

Au Sommaire :

- Nouveau domaine d'étude : les nocturlabes
- Les cadrans portatifs

- Histoire

Cadrans portatifs de Dieppe (XVIIe)
Qibla des cadrans islamiques de Tunisie
Cadrans médaillons antiques
"Quadrans vetus" époque médiévale

- Réalisations

Cadrans "Gahon",
Cadran numérique

- Découvertes

La pierre de Cruis
Une table gnomonique de 1695
Mérienne à 7 œilletons de 1741

- Restaurations

Cadran de l'église de Flers-Bourg
Cadran de Vareilles

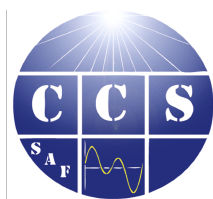
- Etudes

Analemmites circulaires de Foster
et Lambert
Heures babyloniennes et italiennes
Correction de la perspective d'une
photographie

- Informations

Nouveaux Cadrans, Variation de
l'équinoxe, Questions/réponses,
Sociétés étrangères.






Sommaire du N° 30

Summary in French, English, German, Spanish, Italian

Sommaire en allemand, anglais, espagnol, italien : Traduction de Y.Opizzo/J-M.Ansel, M.Lambalieu, D.Collin, R.Anselmi		
<u>Des cadrans solaires aux nocturlabes</u> : Après les cadrans solaires en 1972, les astrolabes en 2010, notre commission se lance dans les nocturlabes (études, inventaire...)	☐	Sauvageot Philippe 10
<u>Un cadran numérique</u> : Présentation d'un cadran dont le chiffre indiquant l'heure est projeté sur une surface portant une seule ligne. C'est la coïncidence du chiffre avec la ligne qui indique l'heure.		Baillet Gérard 17
<u>Cadran solaire de Flers Bourg</u> : Rapport diagnostique remis au service patrimoine de Villeneuve d'Ascq - 59, pour la restauration du cadran de l'église Saint-Pierre de Flers Bourg.		Bonnin Jérôme 34
<u>Restauration d'un cadran à Vareilles</u> : Description de la restauration d'un cadran daté 1845 à Vareilles en Lozère.		Guyot Yves 42
<u>Cadrans portatifs de Dieppe</u> (XVIIe) : Essai de synthèse concernant les diptyques en ivoire et à cadran azimutal magnétique, de Dieppe de la seconde moitié du XVIIe siècle.	☐	Mercier Eric 45
<u>Qibla des cadrans islamiques de Tunisie</u> : La discordance entre le tracé de la Qibla sur les cadrans solaires islamiques et l'orientation des mosquées nous conduit à nous interroger sur les différentes conceptions de la Qibla, la place des astronomes dans le dispositif religieux, et sur les commanditaires des cadrans.	☐	Mercier Eric 66
<u>Analemématiques circulaires</u> : Présentation de la théorie et de la pratique des cadrans analemématiques circulaires de Foster et Lambert.		Pakhomoff Jean 73
<u>Heures babyloniennes et italiques</u> : Sur un cadran solaire les heures babyloniennes renseignent sur le temps écoulé depuis le lever du soleil et les italiques sur le temps restant avant le coucher.		Pakhomoff Jean 82
<u>Les cadrans solaires médaillons antiques</u> : Présentation des cadrans solaires médaillons du I ^{er} au IV ^e siècle.		Savoie Denis 88
<u>Quadrans vetus</u> : présentation et calculs de ces cadrans portables de l'époque médiévale.		Savoie Denis 93
<u>Déconcertante pierre de Cruis</u> : Troisième analyse de cette		Schneider Denis 97

pierre mystérieuse exposée dans l'église de Cruis.		
Correction de la perspective : Deux méthodes de redressement des clichés, afin de relever sur photographie ,les paramètres fondamentaux des cadrans plans.	Ugon Michel	101
Une Table de 1695 : Résolution de l'énigmatique cadran horizontal à 13 motifs dont 9 cadrans solaires, blason, et nombreuses inscriptions.	Ugon Michel & Gagnaire Paul	109
Cadran à chambre méridienne : Description et recherches historiques sur le cadran solaire à chambre méridienne à sept œilletons, réalisé par Cl. Langlois au château de la Roche Guyon en 1741.	Savoie Denis & Turner Anthony	125
Informations diverses : <ul style="list-style-type: none"> ◦ Dernières réalisations ou découvertes de cadrans. ◦ Hiéroglyphes et cadrans solaires égyptiens. ◦ Questions relatives à : Eq de Képler, variation de l'équinoxe et déclinaison, tracé des cadrans, heures extrêmes d'ensoleillement. ◦ Cadran islamique ? ◦ un mystérieux cadran italien. ◦ Cadran bifilaire. ◦ Gnomonique du monde. 	<ul style="list-style-type: none"> Contributeurs : J-M.Ansel, At;Tournesol, A..Chavara, D.Collin, J-P.Cornec, Ch.Druon, G.Ferrari, Cl.Gahon, M.Kieffer, D.Savoie, J.Scordia, G.Wolff. Sociétés étrangères. 	<ul style="list-style-type: none"> 131 135 139 151

En version numérique :

- Dans le « sommaire .doc », hyperliens à partir des titres soulignés vers les fichiers en .pdf
-  Indique que l'étude détaillée ou le logiciel est inclus dans le dossier "annexe"

Couverture : Nocturable du Bois Adan : photo Ph. Sauvageot, montage photographique Alain Fortin.

CADRAN-INFO

est un moyen de diffusion d'articles gnomoniques rédigés principalement par les membres de la commission des cadrans 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 deux réunions annuelles ainsi que des articles reçus en cours d'année.

CADRAN-INFO est devenu au cours des années UNE référence en matière 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°s 1 à 5 sont des numérisations des tirages papier).

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 auteurs qui souhaiteraient que leurs articles soient réservés exclusivement aux revues *L'Astronomie* ou *Observations Travaux* devront le préciser dans leur envoi.
- ◆ Les auteurs doivent obligatoirement indiquer leurs sources 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 après publication.
- ◆ Les articles* sont à envoyer à Ph. Sauvageot par mail ou sur CDrom/DVD PC (**sous .doc, .docx, Excel, ET sous PDF**) éventuellement sur papier

* Police : "Times New Roman", taille: 12, interligne : simple, marges : 2,5 avec en-tête et pied de page.

Pour les formules ne pas utiliser "symbole" mais insertion "caractères spéciaux" sous Times New Roman.

Dans la version Cadran Info numérique, une [trame](#) est à disposition.

- Pour tout renseignement :

Ph. SAUVAGEOT, 7, rue de Gloriette, 91640 Vaugrigneuse :



sauvageotph@wanadoo.fr ou à la SAF, 3, rue Beethoven, 75016 PARIS.


- Site de la Commission : <http://www.commission-cadrans-solaires.fr/>



D : Inhaltsverzeichnis Cadran-Info n° 30

Sommaire en allemand, anglais, espagnol, italien : Traduction de Y.Opizzo/J-M.Ansel, M.Lambalieu, D.Collin, R.Anselmi			
<u>Von Sonnenuhren bis Nokturlabien :</u> Nach den Sonnenuhren 1972, den Astrolabien im Jahr 2010 begeben wir uns auf den Nokturlabien (Studien, Inventar...) zu.		Sauvageot Philippe	10
<u>Eine numerische Sonnenuhr :</u> Präsentation eines Zifferblattes, wo die Ziffer, die die Zeit angibt, auf eine Oberfläche mit einer		Baillet Gérard	17



einzigsten Linie projiziert wird. Es ist die Verbindung der Ziffer mit der Linie, die die Stunde angibt.		
<u>Sonnenuhr von Flers Bourg</u> : Diagnosebericht für den Service du Patrimoine von Villeneuve d' Ascq - 59, für die Restaurierung der Sonnenuhr auf der Kirche von Saint-Pierre de Flers Bourg.	Bonnin Jérôme	34
<u>Restaurierung einer Sonnenuhr in Vareilles</u> : Beschreibung der Restaurierung einer auf 1845 datierten Sonnenuhr in Vareilles, Lozère.	Guyot Yves	42
<u>Tragbare Sonnenuhren von Dieppe</u> (17e) : Versuch einer Übersicht über die Diptychon aus Elfenbein und magnetische azimutale Sonnenuhren, Dieppe, aus der zweiten Hälfte des 17. Jh.	 Mercier Eric	45
<u>Kibla der islamischen Sonnenuhren aus Tunesien</u> : Die Diskordanz zwischen der Linie der Kibla auf islamischen Sonnenuhren und der Ausrichtung der Moscheen führt zu Fragen über die verschiedenen Begriffe wie Kibla, den Platz der Astronomen in dem religiösen System und über die Besitzer der Zifferblätter.	 Mercier Eric	66
<u>Runde analemmatische Sonnenuhr</u> : Präsentation der Theorie und der Praxis der kreisförmigen analemmatischen Zifferblätter von Foster und Lambert.	Pakhomoff Jean	73
<u>Babylonische und italische Stunden</u> : Auf einer Sonnenuhr liefern die babylonischen Stunden Informationen über die seit dem Sonnenaufgang vergangene Zeit und die italischen über die bis zum Sonnenuntergang verbleibende Zeit.	Pakhomoff Jean	82
<u>Die antiken Medaillons Sonnenuhren</u> : Präsentation von Medaillons Sonnenuhren vom 1. bis zum 4. Jahrhundert.	Savoie Denis	88
<u>Quadrans vetus</u> : Präsentation und Berechnungen dieser tragbaren Sonnenuhren aus dem Mittelalter.	Savoie Denis	93
<u>Überraschender Stein von Cruis</u> : Dritte Analyse dieses mysteriösen Steins in der Kirche von Cruis.	Schneider Denis	97
<u>Korrektur der Perspektive</u> : Zwei Methoden der Ausrichtung einer Fotografie, um die Grundparameter einer Sonnenuhr zu bestimmen.	Ugon Michel	101
<u>Eine Tafel von 1695</u> : Auflösung der rätselhaften horizontalen Sonnenuhr mit 13 Motiven einschließlich 9 Sonnenuhren, Wappen und vielen Inschriften.	Ugon Michel & Gagnaire Paul	109
<u>Sonnenuhr mit meridianer Kammer</u> : Beschreibung und historische Forschung über die Sonnenuhr mit meridianer Kammer und sieben Öhren aus dem Jahr 1741 von KL. Langlois auf der Burg von la Roche-Guyon.	Savoie Denis & Turner Anthony	125
<u>Verschiedenes</u> :	Mitwirkende:	131

<ul style="list-style-type: none"> ◦ Jüngste Erfolge oder Entdeckungen von Sonnenuhren. ◦ Hieroglyphen und ägyptische Sonnenuhren. ◦ Fragen zu: Gleichung von Kepler, Variation der Äquinoktien und Deklination, Zeichnung der Zifferblätter, erste und letzte beleuchtete Stunde. ◦ Islamische Sonnenuhr ? ◦ eine geheimnisvolle italienische Sonnenuhr. ◦ Bifilare Sonnenuhr. ◦ Gnomonik der Welt. 		<p>J.-M. Ansel, At; Tournesol, A..Chavara, D.Collin, J-P.Cornec, Ch.Druon, G.Ferrari, Cl.Gahon, M.Kieffer, D.Savoie, J.Scordia, G.Wolff. Ausländische Vereine.</p>	<p>135 139</p>
			<p>151</p>

 Zeigt, dass die detaillierte Studie oder die Software in dem Ordner „Annexe“ der numerischen Version enthalten ist.



