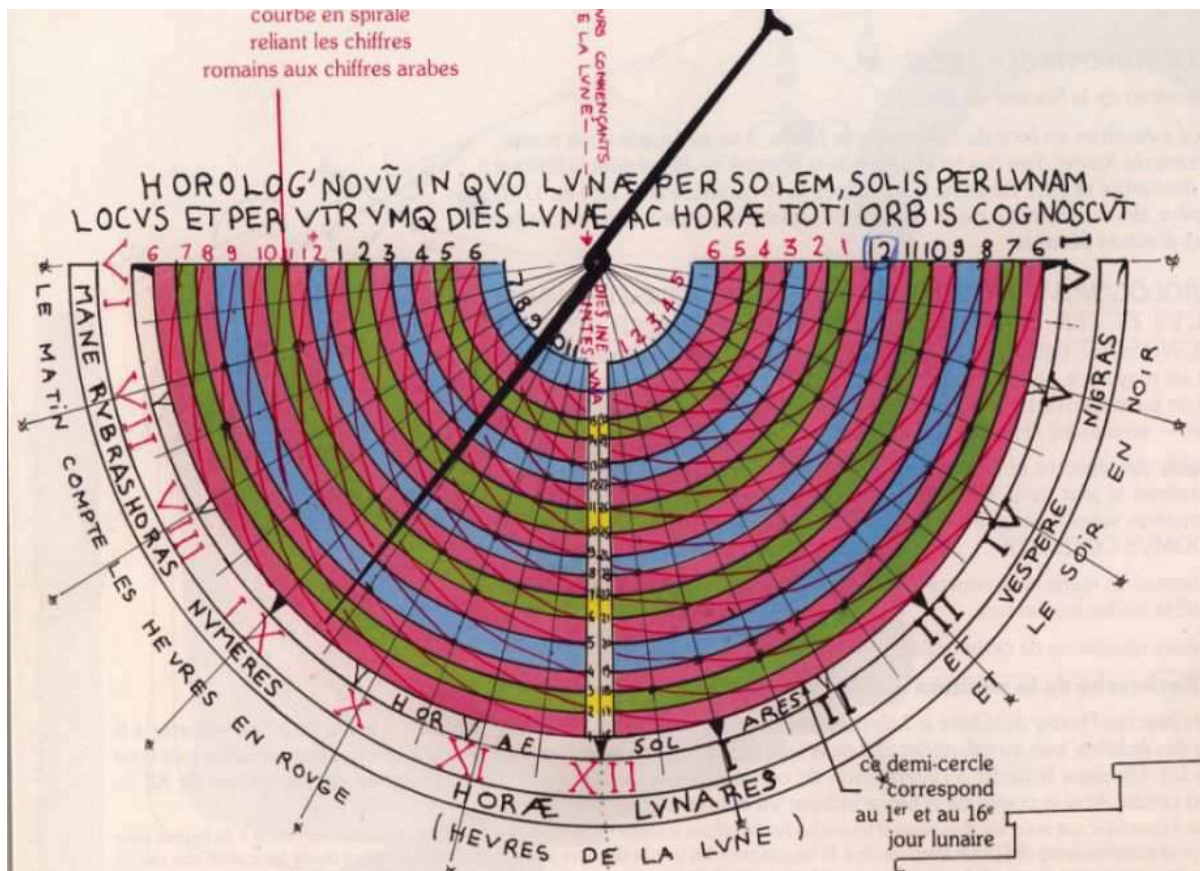


- a) Manuscrit du père Bonfa : 48m 45s 47t. soit 48,763056 donc extrêmement proche de la moyenne de Jean Meeus.
- b) Tous les cadraniers : 48m 00s. ce qui implique une lunaison de 30 jours.
- c) Cathédrale Saint-Jean à Lyon : 48,75m. (29,538461 j) Très bon, surtout pour une Lune mécanique mue par engrenages.
- d) Beffroi de l'hôtel de ville de Lyon : 48,813559m. (29,5 j) Médiocre, pour une autre Lune mécanique.

Ici, une remarque s'impose : le père Bonfa, qui connaissait, ainsi, une excellente valeur de la lunaison moyenne, s'est comporté, sur le mur du lycée, comme tous les cadraniers ; il a choisi 48 minutes pendant 30 jours. Cela lui a permis de faire comme si une lunaison se composait rigoureusement de deux demi-lunaisons égales, séparées par la Pleine Lune, chacune valant exactement 15 jours. Ainsi, il a pu superposer le jour 1 au jour 16, le jour 2 au jour 17, etc. Cela sera développé plus loin. Notons simplement ici que 48 se divise sans reste par 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24, et procure des heures rondes de 60 minutes si on le multiplie par 5 ou par 10 ou par 15 (demi-lunaison atteinte) ou encore par 20 ou par 25 ou par 30, soit 6 jours d'une lunaison outre les premier et dernier jours.

2°) Principes de construction de l'horloge luni-solaire

L'horloge luni-solaire du père Bonfa, peinte sur le mur du lycée



Commentaires de l'image ci-dessus :

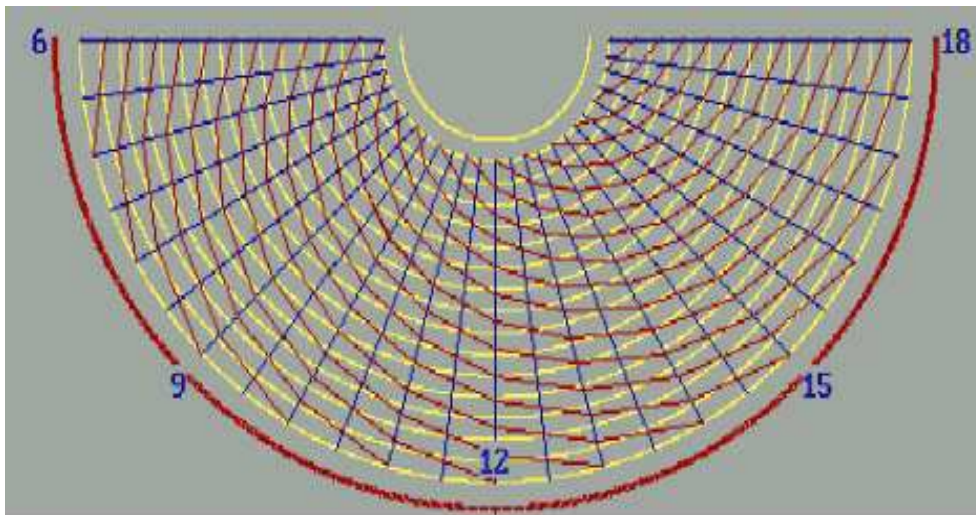
l'horloge luni-solaire du père Bonfa, à Grenoble, au lycée Stendahal, sur le mur gauche de la première volée de marches comprend :

16 demi-cercles jaunes délimitant 15 jours de 24 heures solaires moyennes;

13 lignes bleues d'heures rondes de 6 à 12 à 18; demi-heures;

12 demi-spirales hyperboliques naissant sur le cercle extérieure (jours 1-16) et développant leur parcours centripète dextrogyre, en faisant rétrograder leur heure initiale de 48 minutes sur chaque cercle journalier atteint.

A raison de 48 minutes de retard journalier sur le Soleil, la Lune retarde de 12 heures en 15 jours = 24 heures en une lunaison théorique de 30 jours.



Stendhal\_0

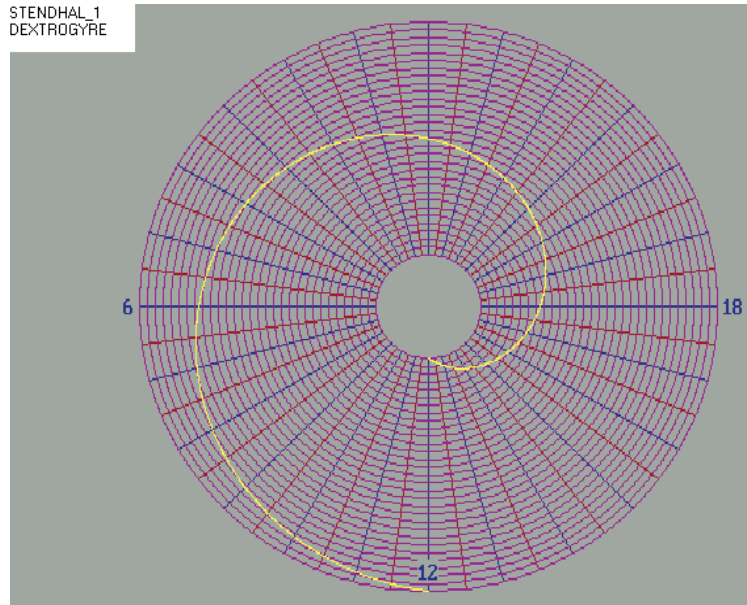
Il est bon de redire que le père Bonfa a considéré une lunaison théorique de 30 jours avec un retard journalier de la Lune de 48 minutes, exactement. Ainsi, à chaque accroissement de l'angle horaire du Soleil de  $15^\circ$ , correspond un accroissement de l'angle horaire de la Lune de seulement  $14,5^\circ$ , puisqu'en 24 heures solaires la Lune n'a couvert que 23 heures et 12 minutes soit seulement  $348^\circ$  : différence égale à  $12^\circ$  en 24 heures, soit  $0,5^\circ$  par heure.

La solution graphique imaginée par le père Bonfa (simplifiée ensuite), consiste à calculer des successions de points triples où se rencontreront la marque d'un jour lunaire, la marque d'une heure solaire, la mesure d'un retard de la Lune. Il a donc conçu un dessin où l'âge de la Lune se place sur des cercles concentriques numérotés de 1 à 31 qui délimitent 30 zones circulaires où interpoler, à vue, des fractions de jour lunaire. Du centre de ces cercles, il a ouvert un éventail de 24 lignes d'heures solaires, espacées de  $15^\circ$ . Puis, il a pointé sur les cercles, les heures lunaires, en partant du début du jour 1 (conjonction), où elles coïncident avec les heures solaires, jusqu'à la fin du jour 30 (conjonction suivante). En reliant ces points, qui se placent sur les branches virtuelles d'angles de  $14,5^\circ$ , il a obtenu 24 spirales hyperboliques<sup>6</sup>, que nous disons dextrogyres puisqu'elles tournent à droite, en sens horloge,

<sup>6</sup> L'étude de J. de Rey Pailhade, A. Rome et A. Favot définit cette courbe, p. 273, comme un «<limaçon de Pascal>>. Sur ce point, nous nous séparons de ces auteurs : il nous semble que, aussi bien par son graphisme que par la conception dont elle est issue, cette courbe n'est pas autre chose qu'une spirale hyperbolique. Son rayon vecteur décroît dans la proportion inverse de l'accroissement de son angle au centre, ce qui est la définition même de la spirale hyperbolique. Autrement dit, chaque fois que l'angle (au centre) de l'heure solaire s'accroît

en partant du jour 1. Naturellement, elles sont aussi sénestrogyres si on les parcourt, depuis le centre de l'horloge, en direction de sa périphérie. Mais, comme l'idée est de manifester un retard de la Lune par rapport à l'heure solaire, il faut visualiser le fait que plus l'âge de la Lune augmente, plus l'heure devient précoce, donc tend vers la gauche. On rappelle que la spirale hyperbolique se caractérise par des successions d'angles égaux au centre, tandis que les rayons vecteurs s'accroissent ou se réduisent selon une progression arithmétique.

Le dessin de cette spirale hyperbolique figure sur l'image Stendhal\_1, une fois seulement, pour rester plus lisible. Mais le père Bonfa en a conçu 24, une pour chacune des heures rondes de la journée. Notre image Stendhal\_3 montre 48 spirales pour les heures rondes et les demi-heures. Cependant, en réalité, le père Bonfa n'a tracé aucune ligne d'heure ronde ; il a installé une grande aiguille, pivotant sur le centre de l'horloge, qu'une simple manœuvre, du bout des doigts, place sur une graduation horaire virtuelle, aussi finement choisie qu'on le désire. Sur le pourtour de l'horloge figurent simplement les chiffres des heures, en VI – XII – VI, rouges le matin et noirs l'après-midi ; de courtes pointes de flèches y repèrent aussi les points d'arrivée des lignes horaires non tracées.



STENDHAL\_1  
=====

Stendhal\_1 : La spirale dextrogyre, issue du grand cercle extérieur, sur l'heure XII, mesure le retard de l'heure lunaire sur l'heure solaire, à mesure que s'écoulent les 30 jours de la lunaison théorique, à partir de la conjonction (sur XII = Nouvelle Lune).soit :

- 6 heures en 7,5 jours (Premier Quartier)
- 12 heures en 15 jours (Pleine Lune = opposition)
- 18 heures en 22,5 jours (Dernier Quartier)
- 24 heures en 30 jours (Nouvelle Lune = conjonction suivante)

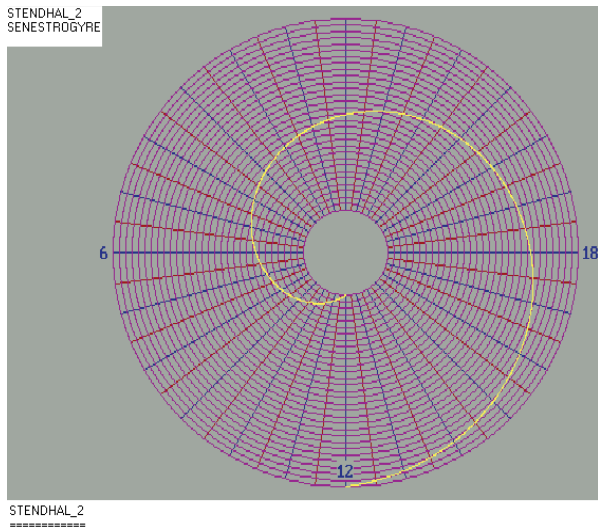
Bien entendu, on peut aussi concevoir la démarche symétrique : considérer l'heure solaire et en déduire l'heure lunaire. La spirale devient alors sénestrogyre comme sur les images Stendhal\_2 et Stendhal\_4. Sur cette dernière nous avons même tracé les deux types de spirales superposées : dorées (sénestrogyres) et vertes (dextrogyres).

L'image Stendhal\_5 montre en définitive l'horloge complète, telle que l'a conçue, en esprit, le père Bonfa, avec 31 cercles journaliers et 360° d'angle horaire. Dans cette conception idéalisée de l'horloge les lignes horaires sont numérotées sur le pourtour du grand cercle extérieur, en VI – XII – VI (deux fois) ou en XII – XXIV – XII ou selon les deux systèmes et, pour une bonne lisibilité, elles sont encore numérotées à leur arrivée près du centre, autour du cercle journalier 30. Tous les cercles (sauf le 31°) sont numérotés.

---

de 15°, le rayon de la courbe se réduit de la largeur d'une zone colorée journalière. Et vice versa.





Stendhal\_2 :

La spirale sénestogyre, issue du grand cercle extérieur, sur XII, mesure l'avance de l'heure solaire sur l'heure lunaire, à mesure que s'écoulent les 30 jours de la lunaison théorique, à partir de la conjonction (sur XII = Nouvelle Lune), soit :

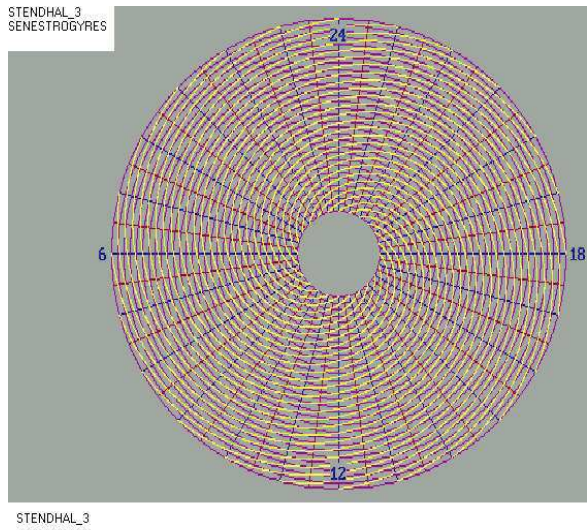
L'angle horaire de la Lune valant toujours 12 heures, celui du Soleil vaut :

au Premier Quartier : 18 heures

à la Pleine Lune : 24 heures

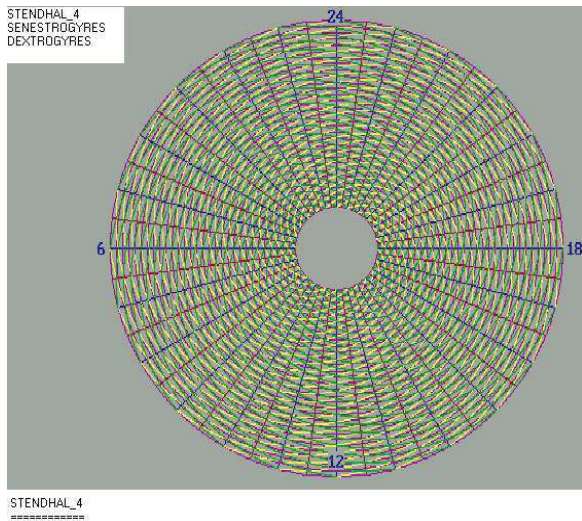
au Dernier Quartier : 6 heures (mais le lendemain)

à la Nouvelle Lune suivante : 12 heures



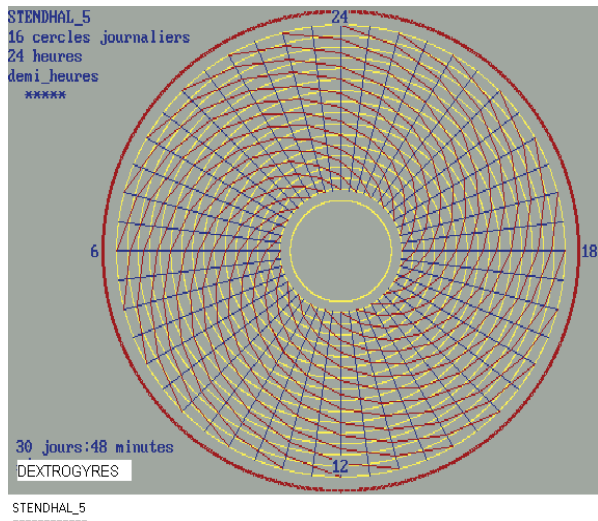
Stendhal\_3 :

En doré les 24 spirales sénestogyres.



Stendhal\_4 :

Superposition :  
24 spirales sénestogyres (dorées) et  
24 spirales dextrogyres (vertes).



Stendhal\_5 :

Horloge complète conçue par le père Bonfa, avant simplification.  
31 cercles d'âge, 24 spirales issues des heures rondes,  
48 lignes horaires.



La manœuvre d'une telle horloge serait de la plus extrême simplicité : n'importe quelle spirale parcourant les 360° d'angle horaire et coupant tous les cercles journaliers procurerait, tous les jours d'une lunaison, l'avance du Soleil sur la Lune ou le retard de la Lune sur le Soleil, donc toutes les conversions d'heure souhaitées. Si, en plus, on superpose 24 spirales sénestrogyres à 24 spirales dextrogyres, on atteint une quasi-perfection de l'instrument.

### 3°) Les simplifications du père Bonfa

Mais le père n'a pas peint une telle horloge ! Il l'a divisée deux fois en deux, de telle façon qu'il n'en reste plus que le quart sur le mur du lycée. Il n'y a plus 31 cercles journaliers, mais seulement 16 : le jour 1 et le jour 16 sont superposés, ainsi que le jour 2 et le jour 17, etc. Cela n'est légitime que parce que le père considère qu'une lunaison vaut 30 jours et que l'angle horaire de la Lune retarde de 12 heures à l'instant précis de l'opposition (Pleine Lune). Alors, à condition de numéroter les lignes horaires en deux fois douze, il peut considérer que désormais la Lune de ses calculs ne retarde plus par rapport à la conjonction passée, mais avance par rapport à la conjonction future et que cette avance va diminuer pour devenir nulle à l'instant de la prochaine Nouvelle Lune.

Partant, il n'a plus besoin de 360° d'angle horaire ; il peut se contenter de 180° au prix, léger, d'une certaine subtilité dans les raisonnements liés à la manœuvre de l'aiguille, dont nous donnerons un exemple plus loin. Mais, comme il a coupé en deux le réseau des 24 spirales, celles-ci n'existent plus que sous forme de portions de plus en plus petites à mesure qu'on s'éloigne de celle qui va de VI (à droite) à VI (à gauche), tandis que la plus longue ne parcourt plus que 180° d'angle. Il lui faut alors numéroter ces portions de spirales par la valeur de l'heure ronde d'où elles sont issues, même si cette heure ronde, sur le cercle extérieur, est l'une des 12 qui ont été supprimées par le fractionnement de l'horloge ; il l'a fait, en noir pour le matin et en rouge pour l'après-midi, grâce à des chiffres posés sur le diamètre horizontal et sur le demi-cercle bleu qui entoure le pivot de l'aiguille. Il est important pour la compréhension de la manœuvre de l'aiguille, qui sera exposée plus loin, que le lecteur appréhende clairement la succession des chiffres de cette numérotation :

- a) à gauche, sur le diamètre horizontal, en chiffres arabes, nous trouvons, en rouge, de gauche à droite : 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 ; puis, en noir : 1, 2, 3, 4, 5, 6;
- b) toujours à gauche, mais sur le demi-cercle bleu, en noir : 7, 8, 9, 10, 11, le 12 est caché par l'échelle verticale;
- c) à droite, sur le demi-cercle bleu, en rouge : 1, 2, 3, 4, 5;
- d) à droite toujours, mais sur le diamètre horizontal, en rouge : 6, 5, 4, 3, 2, 1 ; en noir : 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6.

Ainsi, sur le diamètre horizontal et sur le petit demi-cercle bleu aboutissent, même en portions minuscules, 18 spirales numérotées deux fois, à chacune de leurs extrémités. Les 12 qui naissent sur le grand cercle de la ronde des heures sont également numérotées par les chiffres romains de cette ronde. Le résultat final est bien 24 spirales numérotées, chacune, deux fois ((18\*2) + 12).

### 4°) Description de l'horloge

Nous abandonnons maintenant l'horloge conçue, mentalement, dans toute son extension, et présentée ici uniquement à des fins pédagogiques, pour en venir à la description de l'horloge réellement tracée, après toutes les simplifications énumérées.



Site M. Lalos: photographie de l'horloge luni-solaire

En dessous d'un diamètre horizontal dont la longueur est égale à la profondeur de 10 marches d'escalier, soit quelque 3,5 mètres, se déroulent 17 demi-cercles concentriques et équidistants qui bornent 16 zones colorées, de la plus extérieure à la plus centrale, en rouge, vert, rouge, bleu, rouge, vert, rouge, bleu, etc. Le rouge apparaît ainsi 8 fois, le vert 4 fois et le bleu 4 fois également (15 zones auraient suffi, avec 16 demi-cercles).

Une mince échelle verticale coupe le dessin en deux moitiés et porte une numérotation relative aux cercles eux-mêmes, en tant qu'ils bornent les zones colorées : le premier cercle est numéroté 1-16 ; puis, en montant l'échelle, on lit : 2-17, 3-18, 4-19, etc., jusqu'à 15-30 entre la dernière zone verte et la dernière zone rouge. L'échelle est sommée d'une explication : DIES INEVNTES LVNAE, soit : jours lunaires commençant, c'est-à-dire âges de la Lune. On connaît par là que les zones colorées représentent toute l'étendue d'un jour déterminé, qui s'achève, évidemment, sur le cercle supérieur où commence le jour suivant. Le père Bonfa a ainsi voulu représenter les 30 jours d'une lunaison théorique en seulement 16 zones colorées, ce qui implique que la zone rouge la plus centrale représente le jour 15, d'abord commençant, puis se terminant ; et également le jour 30, d'abord commençant puis se terminant. Dans les deux cas, on fait retour au premier cercle qui correspond au jour 16 commençant et au jour 1 commençant. Seule, donc, la petite zone demi-circulaire bleue, près du centre, est inutile. L'horloge est ainsi une double division par deux de l'abaque complètement développé ; celui-ci devrait, d'abord, présenter 31 cercles-frontières pour les 30 jours de la Lune et, aussi, tracer, justement, des cercles complets pour pouvoir y installer les 24 fois 15° du jour solaire. Cette disparition des trois quarts de l'horloge idéale va compliquer les manœuvres, comme nous le verrons plus loin. Mais le gain de place est considérable et un esprit réfléchi n'a pas trop de mal à s'y retrouver.

Du cercle 1-16, depuis l'emplacement où arriveraient les lignes horaires d'heures rondes, s'élèvent 12 portions des spirales hyperboliques rouges qui coupent les cercles journaliers à l'heure lunaire qui correspond, de jour en jour, à l'heure de départ, le jour de la conjonction, lorsque heure solaire et heure lunaire coïncident. Suivre une spirale procure donc, de jour en jour, la rétrogradation de la Lune par rapport au Soleil. Les spirales sont numérotées à leur arrivée sur le diamètre horizontal ou sur le petit demi-cercle bleu tracé sous le pivot de l'horloge. Par exemple, la spirale née sur XII remonte, sept jours et demi plus tard, jusqu'à l'heure matinale de 6 heures : en 7,5 jours la Lune a bien perdu :  $7.5 * 48 \text{ m.} = 360 \text{ m.} = 6 \text{ heures}$ . Sa numérotation est rouge : c'est 6 heures du matin. En outre, sur le diamètre horizontal et sur le petit demi-cercle bleu arrivent aussi les 12 portions des spirales nées, virtuellement sur la moitié supprimée du grand cercle extérieur.



Site M. Lalos



Détails de l'horloge

Des inscriptions expliquent le fonctionnement de l'horloge :

1°) circulairement, autour de la circonférence majeure de la peinture, se lisent :

MANE RVBRAS HORAS NVMERES

soit : <<le matin tu compteras les heures en rouge>>

HORAE LVNARES

soit : <<heures lunaires>>

ET VESPERE NIGRAS

Soit : et le soir {tu les compteras} en noir

2°) entre le cercle 1-16 et les gros chiffres romains des heures, se lit :

HORAE SOLARES

soit : <<heures solaires>>

3°) au-dessus du diamètre horizontal, se lit :

HOROLOG' NOVV~ IN QVO LVNAE PER SOLEM, SOLIS PER  
LVNAM LOCVS ET PER VTRVMQ~ DIES LVNAE AC HORAE  
TOTI ORBIS COGNOSCVT~

soit : <<Horloge nouvelle par laquelle on connaît la position de la Lune au moyen de celle du Soleil ; la position du Soleil au moyen de celle de la

Lune ; et au moyen de l'une et de l'autre les jours (âges) de la Lune et les heures du monde entier>>

N. B : Les heures du monde entier ne s'obtiennent que par la consultation simultanée de l'horloge universelle peinte sur le mur de droite qui fait face à celui de l'horloge luni-solaire.

#### 5°) Connaissance de l'âge de la Lune

Si l'on considère l'aspect de la Lune dans le ciel, à mesure que se déroulent ses phases, on ne sera pas à l'abri de sérieuses erreurs. Non seulement il sera difficile d'estimer le jour de la Lune, mais pour déterminer aussi la fraction du jour il faudra se souvenir de l'heure de la dernière conjonction. De plus, on peut avoir besoin de connaître l'âge, même si la Lune est invisible. C'est pourquoi le père Bonfa a peint sur les murs de son lycée une table des épactes, depuis 1674 jusqu'à 1689, et un « nouveau calendrier civil de la Lune ». En consultant ces deux peintures, même monsieur Jourdain aurait pu « savoir l'almanach et quand il y a de la Lune et quand il n'y en a pas ». Une banderole donne le mode d'emploi : « ANNVA LVNARI JVNGATVR EPACTA DIEI ; ALTEROQVE OMNES TERDENOS REIICE MENSE ; ET COLLECTA DIEM LVNAE TE SVMMA DOCEBIT » soit : <<Ajoute au jour lunaire (du calendrier civil) l'épacte de l'année ; déduis 30 un mois sur deux ; la somme t'enseignera le jour de la Lune>>. En réalité, c'est un peu plus compliqué, mais les élèves du père étaient cultivés ! La brochure du foyer du lycée Stendhal apporte les précisions voulues. Quant à la table des épactes, le père faisait toute confiance à ses successeurs pour l'actualiser en temps opportun.

Au cours d'une lunaison, les écarts inévitables entre l'âge lunaire de l'horloge et l'âge lunaire réel, s'accroissent inéluctablement. Ils sont <<passés par pertes et profits>> au cours du jour 15, lorsqu'on revient sur le cercle extérieur pour y commencer le jour 16, qui débute à l'instant de la Pleine Lune ; il en va de même au cours du dernier jour de la lunaison, lorsqu'on revient sur le cercle extérieur pour commencer le jour 1 de la nouvelle lunaison. Ces écarts manifestent toujours un retard de l'horloge sur la Lune réelle puisque aucune lunaison n'atteint les 30 jours théoriques des cadraniers. Le fichier « BONFABAK », en annexe, mesure l'importance de ces <<déchets>>. Il montre aussi que, de toutes les valeurs arbitraires choisies pour définir une lunaison théorique, c'est l'option des 30 jours qui serait la moins mauvaise, mais avec un retard journalier de 49 minutes. Toutefois, cette option interdirait la superposition du jour 1 avec le jour 16, donc imposerait de construire une horloge avec 31 cercles. Cette réactualisation, en cours du jour 15 et du jour 30, qui resynchronise le décompte avec la réalité céleste, fait qu'il eût été parfaitement inutile de donner à la zone des jours 15 et 30 une largeur moindre que celle des autres zones : n'importe quelle autre largeur, choisie réduite, par perfectionnisme, eût été aussi loin de la vérité que la largeur commune.

#### 6°) Consultation de l'horloge

Pour l'enchaînement de ces manœuvres, souvent subtiles, nous renvoyons notre au *Bulletin de la Société scientifique de l'Isère*, déjà cité. Elles y occupent les pages 272 à 288, constituant tout son chapitre X, qu'il n'est pas question de reproduire ici en sa totalité, mais dont la lecture attentive sera indispensable à notre lecteur. Il ne devra pas hésiter, en particulier, à refaire, du bout du doigt, les parcours décrits par les auteurs, à travers cercles journaliers et spirales, à la poursuite de la bonne réponse.



61) Chercher l'heure solaire si l'on connaît l'heure lunaire et l'âge de la Lune

611) Lune croissante (jour 1 à jour 15 inclus)

Placer l'aiguille sur l'heure du grand cercle (chiffres romains). Suivre, en sens anti-horloge, la spirale qui coupe le cercle journalier de la Lune. Elle aboutit, sur le diamètre ou sur le demi-cercle bleu, à un chiffre arabe. Ce chiffre est celui de l'heure solaire.

Exemple : jour 6, heure III, réponse : heure solaire = VII

En effet l'heure solaire vaut :  $3 + (5 \times 48\text{m}, \text{soit } 240 = 4\text{h}). \text{III} + 4 = \text{VII}.$

Il y a toujours une intersection. Si le III est du matin, le VII est du matin. Si le III est du soir, le VII est du soir.

612) Lune décroissante (du jour 16 au jour 30 inclus)

Même manœuvre qu'au 611 ci-dessus, mais la réponse doit passer du soir au matin ou du matin au soir.

Exemple : jour 21, heure III, réponse : heure solaire VII.

En effet, l'heure solaire vaut :  $3 + (20 \times 48\text{m}, \text{soit } 960 = 16\text{h}) \text{III} + 16 = \text{XIX}.$

62) Chercher l'heure lunaire si l'on connaît l'heure solaire et l'âge de la Lune

621) Lune croissante (du jour 1 au jour 16 inclus)

6211) Il y a une intersection entre le cercle journalier de l'âge lunaire et la spirale. Placer l'aiguille sur l'intersection entre le cercle journalier et la spirale issue du grand cercle extérieur à l'heure solaire connue. Suivre la spirale en sens horloge. L'heure lunaire se lit sur le diamètre horizontal.

Exemple : jour 7, heure solaire XII, réponse : heure lunaire 7,2.

En effet elle retarde de 6 fois 48m. soit  $288\text{m} = 4\text{h},8$  et  $12 - 4,8 = 7,2.$

6212) Il n'y a pas d'intersection.

Exemple : jour 6, heure solaire III matin.

La ronde des heures sur le cercle extérieur en chiffres romains ne comporte pas III matin et la courbe 3, sur le diamètre horizontal, ne coupe pas non plus le cercle journalier 6 d'âge de la Lune. Alors :

Convertir l'heure matin en heure soir en ajoutant 12 heures, sur le diamètre horizontal. Ensuite, même manœuvre qu'au 6211 ci-dessus. La réponse est X1/2 du matin qu'on changera en X1/2 du soir par annulation des 12 heures ajoutées.

622) Lune décroissante (du jour 1 au jour 30 inclus)

6221) Il y a une intersection entre le cercle journalier de l'âge lunaire et la spirale.

Même manœuvre qu'au 6211 ci-dessus, mais transformer la réponse en la passant du soir au matin, ou du matin au soir, par l'addition ou la soustraction de 12 heures.

6222) Il n'y a pas d'intersection.

Même manœuvre qu'au 6212 ci-dessus, mais la réponse est conservée.

Peut-être, ici, trouvera-t-on regrettable que cette horloge ait été réduite à un demi-disque et ne comporte que 15 cercles journaliers au lieu de 30. Sa présentation pédagogique en est rendue nettement plus difficile, mais, en contrepartie, l'élève aura le plaisir de se sentir <<initié>> à un petit mystère. Et puis, l'espace manquait au père Bonfa !

## CONCLUSION

A l'intérieur du grand chef-d'œuvre qu'est le cadran du père Bonfa, cette horloge luni-solaire apparaît, elle-même, comme un autre chef-d'œuvre. L'ingéniosité apportée par le père pour maîtriser les difficultés qu'engendrait la disparition des trois quarts de l'horloge conçue dans sa totalité inspirera d'autres gnomonistes pour créer de véritables cadrans, et non plus seulement des abaques, sur lesquels l'ombre du Soleil dira l'heure lunaire sans calculs ni manœuvres tout comme l'ombre de la Lune y montrera l'heure du Soleil. Mais, dans tous les cas, il faudra toujours que le consultant connaisse l'âge de la Lune. Faute d'almanach, il devra lever les yeux au ciel ; tant mieux alors ! il y verra bien d'autres merveilles.

## BIBLIOGRAPHIE

- Becquaert Catherine  
avec Jaulin Nathalie ; Schaerer Christine ; Vallon Natacha *L'horloge solaire du lycée Stendhal 1673*, Ed. Arthaud 1984
- Bonfa Jean s.j.  
*Tractatus de horologiis*, 1702. ms 255 bibliothèque municipale de Nîmes.
- Kircher Athanasius s. j.  
*Ars magna lucis et umbrae* (en B M)
- Meeus Jean  
<<Les durées extrêmes des lunaisons>> in *L'Astronomie* vol 102, juillet à août 1988, p. 288-289
- Meeus Jean  
*Astronomical algorithms* Ed. Willmann-Bell 1991
- Pattenden Philip  
The Pelican Sundial : Corpus Christi college Oxford 1980 p. 31 *sq.* et p. 46.
- Pra (Révérend père):  
*Les Jésuites à Grenoble* Ed. Ch. Amat 1901 (Archives départementales de l'Isère)
- Rey Pailhade J. de ; Rome A. Favot A  
<<Le cadran solaire du lycée de jeunes filles de Grenoble>> :in *Bulletin de la Société de statistique de l'Isère* 1920 4<sup>e</sup> série t XV
- Rohr René R. J.  
Les cadrans solaires Ed. Oberlin 1986 pl. 32 et fig. 17
- Sérane Guy  
*Astronomie et ordinateur* Ed. Dunod 1987 p. 132
- <<Le cadran solaire monumental du lycée Stendhal à Grenoble>> in *Ingénieur Rhône-Alpes* n° 22, 4<sup>e</sup> trim.1976.

## Annexes

### Annexe 1 : écarts entre Lune théorique et Lune réelle

PROGRAMME <BONFABAK>.

CE PROGRAMME SE PROPOSE DE CALCULER LES ECARTS ENTRE L'HEURE LUNAIRE AFFICHEE SUR UN ABAQUE DU GENRE DE CELUI DU PERE BONFA ET L'HEURE LUNAIRE DEDUITE DES DIFFERENTES VALEURS DE LA LUNAISON.

ON RAPPELLE QUE:

1) L'ABAQUE DU PERE BONFA CONSIDERE UNE LUNAISON DE 30 JOURS AVEC UN RETARD JOURNALIER DE LA LUNE SUR LE SOLEIL DE 48 MINUTES.

2) LES VALEURS REELLES DE LA LUNAISON ONT ETE ETABLIES PAR JEAN MEEUS DANS LE N° DE JUILLET-AOUT DE *L'ASTRONOMIE* p.288. ELLES VALENT:

LUNAISON MOYENNE : 29 JOURS 12 HEURES 44 MINUTES SOIT 42524 MINUTES

LUNAISON MAXIMUM : 29 JOURS 19 HEURES 55 MINUTES SOIT 42955 MINUTES

LUNAISON MINIMUM : 29 JOURS 6 HEURES 39 MINUTES SOIT 42159 MINUTES

LA LUNE PERD EXACTEMENT 24 HEURES PAR LUNAISON SOIT :

S/MOYENNE :  $1440/42524=0.0338632$  min. par minute de temps qui s'écoule

S/MAXIMUM :  $1440/42955=0.0335235$  min. par minute de temps qui s'écoule

S/MINIMUM :  $1440/42159=0.0341564$  min. par minute de temps qui s'écoule

S/ABAQUE :  $1440/43200=0.0333333$  min. par minute de temps qui s'écoule

RAMENEES AU JOUR DE 24 HEURES CES VALEURS DEVIENNENT :

S/MOYENNE : 48.763008 minutes

S/MAXIMUM : 48.27377 minutes

S/MINIMUM : 49.1854 minutes

S/ABAQUES : 48.0 minutes

LE TABLEAU CI-DESSOUS PRESENTE LES ECARTS CUMULATIFS QUI RESULTENT DE L'UTILISATION D'UN ABAQUE DANS LES TROIS CAS OU LA LUNAISON CONSIDEREE EST MOYENNE, MAXI OU MINI.

TABLEAU DES ECARTS ENTRE LES LUNAISON REELLES ET LA LUNAISON-ABAQUE:

-----  
 LES ECARTS SONT TOUJOURS UN RETARD DE LA LUNAISON-ABAQUE SUR LA LUNAISON REELLE.CES RETARDS SONT EUX-MEMES DES MOYENNES PUISQUE LE MOUVEMENT DE LA LUNE EST IRREGULIER.

ILS SONT DONNES EN MINUTES DECIMALISEES, AU DEBUT DU JOUR LUNAIRE OU DE LA MOITIE DE JOUR LUNAIRE AFFICHE LE JOUR <1 COMMENCANT> EST L'INSTANT DE LA CONJONCTION.

JOURS DEBUTANTS	RETARDS S/LUMAX	RETARDS S/LUMOY	RETARDS S/LUMIN
1	0	0	0
1.5	.136889	.381504	.592685
2	.273778	.763008	1.18537
2.5	.410667	1.144512	1.778055
3	.547556	1.526016	2.37074
3.5	.684445	1.90752	2.963425
4	.821334	2.289024	3.55611
4.5	.958223	2.670528	4.148795
5	1.095112	3.052032	4.74148
5.5	1.232001	3.433536	5.334165
6	1.36889	3.81504	5.92685
6.5	1.505779	4.196544	6.519535
7	1.642668	4.578048	7.11222
7.5	1.779557	4.959552	7.704905
8	1.916446	5.341056	8.29759

Cadran Info n° 25 – Mai 2012

8.5	2.053335	5.72256	8.890275
9	2.190224	6.104064	9.48296
9.5	2.327113	6.485568	10.07564
10	2.464002	6.867072	10.66833
10.5	2.600891	7.248576	11.26102
11	2.73778	7.63008	11.8537
11.5	2.874669	8.011585	12.44639
12	3.011558	8.393088	13.03907
12.5	3.148447	8.774591	13.63176
13	3.285336	9.156096	14.22444
13.5	3.422225	9.537599	14.81712
14	3.559114	9.919104	15.40981
14.5	3.696003	10.30061	16.0025
15	3.832892	10.68211	16.59518
15.5	3.969781	11.06362	17.18786
16	4.10667	11.44512	17.78055
16.5	4.243559	11.82662	18.37323
17	4.380448	12.20813	18.96592
17.5	4.517337	12.58963	19.55861
18	4.654226	12.97114	20.15129
18.5	4.791115	13.35264	20.74398
19	4.928004	13.73414	21.33666
19.5	5.064893	14.11565	21.92935
20	5.201782	14.49715	22.52203
20.5	5.338671	14.87866	23.11471
21	5.47556	15.26016	23.7074
21.5	5.612449	15.64166	24.30009
22	5.749338	16.02317	24.89277
22.5	5.886227	16.40467	25.48546
23	6.023116	16.78618	26.07814
23.5	6.160005	17.16768	26.67083
24	6.296894	17.54918	27.26351
24.5	6.433783	17.93069	27.85619
25	6.570672	18.31219	28.44888
25.5	6.707561	18.6937	29.04157
26	6.84445	19.0752	29.63425
26.5	6.981339	19.4567	30.22694
27	7.118228	19.83821	30.81962
27.5	7.255117	20.21971	31.41231
28	7.392006	20.60122	32.00499
28.5	7.528895	20.98272	32.59768
29	7.665784	21.36422	33.19036
29.5	7.802673	21.74573	33.78304
30	7.939562	22.12723	34.37573

Remarque : Le père Bonfa en superposant les jours 1 et 16 sur son horloge, la remet à l'heure exacte aux instants de la conjonction et de l'opposition .

---

## Annexe 2 : Tables de la Lune

CE PROGRAMME PRESENTE UNE TABLE DE CORRESPONDANCE ENTRE L'HEURE LUNAIRE ET L'HEURE SOLAIRE, AU COURS D'UNE LUNAISON ESTIMEE A 30 JOURS AVEC UN RETARD QUOTIDIEN DE LA LUNE DE 48 MINUTES SUR LE SOLEIL.



LES DEUX ASTRES SONT ALIGNES SUR LE MEME ANGLE HORAIRE AU MOMENT DE LA CONJONCTION (NOUVELLE LUNE). APRES 24 HEURES SOLAIRES MOYENNES LA LUNE A PRIS 48 MINUTES DE RETARD.

LES SUBDIVISIONS DU TABLEAU MARQUENT LES JOURS COMMENCANTS DE LA LUNE.

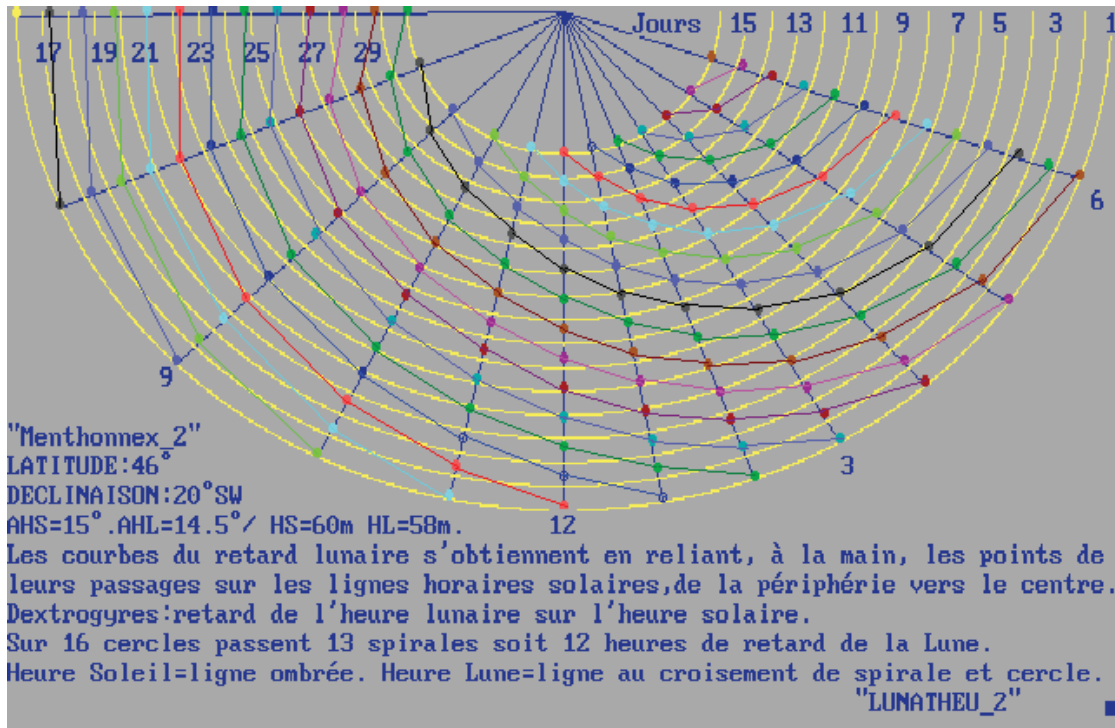
A L'INTERIEUR DE CES JOURS,LES 24 HEURES SONT LES HEURES COMMENCANTES ET NON LES HEURES ACCOMPLIES. AINSI,LE RETARD A LA 24ème HEURE ACCOMPLIE SE LIT SUR L'HEURE 1 COMMENCANTE DU JOUR SUIVANT.