E: Sumari Cadran-Info n° 30


Sommaire en allemand, anglais, espagnol, italien : Traduction de Y. Opizzo/J.-M. Ansel, M. Lambalieu, D. Collin, R. Anselmi		
Relojes de sol a los nocturlabes: Después de los relojes de sol en 1972, los astrolabios en 2010, nuestra comisión se lanza en los nocturlabes (estudios, inventario...)		<p>Sauvageot Philippe</p> <p style="text-align: right;">10</p>
Un cuadrante numérico: Presentación de un cuadrante cuya cifra que indica la hora se proyecta sobre una superficie que lleva una única línea. Es la coincidencia de la cifra con la línea que indica la hora.		<p>Baillet Gérard</p> <p style="text-align: right;">17</p>
Reloj de sol de Flers-Bourg: Informe diagnóstico entregado al servicio patrimonio de Villeneuve d'Ascq - 59, para la restauración del cuadrante de la iglesia Saint-Pierre de Flers-Bourg.		<p>Bonnin Jérôme</p> <p style="text-align: right;">34</p>
Restauración de un cuadrante a Vareilles: Descripción de la restauración de un cuadrante datado 1845 a Vareilles en Lozère		<p>Guyot Yves</p> <p style="text-align: right;">42</p>
Cuadrantes portátiles de Dieppe (XVIIe): Prueba de síntesis relativo a las dípticas en marfil y a cuadrante acimutal magnético, de Dieppe de la segunda mitad XVII del siglo.		<p>Mercier Eric</p> <p style="text-align: right;">45</p>
Qibla de los cuadrantes islámicos de Túnez: La discordancia entre el trazado del Qibla sobre el reloj de sol islámicos y la orientación de las mezquitas nos conduce a preguntarnos sobre las distintas concepciones del Qibla, la situación de los astrónomos en el dispositivo religioso, y sobre los comanditarios de los cuadrantes.		<p>Mercier Eric</p> <p style="text-align: right;">66</p>
Analemático circulares: Presentación de la teoría y la práctica de los cuadrantes analemáticos circulares de Foster y Lambert.		<p>Pakhomoff Jean</p> <p style="text-align: right;">73</p>
Horas babilónicas e itálicas: Sobre un reloj de sol las horas babilónicas informan sobre el tiempo pasado desde la salida del sol y las cursivas sobre el tiempo que permanece antes de puesta		<p>Pakhomoff Jean</p> <p style="text-align: right;">82</p>

del sol.		
Los relojes de sol medallones antiguos: Presentación de los relojes de sol medallones del 1.º al IVº siglo.	Savoie Denis	88
Quadrans vetus: presentación y cálculos de estos cuadrantes portátiles del tiempo medieval.	Savoie Denis	93
Desconcertante piedra de Cruis: Tercer análisis de esta piedra misteriosa expuesta en la iglesia de Cruis.	Schneider Denis	97
Corrección de la perspectiva: Dos métodos de rectificación de los tópicos, con el fin de estar incluido en la fotografía, los parámetros fundamentales de los relojes de sol planos.	Ugon Michel	101
Una Tabla de 1695: Resolución enigmática del reloj de sol horizontal a 13 motivos incluidos 9 relojes de sol, blasón, y numerosas inscripciones.	Ugon Michel & Gagnaire Paul	109
Reloj de sol con siete oculares : Descripción e investigación histórica del reloj de sol con siete oculares, construido por Cl Langlois, Chateau de la Roche Guyon, 1741	Savoie Denis & Turner Anthony	125
Distinta información: <ul style="list-style-type: none"> ° Último realizaciones o descubrimientos de cuadrantes. ° Jeroglíficos y relojes de sol egipcios. ° Cuestiones relativas a: ecuación de Képler, variación del equinoccio y declinación, trazado de los relojes de sol, horas extremas de insolación. ¿° Cuadrante islámico? ° un misterioso cuadrante italiano. ° Reloj de sol de dos hilos. ° Gnomonica del mundo. 	<ul style="list-style-type: none"> Contributeurs : J-M.Ansel, At;Tournesol, A..Chavara, D.Collin, J-P.Cornec, Ch.Druon, G.Ferrari, Cl.Gahon, M.Kieffer, D.Savoie, J.Scordia, G.Wolff. Sociétés étrangères. 	<ul style="list-style-type: none"> 131 135 139 151


 Indicado que el estudio detallado o el programa informático se incluyen en el archivo "Anexo" de la versión numérica.



GB : Contents Cadran-Info n° 30



Sommaire en allemand, anglais, espagnol, italien : Traduction de Y.Opizzo/J-M.Ansel, M.Lambalieu, D.Collin, R.Anselmi		
From sundials to nocturnals : Since starting with sundials in 1972, then astrolabs in 2010, our Commission now considers nocturnals (studies, inventory...)	 Sauvageot Philippe	10
A numerical sundial : Description of a sundial where the figures giving hours are projected on a single line of a surface. Superposition of the figure with the line indicates time.	Baillet Gérard	17
Flers Bourg sundial : Technical report submitted to Villeneuve d'Ascq patrimonial service (59) in order to restore the Saint-	Bonnin Jérôme	34

Pierre de Flers Bourg sundial.		
Restoration of sundial in Vareilles : Description of a dated 1845 sundial at Vareilles en Lozère restoration.		Guyot Yves 42
Dieppe Portable sundials (XVII th) : Trial to establish a synthetic view regarding the diptychs made of ivory and azimuthal magnetic sundial of Dieppe town during the second half of the XVII th century.	☐	Mercier Eric 45
Qibla of islamic tunisian sundials : The discrepancy between the layout of the Qibla on the Islamic sundials and of mosques orientation makes us interrogative concerning the different concepts concerning Qibla, astronomers religious status, and sundials sponsors.		Mercier Eric 66
Circular analemmatic sundials : Theory and use of Foster's and Lambert's circular analemmatic sundials.		Pakhomoff Jean 73
Babylonian and italic hours : On a sundial Babylonian hours indicate elapsed time since sunrise and italic hours those which remain before sunset		Pakhomoff Jean 82
Antique medallion sundials : lecture on Ist to IVth century medallion sundials.		Savoie Denis 88
"Quadrans vetus" : lecture on those portable medieval period sundials and their calculations.		Savoie Denis 93
Confusing Cruis Stone : Third analysis of this mysterious stone displayed in Cruis church.		Schneider Denis 97
Correction of perspective : Two methods to adjust pictures in order to get fundamental data of plan sundials from photographs		Ugon Michel 101
A 1695 Table : Solving of an enigmatic horizontal sundial with 13 motives including 9 sundials, coat-of-arms, and numerous registrations.		Ugon Michel & Gagnaire Paul 109
Sundial with 7 eyelets : Description and historical research about sundial with seven eyelets, built by Cl Langlois in 1741, Chateau de la Roche Guyon.		Savoie Denis & Turner Anthony 125
Miscellaneous information :		Contributeurs : 131
Recent sundials and miscellaneous discoveries		J-M.Ansel, 135
Hieroglyphs and Egyptian sundials		At;Tournesol, 139
Related questions to Kepler equations	☐	A..Chavara, D.Collin, 139
Equinoxial and declination variation		J-P.Cornec,
Making sundials		Ch.Druon, G.Ferrari,
Sun extreme hours		Cl.Gahon, M.Kieffer,
Islamic sundial ?		D.Savoie, J.Scordia,
Mysterious Italian sundial		G.Wolff.
Bifilar sundial		Sociétés étrangères.
Gnomonic in the World		151

 indicates that the detailed study or software is included in the digital version.



I: Indice Cadran-Info n° 30

Sommaire en allemand, anglais, espagnol, italien : Traduction de Y.Opizzo/J-M.Ansel, M.Lambalieu, D.Collin, R.Anselmi		
Dai quadranti solari ai notturlabi : Dopo i quadranti solari nel 1972, gli astrolabi nel 2010, la nostra commissione affronta i notturlabi (studi, inventari...)	 Sauvageot Philippe	10
Un quadrante numerico : Presentazione di un quadrante la cui cifra indicante l'ora è proiettata su una superficie portante una sola linea. È la coincidenza del numero con la linea che indica l'ora.	Baillet Gérard	17
Quadrante solare di Flers Bourg : Rapporto diagnostico sottoposto al servizio patrimoniale de Villeneuve d'Ascq - 59, per il restauro di un quadrante della chiesa di Saint-Pierre de Flers Bourg.	Bonnin Jérôme	34
Restauro di un quadrante a Vareilles : Descrizione del restauro di un quadrante solare datato 1845 a Vareilles in Lozère.	Guyot Yves	42
Quadranti portatili di Dieppe (XVIIe) : Prova di sintesi riguardante i dittici in avorio e a quadrante azimutale magnetico di Dieppe della seconde metà del XVII secolo.	 Mercier Eric	45
Qibla dei quadranti islamici di Tunisia : La discordanza tra il tracciato della Qibla sui quadranti solari islamici e l'orientamento delle moschee ci porta ad interrogarci sulle differenti concezioni della Qibla, l'atteggiamento degli astronomi nei riguardi del dispositivo religioso, et sui comandatari dei quadranti.	Mercier Eric	66
Analematici circolari : Presentazione della teoria et della pratica dei quadranti analematici circolari di Foster et Lambert.	Pakhomoff Jean	73
Ore babiloniche ed italiche : Su un quadrante solare le ore babiloniche informano sul tempo trascorso dal sorgere del sole e le italiche sul tempo mancante al tramonto.	Pakhomoff Jean	82
I quadranti solari antichi a medaglione : Presentazione dei quadranti solari a medaglione dal I al IV secolo.	Savoie Denis	88
Quadrans vetus : presentazione e calcoli di questi quadranti portatili dell'epoca medievale.	Savoie Denis	93
La sconcertante pietra di Cruis : Terza analisi di questa pietra misteriosa esposta nella chiesa di Cruis.	Schneider Denis	97
Correzione della prospettiva : Due metodi di raddrizzamento dei clichés, al fine di rilevare su una fotografia i parametri fondamentali dei quadranti piani.	Ugon Michel	101
Una Tavola del 1695 : Risolto l'enigmatico quadrante	Ugon Michel &	109

orizzontale a 13 motivi di cui 9 quadranti solari, blasone, et numerose iscrizioni.	Gagnaire Paul	
Quadrante a camera meridiana: Descrizione e ricerche storiche sul quadrante solare a camera meridiana a sette fori gnomonici realizzata da Cl. Langlois nel Castello de la Roche Guyon nel 1741.	Savoie Denis & Turner Anthony	125
<p>Informazioni diverse :</p> <ul style="list-style-type: none"> ° Ultime realizzazioni o scoperte di quadranti. ° geroglifici e quadranti solari egizi. ° Domande relative a : Eq di Keplero, variazione dell' equinozio e declinazione, tracciato dei quadranti, ore estreme di illuminazione. ° Quadrante islamico? ° un misterioso quadrante italiano. ° Quadrante bifilare. ° Gnomonica del mondo. 	<p>Contributeurs :</p> <p>J-M.Ansel, At;Tournesol, A..Chavara, D.Collin, J-P.Cornec, Ch.Druon, G.Ferrari, Cl.Gahon, M.Kieffer, D.Savoie, J.Scordia, G.Wolff.</p> <p>Sociétés étrangères.</p>	<p>131</p> <p>135</p> <p>139</p> <p>151</p>

 Indica che lo studio dettagliato o il logiciel è incluso nel dossier "annesso" del la versione numerica.

La Commission des Cadrans solaires ce sont :

- ° 2 réunions annuelles : en province au mois de mai et à Paris ou banlieue en octobre.
- ° la publication de la revue Cadran Info en mai et en octobre de Cadran Info + inventaires des cadrans, astrolabes, nocturlabes du monde.
- ° l' accès à de très nombreux documents, études, livres numérisés, logiciels...
- ° des informations et envois de documents tout au long de l'année.

Demandez à Ph. Sauvageot sauvageoth@wanadoo.fr :

- ° La liste des 540 articles déjà parus dans Cadran Info
- ° La liste des offres de la CCS



Du cadran solaire aux nocturlabes

Philippe Sauvageot

A son origine en 1972, la Commission des Cadres Solaires s'était fixée comme objectif l'étude et le recensement des... cadrans solaires. En 2010, notre commission s'ouvrait aux astrolabes. En cet automne 2014, elle inclut un nouveau domaine, celui des nocturlabes. Cadran solaire, astrolabe, cadran sidéral... ces instruments ont en commun la mesure du temps par la position des astres.

Définition du nocturlabe par Wikipédia :

« Un nocturlabe ou nocturnal est un ancien instrument utilisé pour déterminer l'écoulement du temps en fonction de la position d'une étoile dans le ciel nocturne.

Parfois appelé *nocturnum horologium*, cet instrument a un fonctionnement proche du cadran solaire. L'usage typique est la navigation maritime pour le pilotage et le calcul des marées.

Bien que le mouvement diurne des étoiles soit connu depuis l'Antiquité, on ne trouve pas, avant le haut Moyen Âge, la mention d'un instrument spécial pour l'observer. Un manuscrit du XII^e siècle présente la première image connue d'une telle observation. Ramon Lull au XIII^e siècle décrit l'utilisation de ce qu'il nomme *sphaera horarum noctis* ou *astrolabium nocturnum*.

Une des premières mentions sous le



Photo site Wikipédia

nom de nocturlabe est faite par Martín Cortés de Albarca (es) dans son livre *Arte de navegar* publié en 1551 ».

Les études sur les nocturlabes

Les membres de notre commission n'ont pas attendu ce mois d'octobre pour se lancer dans l'étude de cet instrument.

Cadran Info

° Dès le numéro 4 de notre revue, en octobre 2001, Jean-Michel Ansel proposait déjà un nocturlabe à réaliser soi-même par découpage.