H/SOLEIL	H/LUNE DECIM.	H/LUNE HH.MM	RETARD HH.MM
=====			
JOUR COMMENCANT DE LA LUNE Nø 1 : HEURES COMMENCANTES			
1	0.000	0.00	0.00
2	0.967	0.58	0.02
3	1.933	1.56	0.04
4	2.900	2.54	0.06
5	3.867	3.52	0.08
6	4.833	4.50	0.10
7	5.800	5.48	0.12
8	6.767	6.46	0.14
9	7.733	7.44	0.16
10	8.700	8.42	0.18
11	9.667	9.40	0.20
12	10.633	10.38	0.22
13	11.600	11.36	0.24
14	12.567	12.34	0.26
15	13.533	13.32	0.28
16	14.500	14.30	0.30
17	15.467	15.28	0.32
18	16.433	16.26	0.34
19	17.400	17.24	0.36
20	18.367	18.22	0.38
21	19.333	19.20	0.40
22	20.300	20.18	0.42
23	21.267	21.16	0.44
24	22.233	22.14	0.46
JOUR COMMENCANT DE LA LUNE Nø 2 :HEURES COMMENCANTES			
1	23.200	23.12	0.48
2	24.167	0.10	0.50
3	25.133	1.08	0.52
4	26.100	2.06	0.54
5	27.067	3.04	0.56
6	28.033	4.02	0.58
7	29.000	5.00	1.00
8	29.967	5.58	1.02
9	30.933	6.56	1.04
10	31.900	7.54	1.06
11	32.867	8.52	1.08
12	33.833	9.50	1.10
13	34.800	10.48	1.12
14	35.767	11.46	1.14
etc	etc	etc	etc
JOUR COMMENCANT DE LA LUNE Nø 31/1 :HEURES COMMENCANTES			
1	696.000	0.00	24.00/0

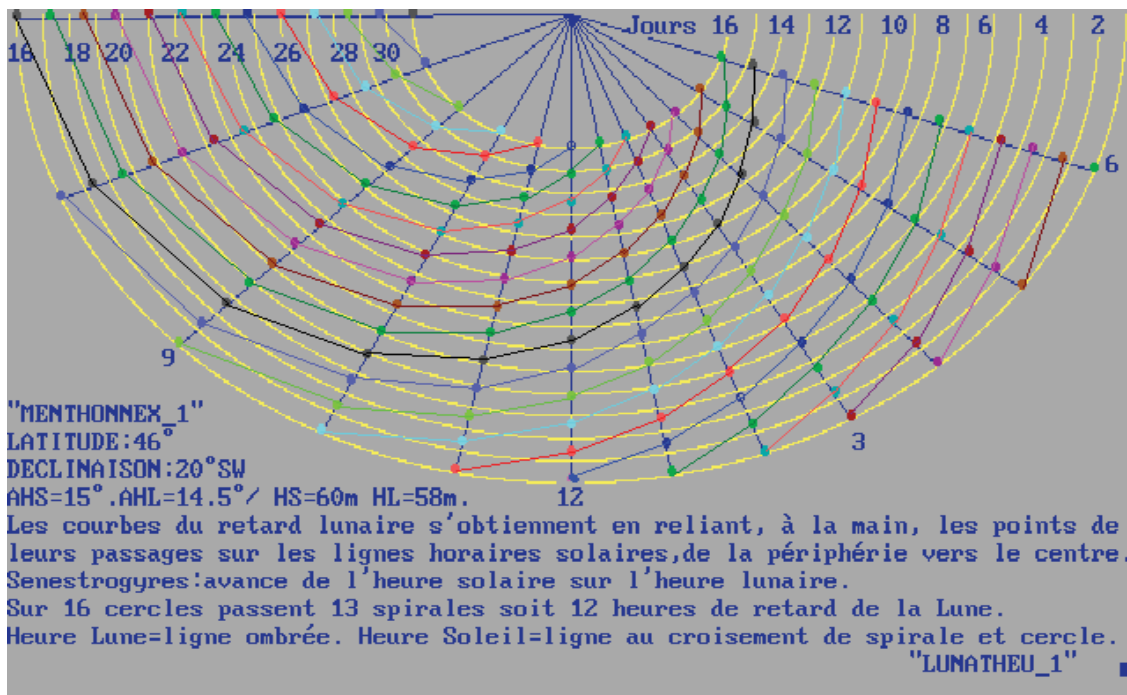
⇒ Dans la version CDrom de *Cadran Info* vous trouverez en annexe :

°« Horloge luni-solaire » comprenant le tableau ci-dessus complet, un livret de 20 pages sur l'horloge et des photos (M. Lalos).

**Annexe 3 :** Cadran solaire avec spirales dextrogyres pour manifester le retard de l'heure lunaire sur l'heure solaire.



**Annexe 4 :** Cadran solaire avec spirales sénestrogres pour manifester l'avance de l'heure solaire sur l'heure lunaire

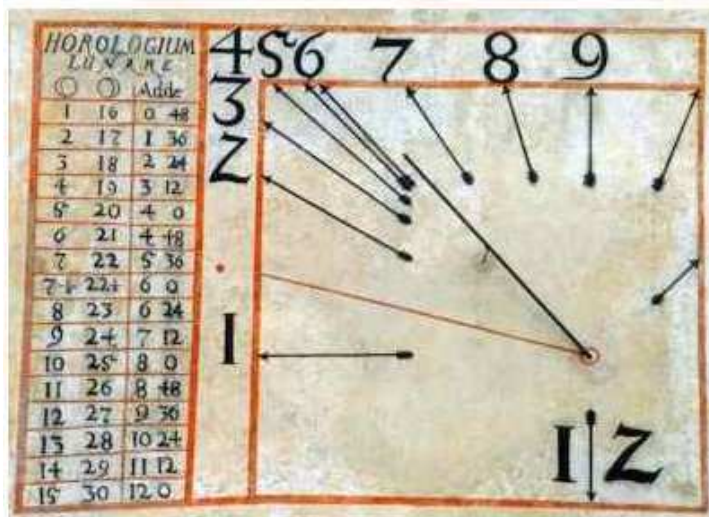


## En complément...

En référence au site de M. K. Schwarzingger <http://members.aon.at/sundials> et avec son accord, P. Gagnaire propose l'extrait ci-dessous.

La traduction de E. Bouchard est issue de l'article «Les cadrans solaires spéciaux et leurs fonctions par Karl Schwarzingger de Sistrans, Autriche» publié dans le bulletin *Le Gnomoniste* volume X n° 3, septembre 2003 de la Commission des Cadrans Solaires du Québec

### 4.5 Moon clocks



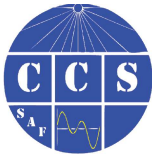
L'ombre de la Lune peut aussi être utilisée pour mesurer le temps, à l'aide d'un cadran avec un style parallèle à l'axe de la Terre. Pour cela, il faut additionner l'angle de la lune et l'heure sur le cadran, pour obtenir «le temps apparent local» selon la formule suivante:

**Le temps apparent local =  
le temps de l'ombre de la lune  
+ les angles de la lune**

L'angle de la lune est la différence de l'angle horaire formé entre le Soleil et la Lune. Avec une Pleine Lune, l'angle de la Lune est de 12 heures. Si, à minuit d'une Pleine Lune, l'heure observée sur un cadran solaire (grâce à l'ombre lunaire) est celle du «temps local apparent» déplacé de 12 heures. Pour chaque jour se situant AVANT ou APRÈS la Pleine lune, l'angle de la lune est réduit ou augmente d'environ 48 minutes. D'ordinaire, ces cadrans dits «lunaires» affiche un graphique indiquant les variations des angles lunaires (en min. et sec.) pour chaque phase de la Lune. L'expression «phase de la lune» fait donc référence au nombre de jours s'écoulant depuis la Nouvelle Lune. On dira donc qu'on obtient l'heure (temps local apparent) avec l'ombre lunaire sur un cadran solaire.

Dans l'exemple du cadran ci-dessus, le graphique montre les périodes de la Lune, allant de 1 à 30, et les angles lunaires correspondants (en heures et en minutes).

Ce graphique s'intitule : HOROLOGIUM LUNARAE. Malheureusement, la table du cadran n'est pas dessinée de façon précise.



## Plomberie solaire

Claude Gahon

*J'ai envie de fabriquer des cadrans solaires. En touriste lambda je ne connais que ces choses sur les murs des maisons ou des bâtiments publics. Une flèche, une tige, des traits, des courbes, une décoration sculptée et/ou peinte, une maxime, bien souvent de véritables œuvres d'art, parfois de l'ersatz commercial.*



Bois, pierres, ciseaux, burins, à main ou avec compresseur ? Difficile, d'autant que je ne sais ni graver ni sculpter, et puis cette tige (j'ai appris plus tard que cela s'appelait un style !) commençait à me sortir un peu des yeux. N'y a-t-il pas autre chose ? Il me faudrait d'abord comprendre comment ça fonctionne ces engins-là.

Il doit bien y avoir des ouvrages en librairie qui en parlent (en 1999 internet n'était pas encore entré chez moi). Un petit saut à Paris (facile en temps que banlieusard), et me voilà, au hasard des rayons, tombé sur *Les cadrans solaires* d'un certain Denis Savoie, totalement inconnu pour moi (pardon Denis, maintenant je sais qui tu es). Et là tout s'est éclairé.

Pas encore en retraite, mon activité professionnelle ne me laissait pas assez de temps pour « bricoler », alors j'ai lu, relu, ce bouquin, certaines théories me sont encore un peu obscures mais quelle source de renseignements pour moi !

Et puis le web vint. En tapant « cadran solaire », je dois bien trouver quelque chose. Bingo, il y en a partout, mais lequel ? Alors pourquoi pas celui-là qui s'intitule justement « cadrans-solaires ». J'y découvre un dénommé Joël Robic (sans doute un apparenté du célèbre coureur cycliste !), avec des bouts de bois, des ficelles, des CD, et autres bric-à-brac, et, qui plus est, ces trucs permettent de lire l'heure solaire !!! Un comble, non, une recherche calculée et originale. C'est de ce côté qu'il faut que je m'oriente.

Il ne reste qu'à trouver des idées, et des structures simples. Un déclic, et ce fut ma première création, ma fameuse « clé de Soleil » pour laquelle un seul tube de cuivre a été nécessaire. J'en ai fait une photo que j'ai eu l'audace d'envoyer à Joël. Il m'a immédiatement soutenu et encouragé à poursuivre, ce que je fais depuis un an.

Que les puristes ne s'insurgent pas, je n'ai pas voulu construire des montres suisses, ni des mécaniques complexes. *Exit* aussi analemmes et autres hyperboles, savoir diviser un cercle en secteurs de 15° suffit. Mes objets n'ont qu'un but décoratif offrant une approximation raisonnable de l'heure solaire.

Voici donc mes réalisations, dans l'ordre de leur naissance, toutes basées sur le même principe, celui du cadran équatorial et auxquelles j'ai attribué un nom plus ou moins singulier.



## CLE DE SOLEIL

On comprend vite en le voyant pourquoi ce nom.

C'est un pur équatorial, comme dans les livres, avec son cercle gradué (des traits de scie), son style centré et incliné selon la latitude de mon habitation : N48°52'. L'originalité (c'est en tout cas ce que je pense) est dans la forme et l'utilisation d'un seul tube de cuivre continu (les bricoleurs le savent : il vaut mieux utiliser du cuivre recuit, c'est plus facile à courber et plier sans casser). Naturellement, il faut le placer en respectant l'orientation nord-sud.

On peut lire l'heure solaire de deux façons : soit classiquement sur le cercle à l'endroit de l'ombre du style, soit en créant une ombre sur le style en déplaçant le long du cercle, un objet étroit (son doigt par exemple).



◀ **CLE DE SOLEIL** : il ne manque plus que la musique à la clé !



## M M S

C'est ici que j'ai pensé au style fictif et à la lumière plus qu'à l'ombre. Mais le trait de lumière, où le lire ? Pourquoi pas à l'intérieur d'un tube. Seulement voilà, la plage de lecture est insuffisante pour une journée. Il me faut donc au moins 3 tubes.

Des tubes en PVC, taillés en biseau selon l'angle de la latitude, se positionnant l'un à l'est, l'autre au sud et le dernier à l'ouest. Chaque tube comporte une fente longitudinale qui devient ainsi un style virtuel. A l'intérieur de chaque tube est insérée une bague graduée, comme une portion de cercle équatorial, d'une amplitude de 6h.

▲ M M S : Non, pas comme les gâteaux !! mais comme *Matin Midi et Soir*. ▼



La longueur des tubes, les trous à l'extrémité des fentes, sont, comme la peinture, uniquement pour la décoration.

### ARBRE A SOLEILS :

C'est une association des deux cadrans précédents : une structure en un seul tube de cuivre, de forme arborescente et « latitudisée », servant de support à trois « soleils » en tubes à fente et gravures internes. Ceux-ci se trouvent ainsi en position équatoriale.



Le plus difficile est bien sûr le cintrage du cuivre !

### TOURNESOL :

Une composition qui associe la « clé » avec son cercle équatorial gradué, et un tube à fente mobile sur son support.

Il faut tourner (d'où le nom du cadran) ce tube jusqu'à ce que le trait de lumière produit par la fente se retrouve exactement sur l'axe en cuivre. Dans cette position, l'heure solaire se lit au droit de la fente, sur l'index gravé du cercle.

### SPIRASOL

J'aurai pu aussi l'appeler « alambic solaire » !

Le cercle équatorial est remplacé par une spirale, gravée tous les 15°, dans laquelle est enfermé un tube à deux fentes longitudinales diamétralement opposées. En tournant le tube, les fentes alignées au Soleil définissent un plan horaire et un trait lumineux servant à la lecture de l'heure sur la spirale. On peut évidemment imaginer une lecture sur une base quelconque (comme un classique polaire horizontal).



Tournesol et Spirasol

## SOLARSCOPE

Comme télescope solaire, à cause de sa « lunette » articulée.

Le petit dernier, qui là encore associe cuivre, PVC et lumière. La lunette est basculante sur une fourchette dont le manche tourne sur un support pivot. Celui-ci est incliné selon la latitude.

En basculant et pivotant la lunette pour s'aligner au Soleil, donc définir un plan horaire, on obtient une tache de lumière qu'il faut rendre la plus grande possible. Dans cette position l'heure solaire est lisible sur la graduation équatoriale du pivot au droit de l'index du manche.



## A SUIVRE

Peut-être d'autres idées de plomberie solaire !!!! Je réfléchis.

Merci à Joël Robic pour ses encouragements et la diffusion de mes créations sur son site : [www.cadrans-solaires.fr](http://www.cadrans-solaires.fr)

## DERNIERE CREATION

Avec le mail accompagnant l'envoi de cet article, Cl. Gahon écrivait :

<< Je profite de ce mail pour vous présenter "3 en 1", ma dernière création (la peinture est encore fraîche). Dans la lignée des précédents avec 3 fentes à lumière : à l'est, au sud à l'ouest, mais la lecture se fait par l'extérieur au travers de 3 "fenêtres" translucides.

Je cherche à améliorer avec un matériau translucide souple; ici, j'ai utilisé du simple papier. J'espère qu'il vous plaira >>.







## Cadran solaire sur os à Amiens

Christine Hoët-van Cauwenberghe et Eric Binet

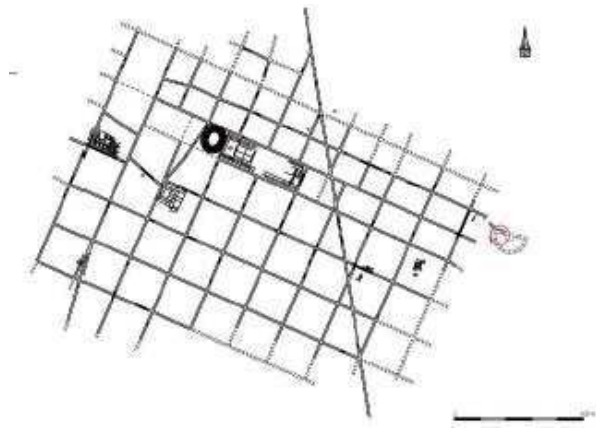
*Un petit objet en os d'époque romaine d'un peu plus de 6 cm de haut et de forme cylindrique a été découvert en 2006 lors des fouilles menées à Amiens (Samarobriva) dans un quartier est de la ville. La présence d'inscriptions gravées a attiré l'attention.*

### Contexte archéologique de découverte à Samarobriva, antique ville d'Amiens

De septembre 2006 à mars 2007, une fouille archéologique préventive a été menée à proximité de la gare du Nord d'Amiens, sur l'« îlot des Boucheries », préalablement à un projet immobilier.



Le chantier archéologique à Amiens



Amiens (Samarobriva). Localisation du site dans le quadrillage antique.

À l'époque antique, le secteur est localisé à la périphérie est de la ville. Les différentes phases d'occupation s'étalent du début de notre ère à la fin du IV<sup>e</sup> s. ap. J.-C. : un parcellaire (d'époque augusto-tibérienne), des horrea (entre 70 et 120/125 ap. J.-C., détruits par le feu), un théâtre (construit à partir de 125/130 ap. J.-C.), puis une zone d'extraction de limon et de décharge (début III<sup>e</sup> s. ap. J.-C.) et enfin une nécropole du Bas-Empire. Les sépultures étaient scellées par un niveau composé de rejets de la récupération des structures de l'ancien édifice de spectacle. C'est dans une de ces couches, dont le matériel en position résiduelle date du début du III<sup>e</sup> s. ap. J.-C., que fut trouvé l'objet inscrit.

### Objet en os

Il s'agit d'un corps cylindrique en os, issu d'un métapode d'équidé, à couvercle débordant. Ici, le cylindre incomplet se présente sous la forme de deux fragments jointifs par un côté. Une importante entaille mesurant 11 mm de large marque l'objet sur toute sa hauteur.



Le corps circulaire est tourné puis poli à l'extérieur. À l'intérieur, sur environ 20 mm depuis l'extrémité supérieure, on remarque des traces de frottement. La base du cylindre d'une moulure soulignée d'une gorge. H : 62 mm ; ø max. : 29,5 mm ; ép. max. : 6,5 mm. Poids : 44,49 g ; poids estimé du cylindre seul : 50,81 g.

L'objet peut avoir été façonné dans l'un des deux ateliers de tabletiers mis au jour à Samarobriva, le plus ancien ayant fonctionné au cours du dernier tiers du 1er siècle ap. J.-C., le second perdurant des environs de 150 à 250 ap. J.-C.

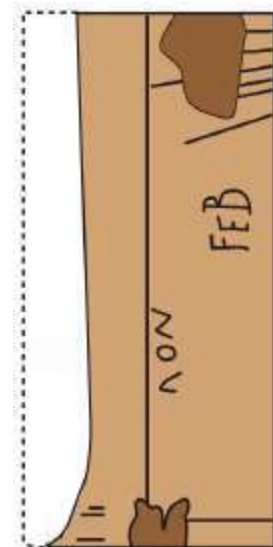
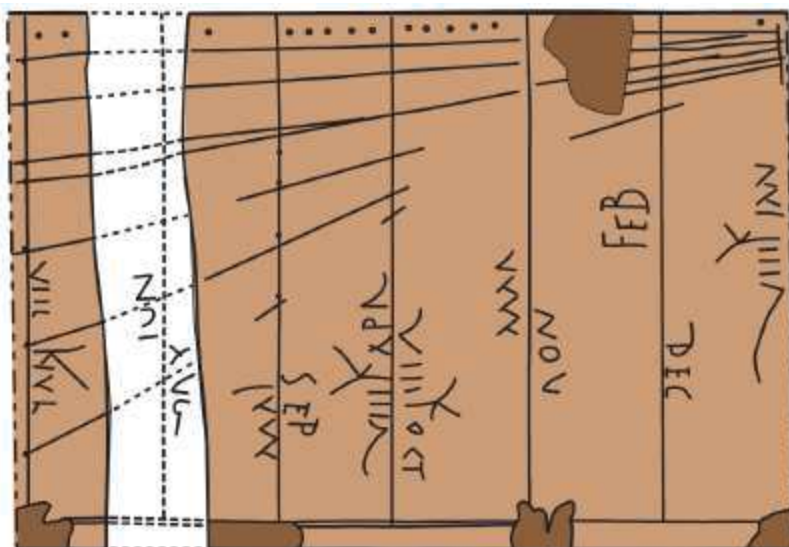
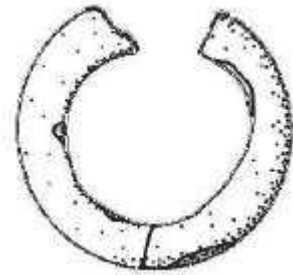


### Objet inscrit : un cadran solaire

Le texte est en graphie cursive bien lisible et réalisé à la pointe. La lettre K indique les calendes (6 à 8 mm de haut pour des lettres de 2 à 3 mm) et permet de repérer facilement les indications de solstices d'été (*solstitium*) et d'hiver (*bruma*) ainsi que les équinoxes (*aequinocitium*) de printemps et d'automne. On lit ainsi :

- les indications d'équinoxes et de solstices,
- les noms abrégés des mois en latin répartis deux à deux de chaque côté d'une ligne : IAN/DEC, FEB/NOV, MAR/OCT, APR/SEP, MAI/AVG, IVN/IVL,
- les lignes horaires tracées plus ou moins adroitement,
- les points placés sur le pourtour à intervalles réguliers nous indiquent les jours de 5 en 5.

Il s'agit donc d'un cadran solaire.



Page précédente: image de gauche : texte gravé sur le cylindre, images de droite: dessin du cylindre.

### Lecture des indications:

Sens de lecture 1	Sens de lecture 2	Grille de lecture
	VIII K IVL	<i>(solstitium) VIII K(alendas) IVL(ias) : il s'agit du solstice d'été</i>
VIII K IAN		De l'autre côté de la ligne, on a, à l'envers, la référence au solstice d'hiver : <i>(ante diem) VIII K(alendas) IAN(uarias)</i>
	DEC	<i>DEC(ember)</i>
FEB		<i>FEB(ruarius)</i>
	NOV	<i>NOV(ember)</i>
MAR		<i>MAR(tius)</i>
	VIII K OCT	<i>(Aequinoctium) VIII K(alendas) OCT(obres) : équinoxe d'automne</i>
VIII K APR		<i>(Aequinoctium) VIII K(alendas) APR(iles) : équinoxe de printemps</i>
	SEP	<i>SEP(tember)</i>
MAI		<i>MAI</i>
	[AVG]	<i>[AVG(ustus)]</i>
[IVN]		<i>[IVN(ius)]</i>

La ligne indiquée en gras correspond à une ligne tirée à la pointe sur le cylindre en os.

### Lecture du cadran

Nous avons donc 7 lignes horaires qui délimitent les 6 heures : il s'agit des lignes qui débutent presque à l'horizontale pour la première et de plus en plus courbes pour les suivantes (chaque ligne est utile deux fois dans la journée ; les heures sont donc couplées de la sorte : 1/11 ; 2/10 ; 3/9 ; 4/8 ; 5/7 et enfin 6/12).

Le tracé, maladroit, est rectifié par endroits. Les lignes verticales correspondent aux mois qui sont indiqués de part et d'autre de ces lignes rectilignes. Il faut connaître la date pour ajuster le style et lire l'heure correspondante.

## Datation de ce cadran

On peut préciser un peu la datation grâce aux indications relatives aux solstices et aux équinoxes. En effet, selon le calendrier julien mis au point par Sosigène d'Alexandrie, à la demande de Jules César en 45 av. J.-C., l'équinoxe de printemps est fixée chaque année à la même date : le VIII avant les calendes d'avril, ce qui correspond pour

nous au 25 mars.

C'est donc bien un calendrier julien (légèrement retouché sous Auguste). La date de l'équinoxe de printemps ne fut modifiée ensuite et fixée au 21 mars qu'à l'occasion du concile de Nicée en 325 (afin de fixer la date de Pâques). Cela implique que notre cadran, mentionnant le VIII avant les calendes d'avril, se situe avant 325 ap. J.-C., confirmant ainsi les constatations archéologiques de *terminus ante quem*.



*Christine Hoët-van Cauwenberghe est maître de conférences en histoire romaine, université Charles-de-Gaulle-Lille 3, centre de recherches Halma-Ipel – UMR 8164*  
*Eric Binet, Inrap Nord-Picardie, centre de recherches Halma-Ipel – UMR 8164*  
*Ch. Hoët-van Cauwenberghe, nouveau membre de notre commission, nous a permis la mise en page de cet article à partir du poster Ici-dessous réalisé avec le concours de Annick Thuet, Inrap Nord-Picardie. Dessin de l'objet : Béatrice Béthune, Inrap Nord-Picardie. DAO : Eric Binet. Infographie : Stéphane Lancelot, Inrap Nord-Picardie.*

➡ Dans la version CDrom de *Cadran Info* vous trouverez en annexe :

Le tableau ci-dessus complet sous le titre « cadran\_amiens-1.pdf »

**CADRAN SOLAIRE SUR OS À AMIENS (SAMAROBRIVA)**

Christine Hoët-van Cauwenberghe, Eric Binet

Un petit objet en os d'époque romaine d'un peu plus de 4 cm de haut et de forme rectangulaire a été découvert en 2004 lors des fouilles menées à Amiens (Samarobriva) dans un quartier west de la ville. La présence d'inscriptions gravées a attiré l'attention.

**Contexte archéologique de découverte à Samarobriva, antique ville d'Amiens**

De septembre 2003 à juin 2007, une fouille archéologique préventive a été menée à proximité de la Gare du Nord d'Amiens, sur « l'île des brachères », probablement à un projet immobilier. À l'époque antique, le secteur est localisé à la périphérie est de la ville. Les infrastructures planes d'occupation y étaient déjà définies de notre ère à la fin du IV<sup>e</sup> ap. J.-C. : un parcellaire orthogonal.

Après plusieurs années de fouilles, les travaux ont permis de constater à partir de 2004 ap. J.-C. une zone d'occupation de l'os et de l'époque gallo-romaine (I<sup>er</sup> ap. J.-C.) et surtout une nécropole de Samarobriva. Les sépultures étaient réalisées par un réseau composé de murs de la répartition des structures de l'habitat ancien de l'époque. Ceci dans une zone de construction, dont le caractère présumé résidentiel est attesté dès le I<sup>er</sup> ap. J.-C., qui fut occupé jusqu'à la fin.

**Objet inscrit : un cadran solaire**

Il s'agit d'un grand cadran bien lisible et relatif à la planète. La lettre K indique les calendes (à la fin de la ligne pour les lettres de 3 à 9 et par conséquent de repérer facilement les indications de calendrier d'un individu ou d'une civitas) ainsi que les indications correspondantes de printemps et d'automne. On lit ainsi : les indications d'été et d'automne.

Les motifs abstracts des oses en fait indiquent à deux de chaque côté d'un osselet : **INVSIC**, **ICR**, **INVSIC**, **ANVSIC**, **ANVSIC**.

Les signes inscrits sur les oses sont abstracts, les points placés sur les oses indiquent les points d'intersection des lignes indiquées sur le cadran solaire.

Il s'agit donc d'un cadran solaire.

**LECTURE DES INSCRIPTIONS**

Osselet	Texte	Interprétation
OSSELET 1	INVSIC	INVSIC (été)
OSSELET 2	ICR	ICR (été)
OSSELET 3	INVSIC	INVSIC (été)
OSSELET 4	ANVSIC	ANVSIC (automne)
OSSELET 5	ANVSIC	ANVSIC (automne)
OSSELET 6	INVSIC	INVSIC (été)
OSSELET 7	ANVSIC	ANVSIC (automne)
OSSELET 8	INVSIC	INVSIC (été)
OSSELET 9	ANVSIC	ANVSIC (automne)

**Lecture du cadran**

Les oses sont des figures linéaires qui délimitent les heures. Il s'agit des figures qui délimitent presque à l'horizontale pour la première et de plus en plus courbes pour les suivantes. Chaque ligne est utile deux fois dans la journée : les heures sont donc comprises de la sorte : 11h ; 11h ; 10h ; 10h ; 9h ; 9h et ainsi de suite.

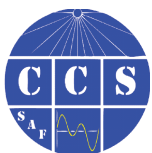
Il faut cependant se méfier par endroits. Les figures verticales correspondent aux seuls osselets indiqués de part et d'autre de ces lignes rectilignes. Il faut connaître la lecture pour donner le jour et les heures correspondantes.

**Datation de ce cadran**

On peut préciser un peu la datation grâce aux indications relatives aux solstices et aux équinoxes. En effet, selon le calendrier julien mis au point par Sosigène d'Alexandrie, à la demande de Jules César en 45 av. J.-C., l'équinoxe de printemps est fixée chaque année à la même date : le VIII avant les calendes d'avril, ce qui correspond pour nous au 25 mars.

C'est donc bien un calendrier julien (légèrement retouché sous Auguste). La date de l'équinoxe de printemps ne fut modifiée ensuite et fixée au 21 mars qu'à l'occasion du concile de Nicée en 325 (afin de fixer la date de Pâques). Cela implique que notre cadran, mentionnant le VIII avant les calendes d'avril, se situe avant 325 ap. J.-C., confirmant ainsi les constatations archéologiques de *terminus ante quem*.

Centre de Recherches Halma-Ipel, Université Charles-de-Gaulle-Lille 3, Centre de Recherches Halma-Ipel – UMR 8164  
 Amiens, France  
 Inrap Nord-Picardie  
 Université Charles-de-Gaulle-Lille 3, Centre de Recherches Halma-Ipel – UMR 8164  
 Inrap Nord-Picardie

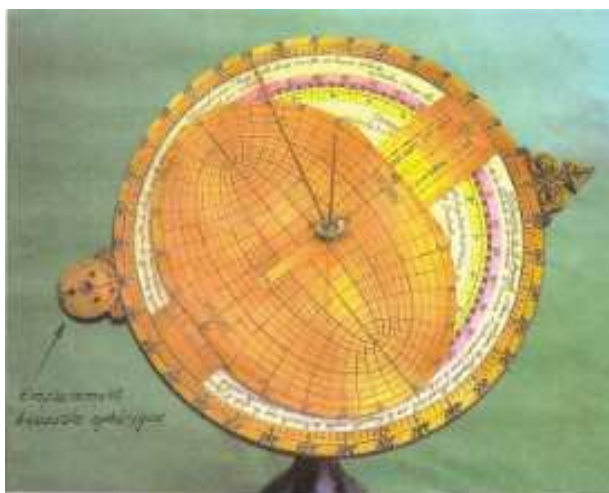


## La boussole solaire

André Marchal

*C'est après avoir lu le livre sur l'expédition SAVIEM de 1978 que j'ai voulu fabriquer cet instrument. J'ai beaucoup travaillé pour résoudre les problèmes et ensuite pour fabrication sur cuivre avec des gravures à l'eau forte. Le résultat, s'il n'atteint pas la perfection d'un professionnel, est satisfaisant et donne de très bonnes mesures.*

Contrairement au cadran solaire dont l'usage en tant qu'instrument de mesure du temps est abandonné depuis plus d'un siècle, la boussole solaire, relativement récente et inspirée du cadran analemmatique, avait encore son utilité il y a une vingtaine d'années. Limitée aux régions désertiques et ensoleillées, elle a été utilisée par l'expédition SAVIEM de 1978 au cours de sa traversée d'Ouest en Est de l'Afrique ou encore dans les déserts durant la guerre 1940-1945 .



Boussole en cuivre A. Marchal 1990

Le positionnement par satellites qui se généralise a conduit ce petit instrument au muséum des curiosités du passé. Peut-être sera-t-il alors plus connu qu'actuellement et peut-être aurons-nous un jour besoin de le ressortir.

Nous allons étudier la boussole solaire américaine connue sous le nom de <<compas solaire ABRAMS>>. Les modes de calculs et de tracés pourront sembler archaïques à certains, mais mieux qu'une méthode plus moderne, ils permettent de comprendre le problème posé.

L'étude se fera suivant le plan ci-dessous :

- Généralités . Emplacement - Description - Utilisation
- Construction . Plaquette ellipsoïdale - Languette pivotante - Limbe - Montage
- Limites d'utilisation. Précision - Commentaires.

### GENERALITES

#### - Emplacement de la boussole

Conçue essentiellement pour les déplacements en automobile, elle se fixe à l'extérieur du véhicule, là où le risque d'ombre provenant de la cabine est moindre, mais où elle sera cependant visible et accessible pour le navigateur, qui devra modifier l'heure toutes les 15 minutes . Pour un tout-terrain léger, la boussole sera placée sur l'aile avant, côté navigateur, à 60 cm du pare-brise; pour un camion, elle sera fixée à l'extrémité d'un bras support monté à l'avant de la portière (figure 1) .



- Description (figure 2)

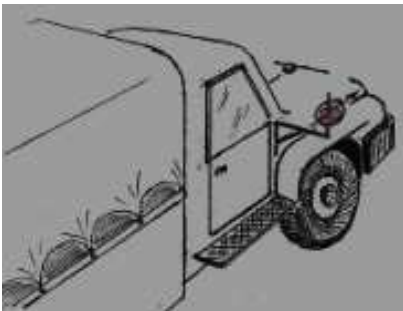


Figure 1

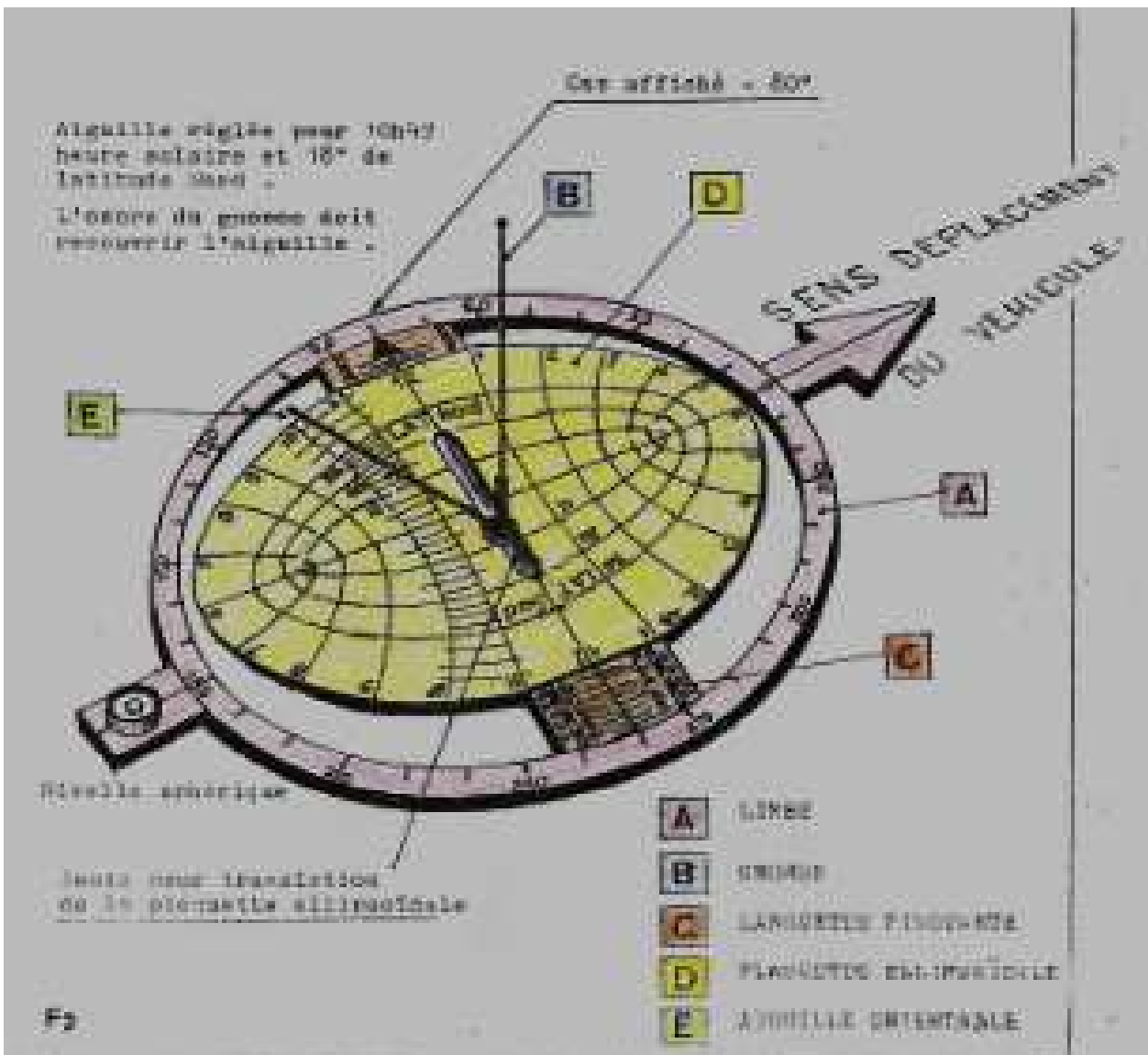
On peut décomposer l'instrument en 5 parties :

a) Une couronne (ou limbe) graduée de 0° à 360° dans le sens inverse des aiguilles d'une montre est plaquée sur un disque relié au véhicule. Le disque est à garder au mieux à l'horizontal, le 0° du limbe donne la route à suivre.

b) Une tige verticale (ou gnomon) est plantée au centre du disque. Son ombre est à maintenir sur une aiguille mobile réglée sur une heure donnée.

c) Une languette pivotante traversée en son centre par le gnomon

repose sur le disque. Sur cette languette sont gravées les dates et les corrections de l'équation du temps, avec en plus, à une de ses extrémités une flèche qui indique le nord, un peu comme l'aiguille bleue de la boussole magnétique.



d) Une plaquette ellipsoïdale traversée aussi par le gnomon repose sur la languette. En coulisant sur la languette, cette plaquette se positionne sur la date d'utilisation. Sur sa face apparente sont gravées les ellipses pour différentes latitudes ainsi que les hyperboles des heures .

e) Une aiguille pivotant horizontalement autour du gnomon et reposant sur la plaquette ellipsoïdale indique l'emplacement que doit garder l'ombre du gnomon pour une direction choisie, une latitude et une heure connues.

- Utilisation

Quelles sont les données nécessaires pour son emploi ? Il faut connaître l'heure à quelques minutes près, la latitude à +/- 1°, soit à +/- 100 km nord/sud et la longitude à +/- 1°, soit 4mn de temps.

Comment utiliser cet instrument ? Prenons un exemple concret. Nous sommes le 25 septembre au Tchad par L = 18° et M = 16°30' E. Il est 10h30 à notre montre (heure française) et nous devons suivre un cap de 80° (gisement). Notre Jeep est équipée d'une boussole solaire dont l'axe 0°/180° est bien parallèle à l'axe longitudinal du véhicule.

1- Je règle la plaquette O sur le 25 sept. de la languette C

2- Je fais pivoter l'ensemble plaquette/languette pour pointer la flèche de la languette sur 80° du limbe.

3- Je calcule rapidement l'heure solaire vraie : HSV = TU +/- Δ M +/-EqT

Ma montre = 10h30	TU = 9h 30 mn
long. = 16,5x4 = 66 mn	Δ M = +1h 06 mn
EqT. le 25/9	= + 11 mn

HSV = 10h 47mn - 10h30 = constante montre 17mn

4- Je place l'aiguille mobile E sur l'ellipse 18°N à 10h47 et nous prenons la route en surveillant l'ombre du gnomon pour la maintenir sur l'aiguille.

5- Mais attention, au bout de 15 minutes, mon navigateur devra déplacer l'aiguille pour tenir compte du changement d'azimut du soleil, en réglant celle-ci suivant un plan de marche préparé à l'avance

Montre		Boussole
de 10h22 à 10h37	>>>>	10h47
de 10h37 à 10h52	>>>>	11h02
de 10h52 à 11h 07	>>>>	11h17 etc.

FABRICATION

C'est un travail long et délicat. C'est pourquoi il faut lire avec attention les explications qui sont données dans l'ordre d'exécution des travaux.

Tracé de la plaquette ellipsoïdale

Nous sommes dans le cas du tracé d'un cadran solaire analemmatique répété pour plusieurs latitudes différentes. Chaque ellipse de latitude donnée avec l'indication des heures est

obtenue par le calcul et graphiquement. Les hyperboles des heures sont tracées en joignant les heures correspondantes des différentes ellipses. La valeur commune introduite dans le calcul des ellipses et qui déterminera les dimensions de la plaquette est la longueur choisie entre les positions extrêmes et médianes du gnomon aux solstices et aux équinoxes. Un calcul de toutes les ellipses (chaque 2° ou 3° de latitude) par notre procédé serait extrêmement long à effectuer, c'est pourquoi il suffit de calculer les valeurs de 12° en 12° et d'interpoler les ellipses intermédiaires. Pour le calcul des azimuts, il suffit de sortir les heures et les demi-heures, le quart-d'heure pouvant être tracé par interpolation. L'ellipse est obtenue par l'intersection graphique des azimuts des heures à une latitude donnée et pour les deux valeurs extrêmes de la déclinaison solaire, soit 0° et 23°26'. Une troisième valeur intermédiaire peut être introduite dans les calculs pour contrôler l'intersection

Ordre des opérations :

a) Calcul des azimuts du Soleil aux différentes heures de la journée pour une latitude donnée et une déclinaison donnée (tableau de calcul n° 1 ci-dessous) .

$$AZ = \text{ctg } Z = \frac{\cos L \cdot \text{tg } d}{\sin AH} \quad \begin{matrix} (B) \\ (C) \end{matrix} \leftarrow \sin L \cdot \text{ctg } AH \quad (A)$$

L	d	½	I	½	II	½	III	½	IV	½	V	½	VI	← SOIR
42°		5083	2497	1615	1159	0872	0669	0513	0386	0277	0179	0088	0	←(A) (B)
	23;5	754	1496	2214	29	3550	4163	4739	5282	5795	6284	6755	7213	0.322
	12°	903	1784	2625	3414	4147	4828	5453	6037	6586	7107	7610	8102	0.158
	0°	1113	2182	3176	4079	4891	5621	6282	6888	7451	7984	8497	0	0
54°		6145	3019	1953	1401	1054	0809	0621	0467	0335	0217	0107	0	←(A) (B)
	23;5	704	1402	2090	2762	3417	4053	4671	5271	5857	6432	7001	7569	0.255
	12°	802	1594	2369	3120	3845	4541	5211	5856	6481	7091	7691	8288	0.125
	0°	924	1833	2711	3551	4349	5103	5817	6496	7147	7777	8392	0	0
65°		6939	3409	2206	1582	1191	0920	0701	0527	0378	0245	0120	0	←(A) (B)
	23;5	688	1374	2056	2733	3404	4055	4728	5383	6035	6686	7339	8000	0.176
	12°	749	1496	2236	2967	3688	4383	5099	5790	6473	7151	7828	8507	0.087
	0°	820	1635	2439	3229	4003	4740	5497	6219	6927	7624	8315	0	0
		0.131	0.259	0.383	0.500	0.609	0.707	0.795	0.866	0.924	0.966	0.991	1000	←(C)
	7;5	15°	22;5	30°	37;5	45°	52;5	60°	67;5	75°	82;5	90°	← AH	
	½	XI	½	X	½	IX	½	VIII	½	VII	½	VI	← MATIN	

b) Report du faisceau d'angles azimutaux sur calque millimétré qui permet un tracé rapide et précis des tangentes. Bien identifier les calques.

c) Recherche et tracé de l'ellipse (Fig.3). Commencer par la latitude la plus élevée qui déterminera les dimensions de la boussole solaire. Pour une latitude x, prendre les calques des faisceaux d'angles d = 0° et d = 23°26' et superposer ces deux calques en faisant coïncider les lignes des 12h. Par transparence on voit les lignes d'heures équivalentes s'intersecter. En joignant ces intersections on obtient une demi-ellipse. Par un déplacement le long de la ligne des 12h on modifie



les dimensions de la demi-ellipse. C'est ainsi que l'on déterminera la grandeur à donner à la boussole. Bien marquer sur les 2 calques les emplacements des 2 centres des faisceaux CI, C2 et mesurer cette distance qui sera la constante pour toutes les ellipses. Préparer ensuite un calque épure avec 2 axes perpendiculaires (6h et 12h) puis reporter CI C2 sur la ligne des 12h de part et d'autre du centre. Pour chacune des latitudes calculées, les trois faisceaux d'angles azimutaux seront reportés sur l'épure préparée (Fig. 5) et l'on tracera ainsi les différentes ellipses cherchées avec indication des heures et des demi-heures. Les ellipses seront à travailler graphiquement par la méthode de la règlette (Fig. 4) pour obtenir une forme régulière. En joignant les heures et les demi-heures correspondantes on trace les hyperboles cherchées. Par interpolation graphique on tracera ensuite les valeurs intermédiaires des ellipses et des hyperboles.

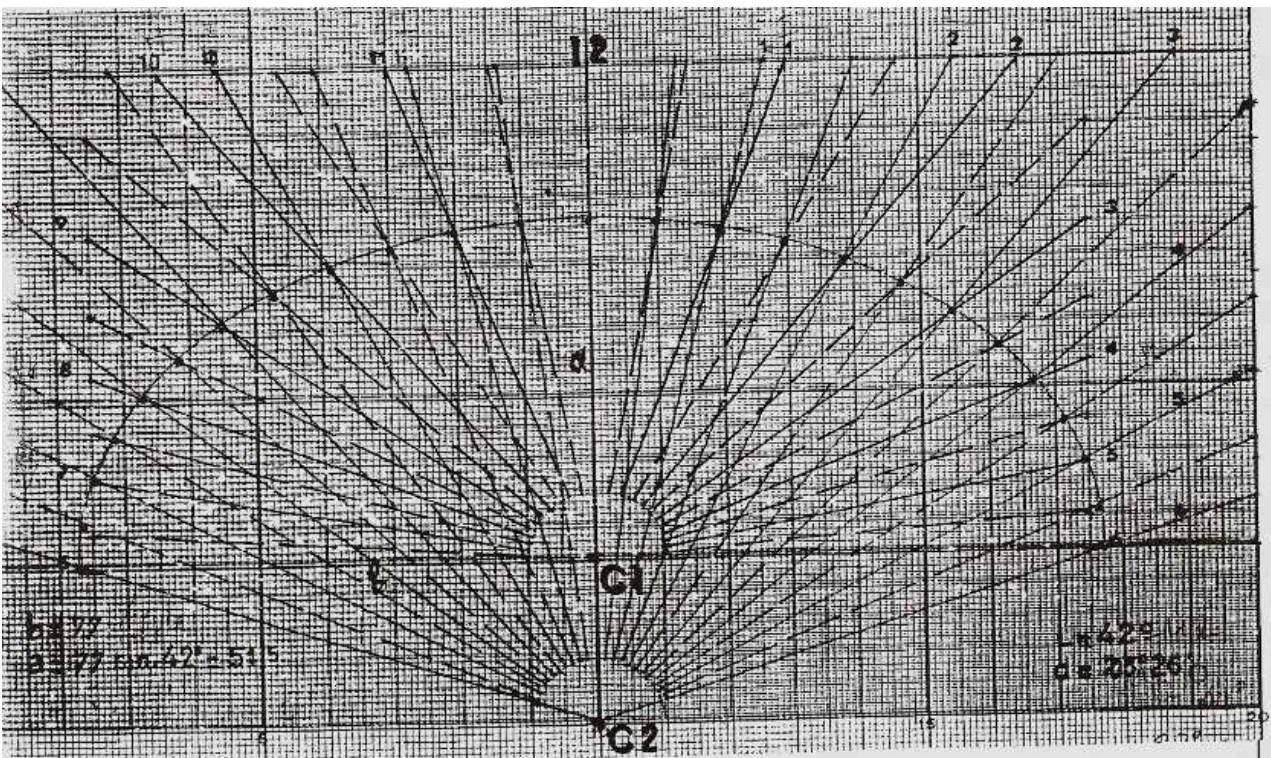


Figure 3

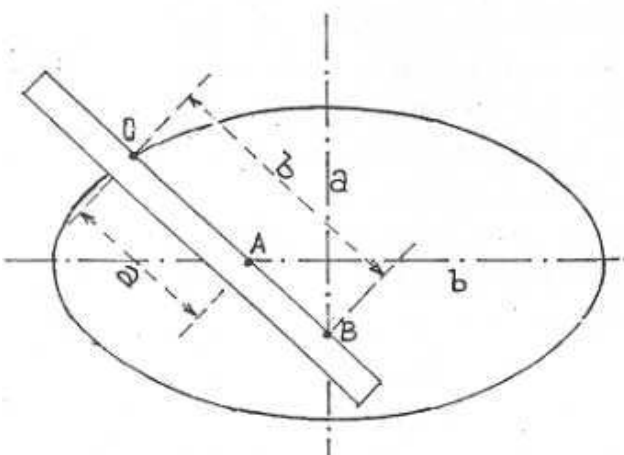


Figure 4

◀ Tracé d'une ellipse au moyen d'une règlette sur laquelle sont repérées les valeurs d'un  $\frac{1}{2}$  grand axe et d'un  $\frac{1}{2}$  petit axe. Le déplacement de la règlette (en conservant les contacts "A" sur le grand axe et "B" sur le petit axe) permet au point "O" de décrire l'ellipse recherchée.

d) L'inscription des latitudes et des heures se fait suivant l'exemple donné (Fig. 5). Ne pas oublier d'indiquer : LAT Nord et LAT Sud.

e) Pour la forme définitive de la plaquette ellipsoïdale on doit

- prévoir une marge extérieure à la latitude la plus élevée;
- exécuter 2 méplats perpendiculaires à la ligne des 12h tangentant la grande ellipse;



- percer une fente sur l'axe des 12h de

longueur CI C2 x 2 pour le déplacement du gnomon vertical.

L'ellipse de la latitude +/- 23°26' passe par les deux points C2.

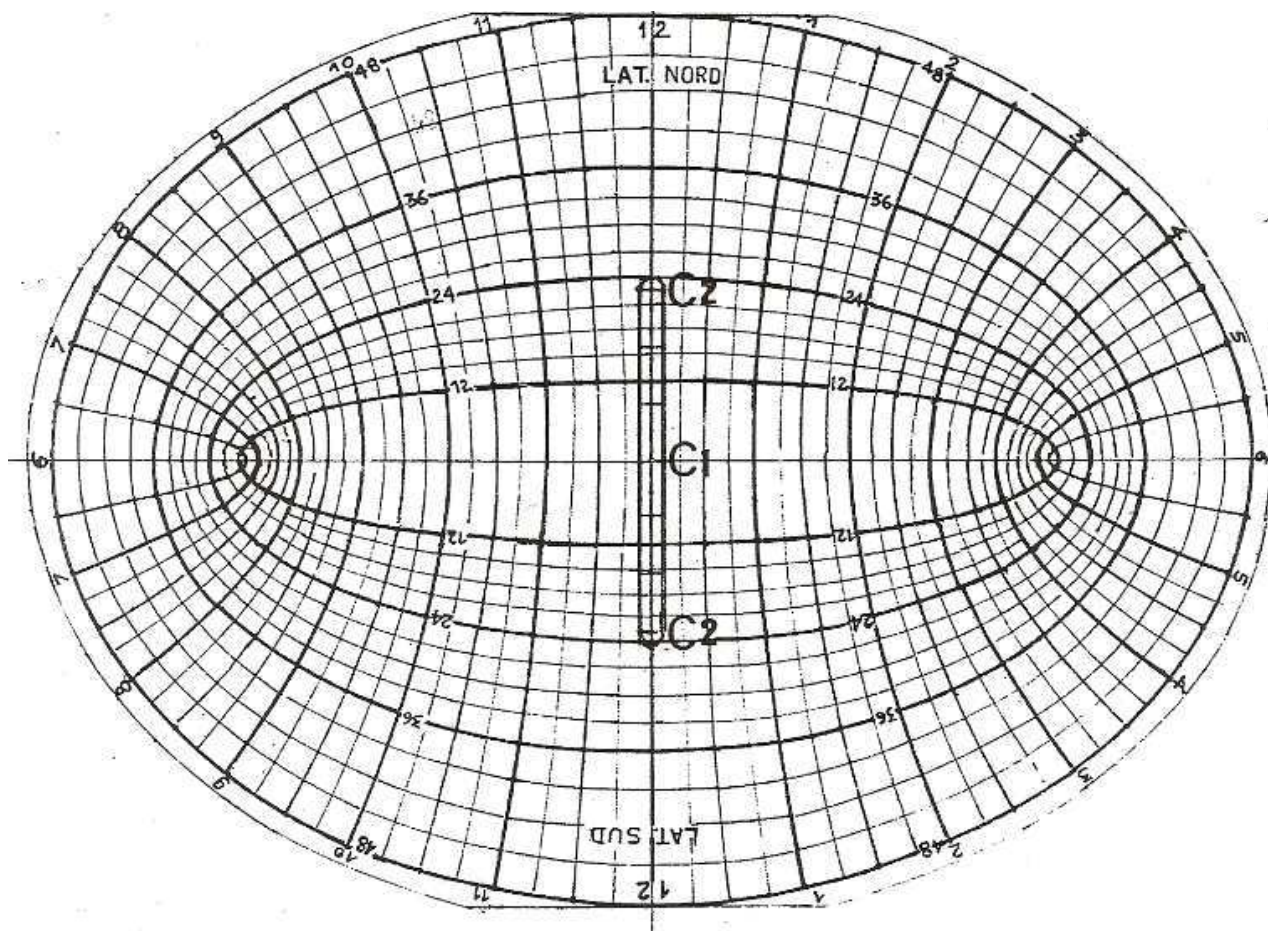


Figure 5 : Plaquette ellipsoïdale – calque épure

### Tracé de la languette -Pivotante

Cette languette qui pivote par son centre autour du pieu vertical a deux fonctions principales : elle oriente la plaquette ellipsoïdale par rapport au limbe et elle guide la translation de ladite plaquette qui doit se placer à une date donnée par la languette. Donc il faut graver des indications de dates, mois par mois et de 10 jours en 10 jours, mais aussi, avec les dates données, les corrections d'équation du temps.

Ordre des opérations (Fig. 6) :

a) de part et d'autre du trou du gnomon et à une distance égale au 1/2 petit axe de la grande ellipse moins la constante CI C2 soit  $(a - CI C2)$ , on trace un trait perpendiculaire à l'axe longitudinal de la languette. Ces deux traits donnent la position de la plaquette au 21 juin dans l'hémisphère Nord et au 22 décembre dans l'hémisphère Sud .

b) de la même façon on tracera deux nouveaux traits situés à la distance  $a + CI C2$  . Nous aurons positionné la plaquette pour le 22 décembre dans l'hémisphère Nord et le 21 juin dans l'hémisphère Sud

c) de chaque côté du gnomon, le trait des équinoxes sera au milieu des deux précédents.

d) les dates intermédiaires seront obtenues en passant à nouveau par la calcul des azimuts et

graphiquement :

- calcul des azimuts de 5h et 6h pour la latitude la plus élevée et les déclinaisons solaires des 1er, 10° et 2° jour de chaque mois (tableau de calcul n° 2) .
- reporter sur millimétré les azimuts calculés en précisant la date (Fig. 7) .
- reprendre l'épure ellipsoïdale sur calque (Fig. 5) et par glissement de chaque millimétré sur la ligne des 12h, rechercher les intersections de la grande ellipse avec les courbes horaires 5h et 6h. Piquer sur le millimétré le point CI de l'épure.
- on aboutit à une série de 30 millimétrés dont nous connaissons les distances CI C2' (Fig. 7) que nous reporterons et daterons sur la languette. Ces distances seront positives ou négatives selon le côté par rapport à CI.

En pratique, les dates intermédiaires sont obtenues par la relation :

$$d ( CI C2 / 23^{\circ}26' ) \text{ ou } b \times \text{tg} d \times \cos L \quad (b \text{ étant le demi-grand axe})$$

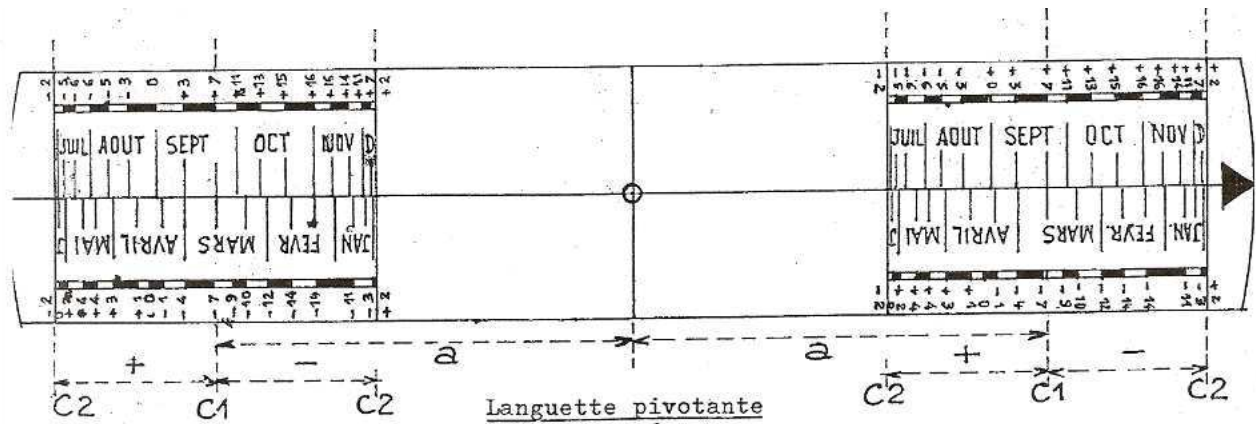


Figure 6

$AZ = \text{ctg } Z = \frac{\cos L \cdot \text{tg } d \quad (B)}{\sin AH \quad (C)} - \sin L \cdot \text{ctg } AH \quad (A)$												
L = + 48°	date	d	IV	V	VI	matin						
<table border="1" style="text-align: center; width: 50px; height: 50px;"> <tr><td>+</td><td>+</td></tr> <tr><td colspan="2">C1</td></tr> <tr><td>-</td><td>-</td></tr> </table>	+	+	C1		-	-	1/01	-23,03	0.429 -52,9	0.199 -63,7	0 -74,1	← (A) (B) -0.284
	+	+										
	C1											
-	-											
10/01	-22,0	-53,5	-64,4	-74,9	-0.270							
20/01	-20,18	-54,5	-65,6	-76,2	-0.246							
	1/12	-21,75	-53,6	-64,6	-75,1	-0.267						
	10/12	-22,88	-52,9	-63,8	-74,2	-0.282						
	20/12	-23,43	-52,6	-63,5	-73,8	-0.290						
			0.866	0.966	1.000	← (C)						
			60°	75°	90°	← AH						
			VIII	VII	VI	← soir						

Tableau de calcul n°2



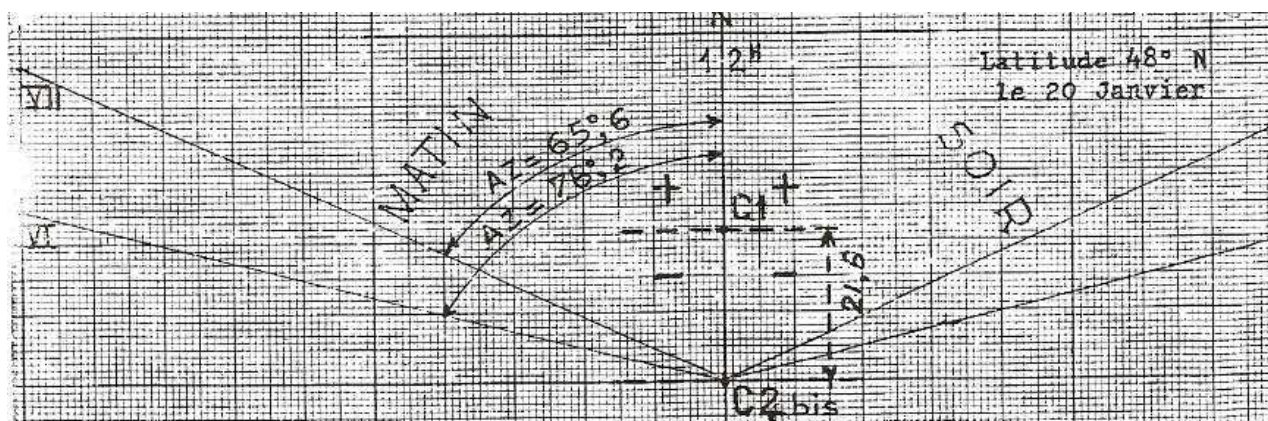


Figure 7 : Recherche graphique des heures intermédiaires pour la languette

### Le limbe ou cercle des gisements

Le limbe, anneau ou couronne doit avoir son diamètre intérieur qui vient tangenter la plaquette ellipsoïdale dans ses deux positions extrêmes sur la languette. Ce diamètre dépend donc des dimensions de la plaquette. La largeur du limbe doit être suffisante pour permettre les gravures angulaires et l'inscription des valeurs.

### Montage de l'ensemble.

Les trois pièces maîtresses étant exécutées (plaquette, languette et limbe sur disque), il reste à trouver des assemblages et blocages astucieux permettant :

- au disque du limbe d'être solidement fixé au véhicule avec cependant des articulations en azimut et en site qui se bloquent;
- de tourner, translater et bloquer les plaquette, languette et aiguille.

Attention de ne pas inverser le sens de la languette par rapport à la plaquette. La flèche indiquant le cap à suivre doit être du côté LAT Nord.

### LIMITES D'UTILISATION - PRECISION

Mieux qu'une étude théorique, une représentation du problème sur la sphère céleste, sa projection perspective et une étude graphique nous apprennent beaucoup sur les limites d'utilisation de cet instrument.

Que voyons-nous sur les projections 1, 2, 3 aux latitudes 20°, 45°, 75° ?

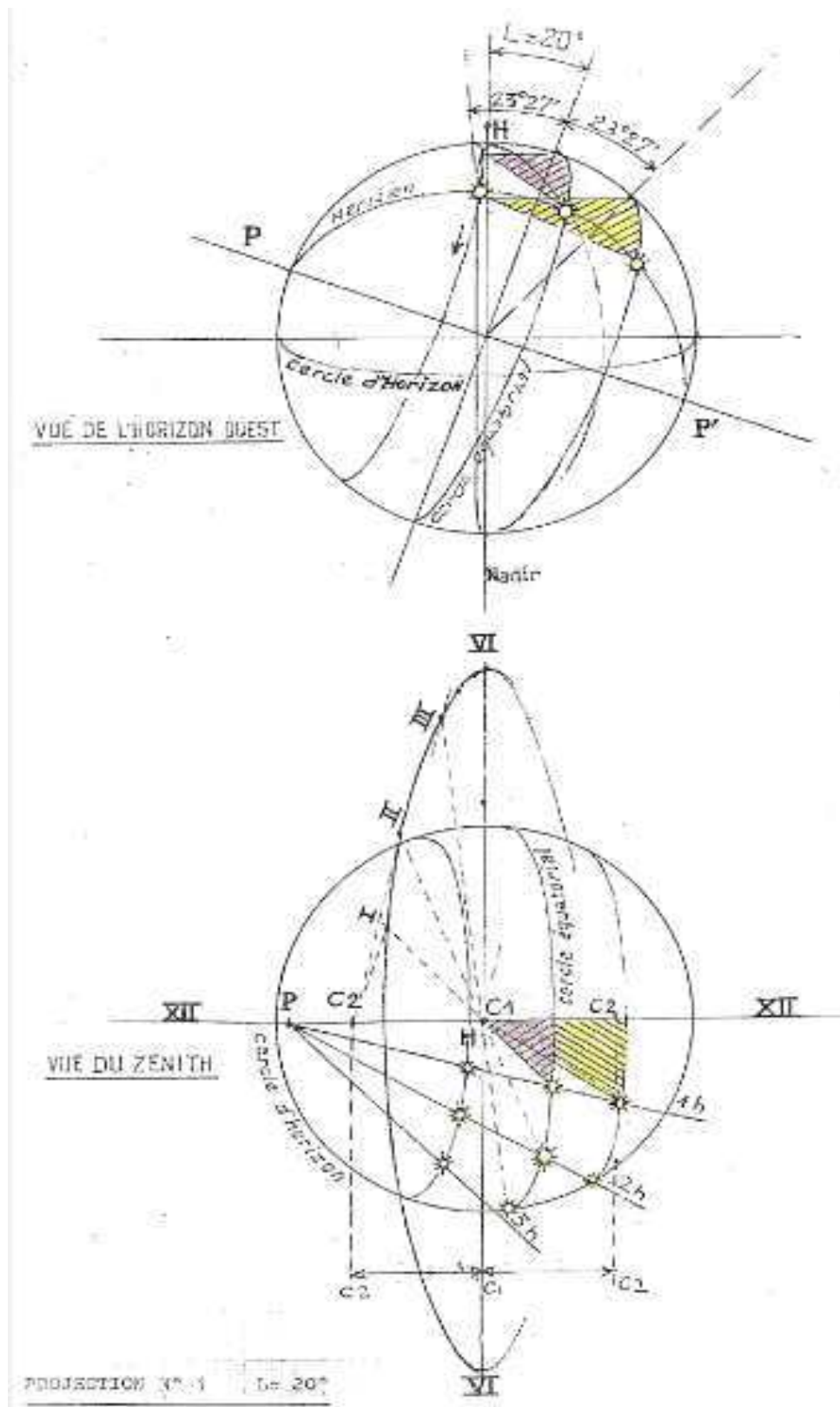
- L'ellipse s'arrondit et s'agrandit lorsque la latitude augmente. C'est l'image d'un disque qui pivote sur son diamètre. On voit d'abord la tranche (la ligne droite de la latitude zéro), puis on passe par des ellipses de plus en plus arrondies pour arriver au disque vu de face aux pôles. A la différence près que le disque conserve son diamètre alors que notre figure s'agrandit démesurément vers les pôles si on conserve la distance CI C2.

- Pour une heure donnée, les angles azimutaux diminuent en valeur lorsque la latitude s'élève et se confondent avec l'angle horaire aux pôles.

- Les intersections des angles azimutaux pour la recherche de l'ellipse sont moins précises lorsque la déclinaison solaire est faible, lorsque CI C2 diminue ou lorsque la latitude se rapproche des pôles.

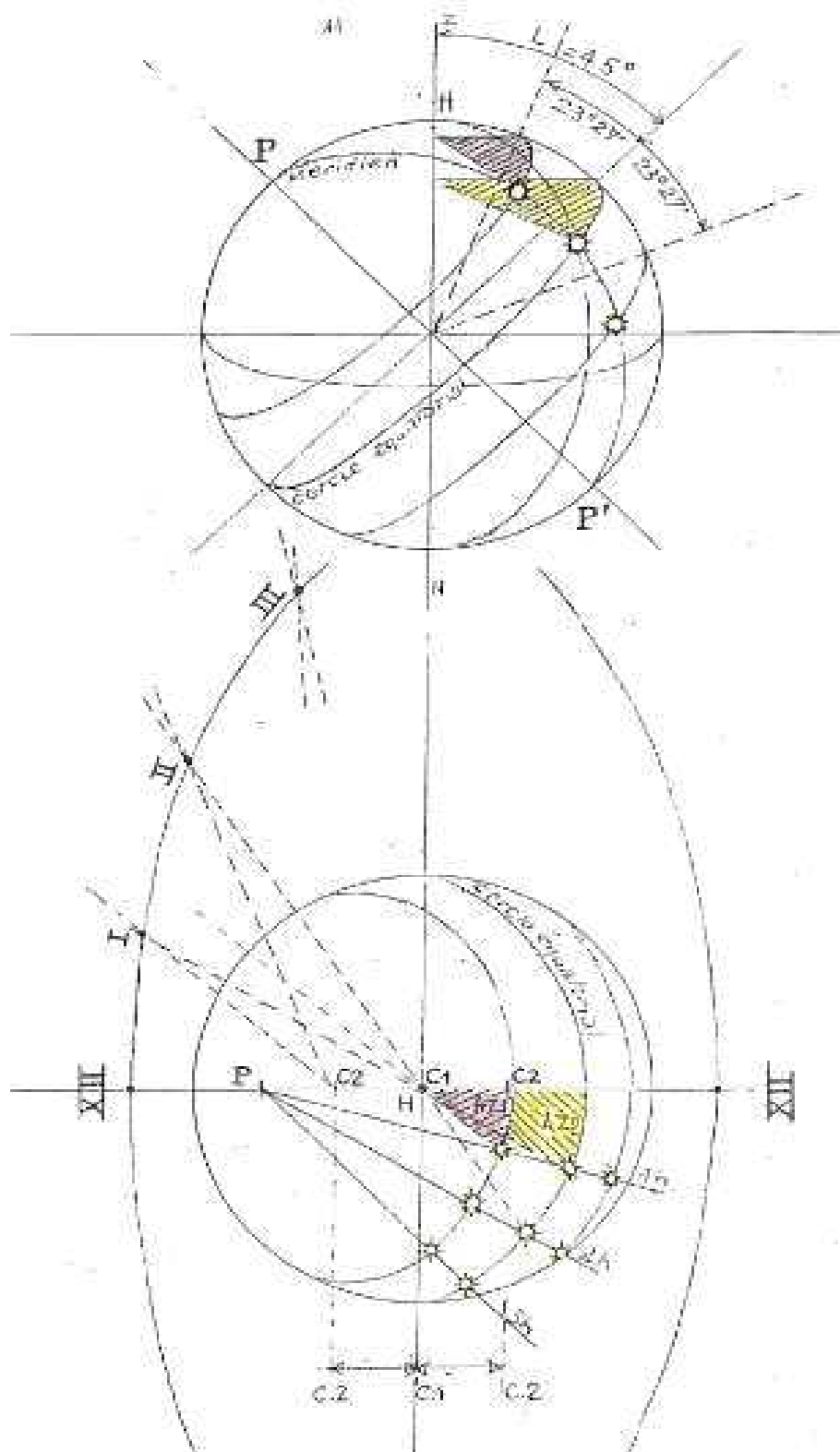
- Aux basses latitudes, la représentation graphique des heures est plus petite vers 6h que vers 12h. Donc il y a moins de précision au début et à la fin de la journée. Mais plus la latitude s'élève

plus cette différence diminue pour donner des angles horaires égaux aux pôles.

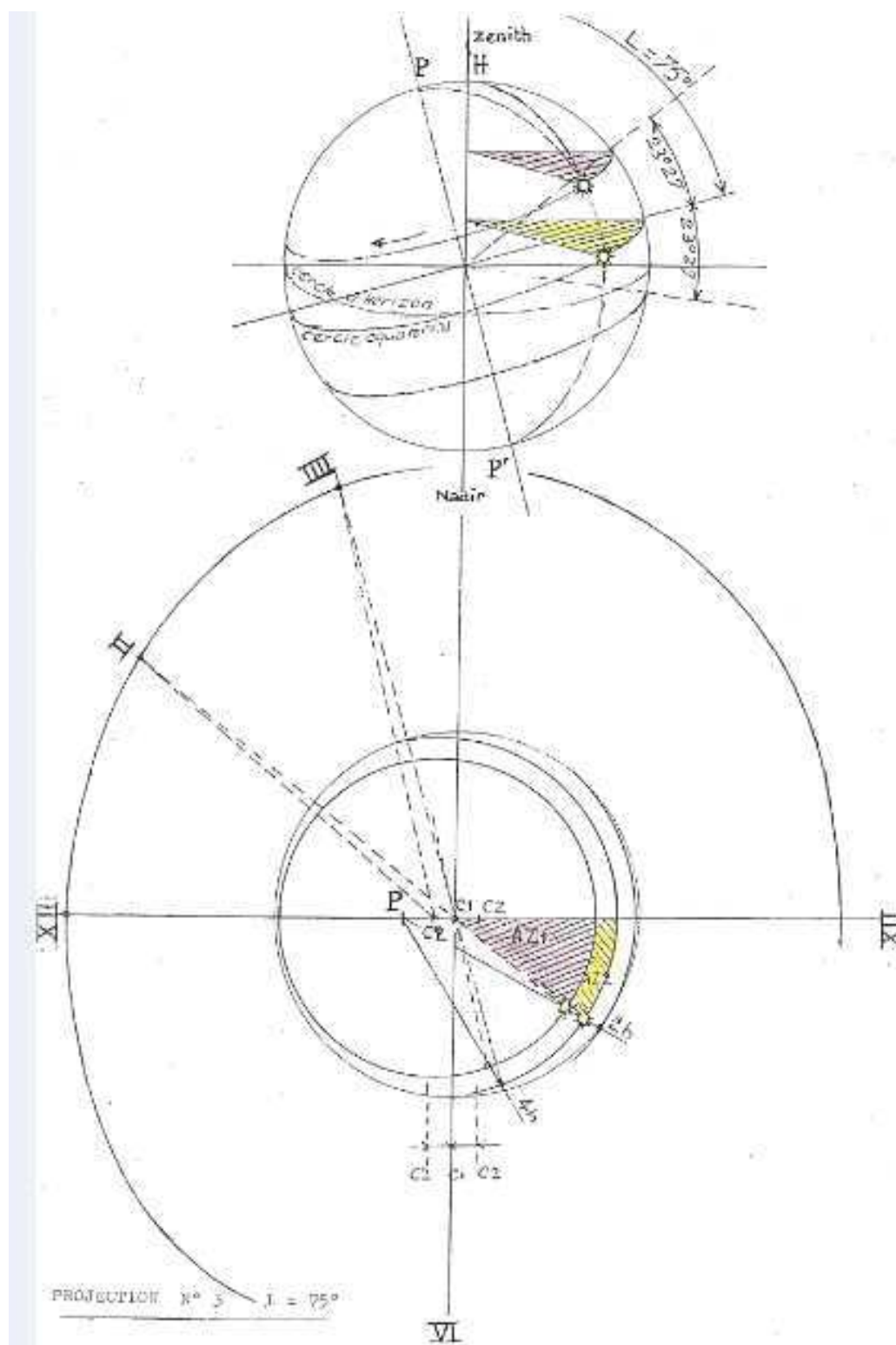


Projection n° 1 : L=20°





Projection n° 2 : L= 45°



Projection n° 3 :  $L = 75^\circ$

Que peut-on en déduire ?

- Aux pôles et à l'équateur, cette boussole est à oublier.
- Plus on s'approche des pôles, plus le tracé des ellipses est imprécis et plus les dimensions

de celles-ci sont démesurées.

- Plus on se rapproche des pôles, plus il faut diminuer la constante C1 C2 et donc plus la précision de la date sur la réglette diminue.

L'utilisation idéale de cette boussole serait-elle limitée aux latitudes 40° et 50° avec une constante C1 C2 = 25 ou 30 mm ? Certes non. On peut étendre son utilisation entre les latitudes 10° et 70° en adoptant deux plaquettes ellipsoïdales. L'une avec C1 C2 = 25 mm pour les latitudes de 10° à 50°, l'autre, moins précise avec C1 C2 = 10 mm pour les latitudes de 50° à 70°.

En dehors de ces considérations de latitude il y a d'autres limites d'utilisation pour cet instrument. Le Soleil bien sûr, mais aussi le fait de son montage à l'extérieur d'un véhicule qui le rend impropre à une utilisation en zone de basse végétation qui pourrait l'accrocher et le dérégler.

### Commentaires

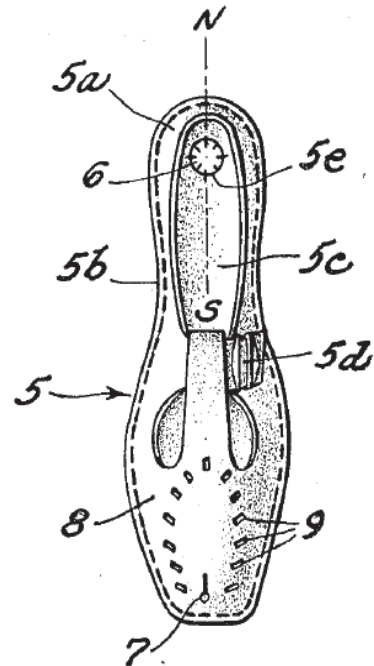
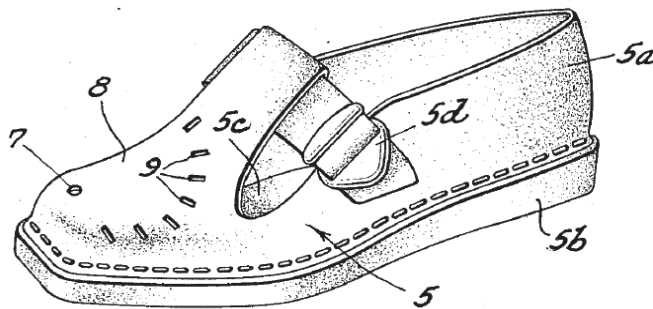
Mais que reste-t-il à cet instrument pour justifier une fabrication tellement compliquée ? Actuellement, il y a encore des déserts ensoleillés à explorer et de hardis voyageurs ou prospecteurs pour tenter l'aventure en véhicule. Mais ils n'ont que faire de cet instrument démodé qui ne donne que des directions alors qu'ils ont à leur disposition des instruments de relèvements satellitaires qui les positionnent à moins de 100 m et quelquefois mieux. Je tiens cependant à signaler que l'expédition SAVIEM de 1978 a comparé la boussole magnétique à la boussole solaire. La déviation moyenne de la magnétique a été de +/- 10°, alors que la solaire a donné +/- 2°.

Que reste-t-il à cette boussole solaire en dehors de la vitrine d'un muséum ?

Personnellement je la considère comme un excellent instrument pédagogique qui peut déterminer des gisements, une longitude approchée, la direction d'un méridien, donner l'heure, connaître la déclinaison magnétique d'une boussole classique et, bien sûr, malgré ses dimensions et ses réglages nécessaires, remplacer avantageusement cette dernière dans certains cas.

Rédigé par A. Marchal en 1990

## ***Les cadrans: ça marche !!!***



Chaussure « Cadran solaire » : le style se place au repère 7. L'orientation est donnée par la boussole à l'intérieur de la chaussure repère 6. (Il est donc nécessaire de se déchausser pour connaître l'heure!).

L'invention est de John TUSA (USA), 1970.



## Les araignées polaires

*des cadrans amusants qui donnent l'heure avec leurs pattes !*

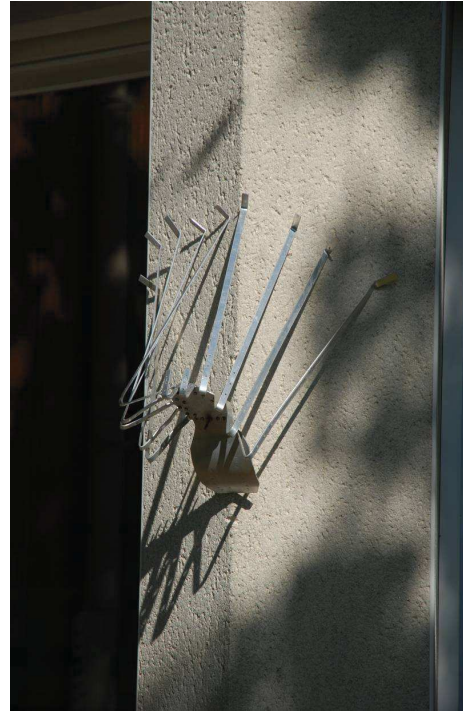
Joël Robic

Ces cadrans fonctionnent selon le principe des plans horaires, chaque patte est située dans un plan différent et on lit l'heure en identifiant la patte qui fait de l'ombre sur elle-même.



Araignée horizontale portable

Les visiteurs se demandent bien quel est cet animal à 10 pattes dans ce jardin de Torcy



Araignée verticale fixe

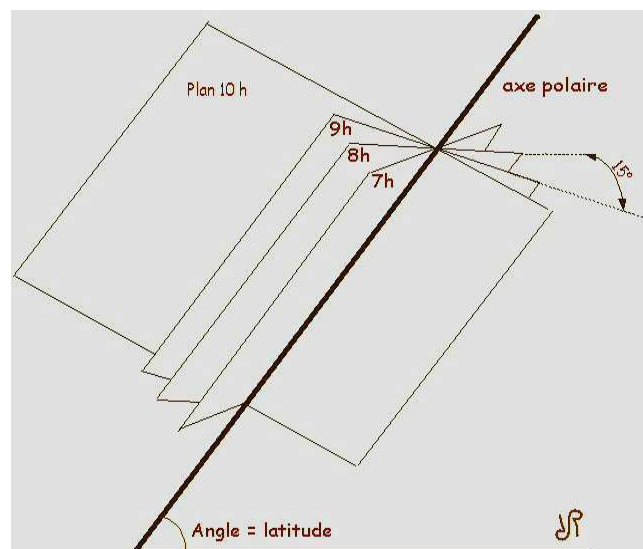
Les pattes un peu longues s'adaptent à l'angle du mur de ma maison. Ici, on se doute que c'est un cadran solaire

### Principe

Voir figure de droite

Le plan horaire est le plan défini par les différentes positions du soleil pour chaque heure tout au long de l'année. Chaque plan horaire tourne d'un angle de  $15^\circ$  autour de l'axe du monde par rapport au plan horaire précédent. Le plan de midi étant confondu avec le méridien du lieu.

Le cadran-araignée aura chacune de ses pattes dans un plan horaire.

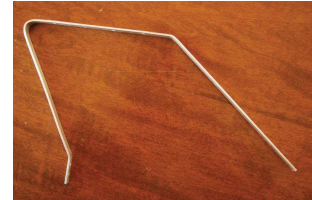
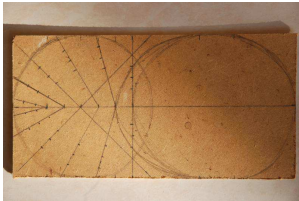




## Réalisation

Le modèle (Pholcus Phalangioides) a seulement 8 pattes et elles ne sont pas dans les plans horaires, il faut ruser pour afficher plus de 8 heures.

D'abord on passe discrètement de 8 à 10 pattes puis au centre on ajoute « 2 antennes » et on laisse un vide pour midi. On peut alors afficher de 6 à 18 h



Le corps est parallèle à l'équateur et donc perpendiculaire aux plans horaires. Pour orienter ces derniers, faire un "camembert", les 24 plans horaires sont des parts de 15°.

Astuce pour l'araignée : les plans ne sont pas tous sur le même axe.

Pattes en baguettes pliées et trouées heures frappées



Corps découpé et percé.

Pas trop loin du modèle en regardant de près, on voit juste deux pattes de trop

Devise frappée « araignée du soir espoir ».



## Lecture de l'heure

Il faut trouver la patte qui fait de l'ombre sur elle-même



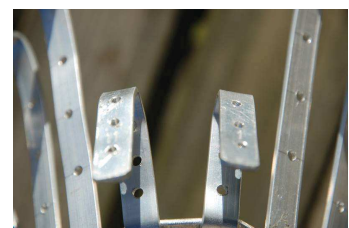
10h

L'ombre recouvre exactement la patte de 10h

On voit les trous éclairés au milieu de l'ombre



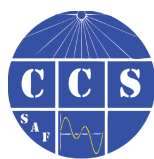
Midi



Pas de patte centrale, on repère midi grâce à la symétrie

A suivre sur mon site de cadrans originaux : <http://www.cadrans-solaires.fr/>





## Cadrans solaires à réflexion

Denis Savoie

*Si les cadrans solaires à réflexion semblent remonter au XV<sup>e</sup> siècle<sup>1</sup>, la plupart de ceux que l'on a réalisés utilisent des miroirs plans, horizontaux ou verticaux, pour renvoyer la lumière du Soleil, soit sur un mur, soit sur un plafond, soit sur une surface plus complexe comme une voûte : la tache de lumière parcourt ainsi un réseau de lignes et de courbes entrecroisées qui donnent l'impression de cadrans solaires d'une grande complexité.*

Il convient de préciser que les cadrans à réflexion, comme ceux du lycée Stendhal, de la Trinité des Monts et du palais Spada à Rome, ont été tracés en très grande partie par voie empirique<sup>2</sup>. Il suffisait de matérialiser sur les murs et les voûtes le trajet de la tache de lumière qu'indiquait au fil des mois (voire des années) un cadran solaire de référence indépendant. La complexité du réseau de lignes et de courbes qui figurent sur ces cadrans en font des objets de prestige et d'érudition gnomonique, mais dont l'usage était loin d'être aisé.

### 1 – Cas général du miroir incliné-déclinant

Soit un miroir plan M (fig. 1) : appelons  $D_M$  sa déclinaison gnomonique (azimut de la normale au miroir) et  $z_M$  la distance zénithale de sa normale<sup>3</sup> ( $z_M = 0^\circ$  pour un miroir horizontal,  $z_M = 90^\circ$  pour un miroir vertical).

<sup>1</sup> T. Przytkowski, « La gnomonique de Nicolas Copernic et de Georges Joachim Rheticus », *Actes du VIII<sup>e</sup> Congrès International d'Histoire des Sciences*, 1956, p. 400-409. Copernic (1473-1543) aurait tracé un cadran solaire à réflexion dans la galerie intérieure du château d'Olsztyn en Varmie.

Le principe de ces cadrans est traité dès le XVI<sup>e</sup> siècle : J. B. Benedicti, dans son *De Gnomonum umbrarumque solarium*, Turin, 1574, traite au chapitre 93 du *De horologio ex reflexione*, mais très sommairement. Le premier ouvrage de gnomonique qui a véritablement traité des cadrans solaires à réflexion (et à réfraction) est celui de G. Schönberger, *Demonstratio et constructio horologiorum nouorum radio recto, refracto in aqua, reflexo in speculo, solo magnete horas astronomicas, Italicas, Babylonicas indicantium*, Fribourg en Brisgau, 1622. En langue anglaise, il faut mentionner plusieurs ouvrages de William Leybourn, *Dialling*, Londres, 1700, qui contiennent plusieurs annexes consacrées aux cadrans à réflexion ; *The Art of Dialling*, Londres, 1700, avec son *Supplement* ; et enfin un petit opuscule de A. Thompson, *The Whole Art of Reflex Dialling*, Londres, 1658. Quant à J. P. Stengel, dont le frontispice de sa *Gnomonica Universalis oder Ausführliche Beschreibung der Sonnen-Uhren*, Augsburg, 1675, montre une voûte cylindrique avec un cadran à réflexion, il ne traite du sujet que de façon très sommaire. Citons enfin G. Taliani, *Orologi riflessi*, Macerata, 1648, qui traite longuement des cadrans solaires à réflexion ainsi que C. C. Scaletti, *Epitome Gnomonica*, Bologne, 1702, qui consacre un chapitre important au sujet.

<sup>2</sup> Sur le cadran de la Trinité des Monts, voir P. Gagnaire, « Le cadran solaire à réflexion du père Maignan, à la Trinité des Monts », *Bulletin de l'ANCAHA* n° 97, été 2003, p. 21-31. Sur le cadran extraordinaire du palais Spada, occupé aujourd'hui par le siège du Conseil Constitutionnel Italien, voir M. Catamo, « La meridiana di Palazzo Spada a Roma », *Gnomonica Italiana*, n° 8, juin 2005, p. 57-60. Sur le chef-d'œuvre du jésuite Jean Bonfa à Grenoble (1638-1724), voir J. de Rey Pailhade, A. Rome, A. Favot, « Le cadran solaire du lycée de jeunes filles de Grenoble », *Bulletin de la Société de Statistiques de l'Isère*, 1920, 4<sup>e</sup> série, t. XV, p. 213-310.

<sup>3</sup> Si le miroir est légèrement incliné du côté nord, on aura par exemple  $z_M = 3^\circ$  et  $D_M = 180^\circ$  ; au contraire s'il est incliné vers le sud, on aura  $z_M = 3^\circ$  et  $D_M = 0^\circ$ .

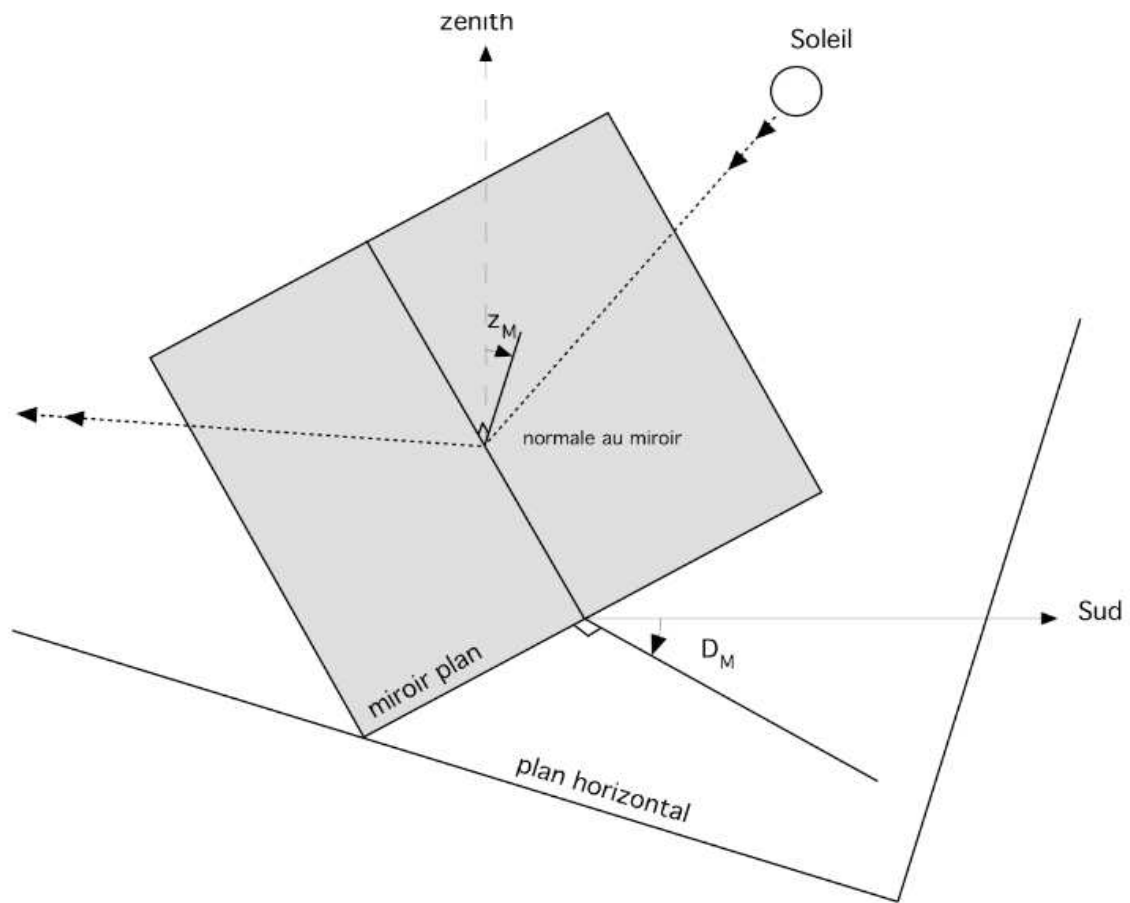


Figure 1

Il faut commencer par résoudre le problème des coordonnées réfléchies par un tel miroir : soient  $A$  et  $h$  respectivement l'azimut et la hauteur du Soleil ; quels seront l'azimut  $A'$  et la hauteur  $h'$  de l'image du Soleil réfléchi par un miroir incliné et déclinant ?