° Dans le numéro 21, c'est un article complet de Denis Savoie¹ présentant la théorie de

¹ Le nocturlabe par D. Savoie Cadran Info N° 21 page 84.

l'instrument, la précision de la détermination de l'heure et termine par son application historique.

Les Cahiers Clairaut

° Passionnée par l'astronomie et les recherches historiques, notre collègue Véronique Hauguel se consacre depuis longtemps au recensement et à l'étude du nocturlabe.

Notons dans le cadre *Les instruments anciens* publié dans les *Cahiers Clairaut n° 144* (décembre 2013)² son article décrivant le principe de fonctionnement de l'appareil ainsi que des exercices pratiques pour définir l'heure.

L'Astronomie

° Dans le numéro 74 juillet/août

2014 de la revue, Véronique Hauguel et Pierre Causeret présentent *Le nocturlabe pour connaître l'heure locale la nuit*. Après la description du mouvement apparent du ciel, ils nous invitent à choisir les Gardes de la Grande Ourse comme repère puis ils nous expliquent le fonctionnement de l'instrument. Deux pages nous entraînent dans le passé historique de ce "cadran aux étoiles".

Un livret

° André Marchal, membre de notre commission, a écrit en 1977, un petit livret d'une dizaine de pages donnant le principe et l'utilisation. Vous trouverez ce fascicule en annexe de ce numéro de Cadran Info.

Lors d'une réunion

° A Chaville en octobre 2010, Bernard Lhéritier, après avoir montré la nécessité de connaître l'heure à bord d'un navire, nous explique le fonctionnement d'un nocturlabe et sa délicate utilisation en mer.

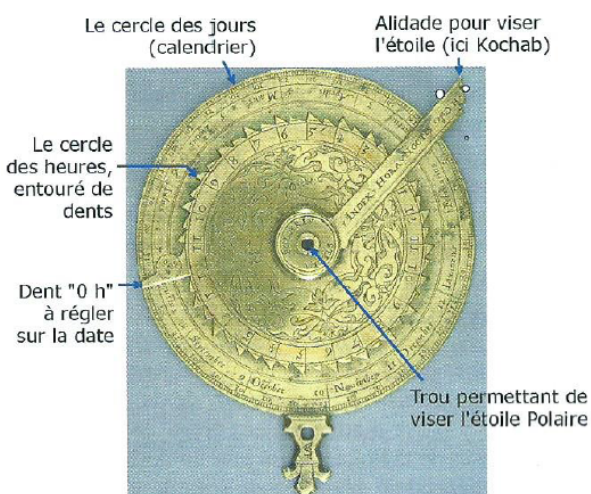
Inventaire des nocturlabes

Notre commission diffusera en octobre, avec les inventaires des cadrans solaires et des astrolabes, un premier recensement des nocturlabes. Bernard Baudoux a réalisé ce travail sur une année et demie. Il a dénombré environ 375 objets.

« Il est assez difficile d'établir un tel inventaire car, contrairement aux cadrans, il s'agit d'un objet tombé en désuétude, plus personne ne l'utilise. On ne le trouve que dans des musées, des expositions ou des collections privées. Dès lors, les sources permettant de les trouver sont les sites Internet des musées, des expositions, les livres ou les ventes ».

L'inventaire sous Excel (permettant des recherches automatisées) présentera :

° Le lieu ou source de l'information : Pays, ville, le nom du musée, de la salle de vente, de l'antiquaire...



Les 3 pièces d'un nocturlabe, photo CC 144

2 Instruments anciens, le nocturlabe (CC n° 144 hiver 2013 page 11), le bâton de Jacob, l'astrolabe, la sphère armillaire.

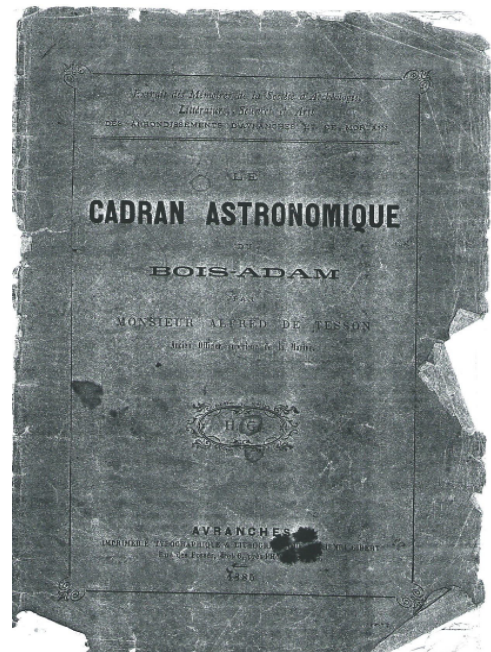
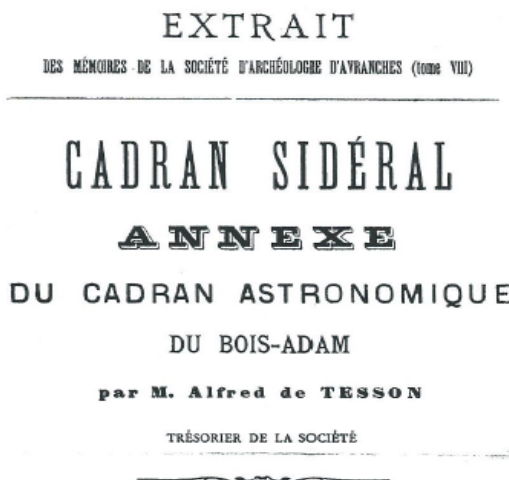
° Les caractéristiques du nocturlabe (époque, origine, facteur, matière, dimensions, signature, particularités...)

La chasse aux cadrans solaires.

Personnellement lors d'une "chasse photographique aux cadrans solaires", j'ai pu visiter le manoir privé de Bois-Adam dans le département de la Manche. Après avoir admiré et photographié le cadran particulièrement complexe situé dans le parc, la propriétaire m'a montré un nocturlabe. Les deux objets étaient décrits dans un livret que j'ai eu l'autorisation de photocopier. Nommé *Cadran astronomique Bois-Adam*, le fascicule présente en une vingtaine de pages le cadran solaire et en annexe, les explications relatives au nocturlabe.

Est reproduit ci-dessous le texte rédigé par Alfred de Tesson qui décrit ce « cadran aux étoiles ».

La photo en couverture a été prise lors de ma visite.



Ayant vu dans le dernier volume de nos *Mémoires* (tome VII, p. 277 à 293), la description du Cadran astronomique du Bois-Adam, M. Barbé, notaire à Brecey et collectionneur d'antiquités, s'est empressé de me faire remettre un *cadran aux étoiles* qui, étant marqué au nom de J. de Boisadam, se trouve être le complément du Cadran astronomique précité.

Ce Cadran sidéral est un petit instrument tout en cuivre. Il se compose de deux plaques circulaires superposées, de diamètres différents. Au-dessous de la grande se trouve un manche plat, et, au-dessus de la petite, une alidade. Ces quatre pièces sont réunies par un pivot autour duquel elles peuvent tourner indépendamment les unes des autres, à frottement dur.

Le grand cercle est divisé en douze parties égales représentant les douze mois de l'année, et subdivisé de cinq en cinq jours. Sur le bord se trouvent deux entailures : au 1^{er} mars pour les Gardes de la Grande-Ourse, et, au 8 novembre environ, pour la Claire (B)

— 2 —

de la Petite-Ourse, époques auxquelles ces étoiles se trouvent dans le même plan horaire que le Soleil.

Le petit cercle est une roue dentée divisée en vingt-quatre parties égales ou deux fois douze heures et subdivisée en quarts d'heures. Les dents sont de trois longueurs. Les grandes sont placées aux extrémités de la ligne des douze heures, les moyennes indiquent les autres heures, les petites les quarts d'heures.

Ces deux cercles sont gradués dans le sens du mouvement apparent des étoiles, lorsqu'on fait face au pôle nord, autrement dit, en sens inverse du mouvement des aiguilles d'une montre.

Le manche plat, fait pour tenir l'instrument à la main pendant les observations, porte une ligne médiane qui devra alors être maintenue dans le plan méridien, c'est-à-dire ne pencher ni à droite ni à gauche. Pour arriver plus facilement à ce résultat, un trou placé près du grand cercle permet de suspendre un petit fil à plomb sur lequel on se règlera.

L'alidade, qui forme rayon par un de ses côtés, dépasse de quelques centimètres le bord de la plus grande circonférence.

Le pivot, enfin, est un petit tube formant une lunette sans verre qui servira à viser l'étoile polaire. Dans cette position, le plan de l'instrument sera à peu près parallèle à l'équateur céleste.

On voit donc par le mode de construction de ce cadran que si l'on veut avoir l'heure de la nuit au moyen des Gardes de la Grande-Ourse ou de la Claire du carré de la Petite-Ourse, il faudra : 1^o mouvoir le grand cercle jusqu'à ce que l'entaille qui porte le nom de l'étoile choisie pour l'observation, corresponde à la ligne médiane du manche ; 2^o faire tourner avec l'ongle la petite roue jusqu'à ce qu'une des grandes dents de douze heures soit sur le quantième du mois où l'on se trouve ; viser alors l'étoile polaire, comme il vient d'être dit, en approchant le pivot de l'œil et en prenant les précautions indiquées ; enfin, mouvoir l'alidade jusqu'à ce qu'elle couvre par le côté convenable les Gardes ou la Claire. La dent qui se trouvera sous ce côté de l'alidade indiquera l'heure cherchée.

Ce petit instrument, aussi simple qu'ingénieux, théoriquement, n'est point d'un usage commode dans la pratique. Cependant, je dois dire que j'ai obtenu de bons résultats en observant la Claire du carré de la Petite-Ourse, mais de moins satisfaisants avec les Gardes de la Grande-Ourse dont les distances polaires sont plus considérables.

— 3 —

Notre actif et zélé correspondant, M. l'abbé Goron, vicaire de la Trinité, à Cherbourg, a eu l'amabilité de m'envoyer une petite note relative aux emblèmes religieux du cadran astronomique du Bois-Adam, construit, comme on l'a vu, par un bachelier en droit civil et en droit canon.

Il pense que ces signes sont un règlement de la journée chrétienne et qu'ils doivent s'interpréter ainsi :

Les croix à huit pointes indiquent le signe de la croix, par lequel on doit commencer et finir la journée, en récitant la prière du matin et celle du soir.

Les M doubles (Maria ou A. M., c'est à-dire *Ave Maria*), signifient l'*Angelus* du matin et du soir aux heures réglementaires de la journée liturgique.

Les H surmontées de la croix (Jésus-Christ Sauveur) indiquent : celle de neuf heures du matin, la messe représentative du sacrifice de la croix, et celle de trois heures du soir, l'heure de la mort de Jésus-Christ.

Alfred DE TESSON.



Avranches. — Imp. J. DURAND

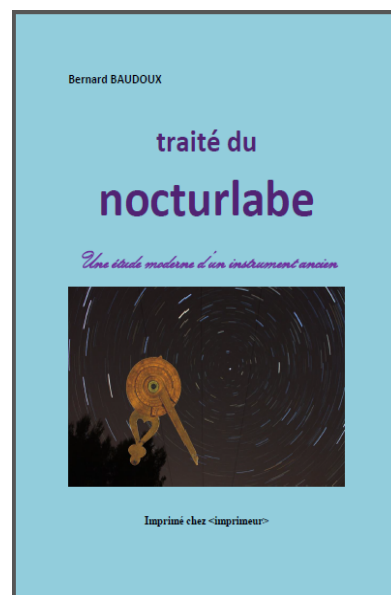
Les nocturlabes dans un livre

Notre collègue Bernard Baudoux publiera en ce début d'automne, un *traité du nocturlabe*. Il semble que ce soit le seul livre consacré uniquement à cet instrument.

Présentation de l'ouvrage :

« Pourquoi un livre sur cet instrument qui a disparu de notre vie quotidienne ? Pour plusieurs raisons. J'en avancerai deux ici. La première est qu'il était tout à fait ingénieux, il permettait de déterminer l'heure en pleine nuit quand les cadrans solaires se taisent, ceci en fait un complément intéressant. En deuxième lieu, il n'existe à ce jour et à notre connaissance, aucun livre qui lui soit entièrement dédié, il y avait donc là une lacune à combler.

Le nocturlabe a eu son heure de gloire principalement aux XVI^e et XVII^e siècles. Il avait pour principe de tirer parti de la rotation apparente des étoiles autour du pôle céleste afin de déterminer l'heure en fonction de la date du jour. Le réglage sur cette date permettait ainsi de



lire une heure « solaire » et non une heure sidérale comme on pourrait s'y attendre avec les étoiles. Afin de ne pas confondre les deux, l'heure sidérale est expliquée.

Le livre d'environ 125 pages de format B4 a pour chapitres :

- Définition et composition de l'instrument
- Historique
- Fonctionnement
- Son usage et ses successeurs
- Les facteurs de nocturlabe
- Les musées principaux où on peut en voir
- Etude de l'inventaire
- Le livre de Michel Coignet (auteur belge du XVIe siècle)
- La position de l'étoile polaire au cours du temps
- La construction d'un nocturlabe
- Conclusion
- Lexique
- L'inventaire

On parle très souvent du nocturlabe comme d'un instrument de navigation. Nous nous posons néanmoins la question de savoir si tel est vraiment le cas au vu de certains arguments ».

Ce livre devrait être disponible à partir du mois d'octobre 2014.

Les nocturlabes sur le net

- **La réalisation d'un nocturlabe** menée au lycée technique Edouard Branly de Créteil, avec des élèves de seconde. ►

<http://dutarte.perso.neuf.fr/instruments/NOCTURLABE.htm>

- **Histoire du nocturlabe**, par l'Association Méridienne de Nantes.

<http://www.meridienne.org/index.php?page=nocturlabe.historique>

- **Etude approfondie sur le nocturlabe** par le Musée des Sciences et de la technologie du Canada.

http://www.sciencetech.technomuses.ca/francais/collection/nocturnal_fr3.cfm

- **Mesurer le temps** : de l'observation du ciel à l'horloge atomique (en passant par le nocturlabe).

<http://mesuredutemps.99k.org/moyenage.html>

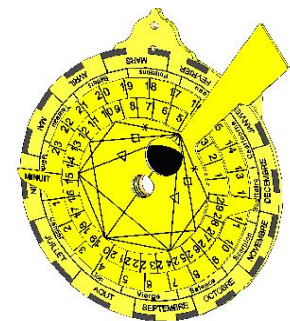
- **Les instruments de mesure du temps** (dont nocturlabes, astrolabes, cadrans solaires...).

http://www.louisg.net/mesure_temps1.htm

- **Les nocturlabes** sur le site de notre collègue **Michel Lalos**.

http://michel.lalos.free.fr/cadrans_solaires//doc_cadrans/mesure_du_temps/nocturlabes.html

- **Geodus vend** des "nocturlabes" à 119€, "Abaque des Marées et Nocturlabe" à 69€.

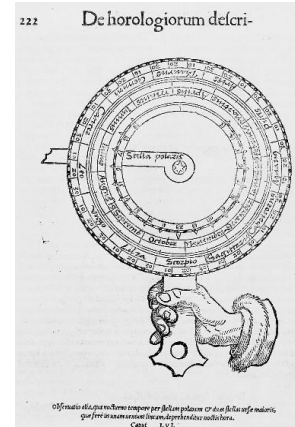


http://www.geodus.com/fr/astrolabe-hem_H24.htm



- Toutes les informations de la Bibliothèque Nationale de France sur : Nocturlabes (Un seul est proposé) <http://data.bnf.fr/13191710/nocturlabes/>

- « Les premières Euvres de JACQUES DEVAULX, pilote en la marine ». Manuscrit orné de beaux dessins de nocturlabes. ▼



Voir le site sur Gallica <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b550024840.r=jacques+de+Vaulx.langFR>

Nota : Livre numérique proposé dans les offres de la CCS oct 2014, référence : Devaulx pilote en la marine N55002484_PDF_1_-1DM

Tous les membres de notre commission sont appelés à enrichir notre nouveaux domaine d'étude en : complétant l'inventaire, adressant leurs propres études, fournissant des livres numérisés ou des adresses de site.
Par avance merci.



dessin de J. De Vaulx (Le Havre - XVIe siècle)

⇒ Dans la version numérique, en annexe : le livret "Nocturlabes A_Marchal"



Un cadran numérique

Gérard Baillet

Dans le cadre de son étude pour la création d'un nouveau type de cadran solaire pour la commune de Chamalières, G. Baillet décrit un cadran dit «numérique». Le chiffre indiquant l'heure est projeté sur une surface portant une seule ligne. C'est la coïncidence du chiffre avec la ligne qui indique l'heure.

1 Préambule

L'étude d'un nouveau type de cadran solaire est lié à la réalisation de celui-ci dans la commune de Chamalières. L'association "ADASTA", est à l'origine de cette création en lien avec la commune. Étant membre de l'ADASTA j'ai proposé le cadran et effectué les calculs nécessaires. J'ai demandé à Monsieur Henri Bouffard président de l'association de nous communiquer un mot de présentation :

" L'ADASTA (Association pour le Développement de l'Animation Scientifique et Technique en Auvergne) a proposé en 2013 à la municipalité de Chamalières (63400) d'installer un cadran solaire conçu et calculé par l'ADASTA mais réalisé par les services techniques de la ville de Chamalières.

Un premier projet conçu par notre ingénieur Gérard Baillet fut proposé mais nécessitait un socle complexe. Le deuxième projet, conçu à nouveau par Gérard Baillet, fut proposé et obtint l'adhésion de toutes les personnes concernées.

Il est en cours de réalisation et sera installé courant septembre 2014. C'est un projet original et l'ADASTA tient à remercier particulièrement l'ingénieur Gérard Baillet pour sa conception et son aide à la réalisation.

Sur ce cadran solaire, sera fixée une plaque indiquant l'ADASTA et précisant le mode de lecture et le nom du concepteur.

Une action médiatique locale permettra de donner à cette manifestation toute l'ampleur scientifique qu'elle mérite."

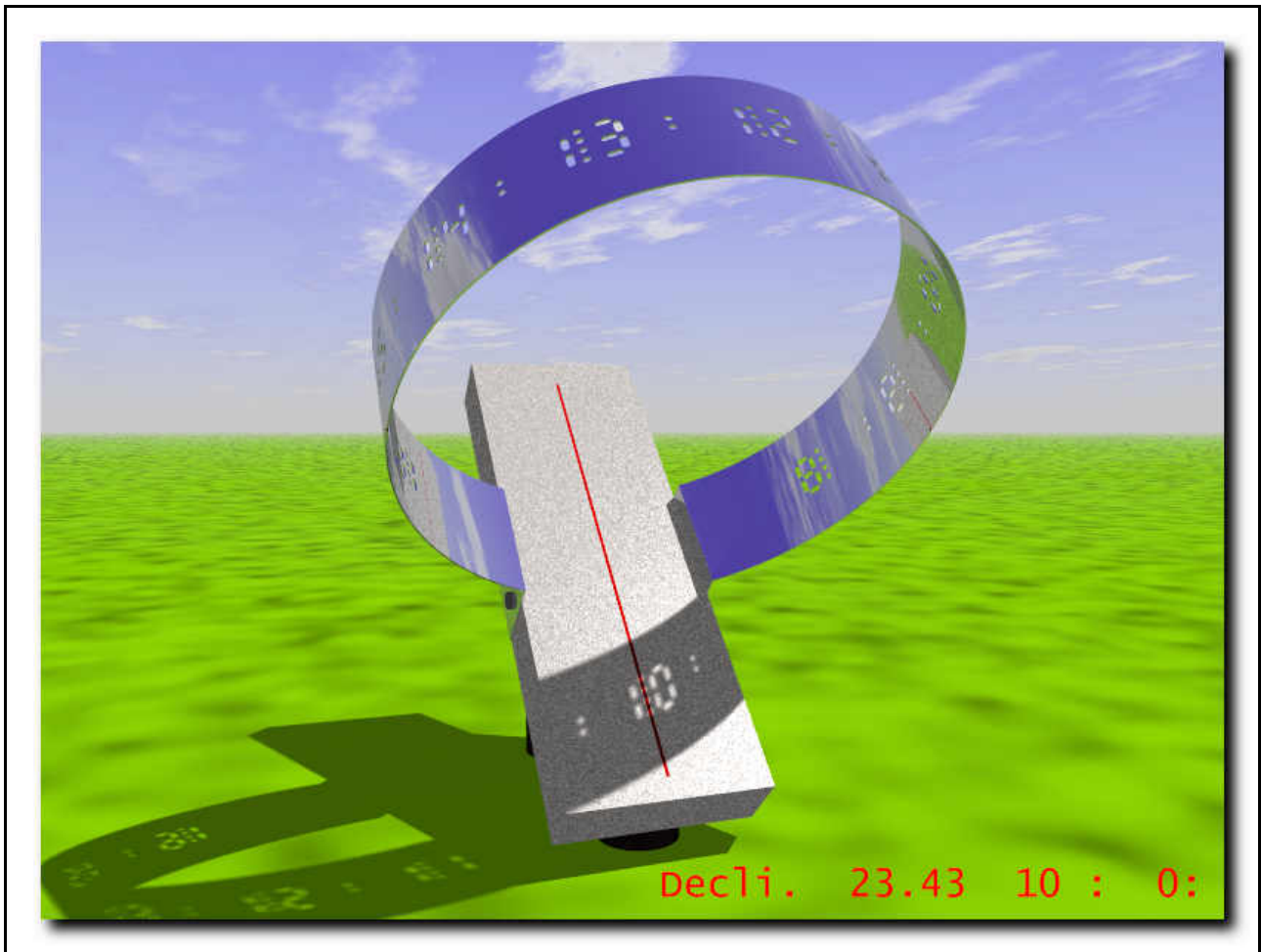
2 Définition du cadran "numérique"

Dans les cadrans solaires classiques l'ombre d'un style ou d'un œilleton se déplace sur une surface, la coïncidence avec des graduations numérotées indique l'heure.

Dans le cadran que nous allons étudier le chiffre indiquant l'heure est projeté sur une surface portant une seule ligne (droite). La coïncidence du chiffre avec la ligne donne l'heure.

Le chiffre peut être plein auquel cas il est vu comme une ombre, ou découpé dans une surface opaque, il est alors vu en lumière sur un fond d'ombre.

3 Principe

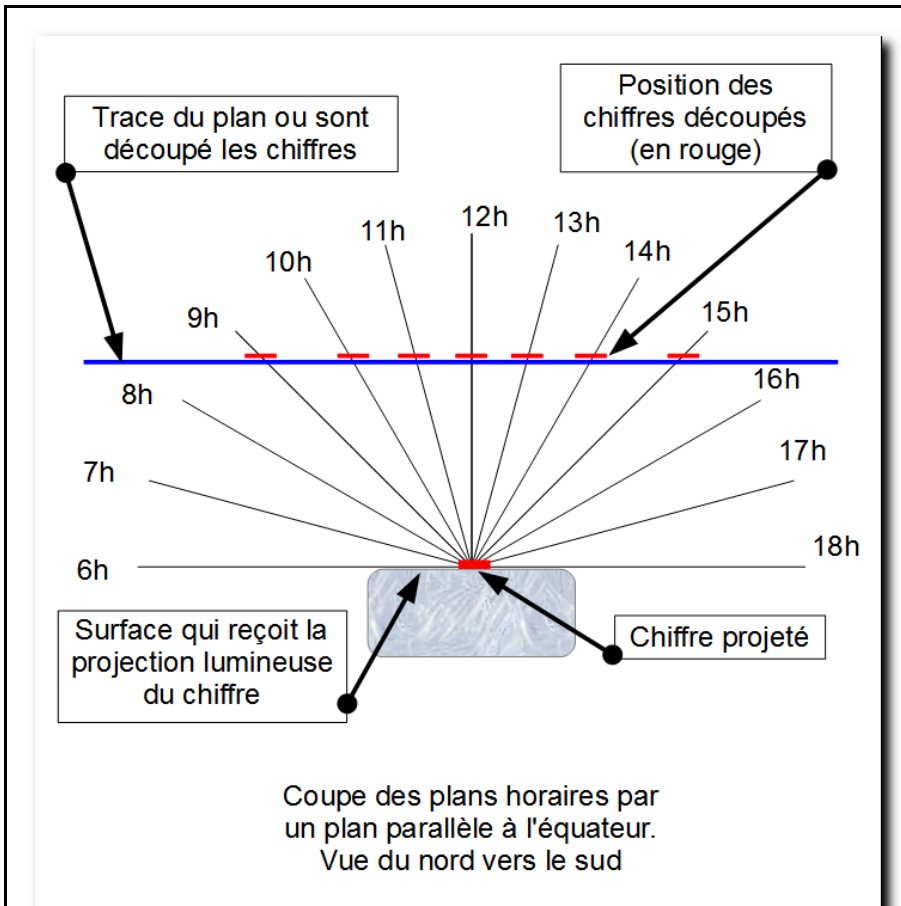


Ici un exemple de cadran numérique. Il est 10 h.