Si  $\phi$  est la latitude du lieu,  $\delta$  la déclinaison du Soleil et  $H$  son angle horaire, on a :

$$\begin{aligned} \sin h &= \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos H \\ \operatorname{tg} A &= \sin H / (\sin \phi \cos H - \cos \phi \operatorname{tg} \delta) \end{aligned}$$

$A$  étant du même signe que  $H$ .

Calculons les quantités suivantes :

$$\cos \zeta_M = \cos z_M \sin h + \sin z_M \cos h \cos (A - D_M)$$

$\zeta_M$  étant l'angle entre la normale au miroir et la direction du Soleil.

$$\operatorname{tg} \psi_M = \sin (A - D_M) / [\sin z_M \operatorname{tg} h - \cos z_M \cos (A - D_M)]$$

- si  $(A - D_M) < -180^\circ$  alors ajouter  $360^\circ$
- si  $(A - D_M) > 0$  et  $(\psi_M < 0)$  alors ajouter  $180^\circ$
- si  $(A - D_M) < 0$  et  $(\psi_M > 0)$  alors soustraire  $180^\circ$

La hauteur  $h'$  du Soleil réfléchi s'obtient par :

$$\sin h' = \cos z_M \cos \zeta_M - \sin z_M \sin \zeta_M \cos \psi_M$$

L'azimut  $A'$  du Soleil réfléchi est égal à  $(D_M - \beta)$ , avec :

$$\operatorname{tg} \beta = \sin \psi_M / (\sin z_M \cot \zeta_M + \cos z_M \cos \psi_M)$$

si  $(\sin \psi_M) > 0$  et  $(\beta < 0)$  alors ajouter  $180^\circ$   
 si  $(\sin \psi_M) < 0$  et  $(\beta > 0)$  alors soustraire  $180^\circ$

Exemple 1 : soit un miroir plan situé à  $\phi = 46^\circ$ , de déclinaison gnomonique  $D_M = + 30^\circ$ , de distance zénithale  $z_M = 70^\circ$ . On prend  $H = + 30^\circ$  et  $\delta = + 23^\circ,44$ . On obtient successivement :

$$h = 56^\circ,93917; \quad A = 57^\circ,23588; \quad \zeta_M = 42^\circ,06042; \quad \psi_M = 21^\circ,88104$$

$$h' = -19^\circ,28297; \quad \beta = 15^\circ,33742; \quad A' = 14^\circ,66258$$

Exemple 2 : soit un miroir plan situé à  $\phi = 46^\circ$ , de déclinaison gnomonique  $D_M = - 5^\circ$ , de distance zénithale  $z_M = 100^\circ$ . On prend  $H = - 45^\circ$  et  $\delta = + 10^\circ$ . On obtient successivement :

$$h = 37^\circ,49176; \quad A = - 61^\circ,36030; \quad \zeta_M = 70^\circ,90271; \quad \psi_M = - 44^\circ,35016$$

$$h' = - 46^\circ,24249; \quad \beta = - 72^\circ,76963; \quad A' = 67^\circ,76963$$

Il est important de noter qu'une fois résolu ce problème des coordonnées réfléchies, on peut tracer un cadran à réflexion sur n'importe quelle surface ou dans un volume en appliquant le formulaire mathématique *ad hoc*.

## 2 – Cadran à réflexion sous plafond

C'est un cas classique<sup>4</sup> : on place sur le bord d'une fenêtre un miroir qui renvoie au plafond l'image du Soleil (fig. 2).

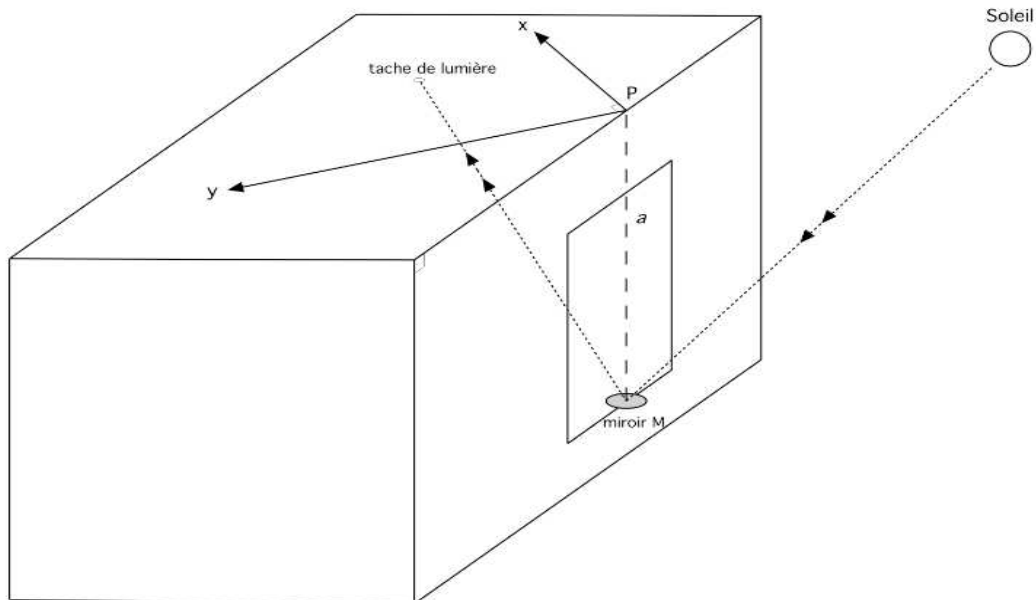


Figure 2

Le calcul ne pose pas de difficultés ; appelons  $a$  la distance perpendiculaire entre le miroir et le plafond (le miroir est considéré comme l'extrémité d'un style droit qui pointerait

<sup>4</sup> Dans les ouvrages d'horlogerie du XIX<sup>e</sup> siècle, on consacre un chapitre au tracé d'une méridienne au plafond à l'aide d'un miroir placé sur le bord de la fenêtre.



ici du plafond vers le nadir) et P l'intersection de cette droite avec le plafond.

Faisons passer par le pied P de ce style droit fictif un système d'axes, les  $x$  étant dirigés vers l'est et les  $y$  vers le nord (pour un observateur situé dans la pièce). Les coordonnées  $x$  et  $y$  de la tache de lumière depuis P s'obtiennent par (fig. 2) :

$$x = -a \cot h' \sin A' \quad y = -a \cot h' \cos A'$$

où  $A'$  et  $h'$  sont respectivement l'azimut et la hauteur du Soleil réfléchi par le miroir.

Bien entendu, on peut tracer un cadran de temps moyen avec courbes en huit : il suffit dans le calcul de  $A$  et de  $h$  d'inclure dans l'angle horaire  $H$  l'équation du temps, la longitude du lieu, etc.

Exemple 3 : soit un plafond (parfaitement horizontal) situé à une latitude  $\phi = 44^\circ$  sous lequel on place un miroir légèrement incliné vers le sud, de distance zénithale  $z_M = 3^\circ$ , de déclinaison gnomonique  $D_M = 0^\circ$  et distant de  $a = 250$  cm. Si  $H = -45^\circ$  et  $\delta = +20^\circ$ , les coordonnées de la tache de lumière sont (les décimales superflues sont données pour vérification) :

$$x = -226,26253 \text{ cm} ; \quad y = 47,52586 \text{ cm}$$

La difficulté du tracé d'un tel cadran réside dans la détermination de la position des axes au plafond, car ils doivent être orientés. Il faut donc dans un premier temps calculer la position de la tache de lumière à midi solaire local en calculant l'instant de passage du Soleil au méridien avec des éphémérides précises. Une fois l'image du Soleil à midi repérée au plafond, on mène une droite horizontale vers le point P (situé au zénith du miroir) puis on trace l'axe est-ouest.

### 3 – Cadran vertical déclinant à réflexion

En général, on trace un cadran solaire à réflexion sur un mur ayant une déclinaison gnomonique  $D$  comprise entre  $-90^\circ$  et  $+90^\circ$  en passant par  $D = 180^\circ$ , donc d'un cadran regardant entre le nord-est et le nord-ouest (fig. 3). Mais on peut aussi être amené à en tracer un sur le mur sud d'une galerie.

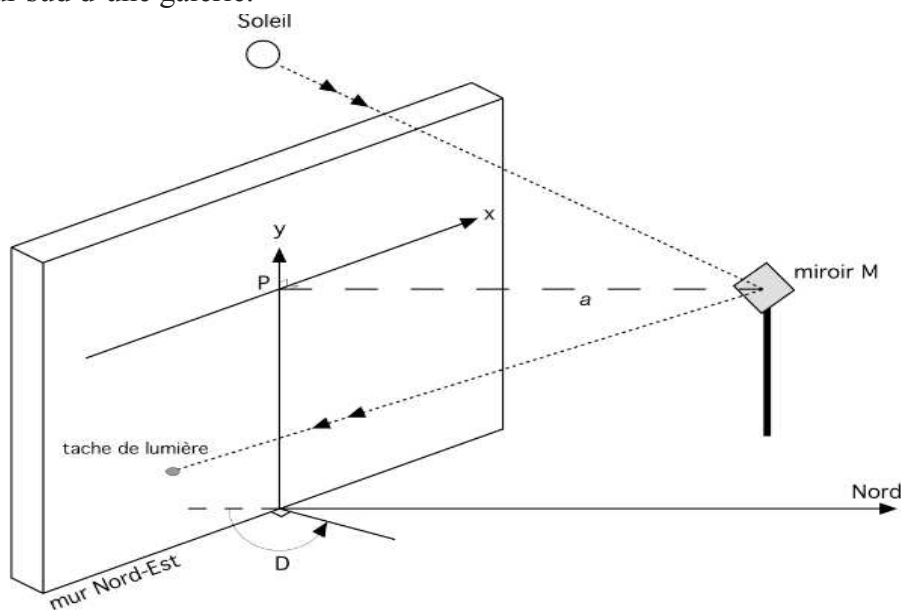


Figure 3

Le calcul d'un tel cadran ne présente pas de difficultés particulières, hormis la détermination des heures limites d'éclairement et au fait que les paramètres du miroir doivent être soigneusement choisis afin que la tache de lumière atteigne bien le mur. On prendra garde également au sens de lecture des heures : sur un mur plein nord, la tache de lumière se déplace de l'ouest vers l'est.

Appelons  $a$  la distance perpendiculaire entre le miroir et le mur (le miroir est considéré comme l'extrémité d'un style droit) et faisons passer par le pied P de ce style droit fictif au mur un système d'axes, les  $x$  étant dirigés vers la droite et les  $y$  vers le zénith (fig. 3). Les coordonnées  $x$  et  $y$  de la tache de lumière depuis P s'obtiennent par :

$$x = a \operatorname{tg}(A' - D) \quad y = -a \operatorname{tg} h' / \cos(A' - D)$$

où  $A'$  et  $h'$  sont respectivement l'azimut et la hauteur du Soleil réfléchi par le miroir.

Comme pour le cadran au plafond, on peut tracer un cadran de temps moyen avec courbes en huit : il suffit dans le calcul de  $A$  et de  $h$  d'inclure dans l'angle horaire  $H$  l'équation du temps, la longitude du lieu (fig. 3 bis).

Exemple 4 : soit un miroir plan situé à  $\phi = 46^\circ$ , de déclinaison gnomonique  $D_M = +30^\circ$ , de distance zénithale  $z_M = 70^\circ$ , situé à une distance  $a = 250$  cm d'un mur de déclinaison gnomonique  $D = 165^\circ$  (mur nord-ouest). Si  $H = +30^\circ$  et  $\delta = +23^\circ,44$ , les coordonnées de la tache de lumière sont (les décimales superflues sont données pour vérification) :

$$x = 142,3812 \text{ cm} \quad y = -100,65578 \text{ cm}$$

La particularité d'un cadran vertical à miroir incliné et déclinant est que la ligne midi n'est pas verticale et que cette inclinaison est indépendante de la latitude du lieu. En appelant  $i$  cette inclinaison de la ligne midi par rapport à la verticale du mur, on démontre que :

$$\operatorname{tg} i = \cot z' / \sin(D - D')$$

avec  $\cos z' = \sin 2z_M \sin |D_M|$

et  $D' = D_M - \beta$  avec  $\operatorname{tg} \beta = -\cot D_M / \cos 2z_M$

Si  $i$  est négatif, la ligne de midi est située à gauche de la verticale descendante et à droite si  $i$  est positif.

En prenant les paramètres de l'exemple précédent, on a  $z' = 71^\circ,25276$  et  $D' = -36^\circ,14135$  d'où  $i = -43^\circ,2598$ .

Si  $D = 180^\circ$ ,  $D_M = -5^\circ$  et  $z_M = 100^\circ$  on obtient  $i = -1^\circ,733$ .

Le seul cas connu jusqu'à présent d'un cadran solaire vertical où la ligne de midi vrai ne coïncide pas avec la ligne de plus grande pente est le cadran solaire bifilaire déclinant. La condition de cette inclinaison de la ligne midi – et de l'ensemble du tracé horaire – est liée au fait que le miroir est à la fois incliné et déclinant. S'il n'est que l'un ou que l'autre, l'inclinaison ne se produit pas. On peut par exemple obtenir le tracé d'un cadran polaire (à lignes horaires parallèles) sur un mur septentrional en plaçant un miroir méridien, mais en l'inclinant de la latitude du lieu (sa normale pointe alors vers l'équateur céleste).

Un tel miroir incliné et déclinant, qui constitue le cas le plus général que l'on puisse trouver, revient à déplacer à la surface de la sphère céleste non seulement le pôle, mais aussi le zénith du lieu (en vérité l'ensemble de tous les points de la sphère céleste), de sorte que sur

le cadran vertical on trace un cadran incliné et déclinant, ce qui explique l'inclinaison de la ligne midi.

Le miroir incliné et déclinant a pour effet de transformer, par exemple, le plan méridien du lieu en un autre plan méridien dont l'azimut de la normale est égal à  $D'$  et l'inclinaison égale à  $z'$ . De même le plan d'un mur est-ouest est transformé en un plan d'inclinaison  $z_i$  et de déclinaison gnomonique  $D_i$  :

$$\begin{aligned} \cos z_i &= \sin 2z_M \cos D_M \\ D_i &= D_M + \beta_i \quad \text{avec } \operatorname{tg} \beta_i = -\operatorname{tg} D_M / \cos 2z_M \end{aligned}$$

#### 4 – Cadran incliné déclinant à réflexion

Un cadran solaire à réflexion tracé sur un plan incliné et déclinant possède une déclinaison gnomonique  $D$  et une inclinaison que l'on caractérise par la distance zénithale de sa normale notée  $z$  ( $z = 0^\circ$  pour un cadran horizontal,  $z = 90^\circ$  pour un cadran vertical,  $z = 90^\circ + \phi$  pour la face sud d'un cadran équatorial...).

Appelons  $a$  la distance perpendiculaire entre le miroir et le plan incliné-déclinant (le miroir est considéré comme l'extrémité d'un style droit) et faisons passer par le pied  $P$  de ce style droit fictif un système d'axes, les  $x$  étant dirigés vers la droite et les  $y$  vers le haut : l'axe des ordonnées coïncide avec la ligne de plus grande pente du plan (fig. 4).

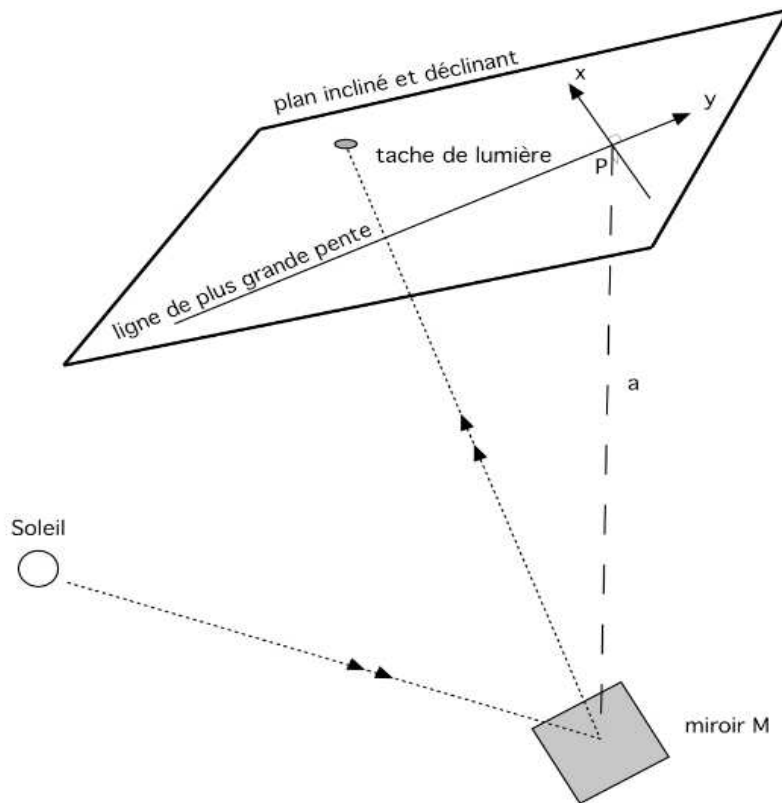


Figure 4

Les coordonnées  $x$  et  $y$  de la tache de lumière depuis  $P$  s'obtiennent par :

$$\begin{aligned} x &= a \sin(A' - D) / [\cos(A' - D) \sin z + \operatorname{tg} h' \cos z] \\ y &= a [\cos(A' - D) - \operatorname{tg} h' \operatorname{tg} z] / [\cos(A' - D) \operatorname{tg} z + \operatorname{tg} h'] \end{aligned} \quad \text{équation corrigée en octobre 2012}$$

La difficulté du tracé d'un tel cadran repose sur la détermination de la ligne de plus grande pente. Cela revient à calculer à quel instant l'azimut du Soleil réfléchi par le miroir est égal à la déclinaison gnomonique du plan, soit  $A' = D$ . Plutôt que de se lancer dans une solution analytique forcément lourde, il est préférable d'opérer numériquement en faisant varier avec un pas de plus en plus petit l'angle horaire du Soleil (ainsi que sa déclinaison) afin de déterminer l'instant où  $A' = D$ , donc lorsque  $x = 0$ . Une fois l'instant connu, on matérialise la position de la tache de lumière sur la surface inclinée, puis on trace une droite qui relie ce point à P.

Exemple 5 : soit un plafond incliné (type mezzanine ou auvent) sur lequel on souhaite tracer un cadran solaire à réflexion, situé à  $\phi = 44^\circ$  de latitude. Le plafond est orienté vers le nord-est avec comme paramètres  $D = -170^\circ$  et  $z = 155^\circ$ . Le miroir est presque horizontal ( $z_M = 4^\circ$ ) et orienté vers le sud-est ( $D_M = -10^\circ$ ) ; il est situé à 310 cm du point repère pris sur le plafond.

Si  $H = -15^\circ$  et  $\delta = +15^\circ$ , on a (les décimales superflues sont données pour vérification) :

$$h = 58^\circ,31449; \quad A = -28^\circ,42174; \quad h' = 65^\circ,78576; \quad A' = 146^\circ,12794$$

$$x = +125,59475 \text{ cm} \quad y = +288,70033 \text{ cm} \text{ [au lieu de } +51,90078 \text{ cm]}$$

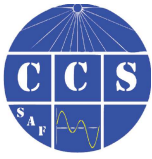
En considérant la déclinaison du Soleil fixe, on obtient numériquement que l'angle horaire du Soleil lorsque la tache de lumière coupe la ligne de plus grande pente est égal à  $+2^\circ,465$ .

L'inclinaison  $i$  de la ligne midi (si elle existe) par rapport à la ligne de plus grande pente s'obtient par :  $\text{tg } i = \cos z \text{ tg } (D - \chi)$   
avec  $\text{tg } \chi = [\text{tg } z \cos D - \text{tg } z_M \cos D_M] / [\text{tg } z_M \sin D_M - \text{tg } z \sin D]$ .

Comme pour un cadran vertical, l'inclinaison de cette ligne est indépendante de la latitude du lieu.







## Pourquoi « cadran de berger » ?

Denis Savoie

*Pourquoi la « montre de berger » s'appelle-t-elle ainsi ? Alors que les cadrans solaires de hauteur sont connus depuis l'Antiquité gréco-romaine<sup>1</sup> et en particulier le cadran cylindrique de hauteur dont il existe une grande quantité d'exemplaires dans les collections muséales, on peut se demander pourquoi on qualifie ce cadran de « montre de berger ».*

La littérature sur le sujet est assez évasive, souvent naïve, quand elle n'est pas affligeante.



Photo WWW.outbackimages.fr

Précisons tout d'abord que la « montre de berger » n'a à voir, dans la tradition folklorique, qu'avec les bergers des Pyrénées, pas ceux des Alpes ni du Massif central ou d'ailleurs. On précise même parfois « bergers des Landes » ou encore « bergers du Pays basque ». Il faut croire que les bergers pyrénéens étaient plus versés dans la gnomonique que leurs homologues des autres régions...

La plus ancienne occurrence en français semble remonter à 1857 dans un article non signé, mais illustré, paru dans la revue *Magasin pittoresque*, sorte d'encyclopédie populaire publiée au XIX<sup>e</sup> siècle jusqu'à la fin des années 1930. D'emblée, l'auteur écrit : « Les habitants des Pyrénées déterminent l'heure au Soleil en faisant usage d'un instrument tout autre que notre cadran solaire. [...] Les pâtres en font grand usage ». Après avoir expliqué, de façon hasardeuse, la réalisation du cylindre de hauteur, il ajoute : « Peut-être est-ce l'oeuvre d'un pâtre industriel » ! Car l'anonyme auteur est persuadé que ce cadran est une invention récente... Ce genre d'affirmation ne repose évidemment sur rien ; et personne ne se demande ce que peuvent bien faire des bergers d'un tel cadran de hauteur ; en quoi cela leur est-il utile en pleine montagne d'avoir l'heure ? Et surtout, comment ces bergers font-ils pour tracer sur le cylindre la position de l'ombre verticale en fonction de l'heure solaire et de la date (et de la latitude) s'ils n'ont pas de tables astronomiques ? Par voie empirique semble-t-il ; mais il faut pour cela un cadran de référence ou une horloge calée sur le Soleil.

Cet article du *Magasin pittoresque* a certainement inspiré un autre auteur, futur prix Nobel, Ch. Ed. Guillaume, qui consacre un article aux cadrans solaires portatifs dans la revue<sup>2</sup> de la Société Astronomique de France, *L'Astronomie* de 1892. Il écrit : « Plus primitif encore

<sup>1</sup> Voir M. Arnaldi, K. Schaldach, « A roman cylinder dial : witness to a forgotten tradition », *Journal for the History of Astronomy*, vol. 28, part. 2, n° 91, 1997, p. 107-117.

<sup>2</sup> Ch. ED. Guillaume, « Les cadrans solaires portatifs », *L'Astronomie*, octobre 1892, p. 383-389.

et plus empirique est le cadran solaire en forme de quille, encore en usage parmi les bergers des Pyrénées et des Landes ». Une version quasi identique sera reprise la même année dans la grande revue de vulgarisation<sup>3</sup> *La Nature* par le même Ch. Guillaume.

L'impact de ce genre d'affirmation sous une telle plume et dans des revues « sérieuses » a pour conséquence de légitimer le lien entre le berger et le cadran solaire de hauteur<sup>4</sup>.

La palme de la sottise revient à un article du journal *Le Temps*, paru le 31 août 1895. Après avoir prévenu que les bergers des Landes et des Pyrénées fabriquent eux-mêmes leur cadran solaire avec un couteau (!), l'auteur, Max de Nansouty, un journaliste de la Belle Époque, précise : « Ces courbes [les courbes horaires] peuvent être calculées ; mais nos bergers n'ont garde de les calculer, et pour cause. Ils se contentent de les construire point par point avec une patience que motivent leurs loisirs prolongés ». Puis il conclut : « Quelques-uns [des bergers] se contentent même de copier le cadran solaire du voisin ; mais, dans ce cas, l'instrument perd beaucoup de son charme. De plus, le bon berger risque de copier un cadran établi pour une latitude différente de la sienne et qui lui fournira des indications absolument fantaisistes ».

On imagine mal en effet les bergers cherchant dans un atlas de géographie ou dans l'annuaire du Bureau des longitudes de l'époque la latitude de leurs alpages – sans compter les bonnes valeurs de la déclinaison du Soleil et de l'obliquité de l'écliptique – afin de tracer leur abaque.

Car rappelons au passage que les cadrans de hauteur ne sont qu'une abaque qui reproduit la formule classique de trigonométrie sphérique qui lie la hauteur du Soleil à son angle horaire *via* la déclinaison et la latitude :  $\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos H$ .

Max de Nansouty ne craint pas d'affirmer qu'une erreur en latitude (mais de combien ?) rend l'indication horaire fantaisiste (mais de combien ?), un peu comme son article<sup>5</sup> en somme... S'il avait compris comment fonctionne un tel cadran, il aurait vu qu'un cadran tracé pour Pau (latitude = 43°18') et utilisé à une autre latitude ne peut pas fonctionner : comme l'heure est indiquée par l'extrémité verticale de l'ombre du gnomon



Cadran signé Henri Robert. Circa 1830

[http://www.lestgeorges.com/fichas/fichas\\_ciencia/fichas\\_cadran\\_solaires.html](http://www.lestgeorges.com/fichas/fichas_ciencia/fichas_cadran_solaires.html)

<sup>3</sup> Ch. Ed. Guillaume, « La construction d'un cadran solaire », *La Nature*, 1892, deuxième semestre, p. 99-100.

<sup>4</sup> L'argumentation historique est parfois très drôle si on la prend au second degré ; c'est le cas dans *L'ombre domestiquée*, de J. Appel et C. Pytel, éd. Bonnefoy, 1990, où on lit p. 164 : « Ce cadran solaire de poche est une montre de berger, ou encore une montre solaire des Pyrénées ainsi appelée parce que les bergers du Pays basque et des hautes vallées pyrénéennes ont dû l'utiliser plus tardivement qu'ailleurs ». Tout est dans le « ont dû »... Une note de bas de page précise : « Pierre Dabin, dans le *Rayon noir*, p. 186, a rencontré une personne qui « eut juste le temps de nous dire qu'elle avait connu dans son enfance (vers les années vingt) un berger de la vallée d'Ossau qui fabriquait des montres solaires ». L'ouvrage cité, le *Rayon noir*, paru en 1979 et sous-titré « le temps à l'heure angevine » est un mauvais livre sur les cadrans solaires angevins, qui tient des propos de troisième main sur les cadrans : c'est l'homme qui a vu l'homme qui a vu le cadran.

<sup>5</sup> Ainsi un érudit comme Paul Casanova, professeur de littérature arabe au Collège de France au début du XX<sup>e</sup> siècle, prend au sérieux l'origine pyrénéenne du cadran de hauteur en citant Max de Nansouty comme référence dans « La montre du sultan Noûr ad Dîn », *Syria*, t. 4, fasc. 4, 1923, p. 292-293. Il est d'autant plus convaincu de la fiabilité de la source qu'en allant à Pau, il trouve un cadran de berger dans un bazar...

horizontal, si l'on change de latitude, la longueur de l'ombre à une date donnée est soit trop courte, soit trop longue.

Il n'est pas utile de poursuivre la liste des auteurs qui se copient les uns les autres pour justifier l'origine pastorale de ces cadrans cylindriques de hauteur<sup>6</sup>.

La solution se trouve dans une courte note écrite par un grand connaisseur des Pyrénées, fondateur du *Musée pyrénéen de Lourdes*, Louis Le Bondidier. Traduisant un ouvrage allemand du XIX<sup>e</sup> siècle de Friedrich von Parrot, Le Bondidier<sup>7</sup> écrit :

« On ne trouve jamais cette montre de berger entre les mains d'un berger et si on lui en présente, il marque de l'étonnement... On ne trouvait ces cadrans que chez quelques marchands ayant une clientèle d'estivants... Ils étaient fabriqués ainsi que les flûtes de Pan par un artisan de Buzy (Basses-Pyrénées) nommé Simounet, qui travaillait avec un tour de son invention et de sa fabrication. Simounet est mort, âgé de plus de quatre-vingt ans, vers 1930.

Depuis lors la fabrication et la vente ont cessé. Ces montres solaires étaient à la mode vers la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle parmi les bourgeois plus ou moins encyclopédistes, alors que la mode était aux cabinets de physique et d'histoire naturelle. L'un d'entre eux villégiaturant à Pau ou à Eaux-Bonnes a, sans doute, apporté un spécimen en Béarn, où il fut copié.

La montre de berger n'est pas d'origine paysanne et n'appartient pas au véritable folklore pyrénéen ».



Cadran solaire de berger en buis, fin

XVIII<sup>e</sup>

[http://www.lestgeorges.com/fichas/fichas\\_ciencia/fiches\\_cadran\\_solaires.html](http://www.lestgeorges.com/fichas/fichas_ciencia/fiches_cadran_solaires.html)

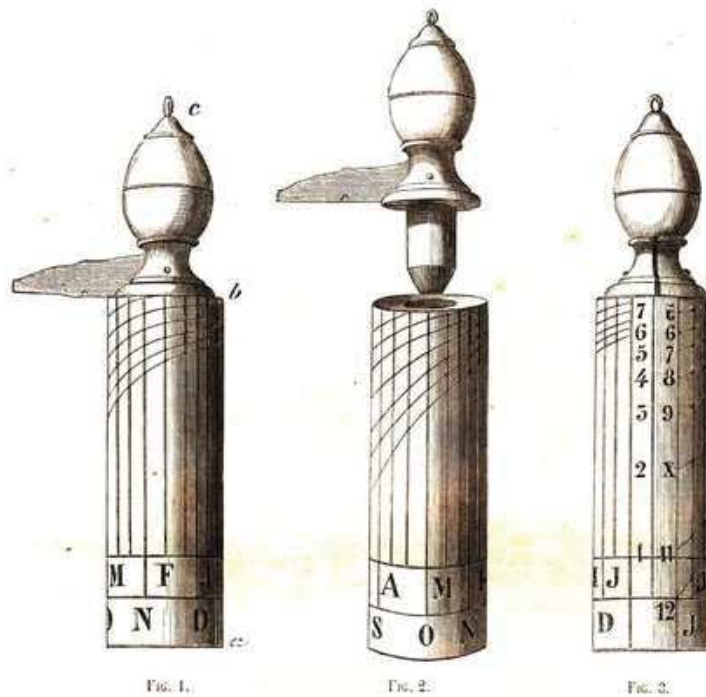
## Le « Magasin pittoresque » ...

Le site [http://www.prieuresainthilaire.com/montre\\_solaire.html](http://www.prieuresainthilaire.com/montre_solaire.html), reproduit le texte publié dans *le Magasin Pittoresque* tome XXV Janvier 1857 dont fait mention Denis Savoie dans son article.

« Les habitants des Pyrénées déterminent l'heure au Soleil en faisant usage d'un instrument tout autre que notre cadran solaire. Il en diffère absolument à quelque point de vue qu'on l'étudie. Le principe de la construction, la forme, le mode de lecture des heures, ne sont plus les mêmes.

<sup>6</sup> Si c'est évidemment le cas de Rohr, *Les cadrans solaires*, 1986, p. 141 [et p. 163 dans l'édition de 1965], ce n'est pas le cas de Bigourdan, *La gnomonique*, 1956, p. 143-144.

<sup>7</sup> F. Parrot, *Voyage dans les Pyrénées*, traduit et annoté par L. Le Bondidier, 1954, note 6. Je dois cette information à P. Claracq, « Montres solaires de berger dans les Pyrénées », *Bulletin de la Société Ramond*, 1998, 133<sup>e</sup> année, p. 71-112.

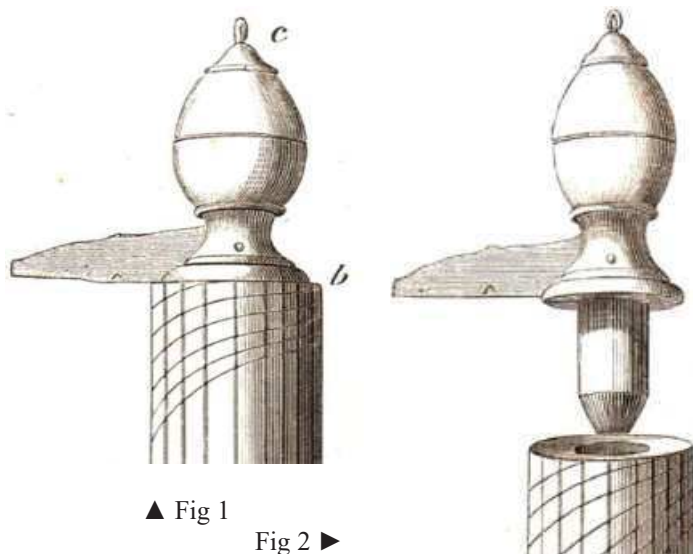


Entre les deux instruments, la seule analogie est celle du but: «Déterminer l'heure par l'ombre d'une aiguille ou d'un style placé au Soleil». Au point de vue pratique, ce qui les distingue, c'est que celui dont on se sert dans les Pyrénées est essentiellement portatif ; l'autre ne le devient que par des dispositions nouvelles.

Le cadran des Pyrénées est une véritable montre : nous l'appellerons montre solaire. Les pâtres en font grand usage. Les habitants de nos campagnes trouveraient, sans nul doute, avantage à l'employer lorsque les travaux des champs les tiennent tout le jour éloignés de la cloche qui sonne les heures au village.

La montre solaire se compose d'une colonne verticale ab et d'un chapiteau bc (fig. 1), dont l'ensemble représente exactement une petite quille d'un jeu d'enfant. La colonne sert de cadran : c'est à sa surface que sont tracées les lignes indicatrices des heures et que se projette l'ombre d'une aiguille ou style fixé horizontalement à la base du chapiteau.

Cette aiguille peut se placer en regard de chaque partie du contour de la colonne : à cet effet, le chapiteau est mobile ; il peut pivoter



sur lui-même pendant que la colonne reste fixe. Une cheville ou tenon dont il se trouve muni



s'engage dans la cavité correspondante de la colonne et permet ce mouvement (fig. 2). L'assemblage des deux pièces se fait à frottement dur.

Si la description précédente est bien comprise, il sera aisé de concevoir comment sont tracées les lignes qui sillonnent la surface de l'instrument, et comment elles servent à donner l'heure chaque jour.

Les premières lignes que l'on trace sont des lignes droites également espacées, qui descendent le long de la colonne. Ces lignes sont assez nombreuses ; nous dirons plus tard quel est leur nombre exact ; pour le moment, il nous suffira de nous occuper de l'une d'elles.

Soit donc une de ces lignes : imposons-lui comme nom la date du jour où nous opérons. C'est, par exemple, le 1er août ; écrivons-le à côté de cette ligne, puis tournons le chapiteau jusqu'à ce que le pied du style vienne rencontrer la ligne ainsi marquée ; l'instrument sera disposé pour l'observation.

Si dès lors on le porte au Soleil, en ayant soin que la colonne soit verticale, et que l'ombre du style tombe toujours sur la ligne 1er août et ne dévie ni à droite ni à gauche, on pourra constater les résultats suivants : le matin, l'ombre sera très courte, elle ira en grandissant jusqu'à midi et décroîtra ensuite jusqu'au coucher du Soleil.

Ce sont des faits que tout le monde conçoit et peut d'ailleurs vérifier. Une tige sur laquelle on plante une aiguille suffit pour cette vérification. Seulement, il ne faut pas oublier de tourner le système de sorte que l'aiguille soit toujours vis-à-vis du Soleil, il faut que son ombre descende constamment le long de la verticale tracée sur la colonne.

Ceci établi, imaginons que l'on ne se contente pas d'observer l'ombre, mais qu'on en fixe la longueur : marquons l'extrémité de cette ombre à chacune des heures du jour, nous aurons ainsi une série de points qui, les années suivantes, donneront l'heure si, à pareil jour (le 1er août), nous répétons la même observation.

Les points que nous aurons marqués en consultant une horloge la première fois nous serviront chaque année à trouver l'heure sans aucun autre appareil que le cylindre et son style.

L'opération que nous venons d'exécuter peut être recommencée tous les jours de l'année, en fixant chaque fois le style devant une nouvelle verticale qui portera la date comme son nom. On aura dès lors noté toutes les indications nécessaires pour trouver l'heure à un jour quelconque.

Si l'on veut déterminer, à un instant de la journée, le 7 juillet par exemple, on placera le pied de l'aiguille sur la ligne correspondante au 7 juillet : on tournera l'instrument au Soleil, de façon que l'ombre soit portée sur cette même ligne, et le point où s'arrêtera l'extrémité de l'ombre donnera l'heure.

L'instrument, tel que nous venons de le décrire, serait chargé d'indications trop nombreuses ; ces indications se confondraient sur la surface de la colonne, à moins de lui donner un très grand développement. Heureusement il a été possible d'opérer des simplifications sans nuire à l'exactitude des résultats.

Tout d'abord, au lieu d'écrire à côté de chacun des points l'heure qu'il est destiné à rappeler, on a réuni par une ligne tous les points indiquant la même heure. Tous ceux qui correspondent à midi se trouvent les plus bas ; leur ensemble forme une ligne qui contourne le cylindre ; on trace cette ligne : c'est la ligne de midi. On la marque du chiffre XII.

On trace et l'on marque d'une façon semblable la ligne de 1 heure, celle de 2 heures, etc.

On a remarqué ensuite que les lignes qui correspondent à deux heures également éloignées de midi, la ligne de 3 heures et celle de 9 heures, par exemple, se confondent à très peu près ; elles se confondent même absolument à certaines époques de l'année.

De là une nouvelle simplification. On peut remplacer ces deux lignes par une seule qui passe entre elles. Cette simplification que l'on opère entraîne une inexactitude, mais d'un petit nombre de minutes seulement il n'y a pas lieu de s'en préoccuper.

Le travail de simplification auquel nous nous sommes livrés n'a pas encore porté sur les lignes verticales ; nous allons en réduire le nombre.

La première réduction résulte de cette observation que les deux jours d'une année sont à peu près identiques deux à deux. Les jours identiques sont ceux qui se trouvent à égale distance du 21 juin, le jour le plus long de l'année.

Chacune des indications marquées sur une de nos lignes verticales servira donc pour deux jours différents ; nous pourrons épargner le tracé de la moitié du cadran ; il faudra seulement marquer avec grand soin les deux époques auxquelles une même ligne doit correspondre.

La réduction que nous venons d'opérer peut même être poussée plus loin, si l'on fait cette remarque que pour deux, trois, quatre jours consécutifs, l'ombre ne varie pas sensiblement de longueur, ce qui permet d'affecter chaque verticale au service de plusieurs jours.

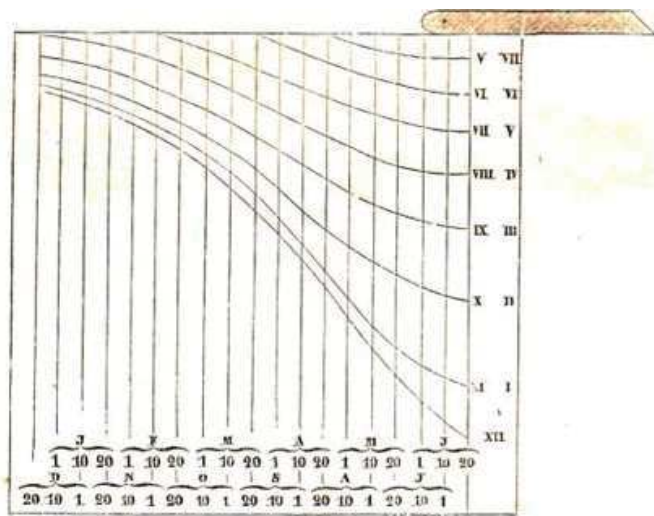


Fig. 4. — Développement.

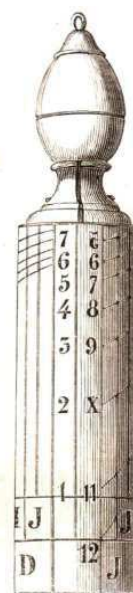
Fig 4

Dans la montre solaire des Pyrénées, on emploie une même ligne verticale pour dix jours consécutifs, ce qui réduit à dix-neuf et donne en définitive le tracé indiqué sur la figure 4, qui nous représente la surface du cylindre redressée, aplanie et fixée sur le plan du papier.

La figure 4 que nous représentons n'offre pas une indication approchée des lignes qui doivent sillonner le cylindre ; elle est la représentation exacte de celles qui devraient être tracées si l'on voulait construire la montre solaire de Paris.

Si l'on prend fidèlement cette figure et qu'on l'applique sur la surface latérale d'une petite colonne, on pourra connaître l'heure en disposant, comme nous l'avons indiqué, un style horizontal de 2 centimètres et demi de longueur. Nous avons pris soin de l'indiquer sur la figure.

Pour l'usage, la saillie du style rendrait le transport très gênant. On rend l'instrument parfaitement portatif en employant comme style une lame métallique qui s'assemble au chapiteau comme une lame de couteau



à son manche ; une fente convenable est ménagée dans ce but (fig. 3).

Grâce à cette disposition, le style peut à volonté être renfermé dans la colonne : l'instrument est devenu un instrument de poche.

Il est enfin un autre détail important que nous devons signaler. Pour assurer la verticalité de la colonne pendant l'observation, on a soin de fixer un petit anneau au sommet du chapiteau ; c'est par un fil attaché à cet anneau que l'on tient l'appareil en expérience. En roulant le fil entre les doigts, il est facile de diriger le style vers le Soleil.



Ce type de cadran se vendait 5 francs en 1849 à Paris.

Après l'étude que nous avons faite, il est impossible de ne pas remarquer avec qu'elle simplicité de moyens l'inventeur de la montre solaire est arrivé à son but.

Tandis que les astronomes, mettant à profit les travaux des générations qui les ont précédés, ont combiné des éléments nombreux pour tracer les cadrans qui marquent le temps au moyen du Soleil ; tandis qu'usant avec largesse des richesses que l'industrie leur fournissait, ils ont compliqué mille et mille fois les procédés qui leur permettaient le dessin des lignes indicatrices des heures ; tandis qu'aujourd'hui ils réclament, pour exécuter leurs opérations, équerres, niveaux, rapporteurs, cercles gradués, instruments de toute sorte, l'inventeur de la montre solaire, trop pauvre peut-être et de science et d'argent, met en application un des faits les plus vulgaires et, sans autres richesses qu'une longue patience et une imagination féconde, il arrive à marquer d'un trait sur l'heure du jour, il crée presque avec rien un instrument que les moins heureux seront assez riches pour posséder, et que les plus ignorants seront assez habiles pour construire.

Plus nous y réfléchissons, plus notre conviction s'établit que la montre solaire des Pyrénées n'est pas l'œuvre d'un savant : c'est une œuvre originale qui ne repose sur aucune

donnée scientifique qui ait précédé. Peut-être est-ce l'œuvre d'un pâtre industriel ?

Quoi qu'il en soit de l'inventeur et de l'état de ses connaissances, il ne faut pas se méprendre : si la science n'a pas présidé à l'invention, elle a, malgré tout, une part directe à revendiquer ; de plus, elle peut fournir ses moyens pour l'amélioration de l'œuvre.

La part que la science revendique, c'est l'ensemble des données sur lesquelles repose la division du temps. Ce n'est que par le travail des astronomes qu'on est arrivé à composer tous les jours d'intervalles de temps identiques, quoique les jours mesurés par le Soleil ne soient pas égaux.