Cette image, mieux qu'un long discours, met en évidence le fonctionnement de ce genre de cadran.

3.1 *Type de cadran possible*

Dans ce qui va suivre et pour simplifier nous supposons que nous sommes à l'équinoxe, les droites numérotées de 6 h à 18 h donnent la direction du soleil aux heures correspondantes. Le plan des figures est un plan parallèle à l'équateur.

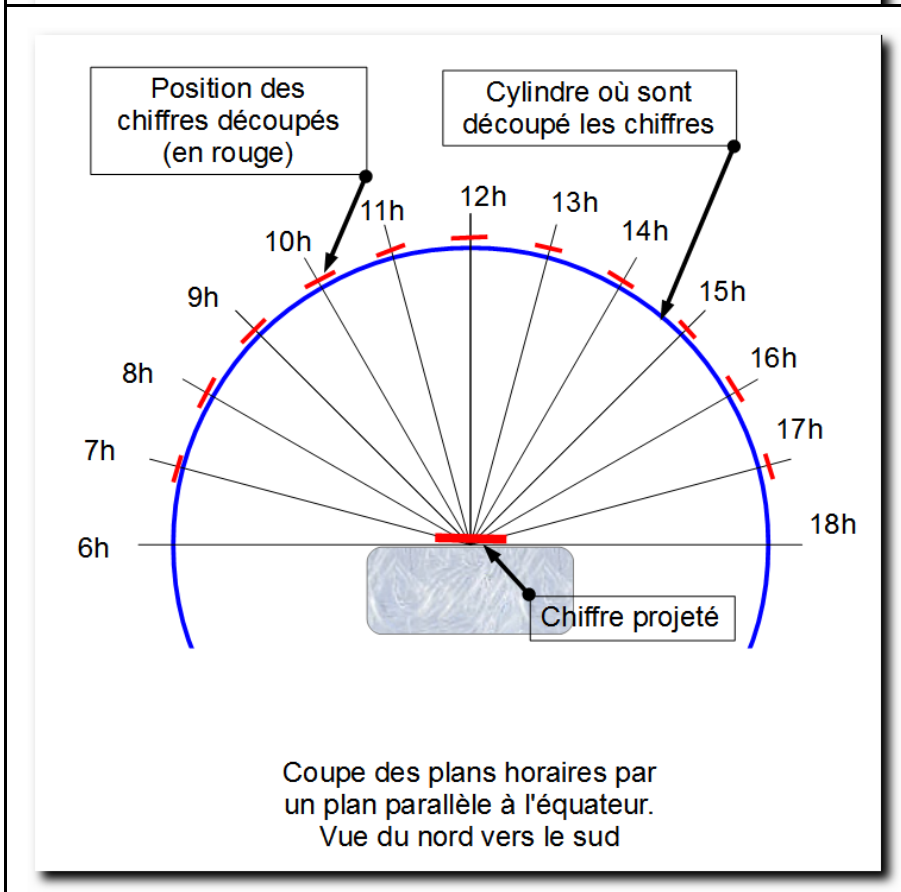


3.1.1 Cadran plan

Les chiffres sont découpés à l'intersection de la direction du soleil et du plan.

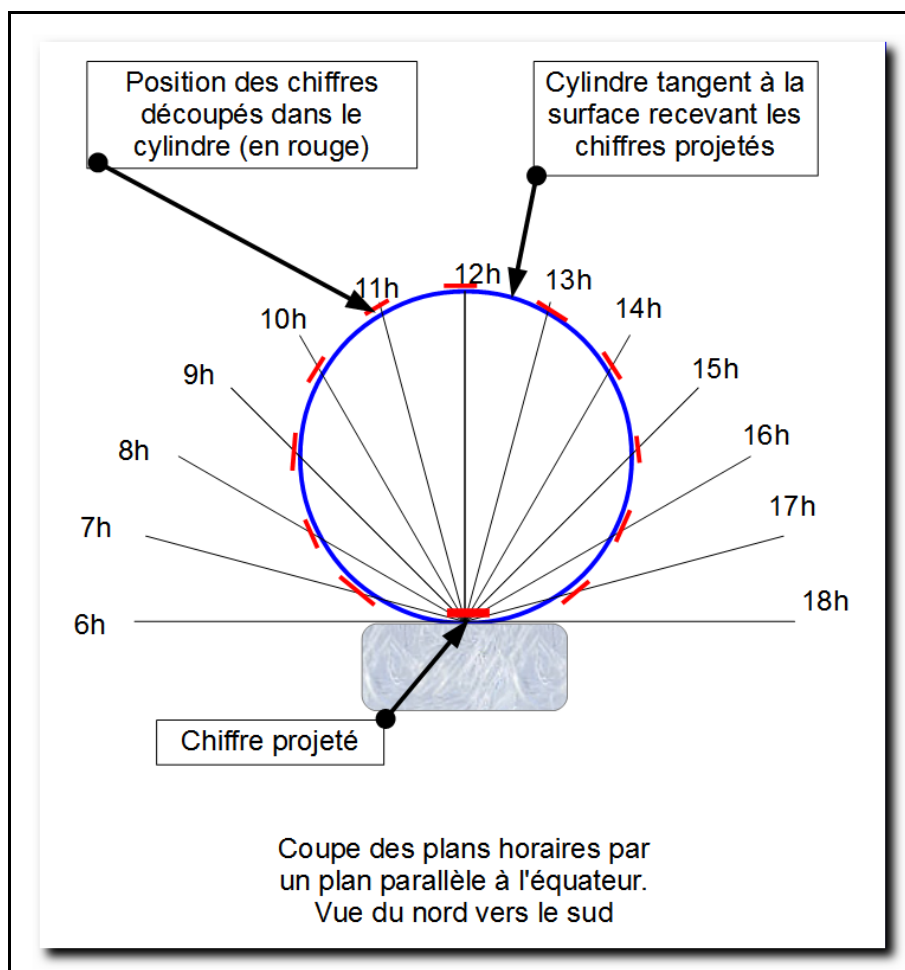
La dimension du plan limite les heures utiles autour de midi.

Le plan où sont les chiffres est choisi perpendiculaire à la direction de midi, il est tout à fait possible de définir un plan différent, ainsi qu'une orientation de la surface recevant la projection des chiffres. Ces deux plans restant perpendiculaires au plan de l'équateur



3.1.2 Cadran cylindrique centré

Dans ce type de cadran les chiffres sont découpés dans un cylindre dont l'axe est situé à la position des projections des chiffres.



3.1.3 Cadran cylindrique tangent

Le cylindre recevant la découpe des chiffres est tangent à la surface recevant les chiffres projetés.

4 Comparaison des solutions

La comparaison des solutions doit tenir compte de plusieurs phénomènes différents.

4.1 L'anamorphose

L'anamorphose est une déformation des images par un procédé optique ou mathématique. Cette déformation variable suivant les directions (les heures) peut rendre les images inexploitable.

Nous examinerons ici le phénomène le jour de l'équinoxe.

4.1.1 Le cadran plan

Pour le cadran plan il n'y a pas d'anamorphose le plan des chiffres est parallèle au plan recevant la projection.

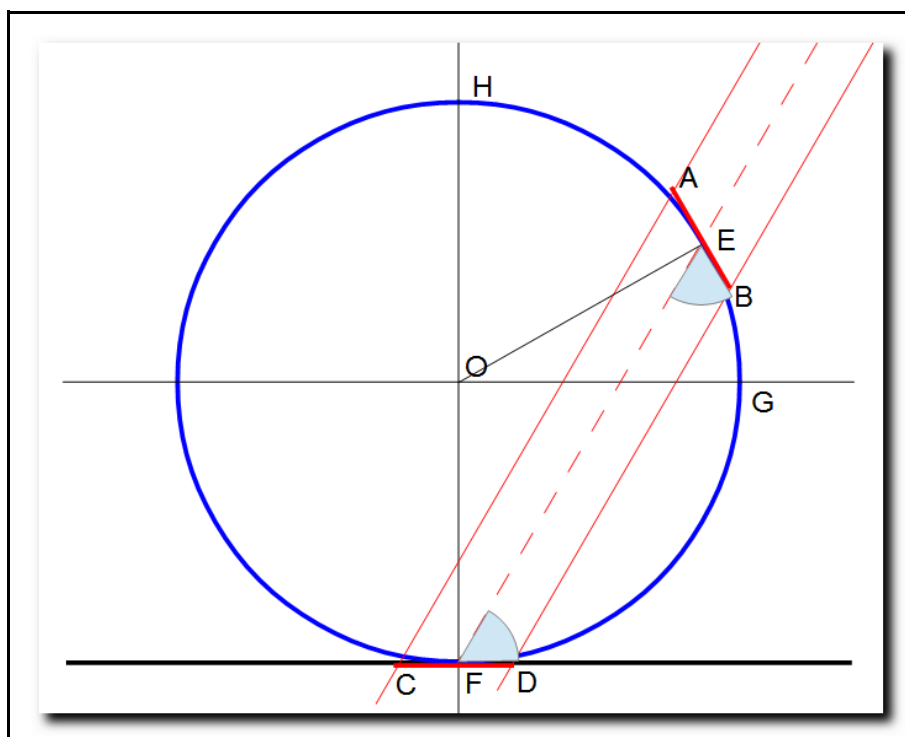
4.1.2 Le cadran cylindrique centré

En supposant le chiffre carré, le rapport entre les directions est-ouest et nord-sud projetées se trouve dans le tableau ci-dessous, suivant les heures, le rapport se lit dans la colonne " coefficient " .

heure (am)	heure(pm)	coefficient
12	12	1,0000
11	13	1,0353
10	14	1,1547
9	15	1,4142
8	16	2,0000
7	17	3,8637
6	18	infini

On voit que, rapidement, la déformation prend une valeur importante (à partir de 9 h 15 h ou 8 h 16 h)

Remarque : il est possible d'éviter la déformation des chiffres projeté en déformant les gravures de manière opposée à l'anamorphose, mais cela rendra difficile la gestion de la pénombre voir le paragraphe 4.2 La pénombre.



4.1.3 Le cadran cylindrique tangent

Soit une lettre de dimension AB, (on confond la tangente avec l'arc de cercle). On démontre aisément l'égalité des angles FEB et EFD.

Alors la projection de AB est égale à CD. Il n'y a pas d'anamorphose dans ce type de cadran.

4.2 La pénombre

Le principe à prendre en compte est le suivant.

Il faut que depuis le point où est projeté le chiffre on puisse voir le soleil en entier au travers des découpes. De cette manière l'image projetée du chiffre sera lumineuse au maximum pour le milieu des découpes et elle sera entourée de pénombre jusqu'à l'ombre.

On prendra 32 ' d'angle comme diamètre apparent du soleil.

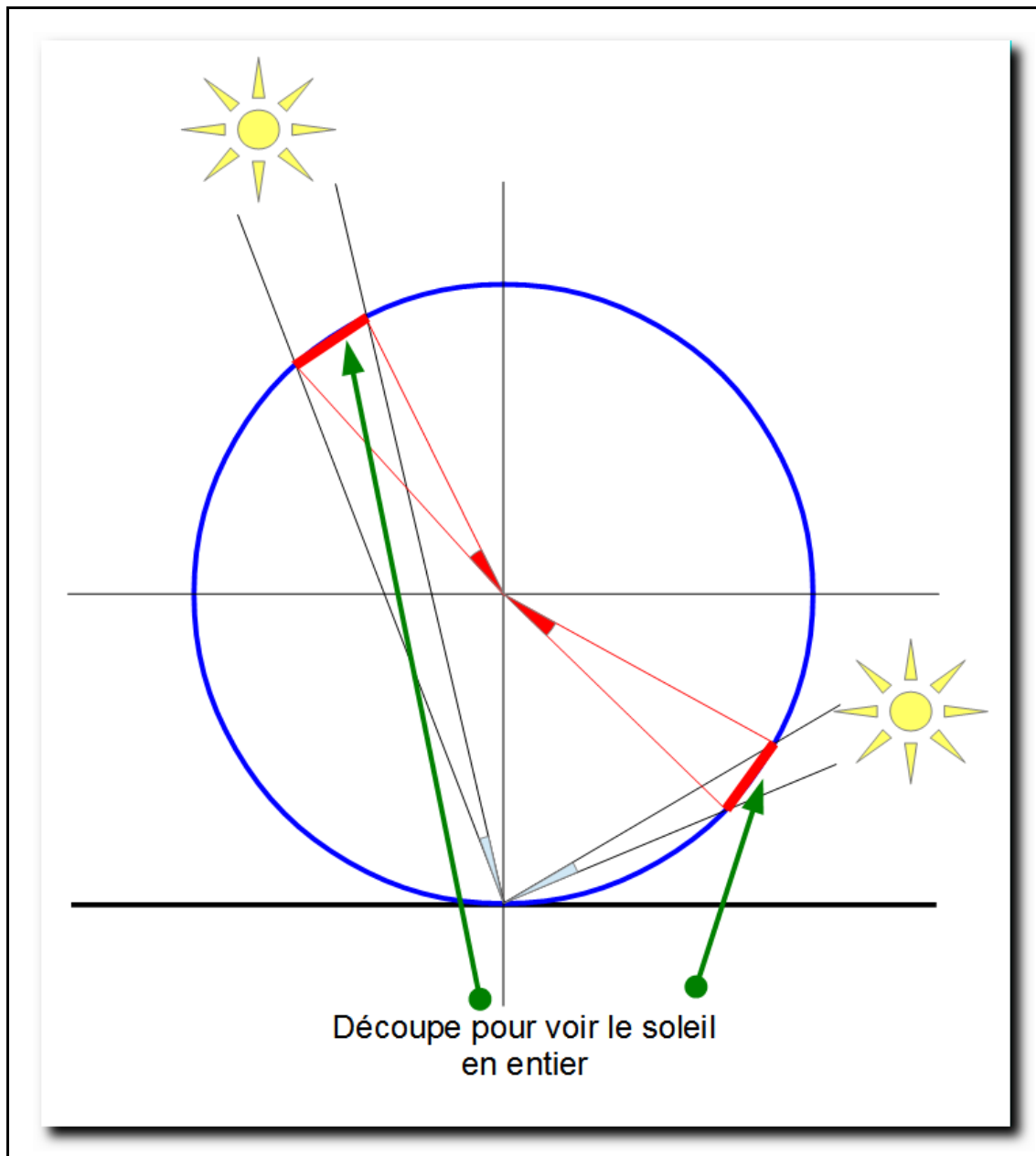
4.2.1 Le cadran plan

Pour le cadran plan la largeur des découpes sera déterminée avec le chiffre qui est le plus loin de midi.

4.2.2 Le cadran cylindrique centré

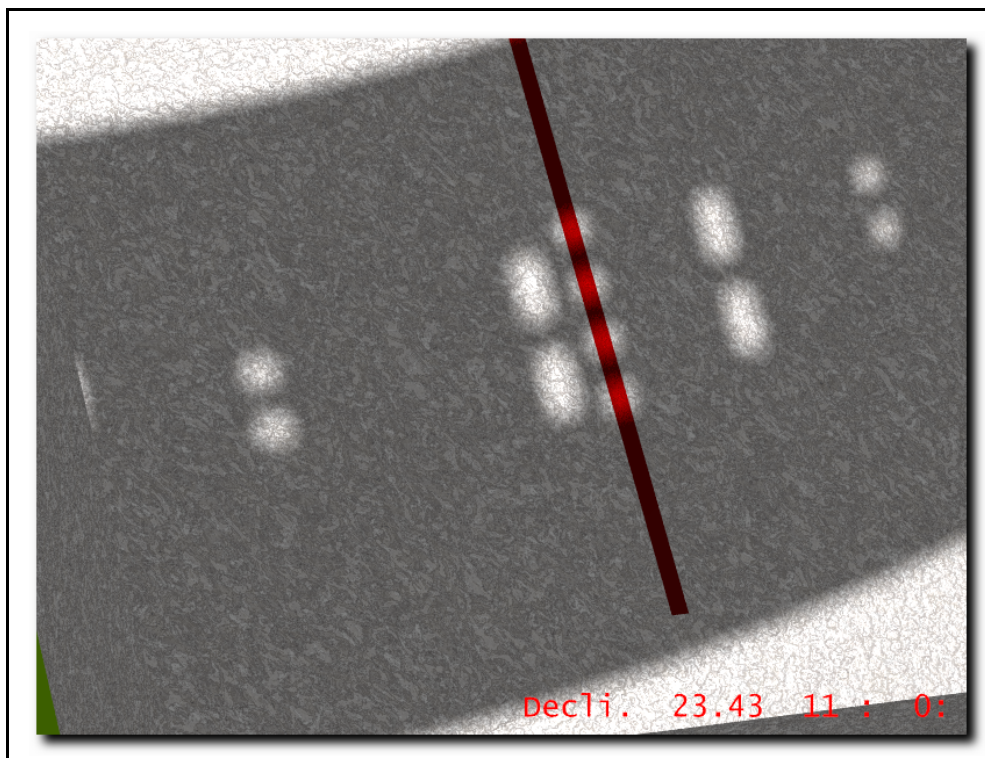
Dans le cas de ce cadran il est évident que toutes les découpes seront identiques.

4.2.3 *Le cadran cylindrique tangent*

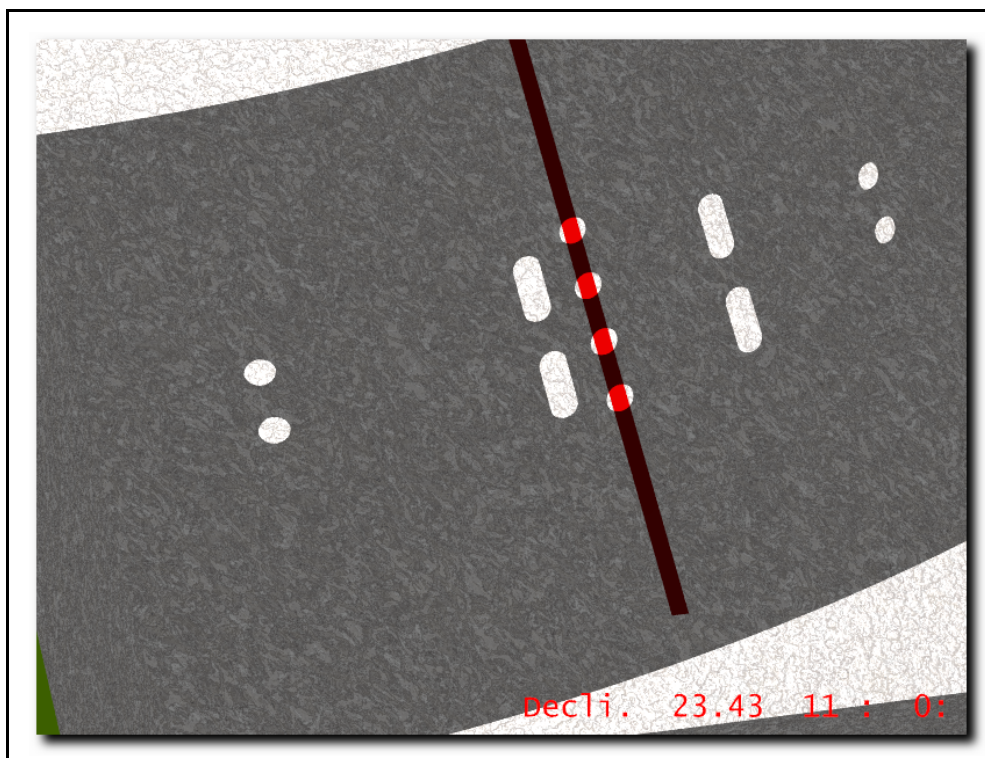


On peut aisément démontrer que pour ce type de cadran la largeur de la découpe est indépendante de la direction du soleil, donc de l'heure.

4.2.4 Exemple de vue de la pénombre avec le cadran cylindrique tangent



Vue du chiffre 11 h avec la simulation d'un soleil avec diamètre apparent de 32' d'angle (au solstice d'été).



Vue du chiffre 11 h avec la simulation d'un soleil ponctuel

4.3 Limitation des heures

Les trois types de cadran abordés ci-dessus excluent par principe le fonctionnement à 6 h et à 18 h.

Pour le type de cadran cylindrique tangent j'ai exclu 7 h et 17 h pour plusieurs raisons :

- Le soleil étant bas sur l'horizon le contraste des chiffres devient faible
- L'épaisseur du cylindre 5 mm, une largeur de découpe de 18 mm et l'angle d'incidence élevé sur la surface du cylindre peut engendrer un masquage important
- le cadran en construction sera dans un jardin public entouré de bâtiments qui masqueront le soleil pour ces heures

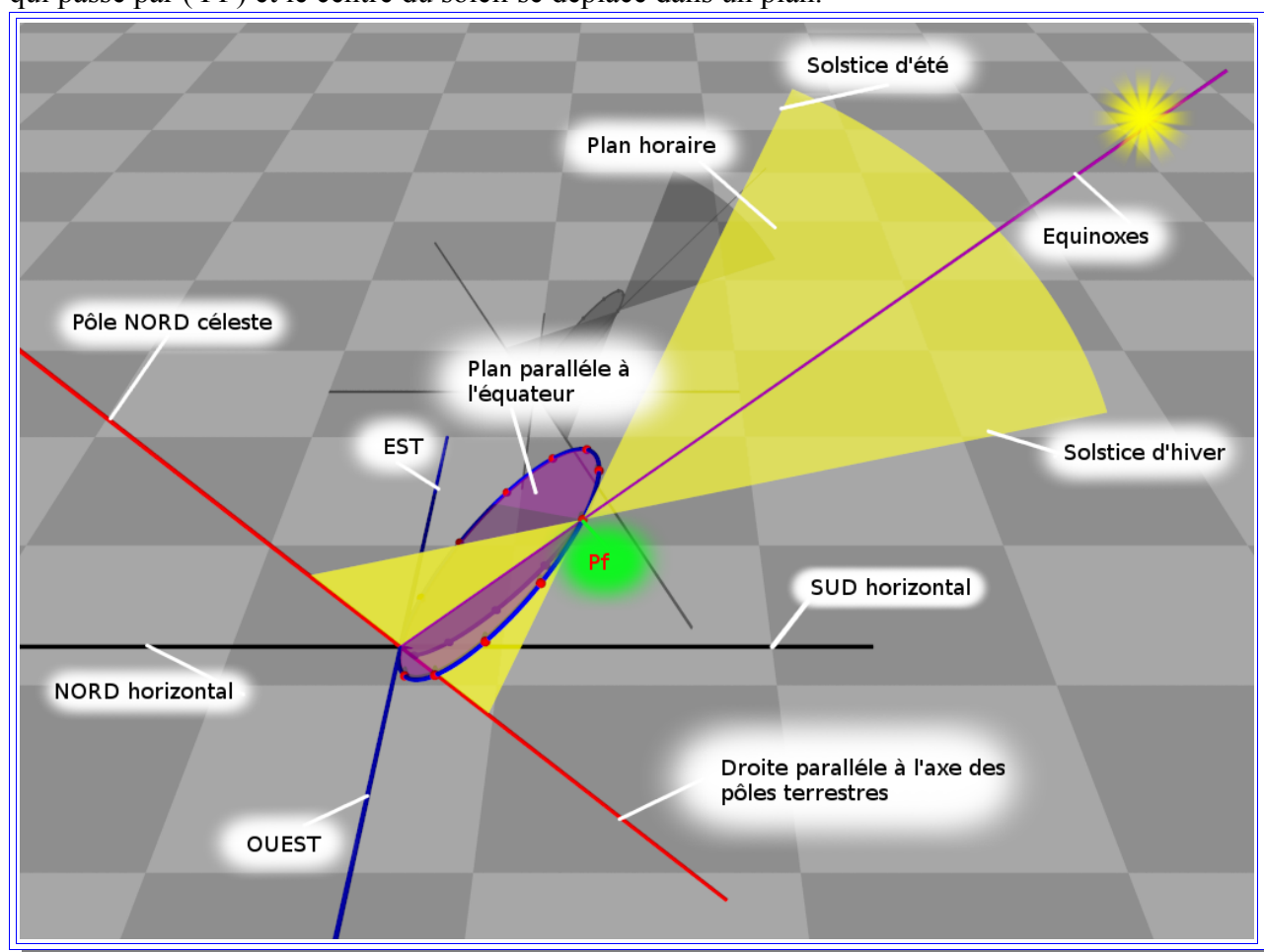
Voir aussi : paragraphe 8 Évolution : changement de la plage horaire

5 Effet du changement de date

Nota : dans ce qui va suivre nous étudierons uniquement le cas du cadran solaire cylindrique tangent.

Jusqu'à présent le cadran était examiné aux équinoxes, nous allons voir comment réaliser le cadran pour qu'il fonctionne toute l'année.

Par un point fixe (Pf) sur la terre, pour la même heure solaire et au long de l'année, la droite qui passe par (Pf) et le centre du soleil se déplace dans un plan.