Il a fallu bien des observations, bien des calculs, pour former cette année civile qui, par des irrégularités méthodiques (années bissextiles), amène les mêmes époques au moment où le Soleil retrouve la même place dans le ciel.

L'horloge et le calendrier, l'un, tableau permanent de la marche du Soleil pendant le cours de l'année, l'autre indicateur mobile de ses mouvements dans l'intervalle de chaque jour, sont donc en quelque sorte un résumé pratique des observations faites sur le Soleil.

En les consultant, nous avons consulté, pour ainsi dire, les registres des astronomes : nous avons fait œuvre de leurs découvertes.

Cette intervention de la science dans notre tracé n'est jusqu'ici que très lointaine, mais elle peut devenir plus directe. Aujourd'hui, en effet, les connaissances sur le mouvement des astres sont arrivées à un tel état que l'on peut annoncer sans erreur la position du Soleil sur la voûte céleste, à quelque époque que ce soit.

Au moment où j'écris ces mots, par exemple, des nuages épais couvrent le ciel et laissent tamiser à peine quelque lumière ; je puis cependant indiquer avec certitude le point où le Soleil se trouve, je puis diriger une lunette et être sûr de la pointer vers cet astre, aussi sûr que si l'astre était découvert.

Si une éclaircie subite le fait apparaître, il ne manquera pas de se trouver là où j'ai visé. Il y a mieux : il est possible, il est même facile, de fixer d'avance la lunette dans la direction où se trouvera le Soleil dans quelques heures, dans quelques mois, ou même au bout d'un nombre quelconque d'années.

On peut dès aujourd'hui pointer une lunette là où le Soleil doit se trouver, à 7 heures du matin, le 1er juillet de l'an 2000, et, pourvu que rien ne la dérange, l'œil d'un observateur pourra constater l'exactitude de la prédiction.

Grâce aux tables du Soleil dressées par les astronomes, nous pourrions donc, dans toute opération qui exige la connaissance de la position de cet astre, nous dispenser de consulter le Soleil lui-même : nous consulterons les tables. C'est ce que nous allons faire pour construire la montre solaire.

Nous n'aurons pas à patienter six mois pour réaliser la construction complète, comme il était nécessaire dans le mode que nous avons indiqué précédemment : en quelques heures, l'instrument sera terminé.

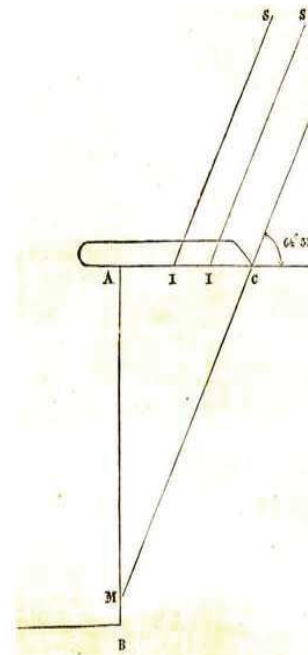
Pour nous faire bien comprendre, citons un exemple. Nous trouvons dans les tables qu'à Paris, le 20 juin, le Soleil est élevé au-dessus de l'horizon de  $64^{\circ} 37'$  à l'heure de midi. Cela signifie que, si nous traçons une ligne horizontale AC, dirigée vers le point du ciel où le Soleil se trouve à midi, les rayons frapperont cette ligne suivant des lignes SI, faisant avec AC un angle de  $64^{\circ}37'$ .



Par conséquent, si AC est la longueur du style de notre montre solaire, et si la perpendiculaire AB représente la ligne du 20 juin, l'ombre de AC sur AB se déterminera en tirant SCM, qui fait avec AC un angle de  $64^{\circ}37'$ .

Le point M, où SZCM rencontre AB, est le point où l'extrémité de l'ombre touchera AB : c'est le point que nous marquerons midi. La même construction est facile à reporter sur toutes les lignes des jours et pour toutes les heures.

C'est elle qui nous a servi à dessiner le cadran dont nous avons donné la figure ; c'est elle que l'on fera bien d'employer s'il s'agit de tracer un cadran pour une localité située plus près du Nord ou du Sud que Paris ; car, ne l'oublions pas, le cadran que nous avons donné ne peut servir que pour les pays situés sur la même latitude que Paris. L'employer dans d'autres contrées conduirait à de graves erreurs.



## ...des idées autour du cadran des Pyrénées

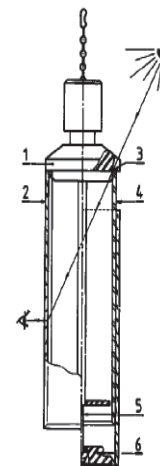
En recherchant dans les brevets d'invention<sup>8</sup> concernant les cadrans de type « montre de berger », voici deux exemples d'évolution sur le principe du cadran de hauteur.

**Demande de brevet d'invention déposé le 30 octobre 1992 par M. Munsch Gilles, Léon à l'Institut national de la propriété industrielle. N° de publication 2 697 647**

(57) L'invention concerne un cadran solaire de hauteur de type "Cadran du Berger" pour lequel le style projetant habituellement son ombre est remplacé par un orifice calibré (3) générant un "pinceau" lumineux qui, traversant l'appareil, se projette sur un écran translucide (2) porteur de courbes horaires et de graduations de hauteur. L'observation d'une "tache" lumineuse sur cet écran permet de déterminer l'heure solaire vraie ou l'heure légale.

L'écran translucide (2) peut coulisser le long du corps tubulaire (4) pour découvrir la surface latérale de celui-ci, porteuse d'informations comme par exemple une notice d'utilisation. Un dispositif élastique constitué d'un brin souple (5) reliant le chapeau (1) au fond (6) assure le retour automatique de l'écran en position normale d'utilisation.

L'invention est particulièrement destinée à des fins pédagogiques, en tant que matériel didactique, et/ou de décoration.



<sup>8</sup> Archive numérique de brevets du monde qui était proposée à la vente par la North American Sundial Society, il y a quelques années.

Ce cadran, dont personnellement je ne connais pas la diffusion, portait le nom de « montre solaire translucide de poche ».

La description occupait 8 pages suivies de 4 planches représentant l'instrument en vue générale, partielle et en coupe.

**Demande de brevet d'invention déposé le 15 juin 1979 par la Société dite Strasbourgeoise d'horlogerie Ungerer à l'Institut national de la propriété industrielle.**  
N° de publication 2 459 504

La présente invention concerne le domaine des dispositifs d'indication du temps, et a pour objet un cadran solaire portatif et pendentif.

Les cadrans solaires fixes sont connus, ces cadrans étant  
5 généralement constitués par une plaque plane en pierre de taille disposée verticalement ou horizontalement, et pourvue d'un style s'étendant perpendiculairement à cette plaque, et à partir duquel s'étendent des rayons marquant les heures.

Ces cadrans permettent ainsi de suivre la progression du  
10 soleil, donc l'écoulement du temps, grâce à l'ombre portée du style sur la plaque plane, la position de l'ombre indiquant l'heure.

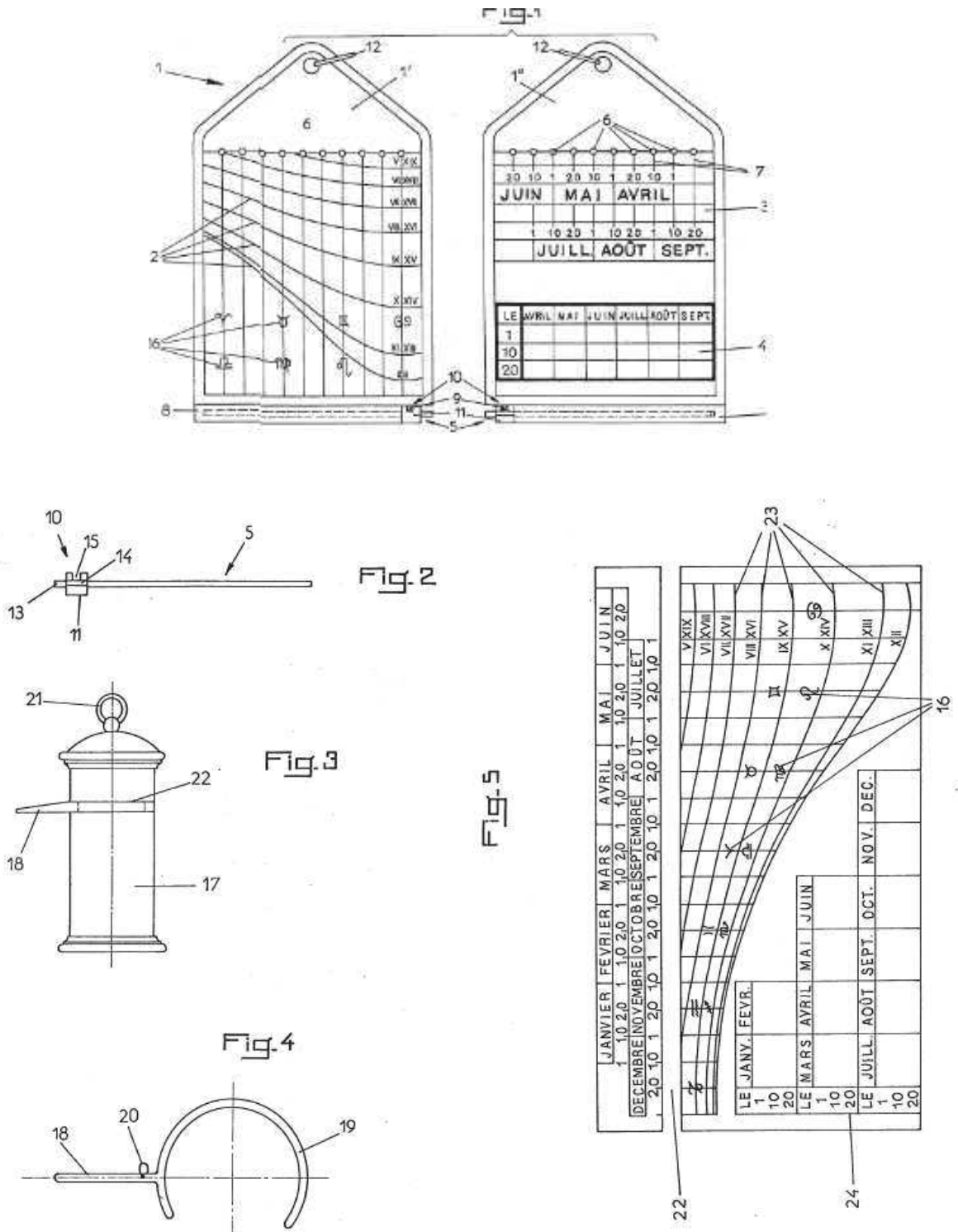
Cependant, tous ces cadrans connus sont fixes et généralement de grande dimension, de sorte qu'un usage individuel est impos-  
sible.

15 La présente invention a pour but de pallier ces inconvénients.

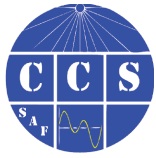
Elle a, en effet, pour objet un cadran solaire essentiellement constitué par une plaquette portant sur sa face avant les courbes horaires de la hauteur du soleil en fonction des saisons, et sur  
20 sa face arrière un tableau de repérage des périodes, ainsi qu'une table de correction pour l'obtention de l'heure officielle, par un style amovible, pouvant être placé sur la plaquette dans des perçages correspondant chacun à une période donnée, par un logement destiné au style, disposé à la partie inférieure de la plaquette,  
25 par un ergot placé devant le logement du style, et pouvant coopérer avec un logement de verrouillage prévu sur une embase du style, et par un anneau de suspension à une chaînette, ou à un ruban.

Conformément à une variante de réalisation de l'invention, le cadran solaire est de forme cylindrique et est pourvu d'un style  
30 mobile et amovible, pouvant être rendu solidaire de la chaînette ou du ruban de suspension, les courbes horaires s'étendant sur une partie de la surface du cylindre, la surface libre étant destinée à une table de correction pour l'obtention de l'heure officielle.

Là encore, je ne connais pas la diffusion faite de ce cadran « montre de berger/plan ».  
La description occupait 6 pages, suivies de 3 planches reproduites ci-dessous.



Les compléments à l'article de D. Savoie sont de Ph. Sauvageot



## Cadrans médiévaux dans le monde orthodoxe

Denis Schneider

*Depuis 2000, je vous entretiens des cadrans canoniaux de l'Eglise latine. J'avais présenté aussi, en 2008, ainsi que Julian Lush, des cadrans médiévaux en Arménie dont le rite, chrétien, est l'un des quatre rites orientaux, les trois autres étant antiochien, alexandrin et gréco-byzantin. C'est de ce dernier dont je vais parler, quelques auteurs ayant écrit sur des cadrans appartenant à son espace.*

L'Europe orientale médiévale correspond à l'aire de diffusion du christianisme orthodoxe en pays grec, dans les Balkans, en pays slave et même dans les pays baltes.

Les limites occidentales de cet ensemble sont floues et les pays baltes, la Hongrie, les pays slaves de tradition catholique (Pologne, Bohême, Slovaquie, Slovénie, Croatie) sont tantôt inclus, tantôt exclus de cet Orient.

Je me suis efforcé de replacer les cadrans dans le contexte historique complexe de l'Eglise orthodoxe à partir du foyer byzantin puis de ses missions évangélisatrices. Ces cadrans peu nombreux m'ont interpellé sur leur nature peut-être pas si orthodoxe...

Pourtant des fouilles en **Palestine** (article de Shaul Adam sur les anciens cadrans d'Israël, BSS sept.2002) ont révélé l'existence de cadrans religieux authentiquement byzantins des V<sup>e</sup> et VI<sup>e</sup> siècles et leur filiation directe, liée en partie aux pèlerinages, avec les cadrans gréco-romains (hemicyclium) (Photos1).



Photos N° 1





Ils présentent la croix byzantine, le symbole trinitaire, les valeurs chiffrées en lettres grecques en bout de ligne ou des repères pour les petites heures de l'office. On peut donc penser ici que l'Eglise byzantine primitive utilisait des cadrans pour sa liturgie. Le croquis portant une lettre grecque de part et d'autre de la croix pour sexte comporte certainement une erreur et devrait figurer pour none la lettre *thêta* et non *gamma*.

Un article d'André Jacob, paru en 1985, « Le cadran « byzantin » de Taurisano en terre d'Otrante » (**Italie du Sud**, ancienne terre byzantine) révèle l'interpénétration des mondes latin et orthodoxe au XIV<sup>e</sup> siècle au moins. (Ph. 2) : c'est un cadran canonial circulaire avec le monogramme du Christ en grec (IC XC NIKA) ainsi que « les heures du jour » ; six secteurs égaux ont, en bout de ligne, des lettres grecques correspondant aux initiales latines des offices du jour ! Selon A. Jacob, ces lettres seraient plus tardives et traduiraient l'influence croissante du culte latin dans la liturgie byzantine à la fin du Moyen Age.



Photo n° 2

Il date le cadran du XIV<sup>e</sup> siècle. Il ne dit pas que, dans le contexte de l'idée d'union entre les Eglises de Rome et de Byzance avec les préparatifs au concile de Ferrare-Florence, les moines de l'Italie du Sud étaient bilingues et que certains, convertis au rite latin, tentèrent de mettre en place une liturgie romaine en langue grecque. Il faudrait donc vérifier l'hypothèse des deux lapicides successifs ; Mario Arnaldi me rejoint pour croire que l'ensemble des inscriptions est contemporain.

Chaque article de E. Theodossiou (BSS mars et sept. 2004 ; mars et juin 2007) à propos des cadrans byzantins en **Grèce** m'interrogeait un peu plus sur la nature du monde orthodoxe, d'autant que les cadrans, tous médiévaux, étaient d'interprétation délicate, étant soit des réemplois, soit, sur des façades construites lors de l'occupation latine et qu'en mars 2010 paraissait « The only mass dial in Greece », estimé être du XVII<sup>e</sup> siècle !

L'Eglise d'Orient prétendait être la vraie Eglise du Christ et reprochait à l'Occident d'avoir perdu l'équilibre du christianisme primitif. L'orthodoxie (dogme droit) s'est propagée d'abord dans l'Empire romain d'Orient, la Palestine, l'Asie mineure, la Grèce et l'Egypte.

Si le christianisme est né en Orient, Rome s'est approprié le siège apostolique de l'Eglise tandis que Byzance, sous l'effondrement de l'Empire romain d'Occident, devenait la capitale politique de l'Empire romain sous le nom de Constantinople, la seconde Rome, la « Nouvelle Jérusalem ». Au VII<sup>e</sup> siècle, c'est la fin, à son tour, de l'Empire romain pour l'Orient. Les tribus slaves traversent le Danube et s'établissent dans les Balkans et la Grèce ; les armées de l'islam séparent la Syrie, la Palestine et l'Afrique du Nord de ce qui fut le monde romain et chrétien. Ces pays quittèrent la communion de la « Grande Eglise » orthodoxe et l'appelèrent « melkite » (« impériale », le chef naturel de l'Eglise byzantine étant l'empereur) perdant ainsi les traditions non grecques : sémitique et copte. Des communautés entières de réfugiés quittèrent ces régions orientales pour s'installer à Constantinople et même à Rome, favorisant une meilleure connaissance des traditions ascétiques. Des questions christologiques (sur la nature du Christ) divisèrent l'Orient de

l'Occident au VII<sup>e</sup> siècle sans compter les effets de la dénonciation par le pape d'une innovation orientale, l'iconoclasme (lutte contre les images).

Au VIII<sup>e</sup> siècle, le pouvoir civil byzantin soustrait à l'obédience du patriarcat romain l'Italie méridionale et la Sicile ainsi que l'Illyricum (le tiers de la péninsule balkanique).

Rome étant menacée par les Lombards, le pape fait alliance avec les Francs. En réformant l'Eglise d'Occident, les papes, héritiers d'une civilisation carolingienne s'opposant à l'Orient, tentèrent d'étendre leurs réformes à celui-ci et échouèrent. Les deux Eglises, latine et grecque, furent missionnaires : Rome évangélisant les « barbares » de l'Europe du Nord et Byzance lançant des missions en direction de l'est (l'Asie), de l'ouest (peuples balkaniques), du nord (les Slaves) avec aussi le désir de retour des chrétientés monophysites d'Orient.

Entre le VII<sup>e</sup> et le X<sup>e</sup> siècle, les Arméniens s'installent en nombre dans l'Empire grec, spécialement en Thessalonique et sa région. On peut soupçonner leur influence dans le cadran de Skripou (Béotie), du IX<sup>e</sup> siècle, (Ph. 3) avec 11 secteurs égaux, lettres grecques, 2 paons et rosaces. Karlheinz Schaldach parle d'influence byzantino-arméno-perse.

Photo n°3 ►

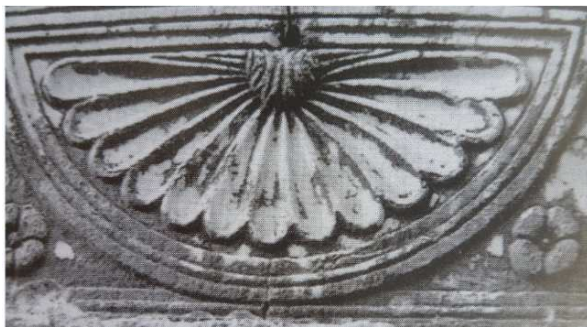
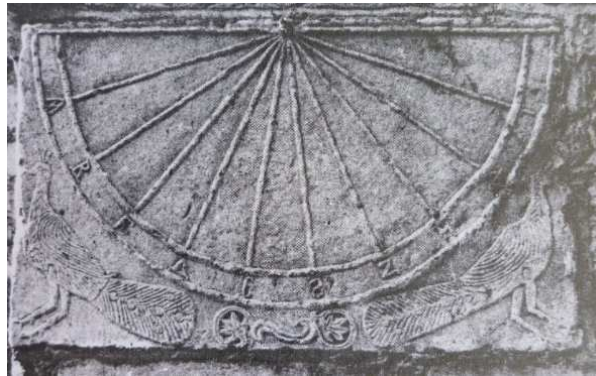


Photo N° 4

Le cadran du monastère de Panaghia Vlaherna (ouest du Péloponnèse) à 13 pétales (Ph. 4) est placé sur la partie romane de l'église, elle, byzantine. Selon E. Theodossiou, il est certainement le fait de l'occupation latine qui commença en 1204, date de la quatrième croisade, la flotte vénitienne transportant les croisés ayant dévié sur Constantinople, qui fut mis à sac. Ces chevaliers croisés et leurs commanditaires

vénitiens se partagèrent le territoire byzantin, excepté l'Asie mineure où se replièrent les forces vives byzantines pour un exil de cinquante-sept ans.

Un Empire latin de Constantinople était né et le pape Innocent III entreprit de latiniser l'Eglise grecque. Il fit déposer patriarches et évêques pour les remplacer par des Occidentaux. Cette latinisation fut néanmoins limitée et disparut presque totalement avec la restauration de l'Empire byzantin en 1261, sauf pour les possessions de Venise et de Gênes (principalement les îles grecques), la Grèce centrale et la Morée franque (Péloponnèse) jusqu'en 1432.

Le cadran d'Agias Trias en Thessalie (Ph. 5), a, selon E. Theodossiou, été placé également sous l'occupation latine. Peut-être a-t-il été conçu par William de Moerbeke, flamand et archevêque latin de Corinthe, qui traduisit en latin le *Traité de l'analemme* de Ptolémée ? Cet homme a donné très certainement au village le nom de Merbakas. Ce cadran sesqui-circulaire comporte 11 secteurs inégaux aux bords festonnés et les lignes se terminent par des lettres néanmoins grecques, l'aspect général étant « oriental ».

E. Theodossiou décrit encore un cadran au monastère de Hossios Loukas en Béotie (Ph. 6). Le fait que ce cadran à 12 secteurs inégaux comporte des chiffres arabes lui fait penser qu'il a été gravé sur place après le deuxième tiers du XIII<sup>e</sup> siècle (Fibonacci, l'introduit des chiffres arabes en Europe, est mort en 1250). Il aurait donc pu être gravé aussi lors de l'occupation latine.



Photo n° 6 ▲

◀ Photo n° 5

E. Theodossiou, toujours, décrit un cadran (Ph. 7) à Agios Laurentios (Thessalie) ; il s'agit d'un réemploi puisqu'il est posé retourné de 180° sur un linteau. Le cadran comporte 11 secteurs égaux contenant des pétales et des lettres grecques entre les lignes. Cinq rosaces décorent le bord supérieur, le tout faisant penser, là encore, à une influence orientale ; cette pierre est la réutilisation sur place d'un cadran provenant très certainement du monastère latin dédié à saint André daté du X<sup>e</sup> siècle, donc cette fois avant l'occupation latine, mais fondé par les



Photo N° 7

moines de la république maritime d'Amalfi (près de Naples) dont la cathédrale est aussi sous la protection de saint André.

Reste le seul *mass dial* grec reconnu par E. Theodossiou à Chonikas (Ph. 8) dans la partie est du Péloponnèse. Sa facture est des plus simples avec 12 secteurs et pourrait remonter au XVII<sup>e</sup> siècle comme les deux autres pierres gravées à côté portant des inscriptions relatives à des éclipses datées.

Au musée archéologique d'Istanbul (Ph. 9), un beau cadran demi-circulaire à 12 secteurs égaux avec lettres grecques dans les secteurs, provenant d'Iznit (Nicomédie) est exposé. Il est estimé du IX<sup>e</sup> ou X<sup>e</sup> siècle, grande époque du monachisme bithynien. Je ne sais s'il provient d'un édifice religieux mais c'est vraisemblable. Celui du musée de Thèbes lui ressemble (Ph. 10) ; il daterait aussi du IX<sup>e</sup> siècle, mais on ne sait pas où il a été trouvé.

K. Schaldach, dans le chapitre 10 de *Tempus et Regula*, mentionne cinq autres cadrans « byzantins » en Grèce : deux proviennent d'îles proches de la côte turque en mer Egée ( Ph.



11) : Daskalio, près de Lesbos, et l'autre est un fragment trouvé à Chios), sans qu'on connaisse leur datation. Deux autres, (Ph. 12) l'un à Amfissa (Thessalie) et l'autre à Pili (Béotie), seraient du XI<sup>e</sup>-XII<sup>e</sup> siècles et donc d'avant l'occupation latine. Le cinquième, au musée de Drama (Ph. 13), provient du monastère Agios Georgios (à l'est Thessalonique) ; il date, selon l'interprétation variable d'une lettre grecque, de 1069 ou de 1269, soit avant, soit pendant l'occupation latine.



Photo n° 8



Photo n° 9



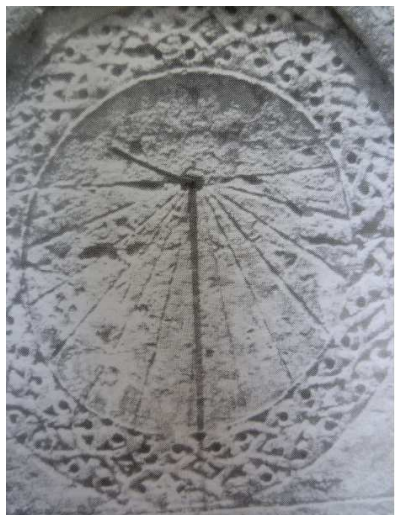
Photo n° 10



Photo n° 11 ▲



Photos n° 12 ▲ et ►



A ce stade de l'exposé, il n'est pas évident que la présence de cadrans canoniaux en zone d'influence byzantine soit liée à la liturgie orthodoxe, hormis lors de la chrétienté primitive, comme en Palestine. Nous mettrons un peu plus loin à l'épreuve ce doute en étudiant ce qu'on trouve dans

d'autres régions ayant reçu cette spiritualité ; voyons déjà en quoi elle se distingue de celle de la liturgie latine et plus particulièrement pour la liturgie des heures dont il est classique de dire que c'est celle qui se partage le mieux entre les deux.

Le monachisme byzantin s'est développé sans règle malgré les tentatives de Basile de Césarée (mort en 379), en Cappadoce, pour le canaliser dans quelques principes. Cette conception lâche du monachisme basilien n'avait rien de comparable avec l'unité d'observance liée à la tradition bénédictine occidentale.

Dans *Les Grandes Règles*, Basile ne consacre à la prière que la question 37 et ne la considère pas comme un pieux exercice, mais comme une disposition intérieure perpétuelle, même si le système d'heures d'appel à la prière est présenté comme destiné au peuple chrétien tout entier, même la nuit.



Photo n° 13



Les caractères principaux du monachisme byzantin par rapport aux institutions ecclésiastiques occidentales sont : une préférence marquée pour la vie contemplative ; l'ignorance de la variété des ordres religieux, mais l'aspiration vers des « étapes » de perfection (les 37 échelons de la fameuse échelle dont parle Jean Climaque, abbé du Sinaï) ; l'absence d'ordination. Les moines grecs ne sont pas unifiés sous une règle comme en Occident. Chaque monastère est régi par un typikon (règlement intérieur et rituel liturgique) rédigé par son fondateur qui s'inspire librement des règles de saint Basile. Le plus célèbre est celui de Jérusalem que saint Sabas (mort en 531) a rédigé dans sa laure du désert de Judée. Le rite à Constantinople, dit stoudite (issu du monastère du Stoudios), écrit par Théodore au VII<sup>e</sup> siècle, ajoute à la sobriété de la prière palestinienne la solennité de la tradition byzantine avec l'importance donnée au chant au détriment du psautier dans la liturgie des heures. Les studites bloquaient en un seul office de nuit, le mésonycticon (office nocturne), la prière de l'aurore et l'orthros (les laudes), cet ensemble ayant été appelé par Théodore « canon » c'est-à-dire « loi ».

Si la règle de saint Benoît des Occidentaux était un traité de spiritualité, les typika devaient être mis en pratique à la lettre.

Dans beaucoup de typika, on trouve en début de chaque mois la proportion des heures de jour et de nuit, parfois des indications plus précises en pieds des différences entre les heures (par ex. la deuxième heure a toujours 10 pieds de moins que la première). Dès que les « bois » retentissaient (la simandre), les frères se dirigeaient vers l'église principale.

La crise iconoclaste est née pour une large part de la volonté impériale de reprendre en main l'Empire en s'appuyant sur une organisation ferme et hiérarchisée ; fuyant la persécution iconoclaste, des moines s'installèrent à partir du IX<sup>e</sup> siècle sur le mont Athos qui devint une fédération de républiques monastiques.

La pression turque en Orient a fait glisser le foyer du monachisme byzantin de l'Asie mineure vers les centres monastiques de Grèce.

Enfin, la doctrine hésychaste répondait au tempérament religieux byzantin et Grégoire Palamas, qui la défendit vers 1340, est vénéré comme un saint par l'Eglise orthodoxe ; pour les hésychastes, le repos absolu d'âme et de corps était requis pour voir la lumière divine ; la psalmodie sera délaissée par eux.

Le **mont Athos**, la sainte montagne, concentre un grand nombre de monastères de diverses Eglises orthodoxes qui sont restés en parfait état. K. Schaldach n'y a relevé aucun cadran médiéval. Grâce aux archives de l'île sainte, il serait très intéressant de vérifier la généralisation de l'ancien usage des tables de pieds.

Voyons maintenant quelles ont été les implantations des missions byzantines en dehors de la Grèce ; nous poserons un regard sur les cadrans médiévaux qui y ont été recensés.

Entre 843 et le premier quart du IX<sup>e</sup> siècle, l'Eglise grecque et l'Empire d'Orient ont conduit une intense activité missionnaire (chez les Serbes, les Moraves, les Bulgares, les Croates, les Khazars et particulièrement les Russes) au cours d'un processus lent. En s'éloignant de la théorie trilingue qui érigeait la sacralisation du grec, du latin et de l'hébreu en tant que langues de la liturgie, et en offrant à ces peuples leur langue liturgique propre, Byzance ouvrit les voies menant à la formation de leurs cultures nationales. L'influence du rite gréco-byzantin s'étendit de la Méditerranée à l'océan Arctique et de la Caspienne aux Alpes.

**Les Balkans** : Cyrille et Méthode, nés en Thessalonique, ont créé l’alphabet glagolitique ; ils furent demandés pour christianiser les Khazars en Crimée qui avaient embrassé le judaïsme au IX<sup>e</sup> siècle avant de partir en 863 en Moravie (entre Bohême et Slovaquie) ayant traduit la Bible et les livres liturgiques en dialecte des Slaves de Salonique qui devint le slavon d’Eglise, encore en usage. Des vestiges de la mission de Méthode subsistèrent en Moravie pendant près de deux siècles, mais finirent par être complètement effacés par le christianisme occidental. Ses disciples chassés apportèrent en Bulgarie la culture chrétienne de Byzance qui fut facilement absorbée pour la première fois parmi les peuples slaves. Mais en Bulgarie comme en Moravie, la mission grecque se heurta rapidement aux missionnaires germains.

La **Serbie** adopta le christianisme dans la deuxième moitié du IX<sup>e</sup> siècle, créant une culture slavo-byzantine. L’alphabet cyrillique du disciple saint Clément, créé à partir du glagolitique, se répandit et devait rester celui des Serbes. (Ph. 14) : le monastère de Studenica (fin XII<sup>e</sup> siècle) est orthodoxe et le cadran est sur l’une des quatre églises, celle de la Vierge. C’est le seul cadran médiéval de Serbie, qui plus est en milieu orthodoxe avec lettres cyrilliques façon byzantine,

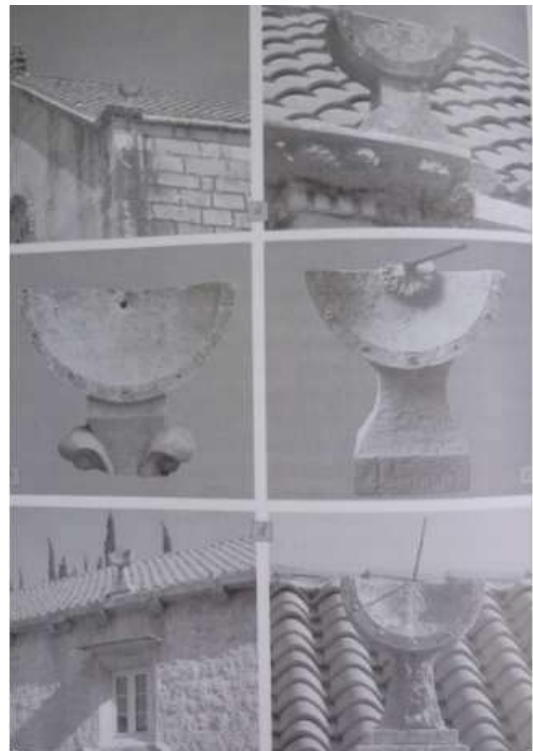


Photo n° 14

mais est-ce bien un canonial avec ses 12 secteurs égaux sans marques particulières ? Saint Sava (mort en 1236), premier archevêque de Serbie, très instruit en art et culture, est venu à ce fameux monastère fondé par son père ; il peut être à l’origine du cadran.

En **Macédoine**, Ernst Zinner a relevé sur la cathédrale de l’archevêché orthodoxe à Ohrid un cadran médiéval, mais il est douteux.

La **Croatie** appartenait à l’aire de la civilisation latine plus ou moins vassale de l’Empire carolingien. L’écriture latine se substitua progressivement à l’écriture glagolitique ; de même, les bâtiments religieux se rattachèrent à l’art roman. En Croatie, sur la côte dalmate (Ph. 15), de curieux cadrans en forme de demi-calottes creuses se dressent en bordure de toitures de monastères franciscains. Ils sont du XV<sup>e</sup> et XVI<sup>e</sup> siècle, sortant du cadre historique du Moyen Age qui n’est cependant valable qu’en tant que conception occidentale. Ils ressemblent étonnamment au cadran du Ponte Vecchio à Florence et ils ont pu subir son influence.



Photos n° 15 ►

A la fin XIII<sup>e</sup> siècle, la **Bosnie** sera le seul pays en Europe qui vivra l’expérience hérétique (des bogomiles) en tant qu’expression de

l'Eglise officielle, l'Eglise bosniaque en l'occurrence. Les franciscains feront revenir les bogomiles à la foi catholique. La Bosnie et l'Herzégovine étaient peuplées par des Croates, latins, avant que les Serbes, slavo-byzantins, ne s'y installent en 1463, sous la pression turque avec la destruction de tous les monastères franciscains d'Herzégovine au XVI<sup>e</sup> siècle (les cadrans médiévaux de l'ex-Yougoslavie ont été étudiés par Milutin Tadic).

Au XIII<sup>e</sup> siècle, se nouent des liens indestructibles entre les monastères bulgares et ceux du mont Athos et le XIV<sup>e</sup> siècle voit la consolidation de la communauté monastique dans les Balkans sur la base de l'hésychasme. La **Bulgarie** succomba en 1271 devant l'invasion tatare-mongole comme la Serbie et la Roumanie. L'Eglise de Bulgarie fut après 1453 placée par le régime de protection sous l'autorité directe du patriarche grec de Constantinople, tandis que la péninsule balkanique tout entière tombait sous l'administration turque.

### **Pays de l'Europe de l'Est**

Dans cette partie de l'Europe de chrétienté latine (Hongrie, Pologne, Bohême) sont nés des groupes monastiques spécifiques, comme les bénédictins slaves. Ils utilisaient le slavon dans la liturgie romaine.

La **Pologne** avait été christianisée dans la seconde moitié du X<sup>e</sup> siècle sous l'influence du monastère de Fulda, en Allemagne. Les bénédictins y jouèrent un rôle considérable entre 966 et 1170

De 1385 (date de l'union du royaume de Pologne avec le grand duché de Lituanie) à 1530, il y eut épanouissement des abbayes bénédictines avec incorporation des paroisses relevant de l'ordre. Dix cadrans médiévaux d' « allure médiévale » y ont été recensés.

La **Hongrie** fut aussi sous l'influence de Rome, mais il y eut beaucoup de destructions, toujours par les Mongols en 1241 puis par les Turcs. Il faut cependant noter un cadran sur l'église catholique grecque de Rackeve au sud de Budapest (Ph. 16) qui a été édifiée vers 1440 par les Serbes chassés par l'expansion turque. Cette appellation d'Eglise catholique grecque est consécutive au concile de Ferrare-Florence (1438-1439) qui consacra l'union avec Rome de certaines Eglises de tradition liturgique byzantine cherchant à se protéger de la menace turque.

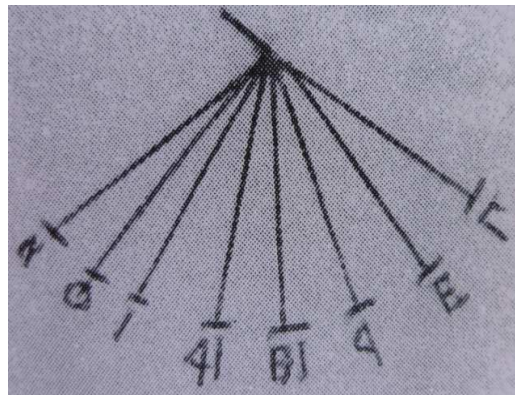


Photo n° 16

Sur le cadran, les lettres cyrilliques peintes en noir sur la chaux sont de style XVII<sup>e</sup> siècle avec la douzième heure sur la verticale et on peut penser que sous l'enduit existe un cadran gravé sur la pierre. Les sept ou huit autres cadrans médiévaux connus en Hongrie semblent « latins » (ils ont été étudiés par Adrienne Buka, Lajos Bartha et le Dr.Szilvia A. Hollo). Milutin Tadic mentionne toutefois deux cadrans ressemblant à celui de Studenica sur des monastères orthodoxes construits en Hongrie par des Serbes chassés par les Ottomans, à Sprski Kovin en 1476 et plus tard à Graboc.

Une partie de la **Roumanie** fut convertie par les Bulgares fin IX<sup>e</sup>-début X<sup>e</sup> siècle, mais le sud ne fut entièrement converti qu'au XIV<sup>e</sup> siècle avant l'occupation ottomane

(1354); exception, l'Eglise orthodoxe de Roumanie est de langue latine. Dans le sud de la Roumanie, il ne reste aucun édifice religieux avant le XVI<sup>e</sup> siècle. Deux cadrans médiévaux sont connus dans le Centre (Brasov) et le nord-ouest (Cluj-Napoca) de la Roumanie ; je n'ai pas vu leurs photos. Tout à fait au Nord, aux Portes de Fer, un cadran, dit romain, pourrait être un canonial (Ph. 17).

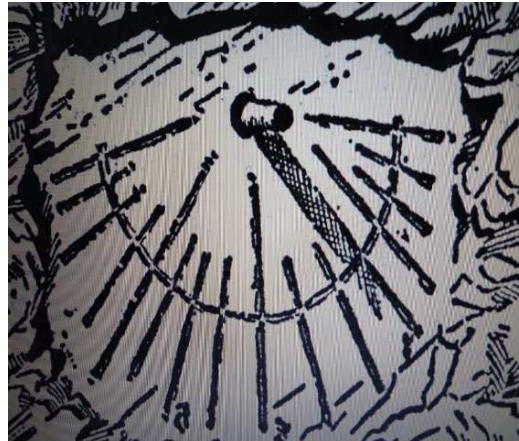


Photo n° 17

En **République tchèque** (à sa frontière sud avec l'Autriche), deux cadrans médiévaux sont inventoriés, l'un à 10 secteurs égaux et l'autre à 12 avec, pour ce dernier, des petits trous à l'extrémité des lignes.

En **République slovaque** (à sa frontière nord avec la Pologne), trois cadrans médiévaux dont un très douteux, les deux autres étant à 12 secteurs égaux. Dans ces deux pays, les cadrans paraissent « latins ».

La **Russie** : par la conversion de la Rus' au christianisme, les peuples slaves de l'Est ont adhéré à la civilisation méditerranéenne, connue sous le nom de « civilisation byzantine ». Les liens avec l'Eglise de Byzance étaient tels que l'Eglise russe s'était ralliée en 1054 à l'orthodoxie proclamée lors du schisme par Michel Cérulaire, patriarche de Constantinople. Dès l'an 1000 environ, la Russie était pourvue d'un clergé de recrutement local mais fourni par des prêtres d'origine bulgare, d'où, dès son origine, l'adoption d'une liturgie en langue slave et de l'alphabet cyrillique.

Dans la construction des églises, on trouve l'influence grecque avec l'alternance de rangées de briques et de moellons. Au XII<sup>e</sup> siècle, l'art roman atteignit les frontières occidentales de la Russie, spécialement en Souzdalie où on relève la pierre de taille. Cependant beaucoup de chapelles étaient en bois.

En 1240, les Mongols s'emparent de Kiev, mais les envahisseurs au départ respectent l'Eglise russe qui devint alors le symbole de l'identité et de l'union nationales face aux Mongols et à l'Eglise catholique de l'Ouest.

Au début du XIII<sup>e</sup> siècle, la Russie comptait 15 diocèses et plus de 70 monastères et couvents. A partir de 1350, sous l'impulsion de Serge de Radonez, plus de 150 abbayes cénobitiques apparurent dans les campagnes de la Russie actuelle.

Les deux principautés du Sud-Ouest, Volhynie et Galicie (l'actuelle **Ukraine**), depuis longtemps influencées par le monde occidental, en raison de contacts avec la Hongrie et la Pologne, s'étaient détachées du monde russe ; elles choisirent le rapprochement avec l'Occident. Au XIV<sup>e</sup> siècle, l'invasion mongole plus l'expansionnisme polono-lituanien fractionnent le peuple russe en trois groupes : au nord les Grands Russiens, à l'ouest les Biélorusses devenus sujets lituaniens et au sud les Ukrainiens dont la partie occidentale au moins fut soumise à la nouvelle « grande puissance » catholique polono-lituanienne.

A Tchernigov au nord de la Russie en Ukraine, le double système de 12 niches plates de la tour de la cathédrale orthodoxe de la Transfiguration du Sauveur (1036) se relayes, selon W. L. Tschernakal, pour donner l'heure (Ph. 18). Des signes du zodiaque y sont représentés.

La révolution de 1917 a fait disparaître beaucoup d'édifices.



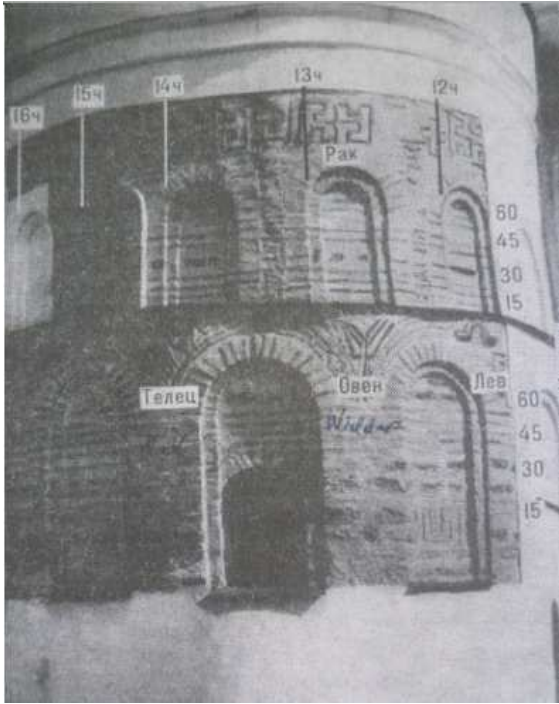


Photo n° 18

Au sud de l'Ukraine, en **Crimée**, l'Eglise orthodoxe fut par contre plus présente que l'Eglise catholique.

Le christianisme s'est développé au nord du Caucase surtout sous la forme gréco-byzantine.

Au sud du Caucase, la **Géorgie** ayant échappé à l'installation turque, on peut y suivre bien des traditions qui ont été vivantes dans le monde grec d'Asie mineure. De plus, le royaume de Géorgie resta le protecteur de Trébizonde (nord-est de la Turquie) dès ses origines jusqu'au XIII<sup>e</sup> siècle, moment où la cour des Comnènes fut au moins aussi géorgienne que grecque. La Géorgie, bien que protégée par le Grand et le Petit Caucase, les mers Noire et Caspienne, fut en partie dévastée par les troupes de Tamerlan vers 1400, mais reste riche de très nombreux édifices religieux qu'il serait bon d'investiguer.

Des trois **pays baltes**, seules l'Estonie et la Lituanie connurent une certaine influence du rite byzantin.

L'**Estonie** connut la foi chrétienne au début du VIII<sup>e</sup> siècle sous sa forme latine avant que l'influence du rite byzantin de Kiev ne la pénètre au XI<sup>e</sup> siècle dans sa partie est pour être chassée par les chevaliers Porte-Glaive en 1201 puis trois ans plus tard par les chevaliers de l'ordre Teutoniques, devenant maîtres du pays.