Ce plan est appelé « plan horaire » en jaune sur la figure ci-contre.

Nota : *ceci n'est pas la définition astronomique exacte.*

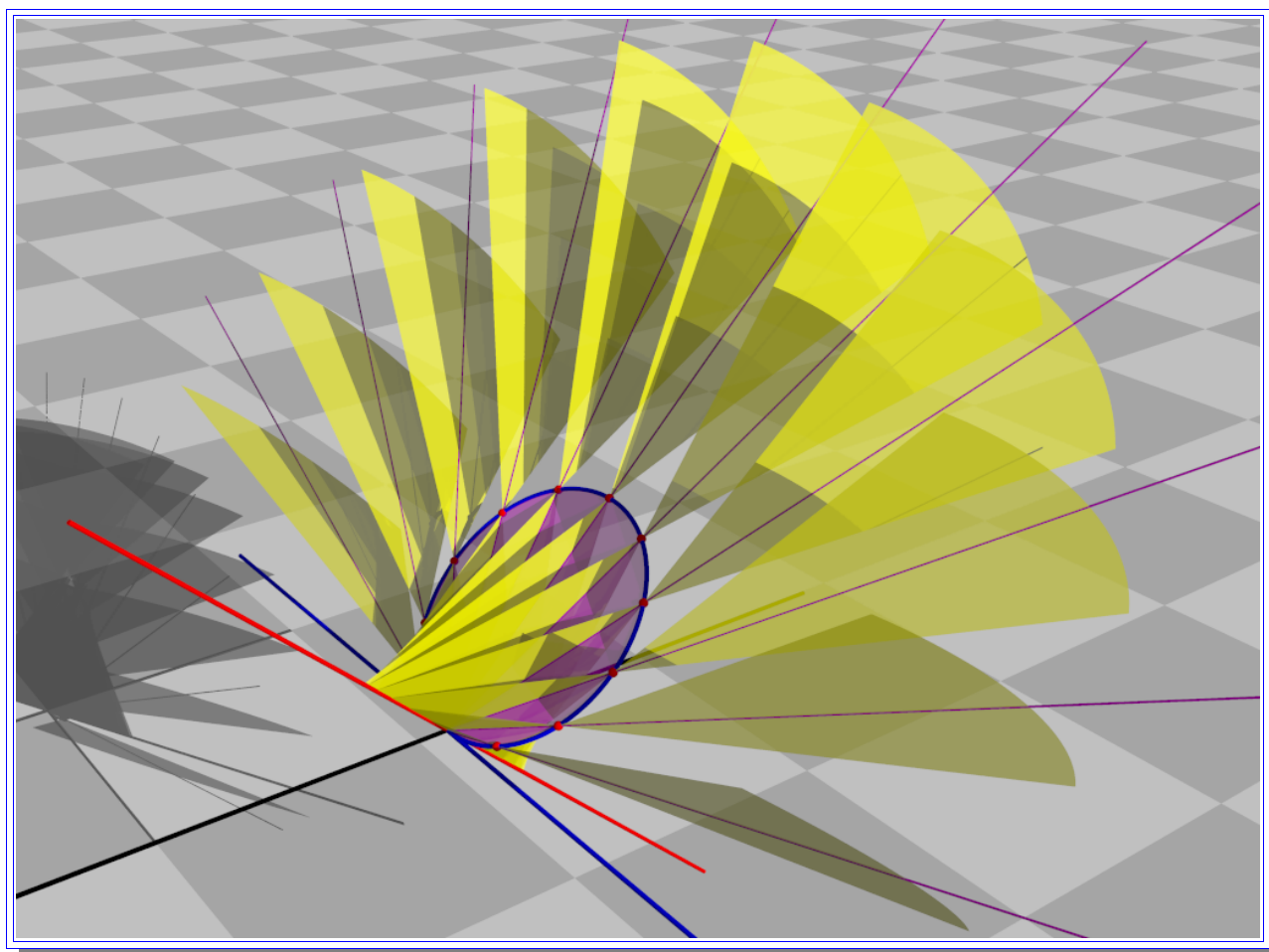
Quelque-soit l'heure choisie ce plan passe par le centre du soleil et par une droite parallèle à l'axe de rotation de la terre.

Sur la figure on remarque que la projection du point Pf par la lumière du soleil passe, long de l'année, par la droite parallèle aux pôles.

Le principe du cadran numérique consiste à positionner les points horaires (Pf) de manière à ce que tous les plans horaires passent par la même droite (parallèle à l'axe des pôles). Cette droite sera nommée par la suite « ligne d'heure ».

La figure ci-dessous montre l'ensemble des plans horaires du cadran.

L'excursion de l'image du chiffre, d'un solstice à l'autre, sur la ligne d'heure est variable suivant l'heure. Ce type de cadran ne permet donc pas une graduation mensuelle ou zodiacale indépendante de l'heure.



6 Détail de la réalisation

6.1 Diamètre du cylindre

Le point de départ des calculs du cadran est le diamètre du cylindre.

Ce cadran est implanté dans un jardin public, nous avons choisi un diamètre de 1500 mm.

6.2 Dimension des chiffres

6.2.1 Dimension de la découpe

À midi solaire la découpe est vue depuis la ligne d'heure à 1500 mm, la limite inférieure de la découpe vaut donc :

$$[(32 / 60) \times \pi / 180] \times 1500 = 13,96 \text{ mm.}$$

Pour avoir une zone lumineuse bien visible on prendra **18 mm**.

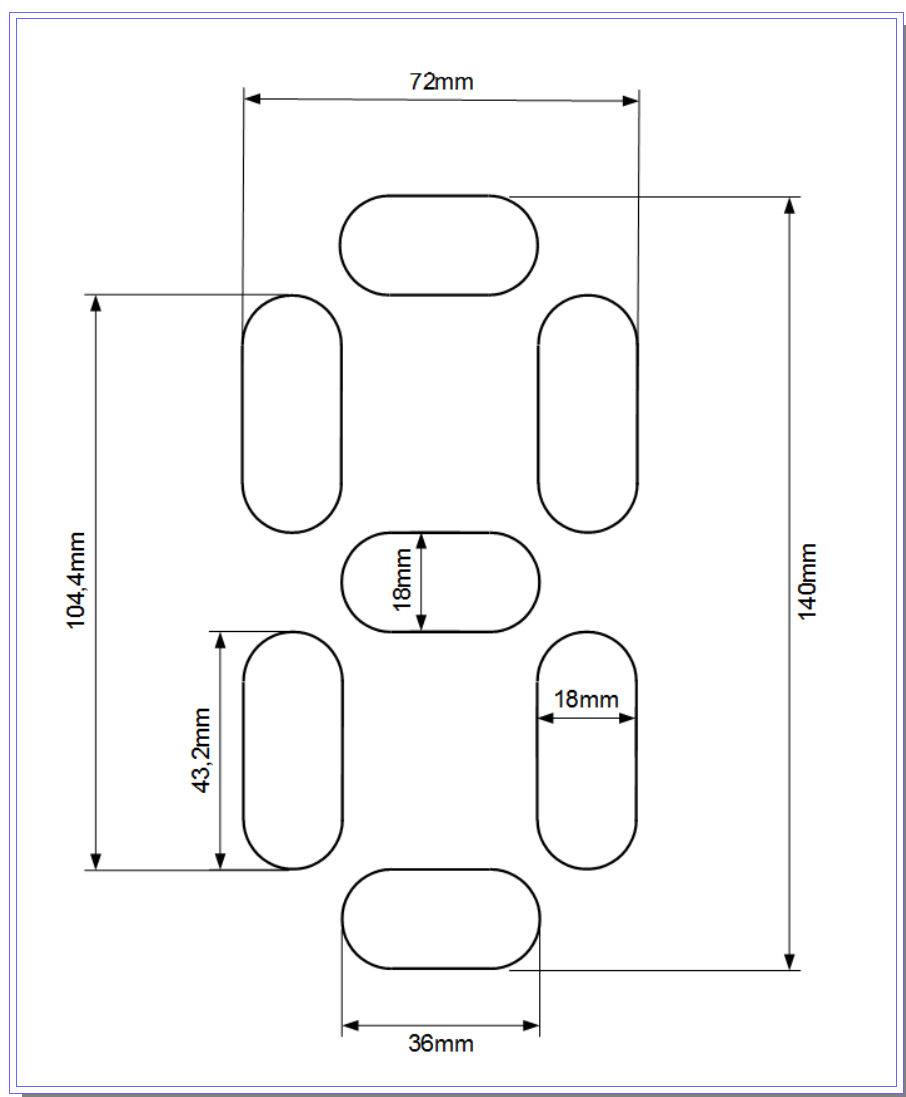
6.2.2 forme des chiffres

Nous avons choisi pour des raisons de simplicité d'usinage la forme utilisée à l'origine des machines numériques : une gravure à 7 segments, en conservant suffisamment de matière entre les segments.

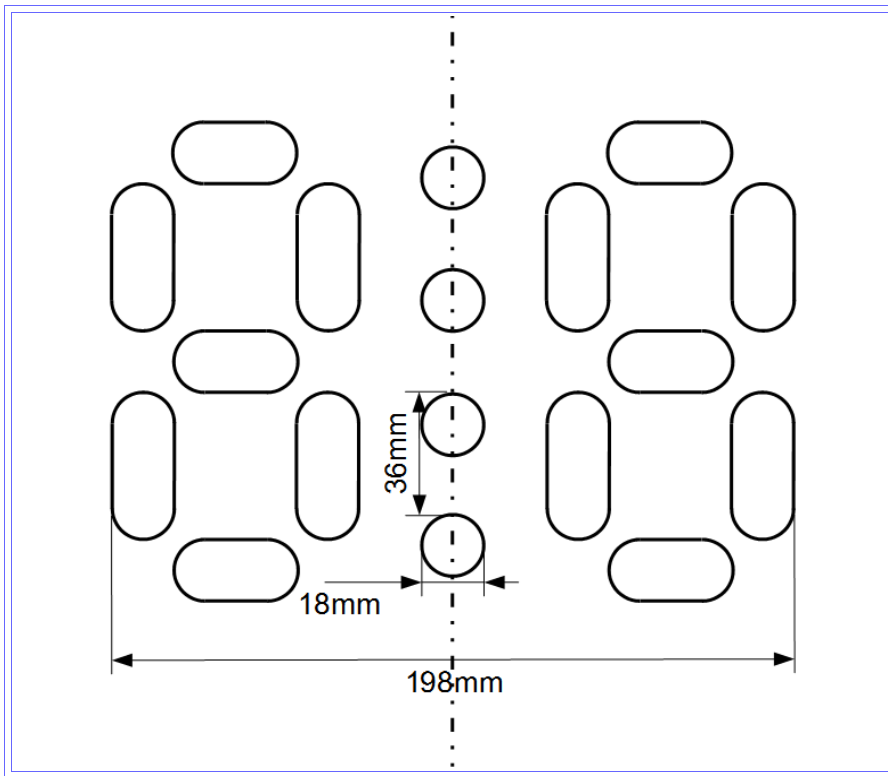
On obtient alors un chiffre d'encombrement extérieur de :

140 x 72 mm

Voir le dessin ci-contre.



6.3 Forme de l'indication horaire



Le repérage de l'heure doit être identique pour chaque heure, il est ici constitué par un alignement de quatre points. Lorsqu'il y a un seul chiffre il est à droite et pour deux chiffres un de chaque côté.