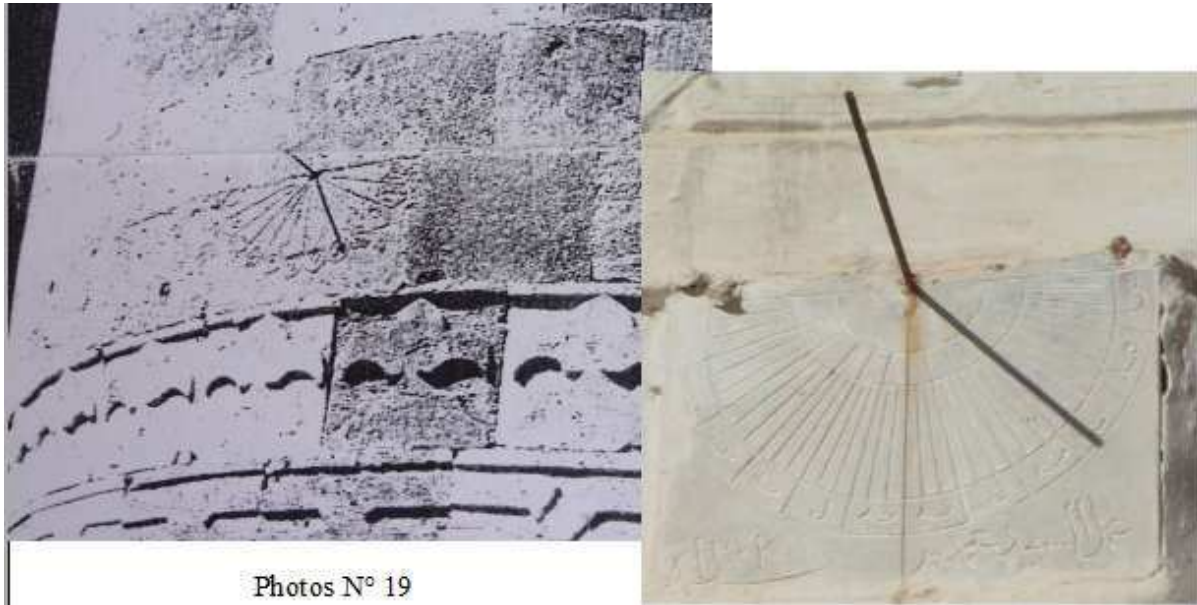
Il y eut unification des tribus de la **Lituanie** pour lutter contre ces deux ordres de chevalerie; la christianisation se fit selon la foi catholique et, dans son expansion vers l'est, selon l'orthodoxe.

La **Lettonie** fut christianisée au XIII<sup>e</sup> siècle, par ces deux mêmes ordres de chevalerie.

Il y a donc peu de chances pour que des cadrans médiévaux susceptibles d'être découverts dans ces trois pays baltes puissent servir la liturgie orthodoxe.

Nous avons vu que les limites entre Occident latin et Orient orthodoxe étaient incertaines, variables, et que les influences étaient tantôt mélangées, tantôt exclusives, chacun accusant l'autre d'être schismatique. Même s'il y eut beaucoup de destructions, on a pu constater que les cadrans médiévaux en terre d'orthodoxie ne sont pas nombreux et que, même ornés de lettres grecques ou cyrilliques, cela ne signifiait pas que ces cadrans servaient le rite byzantin. Celui de Studenica, en Serbie, est cependant authentiquement orthodoxe. Que le mont Athos, véritable conservatoire de monastères des Eglises nationales orthodoxes n'en comporte aucun doit orienter les recherches vers d'autres façons de mesurer le temps, comme les tables de pieds qu'on trouve dans les typika.

Plus extraordinaire encore, que la Turquie ottomane (à Siirt Kozluk au sud du lac de Van), autrefois byzantine ou la Syrie (à Damas) aient apposé sur plusieurs mosquées des cadrans d'aspect « canonial » (Ph. 19) complique singulièrement nos schémas de pensée !



Photos N° 19

Je remercie vivement H. Rau, K. Schaldach, M. Tadic et E. Theodossiou dont les travaux, les photos et l'aide m'ont permis de réaliser cette présentation.

**Addendum de février 2012:** le Serbe M.Tadic vient de m'adresser son article " Sundial at the fortification Hrusia", paru dans *Collection of papers-Faculty of Geography, University of Belgrade* 59 (287-290)". Il y parle d'un très probable cadran à 12 secteurs égaux à moitié enseveli sous un mur du port appartenant au monastère serbe de Chilandari au Mont Athos.



## Et cela donne l'heure !

- Vous voyez ça, les enfants ! C'est un cadran solaire. Ça donne l'heure avec l'ombre du petit bâton !

- C'est hyper bien fait, hein ! On ne voit même pas où sont les piles !

*Image transmise par M. Ugon,  
issue d'un magazine*



## Et tout ceci est vrai

Joseph Theubet

*Rubrique de Joseph Theubet consacrée aux gnomonistes et/ou cadrans extraordinaires de par leur conception, leur emplacement, leur histoire... Si vous connaissez des « cadrans incroyables », contacter : [jo.theubet@sfr.fr](mailto:jo.theubet@sfr.fr)*

### Un général suisse épris de gnomonique

Le Franco-Genevois, Guillaume-Henri Dufour naquit à Constance en 1787 où ses parents s'étaient exilés. Deux ans plus tard, la famille revient à Genève alors française. Guillaume-H. accède rapidement aux plus hautes études : à Genève, il suit les cours de lettres et de physique. Son attirance pour les mathématiques et la physique l'amène à l'École polytechnique de Paris (1807), avec pour professeur le mathématicien Gaspard Monge, puis à l'École d'application de l'artillerie et du génie de Metz. Devenu officier de génie, il est envoyé à Corfou pour construire des fortifications afin de parer à la menace anglaise. Promu capitaine d'état-major en 1814, ce bonapartiste convaincu tente vainement, après la bataille de Waterloo, de redorer le blason de l'empereur. Il revient à Genève devenue suisse entre-temps et dont il prend la nationalité. Dès lors, il est sur la voie des plus hautes fonctions. Parallèlement à sa carrière militaire où il devient colonel en 1827, il est professeur de mathématiques à Genève, chef du génie dans ce même canton, et, devenu ingénieur, s'occupe d'urbanisme. Fondateur et directeur de l'École militaire fédérale de Thoune, il forme les troupes de génie et les officiers d'artillerie. Dans ce cadre, il est le professeur de Louis-Napoléon Bonaparte, futur Napoléon III. Ses talents sont multiples, allant de la création du drapeau suisse à la topographie. Appliquant le système de triangulation, il réalise la carte de géographie « Dufour » au 1 : 100 000 qu'il mit trente-deux ans à réaliser. Le plus haut sommet de Suisse (4634 m) porte son nom.

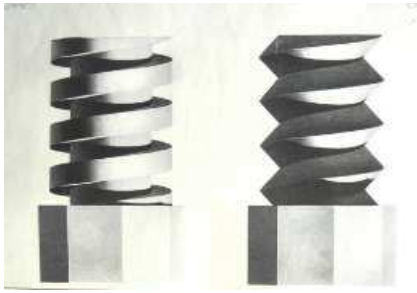
En 1847, commandant des troupes fédérales, il est nommé général<sup>1</sup> dans le but de résoudre le conflit entre cantons catholiques et cantons protestants (guerre du Sonderbund). Ses principes d'humanité durant cette guerre qui dura vingt-sept jours lui valurent un don d'honneur de 40 000 francs. Il est également un des fondateurs de la Croix-Rouge. En 1866 lui est décernée la grand-croix de la Légion d'honneur.

Il est temps maintenant de nous intéresser à l'aspect scientifique de ce brillant homme. Dans *L'œuvre scientifique et technique du général Guillaume-Henri Dufour*, publiée à Neuchâtel aux Éditions du Griffon en 1947, 447 p., la première partie se compose des chapitres suivants :

- Gnomonique et géométrie descriptive, p. 13-63;
- Géométrie perspective avec ses applications à la recherche des ombres : trouver l'ombre portée dans l'intérieur d'une voûte par son bord éclairé, p. 65-68;

<sup>1</sup> Il faut savoir qu'en Suisse, le grade de général n'est accordé qu'en temps de guerre ou de menace de guerre. Au XXe siècle, on compte deux généraux suisses, l'un en 1914/1918, l'autre en 1939/1945.





- Détails sur les ombres : a) Ombres sur la vis à filets carrés, p. 69; b) Ombres à filets triangulaires, p. 72;  
- Géométrie descriptive : trouver la ligne de contact d'un cône avec la surface rampante, p. 79-86

Il publie en 1871 sa version définitive en 50 pages de son traité de gnomonique en ayant soin de préciser : « *Ce petit traité de Gnomonique sera probablement mon*

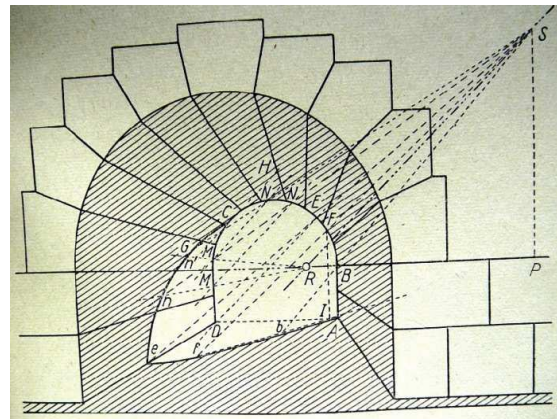
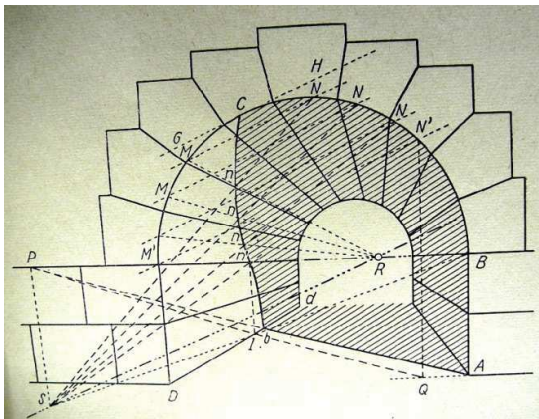
*dernier ouvrage, puisque sa date marque l'accomplissement de ma quatre-vingt-quatrième année* ». Il devait décéder quatre années plus tard en 1875.

Qu'on ne s'y trompe pas, ce traité n'apporte rien de nouveau dans la construction des cadrans solaires<sup>2</sup>. Alors pourquoi l'avoir écrit ? L'auteur se justifie :

« *Il existe sans doute plusieurs traités de Gnomonique, car cette science n'est pas nouvelle, mais en général ils sont volumineux, compliqués, ils renferment beaucoup de choses inutiles ou de rare application et n'offrent pas, dans les constructions qu'ils indiquent, la précision nécessaire pour de bons tracés, C'est ce qui m'a engagé à faire, pour ma propre satisfaction, ce petit ouvrage qui suppose, il est vrai, des notions préliminaires de géométrie et de calcul, mais qui ne renferme que le strict nécessaire pour les cas les plus ordinaires, tout en offrant les moyens de donner aux tracés des cadrans les plus ordinaires la précision désirable.* »

En 50 pages, il traite des cadrans à style polaire, l'horizontal, l'équinoxial, les verticaux déclinés et inclinés, soit les plus courants. Il faut y ajouter les arcs diurnes et la méridienne de temps moyen. Le général utilise deux manières de les réaliser : « *Ils se tracent graphiquement, ou au moyen de points déterminés par le calcul. Cette seconde méthode est la seule qui ait une exactitude suffisante. C'est aux calculs que nous accorderons la préférence.* »

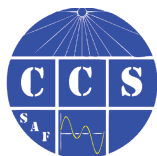
Un homme d'exception donc et qui aurait assurément fait partie de la CCS. On ne s'étonnera plus dorénavant de trouver sa statue équestre au centre de Genève.



NB : Plutôt que de reproduire ici des photos de ses constructions de cadrans, j'ai préféré présenter trois figures extraites de *Géométrie perspective avec ses applications à la recherche des ombres*.

<sup>2</sup> Les lignes qui suivent sont largement inspirées de la communication de Margarida Archinard présentée lors du colloque consacré à G.-H. Dufour en 1991 et qui s'intitule : *La gnomonique de Guillaume-Henri Dufour*.





## Faites-les vous-mêmes

Rubrique animée par Joseph Theubet

*Le responsable de cette rubrique, J. Theubet<sup>1</sup> attend que vous lui envoyiez un texte, si possible avec photo(s), sur la réalisation technique de votre ou de vos cadrans. Avec votre permission, il sera publié dans Cadran Info. Ainsi votre expérience servira à chacun. [jo.theubet@sfr.fr](mailto:jo.theubet@sfr.fr)*

### Une bouteille solaire ! par André Sauze

Composants pour réaliser un cadran solaire du type cadran pyrénéen, au moyen d'une bouteille de vin ou d'un autre breuvage, sauf Coca Cola dont la surface ne se prête pas à cet usage.



Ce cadran solaire comporte trois éléments :

- une étiquette portant un réseau de courbes
- un bâtonnet en bois de 2 mm de diamètre et de 6 cm de long environ, qui fera office de style
- une ventouse

L'étiquette est destinée à être collée sur la surface latérale d'une bouteille (de vin, ou autre, pleine ou vide) à l'opposé de l'étiquette d'identification du liquide.

La ventouse est fixée à la limite supérieure de l'étiquette en face de la date du jour de l'observation (pour différentes dates, il faut donc déplacer la ventouse). *Voir photo*

Le style est alors disposé dans le trou de la ventouse de manière à être perpendiculaire à la surface du verre. L'ensemble forme un cadran solaire.

La longueur du style, comptée depuis la surface latérale de la bouteille, varie avec la latitude du lieu. Il faut ajuster cette longueur selon la carte ci-dessous (longueurs en millimètres) : il suffit de sectionner le style avec un couteau ou une pince coupante.

Pour utiliser ce cadran, poser la bouteille verticalement au Soleil et la faire pivoter de manière que l'ombre du style soit parallèle à son axe vertical. L'extrémité de l'ombre tombe alors sur une ligne qui indique l'heure. Les heures sont graduées en heures d'été et sont valables de fin mars à mi-octobre. Pour les heures d'hiver, enlever une heure à la lecture.

<sup>1</sup> 1429 Rte des Bornes– 74350 MENTHONNEX-EN-BORNES

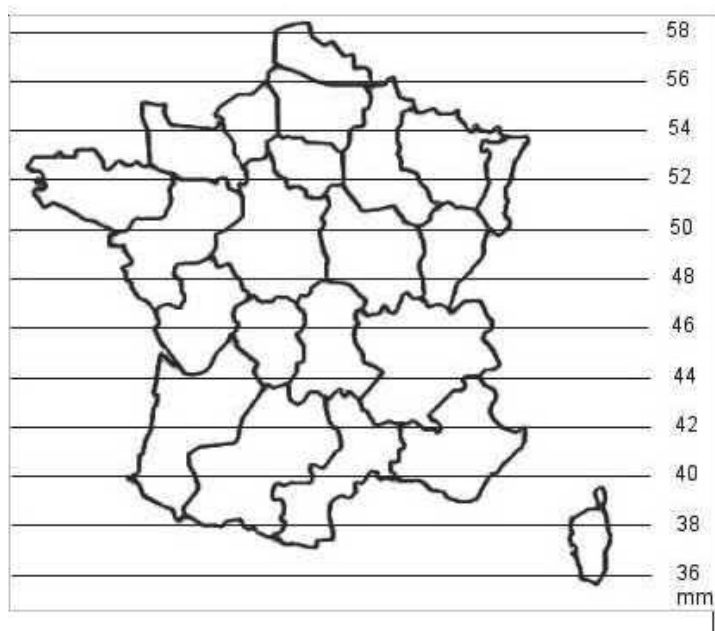
### Réalisation de l'étiquette

J'ai simplement utilisé un tableau Excel dans lequel j'ai entré les valeurs des hauteurs du Soleil à différentes heures de la journée et à différents jours de l'année, lesquels sont en abscisse. Excel me permet de tracer des graphiques en x/y. J'ai ensuite multiplié toutes les valeurs entrées par un coefficient constant (pas obligatoirement le même en x et en y), afin que le graphique que me donne Excel corresponde aux dimensions de l'étiquette, dimensions que je me suis fixées a priori. J'ai ensuite rajouté les écritures.

La longueur A du style est fonction de la dimension de l'étiquette, ou plus exactement de l'ordonnée H de la courbe limite (12 heures solaires) au solstice d'été.

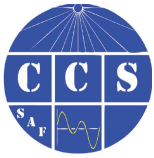
On a  $A = H \cdot \text{tg } J$ , dans laquelle J est l'angle zénithal du Soleil, à 12 heures solaires, lequel est égal à  $L - D$  (latitude moins déclinaison maximale, soit  $23,45^\circ$ ).

La carte ci-dessous, qui donne les valeurs de A pour la France, permet d'éviter les calculs.



Valeurs de A pour la France





## Passage au méridien et culmination

Alexandre Vial

*Passage au méridien et culmination : démonstration et simplification. Ce document fait suite à la lecture d'un chapitre du livre de Denis Savoie, La Gnomonique [1], qui traite du passage au méridien et de la culmination du Soleil. La démonstration de l'angle horaire de culmination est différente de celle de Denis Savoie, qui consiste à développer  $z$  (distance zénithale du Soleil) en série en fonction de  $H$  (angle horaire), et diffère également d'une autre plus ancienne [2] basée sur le développement en série de la hauteur  $h$  en fonction de  $H$ .*

### 1 Angle horaire de culmination

On part de la formule reliant la hauteur  $h$  du Soleil pour une latitude  $\phi$  à sa déclinaison  $\delta$  et à l'angle horaire  $H$  :

$$\begin{aligned} \sin h &= \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos H \\ &= f(\delta, H). \end{aligned} \quad (1)$$

$\sin h$  étant une fonction croissante de  $h$  si  $0 < h < \pi/2$ , on peut étudier directement la fonction  $f$  pour trouver le maximum de  $h$ . Celui-ci s'obtient en écrivant  $df=0$ , soit en explicitant :

$$\begin{aligned} df &= \frac{\partial f}{\partial \delta} d\delta + \frac{\partial f}{\partial H} dH \\ &= (\sin \phi \cos \delta - \cos \phi \sin \delta \cos H) d\delta - \cos \phi \cos \delta \sin H dH \\ &= 0, \end{aligned} \quad (2)$$

et donc pour finir

$$(\sin \phi \cos \delta - \cos \phi \sin \delta \cos H) \frac{d\delta}{dH} = \cos \phi \cos \delta \sin H. \quad (3)$$

En utilisant la notation de D. Savoie

$$|\Delta\delta = \frac{d\delta}{dH}$$

(variation horaire de la déclinaison), on a

$$(\sin \phi \cos \delta - \cos \phi \sin \delta \cos H) \Delta\delta = \cos \phi \cos \delta \sin H. \quad (4)$$

Il s'agit d'une équation transcendante, que l'on peut résoudre par itération. Cependant, il y a plus simple.  $\Delta\delta$  étant très faible ( $\delta$  et  $H$  sont deux fonctions du temps, mais  $\delta$  varie d'environ  $46^\circ$  en six mois, alors que  $H$  varie de  $15^\circ$  par heure), on peut déduire de (4) que  $\sin H$  et donc  $H$  le sera également. Par conséquent, on peut considérer que  $\cos H \approx 1$ , ce qui permet de simplifier le membre de gauche de (4) :

$$\sin \phi \cos \delta - \cos \phi \sin \delta \cos H = \sin \phi \cos \delta - \cos \phi \sin \delta \quad (5)$$

$$= \sin(\phi - \delta), \quad (6)$$

et permet donc d'obtenir la relation

$$\sin H = \frac{\sin(\phi - \delta)}{\cos \phi \cos \delta} \Delta\delta \quad (7)$$

On peut également se contenter de la première simplification (5), ce qui donne

$$\sin H = (\tan \phi - \tan \delta) \Delta\delta. \quad (8)$$

La formule (7) diffère légèrement de celle donnée par D. Savoie, qui est en  $\tan H$ . Cependant, cette différence est en réalité négligeable, car comme on l'a dit auparavant,  $H$  étant très petit, on peut utiliser l'approximation  $\sin H \approx \tan H \approx H$  sans modification sensible du résultat, ce qui conduit à la formule « définitive » donnant l'angle horaire de culmination du Soleil

$$H = (\tan \phi - \tan \delta) \Delta\delta. \quad (9)$$

Cette équation est toujours une équation transcendante, puisque  $\delta$  n'est pas une constante, cependant sa variation temporelle est tellement faible par rapport à celle de  $H$  qu'il est inutile de procéder à plusieurs itérations pour affiner la valeur de  $H$ , le calcul direct est suffisant, en utilisant  $\delta = \delta_0$ , c'est-à-dire la valeur de la déclinaison au méridien.

On peut introduire la distance zénithale du Soleil au méridien  $z = \phi - \delta_0$ , qui permet d'écrire (7) sous la forme

$$\sin H \approx H = \frac{\sin z}{\cos \phi \cos \delta_0} \Delta\delta. \quad (10)$$

Les jours d'équinoxe, la formule (9) peut encore se simplifier en considérant la déclinaison comme pratiquement nulle, ce qui conduit à

$$H_{\text{equinoxe}} = \tan \phi \Delta\delta. \quad (11)$$

Utilisons cette dernière formule pour retrouver les résultats fournis par D. Savoie : on se place le 21 mars 2003 (équinoxe de printemps), on a  $\Delta\delta = 1/15^\circ$ . À Paris ( $\phi = 48^\circ 50' 11''$ ), on trouve  $H = 17s$ , au Caire ( $\phi = 30^\circ$ ) on obtient  $H = 9s$ , et pour  $\phi = 60^\circ$  on a  $H = 26s$ . Ces valeurs correspondent bien à celles données dans l'ouvrage cité.

## 2 Variation de hauteur du Soleil

Afin de calculer la variation de hauteur du Soleil entre son passage au méridien et l'angle horaire  $H$  déterminé auparavant, repartons de l'équation (1), mais en explicitant  $\delta = \delta_0 + \Delta\delta H$ , en développant les termes en  $\sin \delta$  et  $\cos \delta$  et en effectuant un développement limité à l'ordre 2 des termes en  $\cos H$ . Après quelques lignes de calcul, on obtient :

$$\sin h = \sin h_0 + \Delta\delta H \sin(\phi - \delta_0) - \frac{H^2}{2} \cos \phi \cos \delta_0 - \frac{H^2}{2} \sin h_0 \Delta\delta^2, \quad (12)$$

avec

$$\sin h_0 = \sin \phi \sin \delta_0 + \cos \phi \cos \delta_0. \quad (13)$$

Si l'on remplace  $H$  par son expression donnée par l'équation (10), on voit que le dernier terme obtenu dans (12) est en  $\Delta\delta^4$ , alors que les deux termes précédents sont en  $\Delta\delta^2$ . On va donc pouvoir négliger ce dernier terme par rapport aux deux autres. Par conséquent, en n'oubliant pas que  $\sin(\phi - \delta_0) = \sin z = \cos h_0$ , on trouve pour finir

$$\sin h = \sin h_0 + \frac{\sin^2 z \Delta\delta^2}{2 \cos \phi \cos \delta_0}. \quad (14)$$



Comme par ailleurs, on peut écrire

$$\sin h = \sin(h_0 + \Delta h) = \sin h_0 + \Delta h \cos h_0 = \sin h_0 + \Delta h \sin z, \quad (15)$$

on en déduit pour finir

$$\Delta h = \frac{1}{2} \frac{\sin z}{\cos \phi \cos \delta_0} \Delta \delta^2. \quad (16)$$

Encore une fois, ce résultat diffère légèrement de celui donné par D. Savoie dans son ouvrage, qui est en  $\tan \Delta z$ , mais  $\Delta z$  (ou  $\Delta h$ ) étant très petit, il n'y a pas de différence notable dans l'application numérique.

### 3 Remerciements

Je remercie Denis Savoie, qui m'a aimablement fourni une copie de ses notes de travail originales, ce qui m'a encouragé à persévérer dans le calcul  $\Delta h$  en poussant le développement limité à l'ordre 2 !

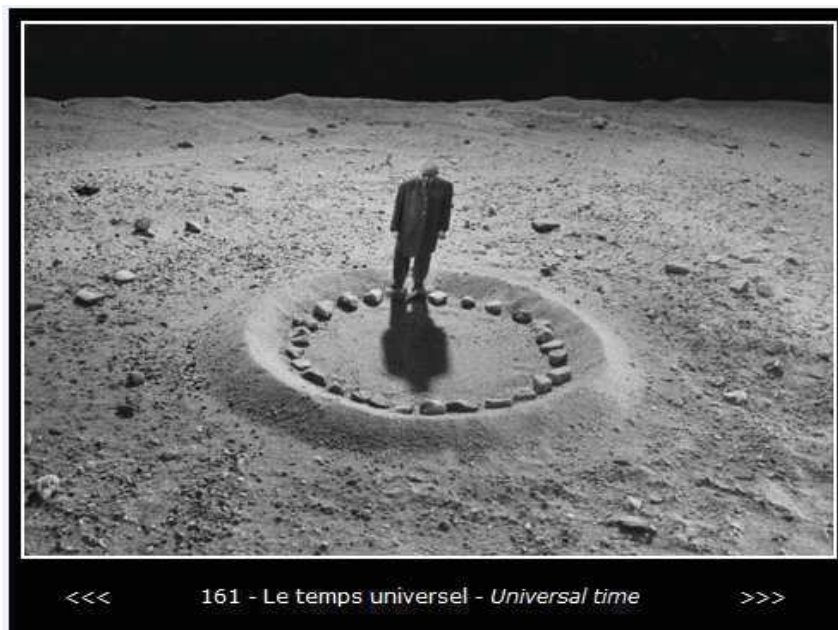
### Références

- [1] D. Savoie : *La gnomonique*, chapitre, Miscellanea. <<Les Belle lettres, 2007>>.
- [2] L. Lallemand, << *Sur la hauteur de culmination des astres ayant un mouvement en déclinaison*, *Ciel et Terre*. Bulletin de la Société belge d'astronomie, 40 : 205–208, 1924.



## *Le temps en photographie... par Gilbert Garcin*

Tapper : [Images correspondant à Gilbert Garcin sur Google](#)





## INFORMATIONS DIVERSES



### ° Les dernières réalisations:

#### - Cadran de l'église de Trégastel :

Jean-Paul Cornec nous écrit: « Le cadran solaire de l'église de Trégastel (Côtes-d'Armor) avait disparu en 2002. Il datait de 1770.

Sur une initiative de l'association Sites et Patrimoine menée par M. Le Doaré, une copie vient d'en être réalisée. Installé mi-décembre 2011 ce nouveau cadran a vu son premier rayon de Soleil le 27 du même mois. A l'occasion le tracé des lignes horaires et l'implantation du style ont été refaits correctement pour bien tenir compte de la déclinaison du mur.

Il a été réalisé par le sculpteur



Eglise de Trégastel



Nouveau cadran sur l'église de Trégastel

Seenu Shanmugam\* qui avait gravé un des cadrans de l'ensemble de trois cadrans inauguré cette année à Lannion ».

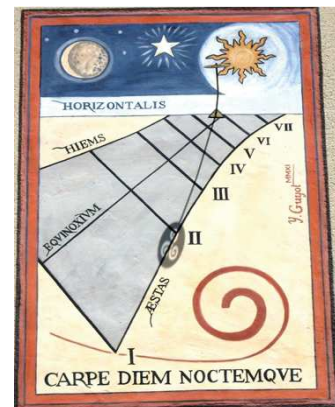
\* (<http://www.seenusculpteur.com/>)



Cadran de Lanion

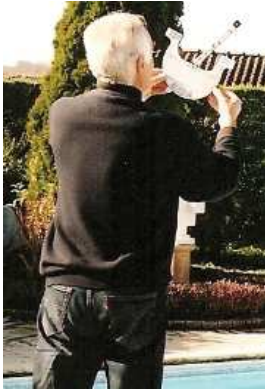
#### - Cadran à Saint-Anthème :

M. Daniel Gonon, nous informe de la réalisation d'un cadran peint en fresque par Yves Guyot, sur la façade Ouest de sa maison à Saint-Anthème (dep 63).



### - Une navicula de venetiis :

M. André Marchal nous a adressé le courrier suivant : « La lecture de la revue *l'Astronomie* N°45 m'a poussé à fabriquer un instrument hélihoraire qui m'intéressait depuis longtemps : "La Navicula de Venettis".



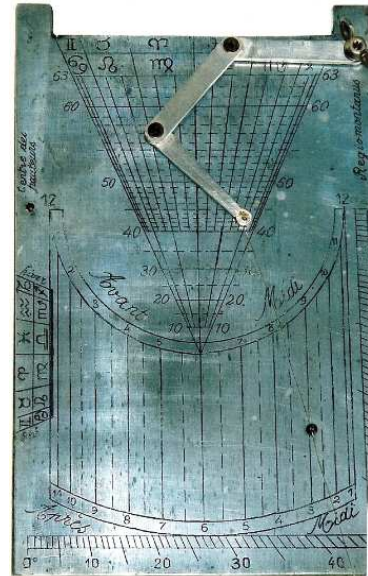
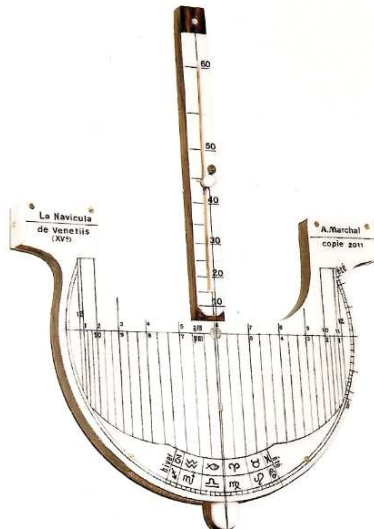
Ci-joint une photographie de ma réalisation à laquelle j'ajoute un *Regiomontanus* gravé à l'eau forte sur une plaque de zinc, il y a plus de 10 ans. J'ai donc pu les comparer.

Ils fonctionnent exactement de la même façon. Ce qui les différencie, c'est la forme du support (l'un est esthétiquement plus plaisant que l'autre) et la simplification du réglage du point de suspension sur la Navicula (mât avec coulissant plutôt que bras articulés).

Au niveau de la précision, c'est surtout la longueur de la ligne de visée qui peut jouer. Pour les deux instruments le gros problème est la stabilisation du fil surtout s'il y a du vent. Je pense que l'on peut garantir +/- 10 mn de temps. Ces deux merveilleux objets hélihoraires donnent les heures des levers et couchers solaires pour

toutes les latitudes, toute l'année et éventuellement les hauteurs.

Leur fonctionnement est à peu près sur le même principe que celui du Pros Pan Klima. C'est dire que pour un lieu et une date donnés on place le marqueur dans le plan de l'écliptique (déclinaison 12h), puis en fonction de la hauteur du Soleil, le marqueur décrit un arc de cercle qui coupera des divisions horaires (régulières ou temporaires).



### - Restauration de la méridienne de Condé-Sur-Escaut :





La méridienne inscrite sous le numéro 5915301-1 de notre inventaire a été restaurée par le cadranier Yves Guyot. Pour ce travail, notre collègue a reçu un « certificat de capacité » mentionnant la satisfaction totale de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre : M. Merlier, DRAC de Lille, Direction régionale ds affaires culturelles ; Mme Huvelle, Valenciennes Métropole ; M. Devaux, architecte, agence Nathalie T'Kint

Sur la page précédente la méridienne telle qu'elle se présente maintenant. Les photos sont issues du « certificat ».

### - Escalazol

Après la plomberie, la menuiserie, voici la dernière réalisation, de Claude Gahon. « Mon "parrain" Joël Robic a trouvée ce cadran original, alors je vous présente ma dernière création "Escalazol" dont le nom vous paraîtra évident.

La lecture de l'heure est simple et je l'explique comme cela : En été (photo 16), l'heure solaire est celle de la 1ère "marche" ne portant pas d'ombre, les marches partiellement ou totalement ombrées représentent les heures passées.

En hiver, le soleil est sous le plan équatorial, c'est donc sur le dessous des marches (photo 15) qu'il faut faire la lecture, et dans ce cas les marches partiellement ou totalement ombrées représentent les heures à venir.

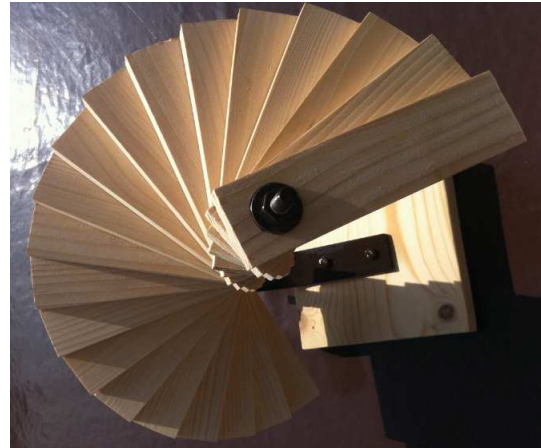


Photo 16



Photo 15



◀ Photo 14



On évite cette solution, pas toujours très commode, en observant (photos 3 ou 14) les ombres sur les contre-marches, et dans ce cas l'heure solaire est donnée par la dernière marche dont la contre-marche est complètement ombrée. L'explication sera plus claire et plus évidente en regardant les photos, il manque cependant quelques repères pour indiquer à quelle heure on se trouve, il faut compter les marches !!!

J'espère que cela vous intéressera.  
Très cordialement ». Claude Gahon

Photo 3 ►



### ° Ils ont vu:

- Joseph Theubet : Musée Islamique du Qatar



« Chers amis, prises par une amie, voici quelques photos du Musée Islamique du Qatar qui pourront vous intéresser ».



L'ensemble des cadrans présentés dans la vitrine est t noté :

Turkey Wood, lacquer			
■ Dated 1282 AH (1865-1866 AD) WW.88.2007	■ Dated 1280 AH (1863-1864 AD) WW.98.2007	■ 19 <sup>th</sup> century WW.100.2007	■ Dated 1290 AH (1873 AD) WW.101.2007
■ 19 <sup>th</sup> century WW.89.2007	■ 19 <sup>th</sup> century WW.91.2007	■ Dated 1283 AH (1876-1877 AD) WW.99.2007	■ Dated 1283 AH (1866 AD) WW.103.2007
■ Dated 1277 AH (1861 AD) WW.93.2007	■ 19 <sup>th</sup> century WW.94.2007	■ Probably 1241 AH (1826 AD) WW.102.2007	Photo illisible
■ Dated 1219 AH (1804 AD) WW.92.2007	■ 19 <sup>th</sup> century WW.96.2007	■ Dated 1294 AH (1877-1878 AD) WW.90.2007	■ 19 <sup>th</sup> century WW.97.2007

### - Didier Benoit : Cadran canonial de Mailhocs (Tarn)

« Sur la commune de Mailhocs (code postal 81130 ; Latitude : 44°00'21'' ; Longitude : - 2°04'16''), au lieu dit « Pradels », empreinte lapidaire à trous (non référencé SAF) sur le montant droit du jambage de la porte d'entrée d'un pigeonnier. Autrefois se trouvait en ce lieu le monastère des Fargues.

Trois rayons sont visibles. Au fond du trou central, marque tanique laissée par du bois. Avec celle-ci, c'est la seconde empreinte de ce genre découverte dans le département du Tarn, la première étant sur la chapelle de Vitrac, commune de Sieurac.

Le monastère dit *de Fargues*, du nom de Béraud de Fargues, évêque d'Albi, a été fondé vers le début du XIV<sup>e</sup> siècle. C'était une communauté de sœurs de Sainte-Catherine. Louis I<sup>er</sup> Amboise la remplaça par celle des Annonciades, nouvellement fondée par Jeanne de France, fille de Louis XI. Albi eut



Cadran canonial à trous du domaine des Fargues



Canonial à trous de la chapelle de Vitrac  
commune de Sieurac

donc une de ses premières maisons. Son nom exact était couvent de l'AVE MARIA. Il était situé à Albi, en face de la Berbie ; il en restait naguère quelques traces, rue des Fargues\*.

Ces religieuses possédaient l'église de Sainte-Martiane, et quelques droits et revenus près d'Albi et des terres à Mailhoc.

La pierre des « Pradels » paraît signée, par ce monogramme marial. Il est contenu dans un cartouche dont le style pourrait s'accommoder de la date 1669 (date inscrite sur le linteau de la fenêtre du premier étage).

Le lieu dit « Pradels » est très

proche de l'église Saint-Etienne de Brès, ancienne paroisse, dans la commune de Villeneuve-sur-Vère. Or cette paroisse fut un prieuré-cure, à vicairie perpétuelle de l'abbaye Saint-Géraud d'Aurillac en Auvergne.

Cette abbaye lointaine, possédait aussi, jusqu'à la Révolution, les églises de Sieurac et Vitrac, un peu plus au sud en Albigeois. Sieurac et Vitrac furent rattachées par Aurillac à la surveillance de Brès. Un chemin des moines liait ces deux lieux de culte et la similitude de facture de nos deux cadrans trouve sa source certainement là. Pour moi, cette pierre est un remploi et provient des ruines d'une partie de l'église Saint-Etienne de Brès ».



## ° Courriers gnomoniques

### - Cadran du Crêt-Chatelard (A. Bousquet)

« Après la publication de mon article sur le cadran du Crêt-Chatelard dans *Cadran Info* n° 22 et les commentaires de Denis Savoie, j'apporte quelques compléments pour éclairer mes propos » André Bousquet, le 6 septembre 2011.

Dans mon article, j'ai évoqué brièvement le livre de G. Chouquer *Les Arpenteurs Romains* sur lequel je reviens pour ajouter quelques précisions. Chouquer s'intéresse au tracé de la méridienne et, accessoirement, indique quelques cadrans solaires – susceptibles de lui faciliter ce tracé - de même type que celui du Crêt-Chatelard. L'intérêt de ce texte est :

1) de montrer qu'il y a au moins 3 – objets - de même type considérés, par divers découvreurs et auteurs de travaux sur eux, comme des cadrans solaires. G. Chouquer les décrit dans ses propres termes, sans analyse approfondie et il cite dans son texte et/ou dans les légendes des photos, trois auteurs :

- Dilke, 1971, à propos du cadran du Crêt-Chatelard ;
- J. Soubiran, 1963, à propos du cadran de Rome, qui est celui étudié initialement par D. G. Baldini ;
- R. R. J. Rohr, *Les Cadrans Solaires*, 1986, qui a dessiné un cadran d'origine indéterminée (dans ce texte) mais dont le gnomon ressemble à celui d'Oxford.

2) La photo du cadran d'Oxford et le dessin de Rhor montrent que la couronne a un point de suspension, qui indique clairement une utilisation du disque en position verticale.

Précisons que les objets de Rome, d'Oxford et la légende du dessin de Rhor font état de trois parties : un disque interne, avant, le tympan, un disque arrière (la mère) muni d'une couronne non graduée dans le cas de Rome.

Celui du Crêt-Chatelard se distingue des autres par le fait qu'il ne comporte que deux parties, il n'a qu'un seul disque ; comme l'écrit Vincent Durand qui a eu tout le loisir d'étudier l'objet directement.

Par ailleurs F. Woepcke a publié une étude sur le fonctionnement (éventuel) du cadran de Rome. Je n'ai pas lu cette thèse qui est soumise à un examen critique par Berolini (1847) (texte en latin et traduction de larges extraits par N. Thiollier, inclus dans les archives de V. Durand).

Le mode d'emploi décrit par Woepcke fait bien état de deux points essentiels : le disque est tenu verticalement et orienté dans le plan du Soleil. Cependant Berolini conteste la méthode pour fixer la position de « l'aiguille », le triangle dont l'hypoténuse est courbe.

Je cite une partie de la conclusion: « La divergence des résultats n'est pas mince : comment Woepcke n'a-t-il pas soupçonné qu'elle tient peut-être à ce que l'équation (1) ou plutôt l'hypothèse sur le mode d'emploi de l'instrument qu'elle représente est mal établie. Une discussion sérieuse n'eût pas dû se borner à ce jeu de formules algébriques. On eût aimé voir Woepcke aborder de front le problème et chercher les conditions dans laquelle les heures temporaires peuvent être marquées, sous des latitudes diverses, par la projection de l'ombre d'un point, d'une ligne ou d'une surface à déterminer ? ».

En m'inspirant du cadran dit « au système de Ptolémée » par J. N. Tardy *Les Cadrans Solaires*, Edisud, 1999, j'ai ajouté un style portant ombre sur l'hypoténuse à l'objet archéologique tel que nous le « connaissons ». Ce dernier mot entre guillemets car je me demande s'il y a eu une étude métallurgique de l'un ou l'autre de ces instruments pour détecter notamment l'existence de soudure ou de tout autre mode de fixation de partie disparue, ce qui

permettrait d'argumenter plus solidement l'usage et la méthode d'emploi de ces objets archéologiques.

⇒ Dans la version CDrom de *Cadran Info* vous trouverez en annexe :

Les arpenteurs romains : Théorie et pratique, par Gérard Chouquer et François Favory

### - Le Pros Pan Klima, suite de mes recherches (A. Marchal)

« J'ai retrouvé dans un bel ouvrage de 1999, traduit en français et édité par LAROUSSE en 2000, une nouvelle trace du P. P. K : « L'histoire du temps » par Kristen Lipincott, directrice de l'Observatoire royal de Greenwich.

A la page 118 on nous présente la photographie d'une reconstituions en laiton de l'instrument que nous appelons Pros Pan Klima (mais non confirmé dans le texte) faite à partir de fragments grecs très anciens. Il est du même type que celui de Henri Michel (gnomon-alidade perpendiculaire au limbe) et il se trouverait au museum des sciences à Londres.

L'explication donnée par son utilisateur est toujours la même et à mon avis, contestable : l'instrument suspendu à un anneau fixé en latitude ; l'alidade réglée sur la date (déclinaison) et le limbe face au Soleil pour lire l'heure temporaire en usage à l'époque.

Pour une expérimentation, quoiqu'elle me paraissait inutile car avec une alidade oblique je ne voyais pas comment obtenir une hauteur du Soleil, j'ai fabriqué une copie de l'objet, pour le plaisir, qui a confirmé cette impossibilité.

Pour clore le sujet, je le résumerai ainsi : cet instrument avait bien deux fonctions, l'une pour déterminer une latitude, peu précise, et l'autre pour connaître l'heure temporaire variable d'un lieu. Mais ces deux fonctions étaient indépendantes. Le réglage de l'alidade sur la déclinaisons ou la date servait uniquement à la mesure de la latitude :

$$LAT = 90^\circ - hs (12h) + \text{décli.}$$

Pour connaître un moment de la journée il suffisait de placer verticalement l'alidade (gnomon au zénith) sur le limbe suspendu et face au Soleil. Les divisions gravées donnaient des hauteurs de soleil, donc des moments approximatifs de la journée, utiles à la vie courante.

La courbure donnée à l'hypoténuse du triangle de l'alidade s'explique très bien par le désir de graver des divisions à peu près égales pour des durées à peu près égales ».

⇒ Dans la version CDrom de *Cadran Info* vous trouverez en annexe :

Le PPK démystifié

- Articles concernant le cadran **Pros Pan Klima** publiés dans notre revue *Cadran Info* :
  - CI 22 p. 136 : A propos du cadran du Crêt-Châtelard (P.Gagnaire, M.Bousquet, D.Savoie) ;
  - CI 23 p. 135 : Cadran antique Pros Pan Klima (Cl Guicheteau) ;
  - CI 25 p. 112 : Courrier en réponse à l'article du CI 22 ( M.Bousquet) ;
  - CI 25 p. 113 : Le Pros Pan Klima, suite de mes recherches (A.Marchal) ;





**- Question/Réponse (D. Savoie)**

**Le « grès qui va boire » à la rivière**

Monsieur Noël Granier s'adresse à la SAF pour des questions concernant un astéroïde de 1990 et pour un problème de gnomonique.

Nous présentons ci-après l'extrait du courrier au sujet de la longueur d'une ombre d'une pierre dressée verticalement et le plan IGN qui l'accompagnait.

Ce fameux « grès » est appelé le « grès qui va boire ».

Il est situé à l'est de Fère-en-Tardenois (02) et situé par M. N. Garnier à :

- latitude 49°12'07 N,
- longitude 3°30'45 E

et sur le plan IGN : a = 265m ; b = 343m ; c=265m ; d = 138m.

*b) Une légende veut qu'à une certaine époque de l'année ... (?) l'ombre d'un grès ~ 3m de hauteur situé sur le talus de la D2, descend jusqu'au ruisseau situé en contrebas ... Comment calculer, vérifier si c'est une légende (ou une réalité ?) Ci-joint extrait de carte I.G.N. En vous remerciant très vivement, par avance, Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments distingués*  
*Granier*

Voici la réponse de D.Savoie :

Une vérification sur GoogleEarth a permis d'affiner les paramètres à prendre en compte dans ce problème.

J'ai adopté :

latitude :  $\phi = 49^\circ 11' 48''$ ; hauteur du grès = 3 m;  
 PC = 274 m; PA = 162 m;

CE = 183 m; altitude du grès = 134 m; altitude du ruisseau = 120 m

La situation est représentée sur la figure 1 (page suivante) : le grès



se trouve en P et d'après la légende, son ombre « va boire » au ruisseau (en gras sur la figure) situé en contrebas.

Avant de se lancer dans des calculs à n'en plus finir, il faut déterminer grosso-modo si la légende est possible : étant donnée l'orientation du grès par rapport au ruisseau, l'ombre du grès ne peut atteindre le ruisseau qu'au printemps et en été, puisque le Soleil doit être dans la partie nord-est ou nord-ouest de l'horizon. Voyons la situation extrême au solstice d'été : à Fère-en-Tardenois, l'azimut du Soleil au solstice d'été au lever-coucher s'obtient par :

$$\cos A_{\text{été}} = - \sin \varepsilon / \cos \phi ; \text{ où } \varepsilon = 23^\circ,433 \text{ actuellement}$$

soit  $A_{\text{été}} = \pm 127^\circ,46$ . L'angle compté depuis le Nord vaut  $\pm 52^\circ,54$ .

En négligeant dans un premier temps l'inclinaison du talus, on voit sur la figure que l'angle  $A'$ , azimut de l'ombre du grès lorsqu'il « boit au ruisseau », vaut :  $\sin A' = CE/PC$ , soit  $A' = \pm 41^{\circ},9$ . Problème : il faudrait un excès de plus de  $10^{\circ}$  dans l'azimut du Soleil pour que l'ombre du grès tombe dans le ruisseau !

Même en tenant compte de l'inclinaison qui place le grès 14 m au-dessus du ruisseau, soit à peine une pente de  $3^{\circ}$ , il est impossible avec les paramètres précédents que l'ombre du grès atteigne le ruisseau. Si l'angle dans le plan du talus vaut  $A'$ , l'angle projeté  $A$  sur le plan horizontal (où l'on mesure l'azimut du Soleil) vaut :

$$\text{tg } A = \text{tg } A' / \cos i, \text{ soit ici } 41^{\circ},94.$$

Sur le site de l'IGN, non seulement la carte la plus récente diffère de celle envoyée par le correspondant puisque le ruisseau qui passait en arc après avoir coupé la route, n'existe plus ; l'option « hydrographie » du même site IGN montre que le ruisseau passe au sud actuellement du lieu dit « Moulin Canard » même si un petit bras adjacent aboutit au Moulin. Il faut donc en conclure que le cours actuel a été modifié et qu'un ru, aujourd'hui comblé, a existé dans le passé.

Mais même cette solution ne résout pas le problème. Car pour qu'un grès de 3 m de haut engendre une ombre de l'ordre de 274 m de long, il faut que la hauteur du Soleil soit d'environ  $0^{\circ} 38'$ , autant dire un Soleil sur l'horizon ! Or un tel Soleil ne peut éclairer un plan incliné de  $3^{\circ}$  (pente du talus) même avec une forte réfraction et en tenant compte du demi diamètre solaire ( $0^{\circ} 15'$ ).

Si l'on veut que la légende puisse fonctionner, il faut envisager que le grès a été déplacé (il est aujourd'hui au bord de la route) et que dans le passé, il s'est trouvé beaucoup plus près d'un ancien lit du ruisseau.

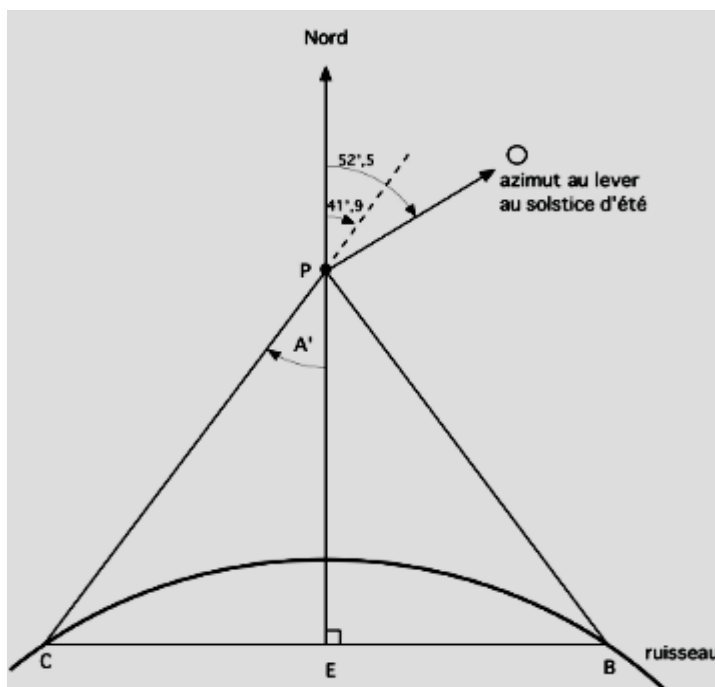


Figure 1



## ° Informations diverses

### - Le canon de la tour Eiffel, information de N. Marquet

Mademoiselle Nicole Marquet a découvert sur le site *ParisAvant.com*, (<http://parisavant.com/index.php?showimage=1468>), une information concernant un canon qui tonnait l'heure de midi depuis la tour Eiffel.

« Les clichés ont été pris depuis le 2ème étage de la tour Eiffel, dans le 7ème arrondissement, au coin du pilier ouest. 21 coups de canon avaient salué la fin de la construction de l'édifice, le 31 mars 1889. A partir de 1900, le canon que l'on voit sur la photo ancienne a retenti tous les jours, à midi. Il était d'ailleurs appelé canon de midi et servait à régler les montres, dont les mécanismes insuffisamment précis retardaient ou avançaient. Cette tradition a perduré jusqu'en 1914 ».



Vue actuelle



- Lu dans *Le Dauphiné libéré* du 25/8/2011 par J. Theubet



« Après de longs mois passés sur des chantiers en Bourgogne et en Ile-de-France, Yann Narzabal, compagnon tailleur de pierre, est revenu à Ambilly. Dans le parc Jean-Beauquis, le jeune artisan a gravé au ciseau des chiffres plus grands sur la table, en clin d'œil à l'affichage digital des appareils actuels, ainsi que la devise choisie par la municipalité. « Nous voulions un texte poétique qui rappelle la fuite du temps sans apporter un poids moralisateur ni une incitation à la débauche » explique Marie-Christine Egger, adjointe à la culture. Charles Bruckmann, astronome ambrillien a proposé plusieurs devises. Celle-ci s'intègre bien dans le parc, où le cycle des saisons peut être observé sur les arbres, dont trois baux noyers



d'Amérique, et des bassins tantôt gelés, tantôt habités par de jeunes canards colverts. La phrase « A toute heure accepte ici les saisons de ton cœur » est visible sur les côtés du cadran, et un panneau expliquant la lecture de l'heure solaire viendra renseigner les promeneurs.

**- Dans La semaine du Minervois, J.Pakhomoff**

Dans le journal local *La semaine du Minervois* de mi octobre 2011. Un article concernant les cadrans de notre collègue Jean Pakhomoff.

Présentation du cadranier qui vient de s'installer pour la retraite à Azille. Présentation générale des cadrans solaires et de ses oeuvres en particulier.

(Deux coquilles à corriger: lire *cosmographie* à la place de *chromographie*, la photo montre un cadran inclinant et non déclinant)

➔ Dans la version CDrom de *Cadran Info* vous trouverez en annexe :

Le fichier numérisé de l'article sous le titre : « Article Semaine du Minervois 7 10 2011 »

Vous pouvez également retrouver : un cadran

septentrional ouest à Azille, un cadran solaire à Pépieux dans l'Aude et bien d'autres cadrans sur le site : <http://www.pakhomoff.net/>

**- L'heure des relais de poste, par M. Lambalieu/Ph. Sauvageot**

° Musée de la Poste, 34 boulevard de Vaugirard à Paris

Il existait 252 relais de poste en 1584. En 1850, 2000 étaient recensés. Le relais s'apparente à une grande ferme présentant un vaste ensemble de bâtiments, une cour, de grandes écuries, des granges, les logements du maître et accessoirement une forge et une auberge. Ils étaient généralement dotés d'un cadran solaire rapporté ou tracé directement sur le mur.



Maquette du relais de poste de Gournay-sur-Aronde, réalisée par M.Houy en 1973

Cadran de la poste royale en marbre, daté 1776 ►

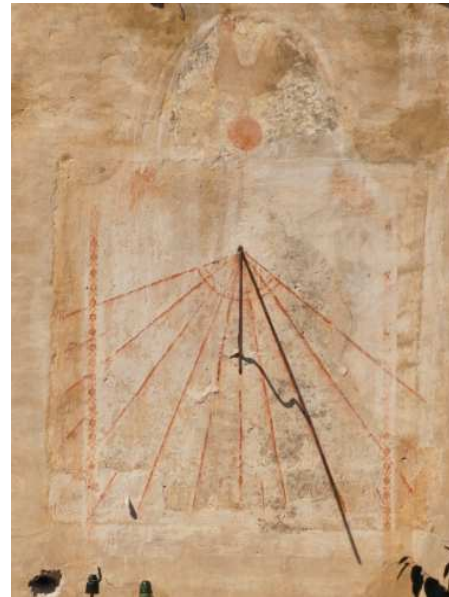


Cadran de la poste royale en marbre, daté 1776



### ° Vestiges à Rochefort-du-Gard

Michel Lamballieu a photographié l'environnement mi 2011, on aperçoit le cadran au fond et le cadran référencé 3021701-1 en 1996. Celui-ci est situé sur un mur en ruine de la Bégude à Rochefort-du-Gard.



« Après enquête, le bâtiment s'avère être un ancien relais de poste qui a fait l'objet d'une préemption par la mairie pour y faire la mairie annexe, plus quelques dépendances. Le cadran y est encore représenté sur l'image projet d'architecte (au-dessus de la voiture, flèche rouge), mais en relief. ? » .



M. Lambalieu a pris contact avec le responsable des travaux et l'historienne du village pour s'assurer de la restauration du cadran. En novembre 2011, notre commission a soutenu cette démarche en adressant un courrier aux personnalités concernées par le projet. Une réponse de Monsieur le maire de Rochefort, daté du 4 décembre 2011, nous a assuré de la préservation du cadran.

### ° Cadran de Chezy -sur-Marne

Monsieur Noël Granier nous a fait parvenir deux photos de 2008, d'un cadran situé sur « un ancien relais de poste aux chevaux, situé n° 16 avenue de la Libération à Chezy-sur-Marne 02570.

Photo de droite, le bâtiment.

Photo sur la page suivante le cadran avec sa devise.



A noter, pour l'anecdote, que le professeur Cabrol est né dans l'autre bâtiment plus à gauche, qui n'apparaît pas sur la photographie. Ce cadran n'est pas dans notre inventaire.

### - Armoiries de Chauché

Le hasard m'a fait découvrir les armoiries de la commune de Chauché (85), sur Wikipédia. A priori, il n'y a pas de cadran solaire sur la commune.

Blasonnement :

*De sinople à la tour cousue de gueules, surmontée de l'inscription « CHAUCHÉ » en lettres capitales cousues de sable, au cadran solaire en triangle d'or mouvant de la pointe brochant sur la tour.*



### - Les secondes intercalaires

Rappelons que les secondes intercalaires permettent de maintenir en phase la rotation de la terre et le temps des horloges atomiques. En janvier 2012 l'IUT devait décider de son maintien ou non. Se reporter à l'article de D.Savoie « Vers une nouvelle échelle de temps, conséquences pour la gnomonique » dans *Cadran-Info* n° 24 oct 2011).

Lors de l'assemblée générale tenue à Genève, les membres de l'IUT ont reporté à 2015, le vote sur la suppression des secondes intercalaires.

« January 2012: The ITU decided to postpone a decision on leap seconds to the World Radio Conference in 2015.

Canada, France, Italy, Japan, Mexico and the US were reported to be in favor while Germany and the UK were reportedly against. Others including Nigeria, Russia and Turkey called for more study. The BBC states the ITU decided further study of broader social implications was needed ».

### - Une longue année 2012

Sur la couverture de l'agenda *Le Chat* de 2012, le dessinateur Philippe Geluck aurait pu faire dire à son animal que pour faire bonne mesure il ajoutait, outre une journée supplémentaire en février, une seconde intercalaire le 30 juin :



SERVICE INTERNATIONAL DE LA ROTATION TERRESTRE ET DES SYSTEMES DE REFERENCE, SERVICE DE LA ROTATION TERRESTRE, OBSERVATOIRE DE PARIS 61, Av. de l'Observatoire 75014 PARIS (France)

Tel: 33 (0) 1 40 51 22 26

e-mail: [services.iers@obspm.fr](mailto:services.iers@obspm.fr)

<http://hpiers.obspm.fr/eop-pc>

Paris, 5 January 2012 Bulletin C 43

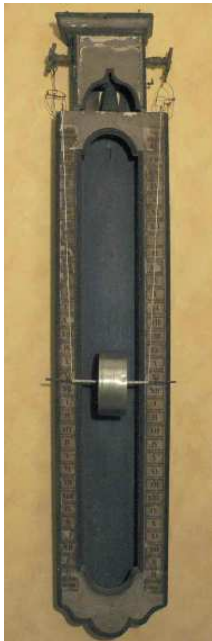
To authorities responsible for the measurement and distribution of time UTC TIME STEP on the 1st of July 2012

A positive leap second will be introduced at the end of June 2012. The sequence of dates of the UTC second markers will be: 2012 June 30 : 23h 59m 59s ; 2012 June 30 : 23h 59m 60s ; 2012 July 1, 0h 0m 0s

The difference between UTC and the International Atomic Time TAI is: from 2009 January 1, 0h UTC, to 2012 July 1 0h UTC : UTC-TAI = - 34s, from 2012 July 1, 0h UTC, until further notice : UTC-TAI = - 35s

Leap seconds can be introduced in UTC at the end of the months of December or June, depending on the evolution of UT1-TAI. Bulletin C is mailed every six months, either to announce a time step in UTC or to confirm that there will be no time step at the next possible date. Daniel GAMBIS (Head Earth Orientation Center of IERS)

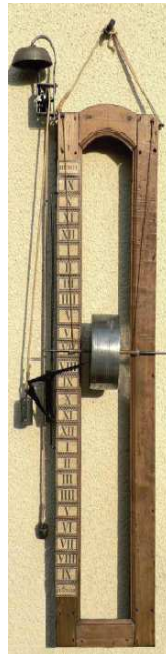
### - Clepsydras à tambour, par G.Aubry



La clepsydra de Pont-sur-Yonne.



La clepsydra de Saint-Maurice.



La clepsydra de Sens, rénovée. Musées de Sens,



« Horloge à eau des frères Regnard ». Arts et Métiers, Paris. Cl.

Lors de notre dernière réunion, Gérard Aubry nous avait dit se passionner pour tout ce qui concerne la mesure du temps : les cloches! les astrolabes, les cadrans solaires, les horloges



hydrauliques, les horloges mécaniques et... les clepsydres à tambour. Sur ces dernières, il nous avait donné une rapide présentation de celles de sa ville de Sens.

Il nous propose un article paru dans le *Bulletin de la société Archéologique de Sens*. Si le thème est un peu hors sujet par rapport aux cadrans, il peut cependant intéresser certains passionnés de la mesure du temps.

⇒  Dans la version CDrom de *Cadran Info* vous trouverez en annexe :

- Les arpenteurs romains, théorie et pratique par Gérard Chouquer et François Favory
- 7[20ac]384-433-TroisClepsydes\_160x240.pdf (À LA DÉCOUVERTE DE NOS CLEPSYDRES : TROIS CLEPSYDRES SÉNONAISES par Gérard AUBRY

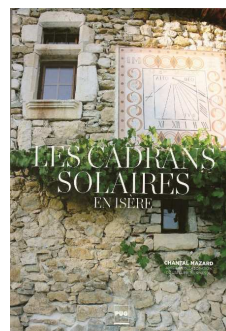


## ◦ Littérature gnomonique

- **Les Cadrans Solaires en Isère**, par Chantal Mazard avec la collaboration de l'atelier Tournesol édition PUG

Plus de 140 pages de découverte de cadrans solaires avec photographies en couleurs et textes descriptifs.

Au sommaire: préface de Jean Guibal conservateur en chef du patrimoine, musée dauphinois ; une brève histoire du temps ; un patrimoine à part entière; sous le soleil de l'Isère, au fil des cadrans ; les mystérieuses méridiennes de temps moyen ; les cadrans à réflexion : à l'heure des cadrans nouveaux ; glossaire.

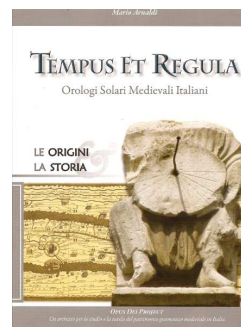


- **Tempus Et Regula** Orologi Solari Medievali Italiani, par Mario Arnaldi édition Opus Dei Project

Livre de 400 pages sur l'origine et l'histoire des cadrans médiévaux.

Descriptions d'instruments de mesure du temps, dont les scaphés et les cadrans canoniaux.

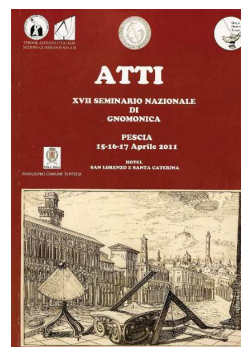
Nombreux schémas et photographies en Noir&Blanc.



- **ATTI, XVII<sup>e</sup> séminaire national de gnomonique des 15-16-17 avril 2011**

En 190 pages sont repris l'ensemble des présentations. Les sujets sont variés et parfaitement explicités.

Le sommaire complet a été diffusé par info-mail n° 6\_2012 du 5 janvier dernier.

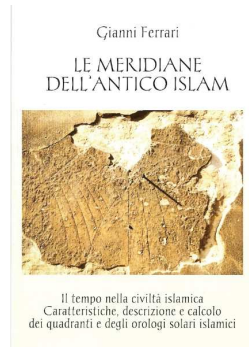




● **Le Meridiane Dell'Antico Islamm**, par Gianni Ferrari

Au format 17 x 24 cm, ce volume comporte 560 pages.

Photographies, schémas, formules explications... permettent de découvrir et de comprendre, sans connaissance de l'italien, le temps dans la civilisation islamique et les cadrans solaires associés.

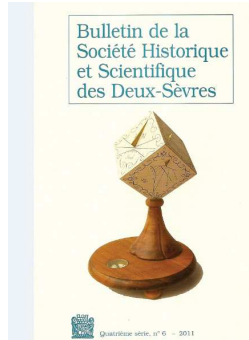


● **Bulletin de la Société Historique et scientifique des Deux-Sèvres n° 6 – 2011** de Claude Guicheteau

Livre de 240 pages consacré aux cadrans solaires de ce département.

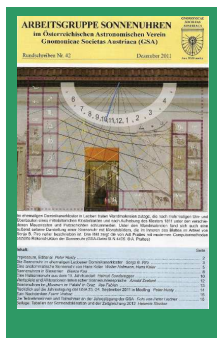
Au sommaire : les cadrans solaires, définition; à l'origine de l'inventaire, la SAF; la recherche en deux-Sèvres; les "cadrans de série"; les cadrans, origines et disparition; inventaire; construire un cadran; sources; actes de la société.

Cl.Guicheteau a offert ce livre à notre commission. Vous pouvez le consulter au siège de la SAF.



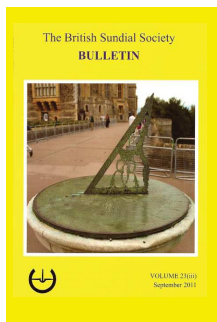
° **Gnomonique du monde**

- **Sommaires des dernières revues ou bulletins :**



**Arbeitsgruppe sonnenuhren im Österreichischen Astronomischen Verein N°42 Décembre 2011** (sur papier) de la **GNOMONICAE SOCIETAS AUSTRIACA GSA**

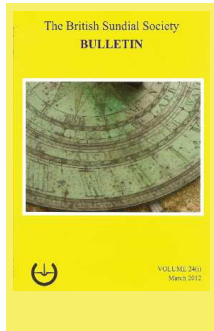
Impressum, Editorial *Peter Husty* 2; Die Sonnenuhr im ehemaligen Leobener Dominikanerkloster *Sonja B. Piro* 3; Eine analemmatische Sonnenuhr von Hans Kolar *Walter Hofmann, Hans Kolar* 5 ; Sonnenuhren in Siowenien *Bianca Kos* 8; Eine Hutsonnenuhr aus dem 19. Jahrhundert *Helmut Sonderegger* 10; Wortspiele und Alliterationen lateinischer Sonnenuhrensprüche *Arnold Zenker* 12; Sonnenuhren im "Museum im Palais" in Graz *lise Fabian* 13; Rückblick auf die Jahrestagung der GSA 23.-24. September 2011 in Mbdling *Peter Husty* 14; Zum Nachdenken *Franz Vrabec* 15; Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an der Jahrestagung der GSA *Foto von Peter Inndner* 16; Beilage: Tabellen der Sonnendeklination und der Zeitgleichung 2012 *Heinrich Stocker*.



**VOLUME 23 (iii) - Septembre 2011** (sur papier) de la **BRITISH SUNDIAL SOCIETY**

2 A Medieval Gunter's Quadrant? - *John Davis* ; 7 Book Review - *Karney* ; 8 BSS Photographie Competition 2010-11. ·Pt 2: The Conference Vote - *Jan R. Butson* ; 10 The Sundial Goes To War. Part 2 - *Malcolm Bamfield* ; 15 Postcard Potpourri 20-English Harbour, Antigua - *Peter Ransom*; 16 Ancient Egyptian Sundials - *Allan Mills*; 20 English Mass & Scratch Dials c.1250-c.1650 Combining statistical and religious evidence - *Chris HK. Williams*; 22 The Coronation Dial at Painswick - *Tony Wood* ; 23 Daniel Delander Dial Recovered - *John Davis*; 24 The Great Amwell Scottish Renaissance Obelisk Dial Boss.

Part 2: The Facet record - Malcolm Bishop; 27 Umbra Docet-the shadow teaches - Walter Hofmann ; 27 Nature Club of Pakistan - Christopher Daniel ; 28 BSS Annual Conference, Wyboston Lakes, 29 April-1 May 2011 - Frank Evans; 34 Simple Instrument for Finding a Meridian Line - William Watson (with comment from Michael Lowne); 35 New Dials – Boldyrev; 36 Another West Indies Dial? - Peter Ransom; 37 Readers' Letters - Lowne, Williams, Drinkwater, Young; 38 The Margaret Stanier Memorial Sundial: An Unequal-Hours Dial for Newnham College. Pt. 1. Some design considerations - Frank H King; 44 A Fathers Day Present - Peter Ransom; 45 A Horizontal Quadrant of 1658 by Henry Sutton. Pt. 2 - Michael Lowne & John Davis; 48 Holiday Sightings .



**VOLUME 23 (iii) - Septembre 2011** (sur papier) de la **BRITISH SUNDIAL SOCIETY**

1. Addendum to Robert Stikford's 'De Umbris Versis et Extensis' - *John Davis* ; 2. Samuel Saunders. A study of a London sun dial maker. Pt. 1 - *Maciej Lose* ; 7. New Dials - *JD*  
 8. The Canterbury Pendant. Part 2: Relationships with the Libellus' rule - *Mario Amaldi*; 13. A.P. Herbert put to the test - *Frank Coe* ; 14. The Dials of Saint-Hippolyte-Du-Fort, France - *Mike Cowham* ; 17. An Unrecorded Stained Glass Dial – *JD* ; 18. A Portable Horologium - *John Davis* ; 23. La Meridiana – *MarkLennox-Boyd* ; 27. Postcard Potpourri 21: Lewes,

East Sussex - *Peter Ransom* ; 28. Apparent Longitude Problems with some Scottish Sundials - *Dennis Cowan* ; 30. Gillot and Fragonard : two eighteenth century French artists' conceptions of ball sundials - *Malcolm Bishop* ; 34. Book Reviews - *Bamfield, Butson, Aldred* ; 36. English Reformation and Protestant Scratch Dials of the 16 & 17 Centuries - *Chris H.K. Williams* ; 38. Midnight Nodus - *Tony Moss* ; 39. Dial Dealings 2011 - *Mike Cowham* ; 42. Readers' Letters - *Drinkwater, Wood, Moir* ; 43. The Scaphe Sundial at Hever Castle, Kent - *David Brown*



**LE GNOMONISTE VOLUME XVIII-3 SEPTEMBRE 2011** de la **COMMISSION DES CADRANS SOLAIRES DU QUEBEC** à télécharger sur le site : ([HTTP://CADRANS SOLAIRES.SCG.ULAAVAL.CA/](http://CADRANS_SOLAIRES.SCG.ULAAVAL.CA/))

Liminaire (L:XVIII-3) par André E. Bouchard 2; Nouveaux cadrans dans notre répertoire par Jasmin Gauthier et Réal Manseau 4; New France Sundials in Wisconsin by Brendon Baillod 6; La référence au Soleil risque-t-elle de disparaître? par Denis Savoie et John Seago 8; Une restauration du cadran de Jonzieux par Jean Rieu 10; Dossier: une exposition de cadrans à Dorval 12; Les artefacts des cadrans solaires à Dorval par André E. Bouchard

14; L'animation: une activité de l'exposition de Dorval par André Beaulieu et la CCSQ 16; Un cadran baroque du XVIIIe siècle à Salzbourg par André E. Bouchard 18; La dix-huitième rencontre annuelle de la CCSQ 22.



**LE GNOMONISTE VOLUME XVIII-4 DÉCEMBRE 2011** de la **COMMISSION DES CADRANS SOLAIRES DU QUEBEC** à télécharger sur le site : ([HTTP://CADRANS SOLAIRES.SCG.ULAAVAL.CA/](http://CADRANS_SOLAIRES.SCG.ULAAVAL.CA/))

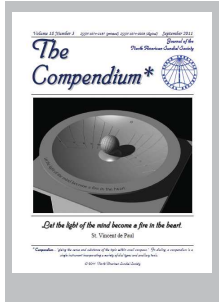
Liminaire (L: XVIII-4) par André E. Bouchard 2; Compte rendu de la rencontre annuelle de la CCSQ par Réal Manseau 4; Mes dessins de cadrans et Spinoza par André E. Bouchard 6; Les activités des membres de la CCSQ par G. Grenen 11; Correspondance 14; Les nouveaux cadrans du répertoire en 2011 par les cadraniers de la CCSQ 16; Pour la suite du monde propos recueillis par A.E. Bouchard 18; SCAPHE

/Numéro spécial sur Francesc Clarà 20; Revues internationales de gnomonique 22.



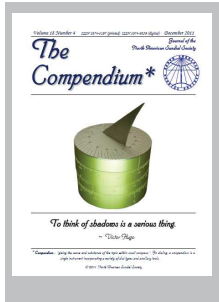
**LE GNOMONISTE VOLUME XIX-1 MARS 2012** de la **COMMISSION DES CADRANS SOLAIRES DU QUEBEC** à télécharger sur le site : ([HTTP://CADRANS SOLAIRES.SCG.ULAAVAL.CA/](http://CADRANS_SOLAIRES.SCG.ULAAVAL.CA/))

Liminaire par André E. Bouchard 2; Christophe Colomb, le renard des mers par Michel Marchand 4; un cadran de Nantes de Jean-Michel Ansel et l'idée de beau par André E. Bouchard 8 ; Correspondance par Alainb Depardieu, Gordon Southward, jasmin Gauthier et Jean Rieu 16 ; Revues internationales (La Busca de paper, The Compendium) Le cadran de Cuny 20.



**The COMPENDIUM vol 18-3 Septembre 2011** (sur CD) de la **NORTH AMERICAN SUNDIAL SOCIETY**

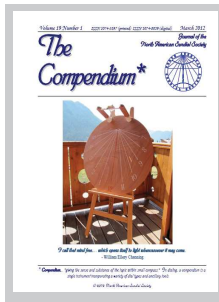
Sundials for Starters – Video Potpourri Robert L. Kellogg 1; Further Notes On The Spherical Gnomon Sundial Hal Brandmaier 2; A Shadow Tubes Model For Spherical Gnomons Stephen Luecking 5; Quiz Answer: The Shadow Of A Pergola Rolf Wieland 9; Quiz: The Fractured Dial Face Mac Oglesby 12; Apt Sundial Tour Roger Bailey 13; Digital Bonus 17; Shadows Cast By A Tilted Circular Disk Ortwin Feustel 18; The Profile Of The Horizon Gianpiero Casalegno 26; The Oughtred Dial And Scratch Dials Alessandro; Gunella 35; Sundial Sighting... At Indiana University Mark Montgomery 37; The Tove's Nest 39.



**The COMPENDIUM vol 18-4 Décembre 2011** (sur CD) de la **NORTH AMERICAN SUNDIAL SOCIETY**

Displaced Sundials Rolf Wieland 1; Quiz Answer: The Fractured Dial Face Mac Oglesby 7; A Sundial For Rheticus Helmut Sonderegger 8; Digital Bonus 14; British Sundial Safari to Le Mans, France Jack Aubert 15; Sun City Sundial Re-dedication John Carmichael 17; A Stained Glass Spot Dial Mark Montgomery 21; Shadow Casting and Lines on Spherical Sundials – Part 1 Ortwin Feustel 26; Quiz: The Relocated Equatorial Sundial Ortwin Feustel 32; How To Build A Geographic Sundial Gianpiero Casalegno 33; Hour And Date

Lines On A Round Tower Rolf Wieland 37; The Equation Of Time From Bender's Big Score (2007) 39; The Tove's Nest 40; A Fool's Errand cover.



**The COMPENDIUM vol 19-1 Mars 2012** (sur CD) de la **NORTH AMERICAN SUNDIAL SOCIETY**

Sundials for Starters – World's Largest & Smallest Robert L. Kellogg 1; Canonical And Antique Hours, And St. Benedict Frans W. Maes 5; Sundial Sightings... At Kalamazoo Nature Center Mark Montgomery 12; Quiz Answer: The Relocated Equatorial Sundial Feustel & Wieland 13; A Look At Using A Watch As A Compass Jeffrey L. Kretsch 14; Daylight Saving Time C.J. Corliss 17; Two Sundials In Drama, Greece Theodossiou, et al.18 ; Gnomonic Diversion: A Motorized Sundial Silvio Magnani 23; The Sundial Of Cicero Massimo Goretti 27; Horizontal Layouts 1 4 Fred Sawyer 33 ;

The Serendipitous Sundial Paul Kinion 36 ; An Equicurvilinear Layout Francis Reymann 38 ; The Tove's Nest 39 ; Digital Bonus 40 .



**SCAPHE N° 7 Hiver 2011** (sur papier) du **CENTRE MEDITERRANI DEL RELLOTGE DE SOL**

Editorial p. 3 ; Relojes de sol dei Castillo de Sant Romualdo p. 4 ; Las haras Canonicas, los instantes de Dias en la iglesia medieval p. 12 ; Sant Hippolyte du Fort : Patrimoni gnomonic p. 15 ; Els canvis d'horaris i els rellotges de sol p. 20 ; Rellotges a la vista p. 22 ; Agenda - Resum d'activitats p. 29 ; Incorporacions al catàleg del CMRS p. 31



**La BUSCA de PAPER N° 70 Hivers 2011** (sur papier et CD) de la **Societat Catalana de Gnomonica SCG**

Editorial 3; Per a navegants 4; Correus de Socis i Amics 5; Fatamorgana, per R. Kriegler 6; L'Observatori i el meridià de Greenwich, per J.M. Casals 8; Retrat de quadranter, per E. Farré 12; Rellotge de sol a l'IES Rubió i Ors de l'Hospitalet, per M.J. Vicente i Nasi Vilà 14; Publicacions rebudes 17; Un nou Otos en preparació? per M.R. Boyer 18; Benvingudes les col·laboracions. Una guia 19; Una cronologia de la Cronometria (IX),

per E. Farré 20; Socis que han fet deures aquest estiu, per D. Mira i A. Garriga 24; Textos en castellano 26; Auca dels Rellotges de sol, per R. Cuéllar i J. Vilamala32.





**"De ZONNEWIJZERKRING voor belangstellenden in de gnomonica bulletin 2012.1 n° 108 Janvier (papier)**

Salon Boerhaave over Newton en de Levende Kraeht persbericht p. 3 ; Vergadering van 24 september 2011/ Secretariaat p. 4 ; Vergadering van 14 januari 2012/Secretariaat p. 6 ; Cadran Info nr. 24/A. vd. Hoeven p. 8 ; Een aantal gevolgen van de sehijnbare dagelijkse beweging van de zon om de aarde/J.P.e. Hoogenraad p. 13 ; De nieuwjaarskaart van Analemma/H.J. Hollande p. 20 ; Keltische maankalender /via D. de Groot p. 22 ; Toelichting jaareijfers 2011, begroting 2012/Penningmeester p. 24 ; Contents of Bulletin 108, January 2012/R. Hooijenga p. 26 ; Kleurenpagina's bij B108/reddaetie p. 29.



Toutes les sociétés gnomoniques étrangères peuvent faire paraître des informations dans cette rubrique.

**This heading is open at every gnomonic society.**

Toutes les revues peuvent être scannées, envoyées par mails ou sur CD (si volume important) ou par courrier (Prix de la page au tarif de la SAF + frais d'envoi suivant poids.)



**ARBEITSGRUPPE SONNENUHREN**

**Gnomonicae Societas Austriaca (GSA)**

**im ÖSTERREICHISCHEN ASTRONOMISCHEN VEREIN**

**Leitung: Mag. Peter Husty A 5411 Oberalm, Bayernstr. 8b**

Tel.: +43/(0) 6245/73304 oder +43/ (0) 664/5069060 peter.husty@salzburgmuseum.at

**EINLADUNG**

zur Jahrestagung 2012 der Arbeitsgruppe Sonnenuhren unter dem Motto: "In der Buckligen Welt Niederösterreichs"

**Zeit: Freitag, 21. bis Samstag, 22. September 2012**

**Ort: A-2624 Breitenau (47°45'33" N; 16°08'57" O)**

Tagungslokal und Unterkunft:

**Hotel-Restaurant Schwartz, Bahnstrasse 70 beim Kreisverkehr B17**

Tel.: +43(0)2638/777 17; Fax: +43(0)2638/777 27-40

[www.hotel-schwartz.at](http://www.hotel-schwartz.at), e-Mail: [office@hotel-schwartz.at](mailto:office@hotel-schwartz.at)

Örtliche Organisation:

Wilhelm Weninger Elfi Bele 02635 / 67046

A-2840 Grimmenstein, Gartengasse 8

Tel.: +43/(0)02644 / 7459 oder +43/(0)664/433 5080 [w.weninger@utanet.at](mailto:w.weninger@utanet.at)





◦ Articles à paraître dans Cadran Info

**Cadran Info numéro 26 octobre 2012**

- Différentes études gnomoniques (Paul Gagnaire)
- Traité sur les cadrans à réflexion (Dominique Collin)
- Troisième partie de l'article "l'inconnu du Queyras" (Michel Ugon)

**A vos plumes...**

**Cadran Info spécial « Oïlletons » octobre 2012**

- Théories:
  - Ombre et pénombre
  - Sténopé
  - Tache projetée par un œilleton
- Présentations et formules
  - Description et dimensionnement de la tache projetée par un œilleton
- Logiciels et programmes
  - Outil sous Excel de calculs automatiques des taches projetées.
- Descriptions d'œilletons
  - Œilletons du monde
  - L'œilleton de Nanjing
  - Œilletons en série
  - Héliochronomètres et œilletons
  - Objectif, la fin de l'œilleton
- Expériences de cadraniers
  - Recherches, descriptions, conseils
- Divers
  - Œilletons sur le WEB
  - Photographies

Informations arrêtées le 12/03/2012

*Un remerciement particulier à Pierre Parbel pour son apport à la réalisation de ce numéro.*



## INFORMATIONS DIVERSES



### ° Les dernières réalisations:

#### - Cadran de l'église de Trégastel :

Jean-Paul Cornec nous écrit: « Le cadran solaire de l'église de Trégastel (Côtes-d'Armor) avait disparu en 2002. Il datait de 1770.

Sur une initiative de l'association Sites et Patrimoine menée par M. Le Doaré, une copie vient d'en être réalisée. Installé mi-décembre 2011 ce nouveau cadran a vu son premier rayon de Soleil le 27 du même mois. A l'occasion le tracé des lignes horaires et l'implantation du style ont été refaits correctement pour bien tenir compte de la déclinaison du mur.

Il a été réalisé par le sculpteur



Eglise de Trégastel



Nouveau cadran sur l'église de Trégastel

Seenu Shanmugam\* qui avait gravé un des cadrans de l'ensemble de trois cadrans inauguré cette année à Lannion ».

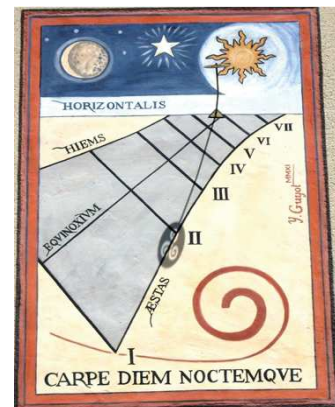
\* (<http://www.seenusculpteur.com/>)



Cadran de Lanion

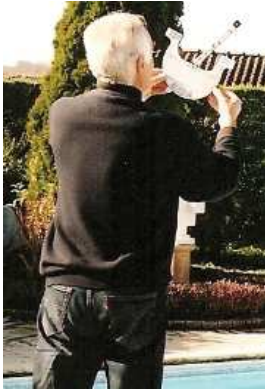
#### - Cadran à Saint-Anthème :

M. Daniel Gonon, nous informe de la réalisation d'un cadran peint en fresque par Yves Guyot, sur la façade Ouest de sa maison à Saint-Anthème (dep 63).



### - Une navicula de venetiis :

M. André Marchal nous a adressé le courrier suivant : « La lecture de la revue *l'Astronomie* N°45 m'a poussé à fabriquer un instrument hélihoraire qui m'intéressait depuis longtemps : "La Navicula de Venettis".



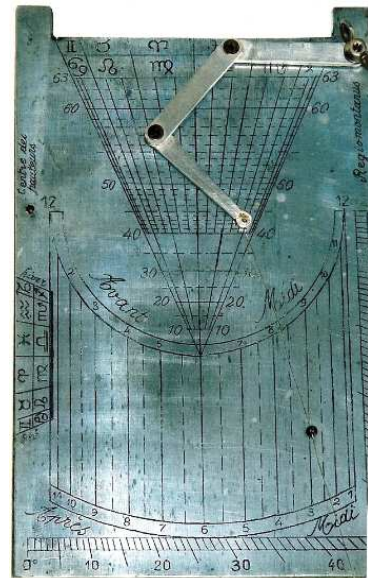
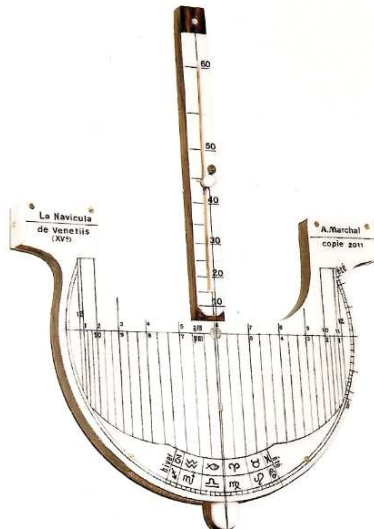
Ci-joint une photographie de ma réalisation à laquelle j'ajoute un *Regiomontanus* gravé à l'eau forte sur une plaque de zinc, il y a plus de 10 ans. J'ai donc pu les comparer.

Ils fonctionnent exactement de la même façon. Ce qui les différencie, c'est la forme du support (l'un est esthétiquement plus plaisant que l'autre) et la simplification du réglage du point de suspension sur la Navicula (mât avec coulissant plutôt que bras articulés).

Au niveau de la précision, c'est surtout la longueur de la ligne de visée qui peut jouer. Pour les deux instruments le gros problème est la stabilisation du fil surtout s'il y a du vent. Je pense que l'on peut garantir +/- 10 mn de temps. Ces deux merveilleux objets hélihoraires donnent les heures des levers et couchers solaires pour

toutes les latitudes, toute l'année et éventuellement les hauteurs.

Leur fonctionnement est à peu près sur le même principe que celui du Pros Pan Klima. C'est dire que pour un lieu et une date donnés on place le marqueur dans le plan de l'écliptique (déclinaison 12h), puis en fonction de la hauteur du Soleil, le marqueur décrit un arc de cercle qui coupera des divisions horaires (régulières ou temporaires).



### - Restauration de la méridienne de Condé-Sur-Escaut :





La méridienne inscrite sous le numéro 5915301-1 de notre inventaire a été restaurée par le cadranier Yves Guyot. Pour ce travail, notre collègue a reçu un « certificat de capacité » mentionnant la satisfaction totale de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre : M. Merlier, DRAC de Lille, Direction régionale ds affaires culturelles ; Mme Huvelle, Valenciennes Métropole ; M. Devaux, architecte, agence Nathalie T'Kint

Sur la page précédente la méridienne telle qu'elle se présente maintenant. Les photos sont issues du « certificat ».

### - Escalazol

Après la plomberie, la menuiserie, voici la dernière réalisation, de Claude Gahon. « Mon "parrain" Joël Robic a trouvée ce cadran original, alors je vous présente ma dernière création "Escalazol" dont le nom vous paraîtra évident.

La lecture de l'heure est simple et je l'explique comme cela : En été (photo 16), l'heure solaire est celle de la 1ère "marche" ne portant pas d'ombre, les marches partiellement ou totalement ombrées représentent les heures passées.

En hiver, le soleil est sous le plan équatorial, c'est donc sur le dessous des marches (photo 15) qu'il faut faire la lecture, et dans ce cas les marches partiellement ou totalement ombrées représentent les heures à venir.

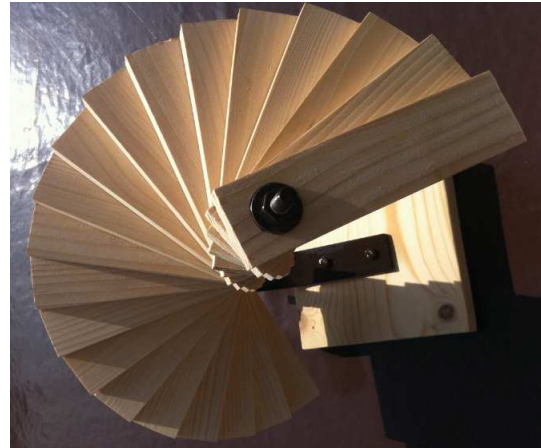


Photo 16



Photo 15



◀ Photo 14



On évite cette solution, pas toujours très commode, en observant (photos 3 ou 14) les ombres sur les contre-marches, et dans ce cas l'heure solaire est donnée par la dernière marche dont la contre-marche est complètement ombrée. L'explication sera plus claire et plus évidente en regardant les photos, il manque cependant quelques repères pour indiquer à quelle heure on se trouve, il faut compter les marches !!!

J'espère que cela vous intéressera.  
Très cordialement ». Claude Gahon

Photo 3 ►



### ° Ils ont vu:

- Joseph Theubet : Musée Islamique du Qatar



« Chers amis, prises par une amie, voici quelques photos du Musée Islamique du Qatar qui pourront vous intéresser ».



L'ensemble des cadrans présentés dans la vitrine est t noté :

Turkey Wood, lacquer			
■ Dated 1282 AH (1865-1866 AD) WW.88.2007	■ Dated 1280 AH (1863-1864 AD) WW.98.2007	■ 19 <sup>th</sup> century WW.100.2007	■ Dated 1290 AH (1873 AD) WW.101.2007
■ 19 <sup>th</sup> century WW.89.2007	■ 19 <sup>th</sup> century WW.91.2007	■ Dated 1283 AH (1876-1877 AD) WW.99.2007	■ Dated 1283 AH (1866 AD) WW.103.2007
■ Dated 1277 AH (1861 AD) WW.93.2007	■ 19 <sup>th</sup> century WW.94.2007	■ Probably 1241 AH (1826 AD) WW.102.2007	Photo illisible
■ Dated 1219 AH (1804 AD) WW.92.2007	■ 19 <sup>th</sup> century WW.96.2007	■ Dated 1294 AH (1877-1878 AD) WW.90.2007	■ 19 <sup>th</sup> century WW.97.2007

### - Didier Benoit : Cadran canonial de Mailhocs (Tarn)

« Sur la commune de Mailhocs (code postal 81130 ; Latitude : 44°00'21'' ; Longitude : - 2°04'16''), au lieu dit « Pradels », empreinte lapidaire à trous (non référencé SAF) sur le montant droit du jambage de la porte d'entrée d'un pigeonnier. Autrefois se trouvait en ce lieu le monastère des Fargues.

Trois rayons sont visibles. Au fond du trou central, marque tanique laissée par du bois. Avec celle-ci, c'est la seconde empreinte de ce genre découverte dans le département du Tarn, la première étant sur la chapelle de Vitrac, commune de Sieurac.

Le monastère dit *de Fargues*, du nom de Béraud de Fargues, évêque d'Albi, a été fondé vers le début du XIV<sup>e</sup> siècle. C'était une communauté de sœurs de Sainte-Catherine. Louis I<sup>er</sup> Amboise la remplaça par celle des Annonciades, nouvellement fondée par Jeanne de France, fille de Louis XI. Albi eut



Cadran canonial à trous du domaine des Fargues



Canonial à trous de la chapelle de Vitrac  
commune de Sieurac

donc une de ses premières maisons. Son nom exact était couvent de l'AVE MARIA. Il était situé à Albi, en face de la Berbie ; il en restait naguère quelques traces, rue des Fargues\*.

Ces religieuses possédaient l'église de Sainte-Martiane, et quelques droits et revenus près d'Albi et des terres à Mailhoc.

La pierre des « Pradels » paraît signée, par ce monogramme marial. Il est contenu dans un cartouche dont le style pourrait s'accommoder de la date 1669 (date inscrite sur le linteau de la fenêtre du premier étage).

Le lieu dit « Pradels » est très

proche de l'église Saint-Etienne de Brès, ancienne paroisse, dans la commune de Villeneuve-sur-Vère. Or cette paroisse fut un prieuré-cure, à vicairie perpétuelle de l'abbaye Saint-Géraud d'Aurillac en Auvergne.

Cette abbaye lointaine, possédait aussi, jusqu'à la Révolution, les églises de Sieurac et Vitrac, un peu plus au sud en Albigeois. Sieurac et Vitrac furent rattachées par Aurillac à la surveillance de Brès. Un chemin des moines reliait ces deux lieux de culte et la similitude de facture de nos deux cadrans trouve sa source certainement là. Pour moi, cette pierre est un remploi et provient des ruines d'une partie de l'église Saint-Etienne de Brès ».



## ° Courriers gnomoniques

### - Cadran du Crêt-Chatelard (A. Bousquet)

« Après la publication de mon article sur le cadran du Crêt-Chatelard dans *Cadran Info* n° 22 et les commentaires de Denis Savoie, j'apporte quelques compléments pour éclairer mes propos » André Bousquet, le 6 septembre 2011.

Dans mon article, j'ai évoqué brièvement le livre de G. Chouquer *Les Arpenteurs Romains* sur lequel je reviens pour ajouter quelques précisions. Chouquer s'intéresse au tracé de la méridienne et, accessoirement, indique quelques cadrans solaires – susceptibles de lui faciliter ce tracé - de même type que celui du Crêt-Chatelard. L'intérêt de ce texte est :

1) de montrer qu'il y a au moins 3 – objets - de même type considérés, par divers découvreurs et auteurs de travaux sur eux, comme des cadrans solaires. G. Chouquer les décrit dans ses propres termes, sans analyse approfondie et il cite dans son texte et/ou dans les légendes des photos, trois auteurs :

- Dilke, 1971, à propos du cadran du Crêt-Chatelard ;
- J. Soubiran, 1963, à propos du cadran de Rome, qui est celui étudié initialement par D. G. Baldini ;
- R. R. J. Rohr, *Les Cadrans Solaires*, 1986, qui a dessiné un cadran d'origine indéterminée (dans ce texte) mais dont le gnomon ressemble à celui d'Oxford.

2) La photo du cadran d'Oxford et le dessin de Rhor montrent que la couronne a un point de suspension, qui indique clairement une utilisation du disque en position verticale.

Précisons que les objets de Rome, d'Oxford et la légende du dessin de Rhor font état de trois parties : un disque interne, avant, le tympan, un disque arrière (la mère) muni d'une couronne non graduée dans le cas de Rome.

Celui du Crêt-Chatelard se distingue des autres par le fait qu'il ne comporte que deux parties, il n'a qu'un seul disque ; comme l'écrit Vincent Durand qui a eu tout le loisir d'étudier l'objet directement.

Par ailleurs F. Woepcke a publié une étude sur le fonctionnement (éventuel) du cadran de Rome. Je n'ai pas lu cette thèse qui est soumise à un examen critique par Berolini (1847) (texte en latin et traduction de larges extraits par N. Thiollier, inclus dans les archives de V. Durand).

Le mode d'emploi décrit par Woepcke fait bien état de deux points essentiels : le disque est tenu verticalement et orienté dans le plan du Soleil. Cependant Berolini conteste la méthode pour fixer la position de « l'aiguille », le triangle dont l'hypoténuse est courbe.

Je cite une partie de la conclusion: « La divergence des résultats n'est pas mince : comment Woepcke n'a-t-il pas soupçonné qu'elle tient peut-être à ce que l'équation (1) ou plutôt l'hypothèse sur le mode d'emploi de l'instrument qu'elle représente est mal établie. Une discussion sérieuse n'eût pas dû se borner à ce jeu de formules algébriques. On eût aimé voir Woepcke aborder de front le problème et chercher les conditions dans laquelle les heures temporaires peuvent être marquées, sous des latitudes diverses, par la projection de l'ombre d'un point, d'une ligne ou d'une surface à déterminer ? ».

En m'inspirant du cadran dit « au système de Ptolémée » par J. N. Tardy *Les Cadrans Solaires*, Edisud, 1999, j'ai ajouté un style portant ombre sur l'hypoténuse à l'objet archéologique tel que nous le « connaissons ». Ce dernier mot entre guillemets car je me demande s'il y a eu une étude métallurgique de l'un ou l'autre de ces instruments pour détecter notamment l'existence de soudure ou de tout autre mode de fixation de partie disparue, ce qui

permettrait d'argumenter plus solidement l'usage et la méthode d'emploi de ces objets archéologiques.

⇒ Dans la version CDrom de *Cadran Info* vous trouverez en annexe :

Les arpenteurs romains : Théorie et pratique, par Gérard Chouquer et François Favory

### - Le Pros Pan Klima, suite de mes recherches (A. Marchal)

« J'ai retrouvé dans un bel ouvrage de 1999, traduit en français et édité par LAROUSSE en 2000, une nouvelle trace du P. P. K : « L'histoire du temps » par Kristen Lipincott, directrice de l'Observatoire royal de Greenwich.

A la page 118 on nous présente la photographie d'une reconstituions en laiton de l'instrument que nous appelons Pros Pan Klima (mais non confirmé dans le texte) faite à partir de fragments grecs très anciens. Il est du même type que celui de Henri Michel (gnomon-alidade perpendiculaire au limbe) et il se trouverait au museum des sciences à Londres.

L'explication donnée par son utilisateur est toujours la même et à mon avis, contestable : l'instrument suspendu à un anneau fixé en latitude ; l'alidade réglée sur la date (déclinaison) et le limbe face au Soleil pour lire l'heure temporaire en usage à l'époque.

Pour une expérimentation, quoiqu'elle me paraissait inutile car avec une alidade oblique je ne voyais pas comment obtenir une hauteur du Soleil, j'ai fabriqué une copie de l'objet, pour le plaisir, qui a confirmé cette impossibilité.

Pour clore le sujet, je le résumerai ainsi : cet instrument avait bien deux fonctions, l'une pour déterminer une latitude, peu précise, et l'autre pour connaître l'heure temporaire variable d'un lieu. Mais ces deux fonctions étaient indépendantes. Le réglage de l'alidade sur la déclinaisons ou la date servait uniquement à la mesure de la latitude :

$$LAT = 90^\circ - hs (12h) + \text{décli.}$$

Pour connaître un moment de la journée il suffisait de placer verticalement l'alidade (gnomon au zénith) sur le limbe suspendu et face au Soleil. Les divisions gravées donnaient des hauteurs de soleil, donc des moments approximatifs de la journée, utiles à la vie courante.

La courbure donnée à l'hypoténuse du triangle de l'alidade s'explique très bien par le désir de graver des divisions à peu près égales pour des durées à peu près égales ».

⇒ Dans la version CDrom de *Cadran Info* vous trouverez en annexe :

Le PPK démystifié

- Articles concernant le cadran **Pros Pan Klima** publiés dans notre revue *Cadran Info* :
  - CI 22 p. 136 : A propos du cadran du Crêt-Châtelard (P.Gagnaire, M.Bousquet, D.Savoie) ;
  - CI 23 p. 135 : Cadran antique Pros Pan Klima (CI Guicheteau) ;
  - CI 25 p. 112 : Courrier en réponse à l'article du CI 22 ( M.Bousquet) ;
  - CI 25 p. 113 : Le Pros Pan Klima, suite de mes recherches (A.Marchal) ;





**- Question/Réponse (D. Savoie)**

**Le « grès qui va boire » à la rivière**

Monsieur Noël Granier s'adresse à la SAF pour des questions concernant un astéroïde de 1990 et pour un problème de gnomonique.

Nous présentons ci-après l'extrait du courrier au sujet de la longueur d'une ombre d'une pierre dressée verticalement et le plan IGN qui l'accompagnait.

Ce fameux « grès » est appelé le « grès qui va boire ».

Il est situé à l'est de Fère-en-Tardenois (02) et situé par M. N. Garnier à :

- latitude 49°12'07 N,
- longitude 3°30'45 E

et sur le plan IGN : a = 265m ; b = 343m ; c=265m ; d = 138m.

*b) Une légende veut qu'à une certaine époque de l'année ... (?) l'ombre d'un grès ~ 3m de hauteur situé sur le talus de la D2, descend jusqu'au ruisseau situé en contrebas ... Comment calculer, vérifier si c'est une légende (ou une réalité?) Ci-joint extrait de carte I.G.N. En vous remerciant très vivement, par avance, Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de mes sentiments distingués*  
*Granier*

Voici la réponse de D.Savoie :

Une vérification sur GoogleEarth a permis d'affiner les paramètres à prendre en compte dans ce problème.

J'ai adopté :

latitude :  $\phi = 49^{\circ} 11' 48''$ ; hauteur du grès = 3 m;  
 PC = 274 m; PA = 162 m;

CE = 183 m; altitude du grès = 134 m; altitude du ruisseau = 120 m

La situation est représentée sur la figure 1 (page suivante) : le grès



se trouve en P et d'après la légende, son ombre « va boire » au ruisseau (en gras sur la figure) situé en contrebas.

Avant de se lancer dans des calculs à n'en plus finir, il faut déterminer grosso-modo si la légende est possible : étant donnée l'orientation du grès par rapport au ruisseau, l'ombre du grès ne peut atteindre le ruisseau qu'au printemps et en été, puisque le Soleil doit être dans la partie nord-est ou nord-ouest de l'horizon. Voyons la situation extrême au solstice d'été : à Fère-en-Tardenois, l'azimut du Soleil au solstice d'été au lever-coucher s'obtient par :

$$\cos A_{\text{été}} = - \sin \varepsilon / \cos \phi ; \text{ où } \varepsilon = 23^{\circ},433 \text{ actuellement}$$

soit  $A_{\text{été}} = \pm 127^{\circ},46$ . L'angle compté depuis le Nord vaut  $\pm 52^{\circ},54$ .

En négligeant dans un premier temps l'inclinaison du talus, on voit sur la figure que l'angle  $A'$ , azimut de l'ombre du grès lorsqu'il « boit au ruisseau », vaut :  $\sin A' = CE/PC$ , soit  $A' = \pm 41^{\circ},9$ . Problème : il faudrait un excès de plus de  $10^{\circ}$  dans l'azimut du Soleil pour que l'ombre du grès tombe dans le ruisseau !

Même en tenant compte de l'inclinaison qui place le grès 14 m au-dessus du ruisseau, soit à peine une pente de  $3^{\circ}$ , il est impossible avec les paramètres précédents que l'ombre du grès atteigne le ruisseau. Si l'angle dans le plan du talus vaut  $A'$ , l'angle projeté  $A$  sur le plan horizontal (où l'on mesure l'azimut du Soleil) vaut :

$$\text{tg } A = \text{tg } A' / \cos i, \text{ soit ici } 41^{\circ},94.$$

Sur le site de l'IGN, non seulement la carte la plus récente diffère de celle envoyée par le correspondant puisque le ruisseau qui passait en arc après avoir coupé la route, n'existe plus ; l'option « hydrographie » du même site IGN montre que le ruisseau passe au sud actuellement du lieu dit « Moulin Canard » même si un petit bras adjacent aboutit au Moulin. Il faut donc en conclure que le cours actuel a été modifié et qu'un ru, aujourd'hui comblé, a existé dans le passé.

Mais même cette solution ne résout pas le problème. Car pour qu'un grès de 3 m de haut engendre une ombre de l'ordre de 274 m de long, il faut que la hauteur du Soleil soit d'environ  $0^{\circ} 38'$ , autant dire un Soleil sur l'horizon ! Or un tel Soleil ne peut éclairer un plan incliné de  $3^{\circ}$  (pente du talus) même avec une forte réfraction et en tenant compte du demi diamètre solaire ( $0^{\circ} 15'$ ).

Si l'on veut que la légende puisse fonctionner, il faut envisager que le grès a été déplacé (il est aujourd'hui au bord de la route) et que dans le passé, il s'est trouvé beaucoup plus près d'un ancien lit du ruisseau.

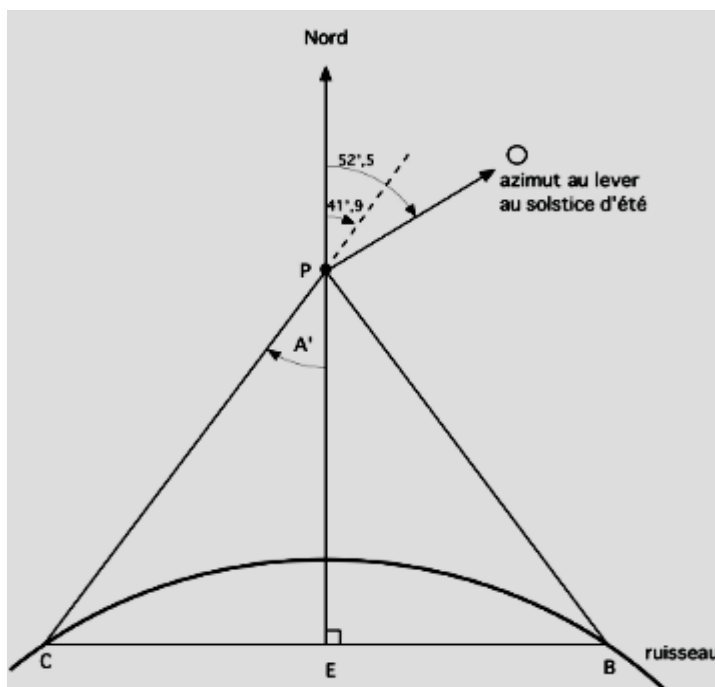


Figure 1



## ° Informations diverses

### - Le canon de la tour Eiffel, information de N. Marquet

Mademoiselle Nicole Marquet a découvert sur le site *ParisAvant.com*, (<http://parisavant.com/index.php?showimage=1468>), une information concernant un canon qui tonnait l'heure de midi depuis la tour Eiffel.

« Les clichés ont été pris depuis le 2ème étage de la tour Eiffel, dans le 7ème arrondissement, au coin du pilier ouest. 21 coups de canon avaient salué la fin de la construction de l'édifice, le 31 mars 1889. A partir de 1900, le canon que l'on voit sur la photo ancienne a retenti tous les jours, à midi. Il était d'ailleurs appelé canon de midi et servait à régler les montres, dont les mécanismes insuffisamment précis retardaient ou avançaient. Cette tradition a perduré jusqu'en 1914 ».



Vue actuelle



**- Lu dans *Le Dauphiné libéré* du 25/8/2011 par J. Theubet**



« Après de longs mois passés sur des chantiers en Bourgogne et en Ile-de-France, Yann Narzabal, compagnon tailleur de pierre, est revenu à Ambilly. Dans le parc Jean-Beauquis, le jeune artisan a gravé au ciseau des chiffres plus grands sur la table, en clin d'œil à l'affichage digital des appareils actuels, ainsi que la devise choisie par la municipalité. « Nous voulions un texte poétique qui rappelle la fuite du temps sans apporter un poids moralisateur ni une incitation à la débauche » explique Marie-Christine Egger, adjointe à la culture. Charles Bruckmann, astronome ambrillien a proposé plusieurs devises. Celle-ci s'intègre bien dans le parc, où le cycle des saisons peut être observé sur les arbres, dont trois baux noyers



d'Amérique, et des bassins tantôt gelés, tantôt habités par de jeunes canards colverts. La phrase « A toute heure accepte ici les saisons de ton cœur » est visible sur les côtés du cadran, et un panneau expliquant la lecture de l'heure solaire viendra renseigner les promeneurs.

**- Dans *La semaine du Minervois*, J.Pakhomoff**

Dans le journal local *La semaine du Minervois* de mi octobre 2011. Un article concernant les cadrans de notre collègue Jean Pakhomoff.

Présentation du cadranier qui vient de s'installer pour la retraite à Azille. Présentation générale des cadrans solaires et de ses oeuvres en particulier.

(Deux coquilles à corriger: lire *cosmographie* à la place de *chromographie*, la photo montre un cadran inclinant et non déclinant)

➔ Dans la version CDrom de *Cadran Info* vous trouverez en annexe :

Le fichier numérisé de l'article sous le titre : « Article Semaine du Minervois 7 10 2011 »

Vous pouvez également retrouver : un cadran

septentrional ouest à Azille, un cadran solaire à Pépieux dans l'Aude et bien d'autres cadrans sur le site : <http://www.pakhomoff.net/>

**- L'heure des relais de poste, par M. Lambalieu/Ph. Sauvageot**

° **Musée de la Poste, 34 boulevard de Vaugirard à Paris**

Il existait 252 relais de poste en 1584. En 1850, 2000 étaient recensés. Le relais s'apparente à une grande ferme présentant un vaste ensemble de bâtiments, une cour, de grandes écuries, des granges, les logements du maître et accessoirement une forge et une auberge. Ils étaient généralement dotés d'un cadran solaire rapporté ou tracé directement sur le mur.



Maquette du relais de poste de Gournay-sur-Aronde, réalisée par M.Houy en 1973

Cadran de la poste royale en marbre, daté 1776 ►

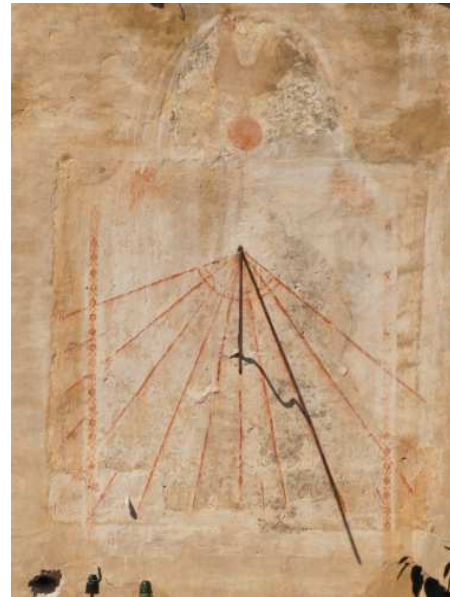


Cadran de la poste royale en marbre, daté 1776



### ° Vestiges à Rochefort-du-Gard

Michel Lamballieu a photographié l'environnement mi 2011, on aperçoit le cadran au fond et le cadran référencé 3021701-1 en 1996. Celui-ci est situé sur un mur en ruine de la Bégude à Rochefort-du-Gard.



« Après enquête, le bâtiment s'avère être un ancien relais de poste qui a fait l'objet d'une préemption par la mairie pour y faire la mairie annexe, plus quelques dépendances. Le cadran y est encore représenté sur l'image projet d'architecte (au-dessus de la voiture, flèche rouge), mais en relief. ? » .



M. Lambalieu a pris contact avec le responsable des travaux et l'historienne du village pour s'assurer de la restauration du cadran. En novembre 2011, notre commission a soutenu cette démarche en adressant un courrier aux personnalités concernées par le projet. Une réponse de Monsieur le maire de Rochefort, daté du 4 décembre 2011, nous a assuré de la préservation du cadran.

### ° Cadran de Chezy -sur-Marne

Monsieur Noël Granier nous a fait parvenir deux photos de 2008, d'un cadran situé sur « un ancien relais de poste aux chevaux, situé n° 16 avenue de la Libération à Chezy-sur-Marne 02570.

Photo de droite, le bâtiment.

Photo sur la page suivante le cadran avec sa devise.



A noter, pour l'anecdote, que le professeur Cabrol est né dans l'autre bâtiment plus à gauche, qui n'apparaît pas sur la photographie. Ce cadran n'est pas dans notre inventaire.

### - Armoiries de Chauché

Le hasard m'a fait découvrir les armoiries de la commune de Chauché (85), sur Wikipédia. A priori, il n'y a pas de cadran solaire sur la commune.

Blasonnement :

*De sinople à la tour cousue de gueules, surmontée de l'inscription « CHAUCHÉ » en lettres capitales cousues de sable, au cadran solaire en triangle d'or mouvant de la pointe brochant sur la tour.*



### - Les secondes intercalaires

Rappelons que les secondes intercalaires permettent de maintenir en phase la rotation de la terre et le temps des horloges atomiques. En janvier 2012 l'IUT devait décider de son maintien ou non. Se reporter à l'article de D.Savoie « Vers une nouvelle échelle de temps, conséquences pour la gnomonique » dans *Cadran-Info* n° 24 oct 2011).

Lors de l'assemblée générale tenue à Genève, les membres de l'IUT ont reporté à 2015, le vote sur la suppression des secondes intercalaires.

« January 2012: The ITU decided to postpone a decision on leap seconds to the World Radio Conference in 2015.

Canada, France, Italy, Japan, Mexico and the US were reported to be in favor while Germany and the UK were reportedly against. Others including Nigeria, Russia and Turkey called for more study. The BBC states the ITU decided further study of broader social implications was needed ».

### - Une longue année 2012

Sur la couverture de l'agenda *Le Chat* de 2012, le dessinateur Philippe Geluck aurait pu faire dire à son animal que pour faire bonne mesure il ajoutait, outre une journée supplémentaire en février, une seconde intercalaire le 30 juin :



SERVICE INTERNATIONAL DE LA ROTATION TERRESTRE ET DES SYSTEMES DE REFERENCE, SERVICE DE LA ROTATION TERRESTRE, OBSERVATOIRE DE PARIS 61, Av. de l'Observatoire 75014 PARIS (France)

Tel: 33 (0) 1 40 51 22 26

e-mail: [services.iers@obspm.fr](mailto:services.iers@obspm.fr)

<http://hpiers.obspm.fr/eop-pc>

Paris, 5 January 2012 Bulletin C 43

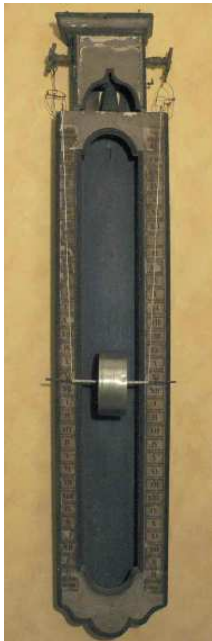
To authorities responsible for the measurement and distribution of time UTC TIME STEP on the 1st of July 2012

A positive leap second will be introduced at the end of June 2012. The sequence of dates of the UTC second markers will be: 2012 June 30 : 23h 59m 59s ; 2012 June 30 : 23h 59m 60s ; 2012 July 1, 0h 0m 0s

The difference between UTC and the International Atomic Time TAI is: from 2009 January 1, 0h UTC, to 2012 July 1 0h UTC : UTC-TAI = - 34s, from 2012 July 1, 0h UTC, until further notice : UTC-TAI = - 35s

Leap seconds can be introduced in UTC at the end of the months of December or June, depending on the evolution of UT1-TAI. Bulletin C is mailed every six months, either to announce a time step in UTC or to confirm that there will be no time step at the next possible date. Daniel GAMBIS (Head Earth Orientation Center of IERS)

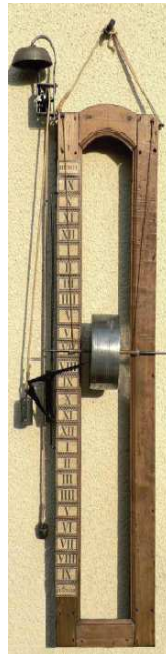
### - Clepsydras à tambour, par G.Aubry



La clepsydra de Pont-sur-Yonne.



La clepsydra de Saint-Maurice.



La clepsydra de Sens, rénovée. Musées de Sens,



« Horloge à eau des frères Regnard ». Arts et Métiers, Paris. Cl.

Lors de notre dernière réunion, Gérard Aubry nous avait dit se passionner pour tout ce qui concerne la mesure du temps : les cloches! les astrolabes, les cadrans solaires, les horloges



hydrauliques, les horloges mécaniques et... les clepsydres à tambour. Sur ces dernières, il nous avait donné une rapide présentation de celles de sa ville de Sens.

Il nous propose un article paru dans le *Bulletin de la société Archéologique de Sens*. Si le thème est un peu hors sujet par rapport aux cadrans, il peut cependant intéresser certains passionnés de la mesure du temps.

⇒  Dans la version CDrom de *Cadran Info* vous trouverez en annexe :

- Les arpenteurs romains, théorie et pratique par Gérard Chouquer et François Favory
- 7[20ac]384-433-TroisClepsydes\_160x240.pdf (À LA DÉCOUVERTE DE NOS CLEPSYDRES : TROIS CLEPSYDRES SÉNONAISES par Gérard AUBRY

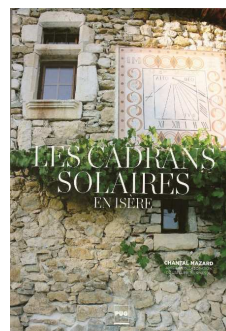


## ◦ Littérature gnomonique

- **Les Cadrans Solaires en Isère**, par Chantal Mazard avec la collaboration de l'atelier Tournesol édition PUG

Plus de 140 pages de découverte de cadrans solaires avec photographies en couleurs et textes descriptifs.

Au sommaire: préface de Jean Guibal conservateur en chef du patrimoine, musée dauphinois ; une brève histoire du temps ; un patrimoine à part entière; sous le soleil de l'Isère, au fil des cadrans ; les mystérieuses méridiennes de temps moyen ; les cadrans à réflexion : à l'heure des cadrans nouveaux ; glossaire.

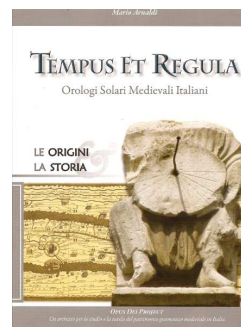


- **Tempus Et Regula** Orologi Solari Medievali Italiani, par Mario Arnaldi édition Opus Dei Project

Livre de 400 pages sur l'origine et l'histoire des cadrans médiévaux.

Descriptions d'instruments de mesure du temps, dont les scaphés et les cadrans canoniaux.

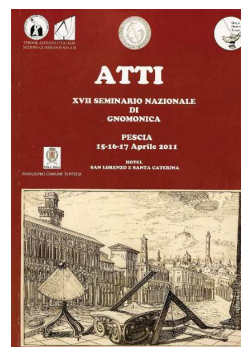
Nombreux schémas et photographies en Noir&Blanc.



- **ATTI, XVII<sup>e</sup> séminaire national de gnomonique des 15-16-17 avril 2011**

En 190 pages sont repris l'ensemble des présentations. Les sujets sont variés et parfaitement explicités.

Le sommaire complet a été diffusé par info-mail n° 6\_2012 du 5 janvier dernier.

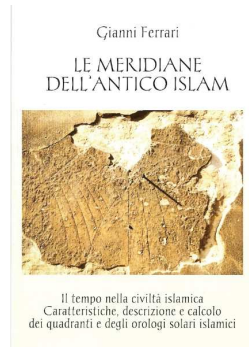




● **Le Meridiane Dell'Antico Islamm**, par Gianni Ferrari

Au format 17 x 24 cm, ce volume comporte 560 pages.

Photographies, schémas, formules explications... permettent de découvrir et de comprendre, sans connaissance de l'italien, le temps dans la civilisation islamique et les cadrans solaires associés.

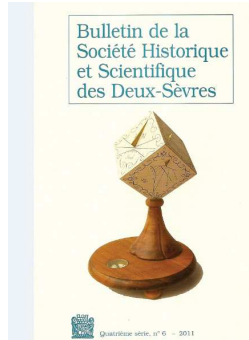


● **Bulletin de la Société Historique et scientifique des Deux-Sèvres n° 6 – 2011** de Claude Guicheteau

Livre de 240 pages consacré aux cadrans solaires de ce département.

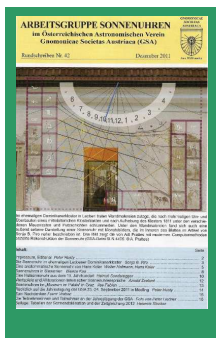
Au sommaire : les cadrans solaires, définition; à l'origine de l'inventaire, la SAF; la recherche en deux-Sèvres; les "cadrans de série"; les cadrans, origines et disparition; inventaire; construire un cadran; sources; actes de la société.

Cl.Guicheteau a offert ce livre à notre commission. Vous pouvez le consulter au siège de la SAF.



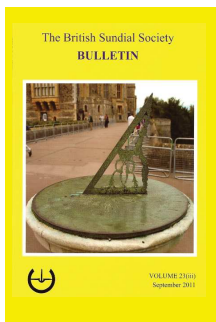
° **Gnomonique du monde**

- **Sommaires des dernières revues ou bulletins :**



**Arbeitsgruppe sonnenuhren im Österreichischen Astronomischen Verein N°42 Décembre 2011** (sur papier) de la **GNOMONICAE SOCIETAS AUSTRIACA GSA**

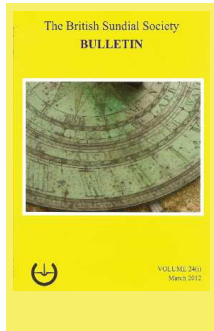
Impressum, Editorial *Peter Husty* 2; Die Sonnenuhr im ehemaligen Leobener Dominikanerkloster *Sonja B. Piro* 3; Eine analemmatische Sonnenuhr von Hans Kolar *Walter Hofmann, Hans Kolar* 5 ; Sonnenuhren in Siowenien *Bianca Kos* 8; Eine Hutsonnenuhr aus dem 19. Jahrhundert *Helmut Sonderegger* 10; Wortspiele und Alliterationen lateinischer Sonnenuhrensprüche *Arnold Zenker* 12; Sonnenuhren im "Museum im Palais" in Graz *lise Fabian* 13; Rückblick auf die Jahrestagung der GSA 23.-24. September 2011 in Mbdling *Peter Husty* 14; Zum Nachdenken *Franz Vrabec* 15; Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an der Jahrestagung der GSA *Foto von Peter Inndner* 16; Beilage: Tabellen der Sonnendeklination und der Zeitgleichung 2012 *Heinrich Stocker*.



**VOLUME 23 (iii) - Septembre 2011** (sur papier) de la **BRITISH SUNDIAL SOCIETY**

2 A Medieval Gunter's Quadrant? - *John Davis* ; 7 Book Review - *Karney* ; 8 BSS Photographie Competition 2010-11. ·Pt 2: The Conference Vote - *Jan R. Butson* ; 10 The Sundial Goes To War. Part 2 - *Malcolm Bamfield* ; 15 Postcard Potpourri 20-English Harbour, Antigua - *Peter Ransom*; 16 Ancient Egyptian Sundials - *Allan Mills*; 20 English Mass & Scratch Dials c.1250-c.1650 Combining statistical and religious evidence - *Chris HK. Williams*; 22 The Coronation Dial at Painswick - *Tony Wood* ; 23 Daniel Delander Dial Recovered - *John Davis*; 24 The Great Amwell Scottish Renaissance Obelisk Dial Boss.

Part 2: The Facet record - Malcolm Bishop; 27 Umbra Docet-the shadow teaches - Walter Hofmann ; 27 Nature Club of Pakistan - Christopher Daniel ; 28 BSS Annual Conference, Wyboston Lakes, 29 April-1 May 2011 - Frank Evans; 34 Simple Instrument for Finding a Meridian Line - William Watson (with comment from Michael Lowne); 35 New Dials – Boldyrev; 36 Another West Indies Dial? - Peter Ransom; 37 Readers' Letters - Lowne, Williams, Drinkwater, Young; 38 The Margaret Stanier Memorial Sundial: An Unequal-Hours Dial for Newnham College. Pt. 1. Some design considerations - Frank H King; 44 A Fathers Day Present - Peter Ransom; 45 A Horizontal Quadrant of 1658 by Henry Sutton. Pt. 2 - Michael Lowne & John Davis; 48 Holiday Sightings .



**VOLUME 23 (iii) – Septembre 2011** (sur papier) de la **BRITISH SUNDIAL SOCIETY**

1. Addendum to Robert Stikford's 'De Umbris Versis et Extensis' - *John Davis* ; 2. Samuel Saunders. A study of a London sun dial maker. Pt. 1 - *Maciej Lose* ; 7. New Dials - *JD* ; 8. The Canterbury Pendant. Part 2: Relationships with the Libellus' rule - *Mario Amaldi*; 13. A.P. Herbert put to the test - *Frank Coe* ; 14. The Dials of Saint-Hippolyte-Du-Fort, France - *Mike Cowham* ; 17. An Unrecorded Stained Glass Dial – *JD* ; 18. A Portable Horologium - *John Davis* ; 23. La Meridiana – *MarkLennox-Boyd* ; 27. Postcard Potpourri 21: Lewes,

East Sussex - *Peter Ransom* ; 28. Apparent Longitude Problems with some Scottish Sundials - *Dennis Cowan* ; 30. Gillot and Fragonard : two eighteenth century French artists' conceptions of ball sundials - *Malcolm Bishop* ; 34. Book Reviews - *Bamfield, Butson, Aldred* ; 36. English Reformation and Protestant Scratch Dials of the 16 & 17 Centuries - *Chris H.K. Williams* ; 38. Midnight Nodus - *Tony Moss* ; 39. Dial Dealings 2011 - *Mike Cowham* ; 42. Readers' Letters - *Drinkwater, Wood, Moir* ; 43. The Scaphe Sundial at Hever Castle, Kent - *David Brown*



**LE GNOMONISTE VOLUME XVIII-3 SEPTEMBRE 2011** de la **COMMISSION DES CADRANS SOLAIRES DU QUEBEC** à télécharger sur le site : ([HTTP://CADRANS SOLAIRES.SCG.ULAVAL.CA/](http://CADRANS_SOLAIRES.SCG.ULAVAL.CA/))

Liminaire (L:XVIII-3) par André E. Bouchard 2; Nouveaux cadrans dans notre répertoire par Jasmin Gauthier et Réal Manseau 4; New France Sundials in Wisconsin by Brendon Baillod 6; La référence au Soleil risque-t-elle de disparaître? par Denis Savoie et John Seago 8; Une restauration du cadran de Jonzieux par Jean Rieu 10; Dossier: une exposition de cadrans à Dorval 12; Les artefacts des cadrans solaires à Dorval par André E. Bouchard

14; L'animation: une activité de l'exposition de Dorval par André Beaulieu et la CCSQ 16; Un cadran baroque du XVIIIe siècle à Salzbourg par André E. Bouchard 18; La dix-huitième rencontre annuelle de la CCSQ 22.



**LE GNOMONISTE VOLUME XVIII-4 DÉCEMBRE 2011** de la **COMMISSION DES CADRANS SOLAIRES DU QUEBEC** à télécharger sur le site : ([HTTP://CADRANS SOLAIRES.SCG.ULAVAL.CA/](http://CADRANS_SOLAIRES.SCG.ULAVAL.CA/))

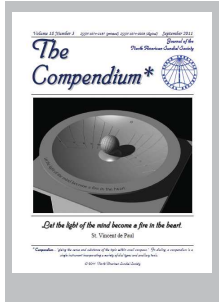
Liminaire (L: XVIII-4) par André E. Bouchard 2; Compte rendu de la rencontre annuelle de la CCSQ par Réal Manseau 4; Mes dessins de cadrans et Spinoza par André E. Bouchard 6; Les activités des membres de la CCSQ par G. Grenen 11; Correspondance 14; Les nouveaux cadrans du répertoire en 2011 par les cadraniers de la CCSQ 16; Pour la suite du monde propos recueillis par A.E. Bouchard 18; SCAPHE

/Numéro spécial sur Francesc Clarà 20; Revues internationales de gnomonique 22.



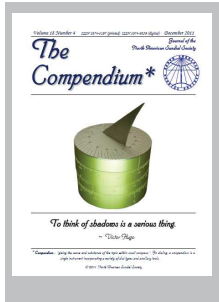
**LE GNOMONISTE VOLUME XIX-1 MARS 2012** de la **COMMISSION DES CADRANS SOLAIRES DU QUEBEC** à télécharger sur le site : ([HTTP://CADRANS SOLAIRES.SCG.ULAVAL.CA/](http://CADRANS_SOLAIRES.SCG.ULAVAL.CA/))

Liminaire par André E. Bouchard 2; Christophe Colomb, le renard des mers par Michel Marchand 4; un cadran de Nantes de Jean-Michel Ansel et l'idée de beau par André E. Bouchard 8 ; Correspondance par Alainb Depardieu, Gordon Southward, jasmin Gauthier et Jean Rieu 16 ; Revues internationales (La Busca de paper, The Compendium) Le cadran de Cuny 20.



**The COMPENDIUM vol 18-3 Septembre 2011** (sur CD) de la **NORTH AMERICAN SUNDIAL SOCIETY**

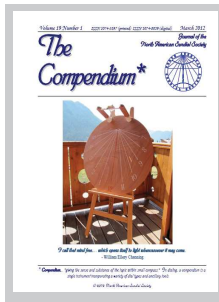
Sundials for Starters – Video Potpourri Robert L. Kellogg 1; Further Notes On The Spherical Gnomon Sundial Hal Brandmaier 2; A Shadow Tubes Model For Spherical Gnomons Stephen Luecking 5; Quiz Answer: The Shadow Of A Pergola Rolf Wieland 9; Quiz: The Fractured Dial Face Mac Oglesby 12; Apt Sundial Tour Roger Bailey 13; Digital Bonus 17; Shadows Cast By A Tilted Circular Disk Ortwin Feustel 18; The Profile Of The Horizon Gianpiero Casalegno 26; The Oughtred Dial And Scratch Dials Alessandro; Gunella 35; Sundial Sighting... At Indiana University Mark Montgomery 37; The Tove's Nest 39.



**The COMPENDIUM vol 18-4 Décembre 2011** (sur CD) de la **NORTH AMERICAN SUNDIAL SOCIETY**

Displaced Sundials Rolf Wieland 1; Quiz Answer: The Fractured Dial Face Mac Oglesby 7; A Sundial For Rheticus Helmut Sonderegger 8; Digital Bonus 14; British Sundial Safari to Le Mans, France Jack Aubert 15; Sun City Sundial Re-dedication John Carmichael 17; A Stained Glass Spot Dial Mark Montgomery 21; Shadow Casting and Lines on Spherical Sundials – Part 1 Ortwin Feustel 26; Quiz: The Relocated Equatorial Sundial Ortwin Feustel 32; How To Build A Geographic Sundial Gianpiero Casalegno 33; Hour And Date

Lines On A Round Tower Rolf Wieland 37; The Equation Of Time From Bender's Big Score (2007) 39; The Tove's Nest 40; A Fool's Errand cover.



**The COMPENDIUM vol 19-1 Mars 2012** (sur CD) de la **NORTH AMERICAN SUNDIAL SOCIETY**

Sundials for Starters – World's Largest & Smallest Robert L. Kellogg 1; Canonical And Antique Hours, And St. Benedict Frans W. Maes 5; Sundial Sightings... At Kalamazoo Nature Center Mark Montgomery 12; Quiz Answer: The Relocated Equatorial Sundial Feustel & Wieland 13; A Look At Using A Watch As A Compass Jeffrey L. Kretsch 14; Daylight Saving Time C.J. Corliss 17; Two Sundials In Drama, Greece Theodossiou, et al.18 ; Gnomonic Diversion: A Motorized Sundial Silvio Magnani 23; The Sundial Of Cicero Massimo Goretti 27; Horizontal Layouts 1 4 Fred Sawyer 33 ;

The Serendipitous Sundial Paul Kinion 36 ; An Equicurvilinear Layout Francis Reymann 38 ; The Tove's Nest 39 ; Digital Bonus 40 .



**SCAPHE N° 7 Hiver 2011** (sur papier) du **CENTRE MEDITERRANI DEL RELLOTGE DE SOL**

Editorial p. 3 ; Relojes de sol dei Castillo de Sant Romualdo p. 4 ; Las haras Canonicas, los instantes de Dias en la iglesia medieval p. 12 ; Sant Hippolyte du Fort : Patrimoni gnomonic p. 15 ; Els canvis d'horaris i els rellotges de sol p. 20 ; Rellotges a la vista p. 22 ; Agenda - Resum d'activitats p. 29 ; Incorporacions al catàleg del CMRS p. 31



**La BUSCA de PAPER N° 70 Hivers 2011** (sur papier et CD) de la **Societat Catalana de Gnomonica SCG**

Editorial 3; Per a navegants 4; Correus de Socis i Amics 5; Fatamorgana, per R. Kriegler 6; L'Observatori i el meridià de Greenwich, per J.M. Casals 8; Retrat de quadranter, per E. Farré 12; Rellotge de sol a l'IES Rubió i Ors de l'Hospitalet, per M.J. Vicente i Nasi Vilà 14; Publicacions rebudes 17; Un nou Otos en preparació? per M.R. Boyer 18; Benvingudes les col·laboracions. Una guia 19; Una cronologia de la Cronometria (IX),

per E. Farré 20; Socis que han fet deures aquest estiu, per D. Mira i A. Garriga 24; Textos en castellano 26; Auca dels Rellotges de sol, per R. Cuéllar i J. Vilamala32.





**"De ZONNEWIJZERKRING voor belangstellenden in de gnomonica bulletin 2012.1 n° 108 Janvier (papier)**

Salon Boerhaave over Newton en de Levende Kraeht persbericht p. 3 ; Vergadering van 24 september 2011/ Secretariaat p. 4 ; Vergadering van 14 januari 2012/Secretariaat p. 6 ; Cadran Info nr. 24/A. vd. Hoeven p. 8 ; Een aantal gevolgen van de seijnbare dagelijkse beweging van de zon om de aarde/J.P.e. Hoogenraad p. 13 ; De nieuwjaarskaart van Analemma/H.J. Hollande p. 20 ; Keltische maankalender /via D. de Groot p. 22 ; Toelichting jaareijfers 2011, begroting 2012/Penningmeester p. 24 ; Contents of Bulletin 108, January 2012/R. Hooijenga p. 26 ; Kleurenpagina's bij B108/reddaetie p. 29.



Toutes les sociétés gnomoniques étrangères peuvent faire paraître des informations dans cette rubrique.

**This heading is open at every gnomonic society.**

Toutes les revues peuvent être scannées, envoyées par mails ou sur CD (si volume important) ou par courrier (Prix de la page au tarif de la SAF + frais d'envoi suivant poids.)



**ARBEITSGRUPPE SONNENUHREN**

**Gnomonicae Societas Austriaca (GSA)**

**im ÖSTERREICHISCHEN ASTRONOMISCHEN VEREIN**

**Leitung: Mag. Peter Husty A 5411 Oberalm, Bayernstr. 8b**

Tel.: +43/(0) 6245/73304 oder +43/ (0) 664/5069060 peter.husty@salzburgmuseum.at

**EINLADUNG**

zur Jahrestagung 2012 der Arbeitsgruppe Sonnenuhren unter dem Motto: "In der Buckligen Welt Niederösterreichs"

**Zeit: Freitag, 21. bis Samstag, 22. September 2012**

**Ort: A-2624 Breitenau (47°45'33" N; 16°08'57" O)**

Tagungsort und Unterkunft:

**Hotel-Restaurant Schwartz, Bahnstrasse 70 beim Kreisverkehr B17**

Tel.: +43(0)2638/777 17; Fax: +43(0)2638/777 27-40

[www.hotel-schwartz.at](http://www.hotel-schwartz.at), e-Mail: [office@hotel-schwartz.at](mailto:office@hotel-schwartz.at)

Örtliche Organisation:

Wilhelm Weninger Elfi Bele 02635 / 67046

A-2840 Grimmenstein, Gartengasse 8

Tel.: +43/(0)02644 / 7459 oder +43/(0)664/433 5080 [w.weninger@utanet.at](mailto:w.weninger@utanet.at)





◦ Articles à paraître dans *Cadran Info*

***Cadran Info* numéro 26 octobre 2012**

- Différentes études gnomoniques (Paul Gagnaire)
- Traité sur les cadrans à réflexion (Dominique Collin)
- Troisième partie de l'article "l'inconnu du Queyras" (Michel Ugon)

**A vos plumes...**

***Cadran Info* spécial « Oïlletons » octobre 2012**

- Théories:
  - Ombre et pénombre
  - Sténopé
  - Tache projetée par un œilleton
- Présentations et formules
  - Description et dimensionnement de la tache projetée par un œilleton
- Logiciels et programmes
  - Outil sous Excel de calculs automatiques des taches projetées.
- Descriptions d'œilletons
  - Œilletons du monde
  - L'œilleton de Nanjing
  - Œilletons en série
  - Héliochronomètres et œilletons
  - Objectif, la fin de l'œilleton
- Expériences de cadraniers
  - Recherches, descriptions, conseils
- Divers
  - Œilletons sur le WEB
  - Photographies

Informations arrêtées le 12/03/2012

*Un remerciement particulier à Pierre Parbel pour son apport à la réalisation de ce numéro.*



Photo de Claude Gahon

Cadran à fentes créé par Cl. Gahon