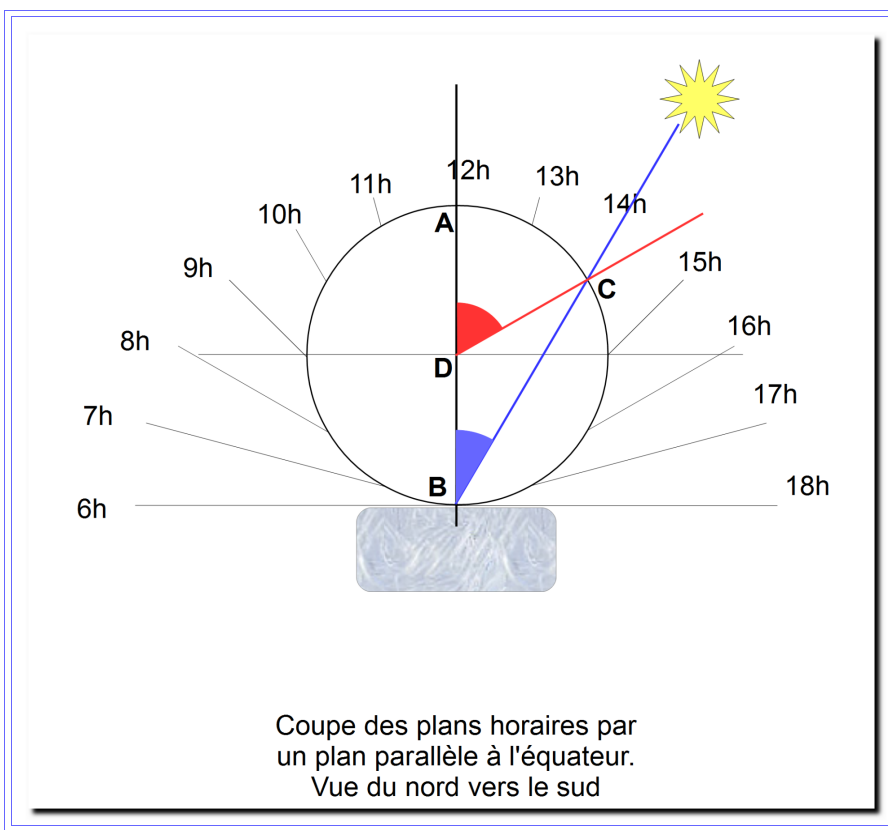
Les demi-heures sont repérées par deux points identiques aux deux points situés au milieu de l'alignement des quatre points.

6.4 Largeur du cylindre

Afin que le cylindre ait une bonne rigidité et une bonne tenue au roulement il faut compter près de trois

fois la hauteur des lettres comme largeur du cylindre.

Dans notre cas le cylindre aura une largeur de **400 mm** et **5 mm** d'épaisseur



6.5 Position des repères horaires

L'angle horaire (ABC) détermine l'heure à raison de 15° par heure.

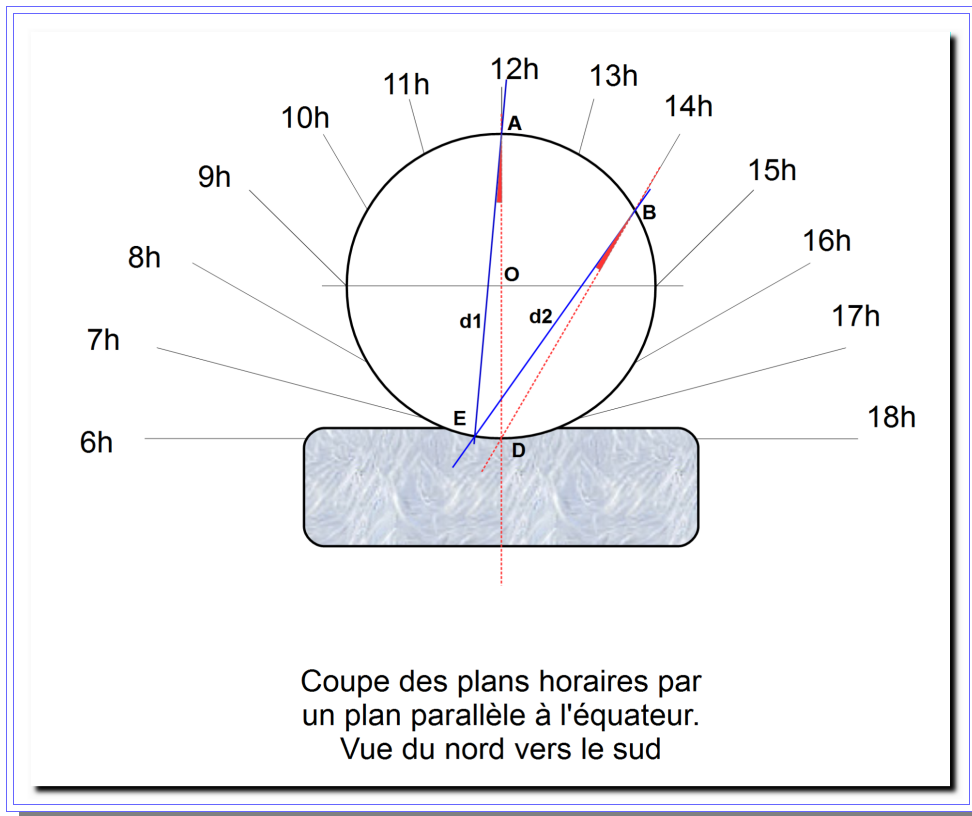
Dans le cas de la figure il est 14 h et le point C est la position du repère horaire 14 h.

La géométrie nous donne une relation entre les angles :

$$ADC = 2 \times ABC$$

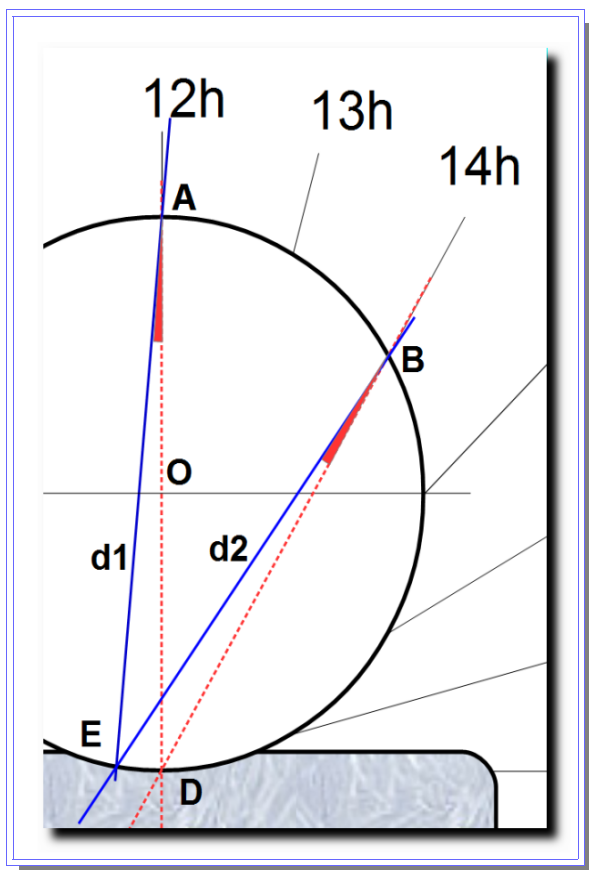
Tous les repères horaires sont donc espacés régulièrement de 30° . Les repères des demi-heures sont au milieu des repères horaires.

7 Évolution : lecture des minutes



Il est possible de recueillir l'image projetée des chiffres sur une surface cylindrique de même rayon et centre que le cylindre portant les chiffres.

Dans ce cas des droites parallèles à la ligne d'heure et dessinées sur la surface du cylindre peuvent porter des graduations de 10 en 10 minutes de temps (par exemple).



7.1 Détail géométrique

Les deux droites en pointillé rouge représente les rayons lumineux à 12 h et 14 h.

Les droites d1 et d2 (en bleu) représentent respectivement les rayons à 12 h 20 min et 14 h 20 min.

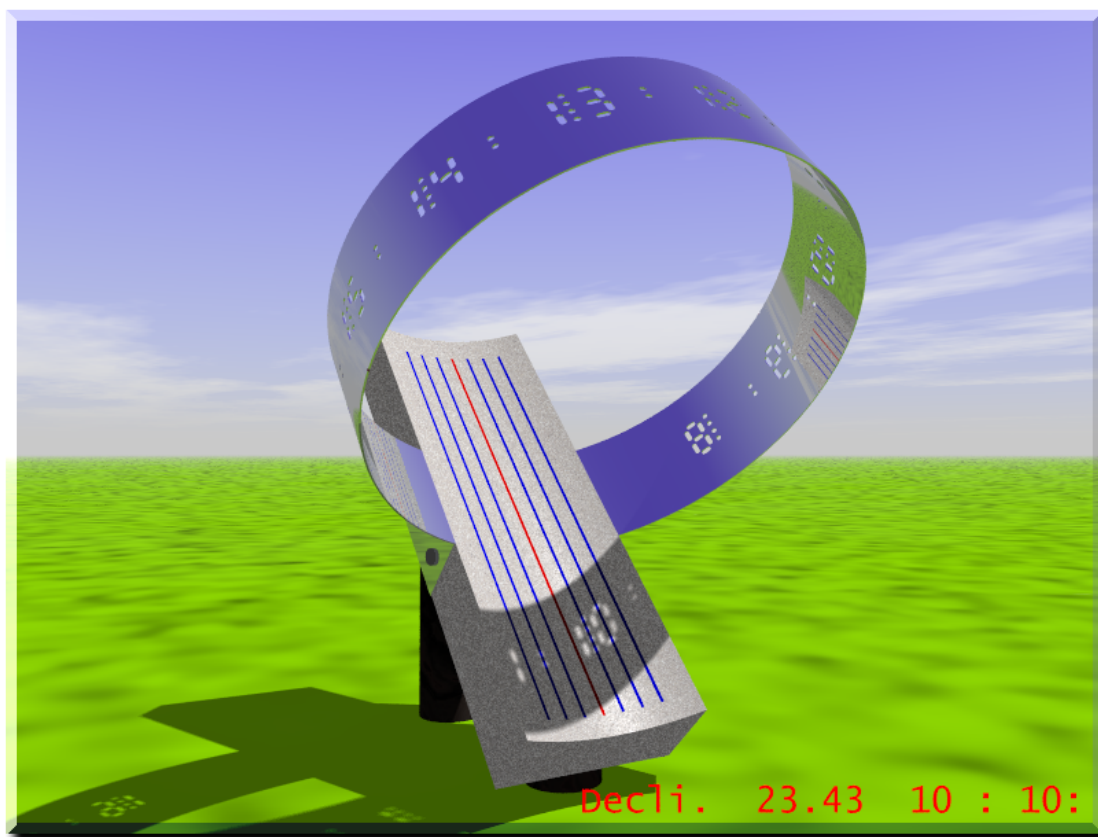
Les deux droites en rouge se coupent en D à la surface du cylindre (par construction).

Les deux angles marqués en rouge et de sommet A et B sont égaux car ils correspondent à un décalage horaire identique (20 min soit 5°).

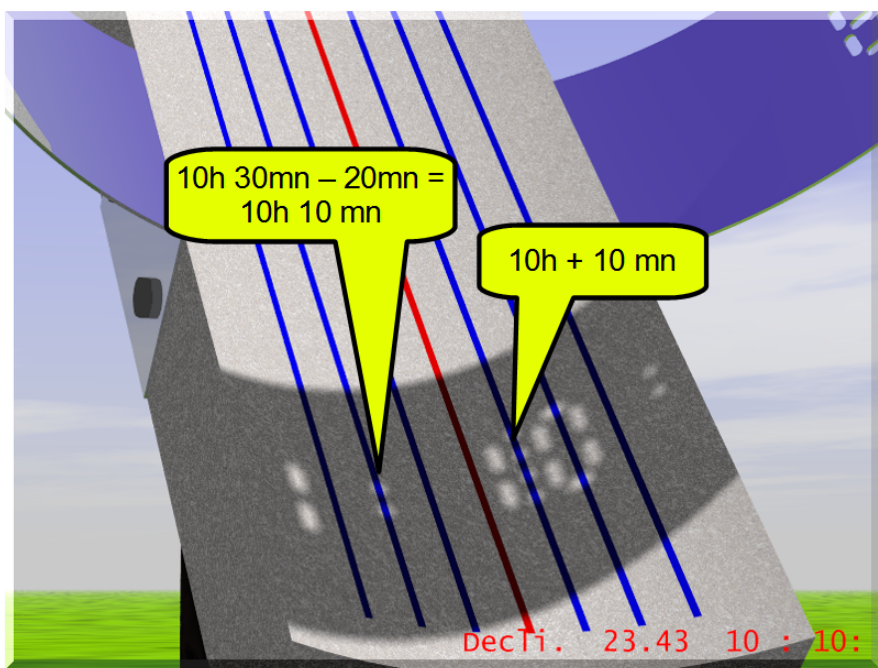
Ces deux angles égaux sous-tendent donc des arcs égaux (ED) et alors les droites d1 et d2 se coupent à la surface du cylindre au même point E.

Il est donc possible de graduer le cylindre en temps de manière indépendante de l'heure, par exemple de 10 en 10 min.

7.1 Aspect du cadran



Voici l'aspect général du cadran. La ligne rouge donne l'heure entière, les lignes bleus sont décalées de 10 en 10 mn avant et après l'heure. Il est 10 h 10 mn



7.2 Lecture

La lecture peut être effectuée de deux manières différentes :

À partir des quatre points de l'heure

10 h + 10 mn

Ou

Des deux points de la demi-heure

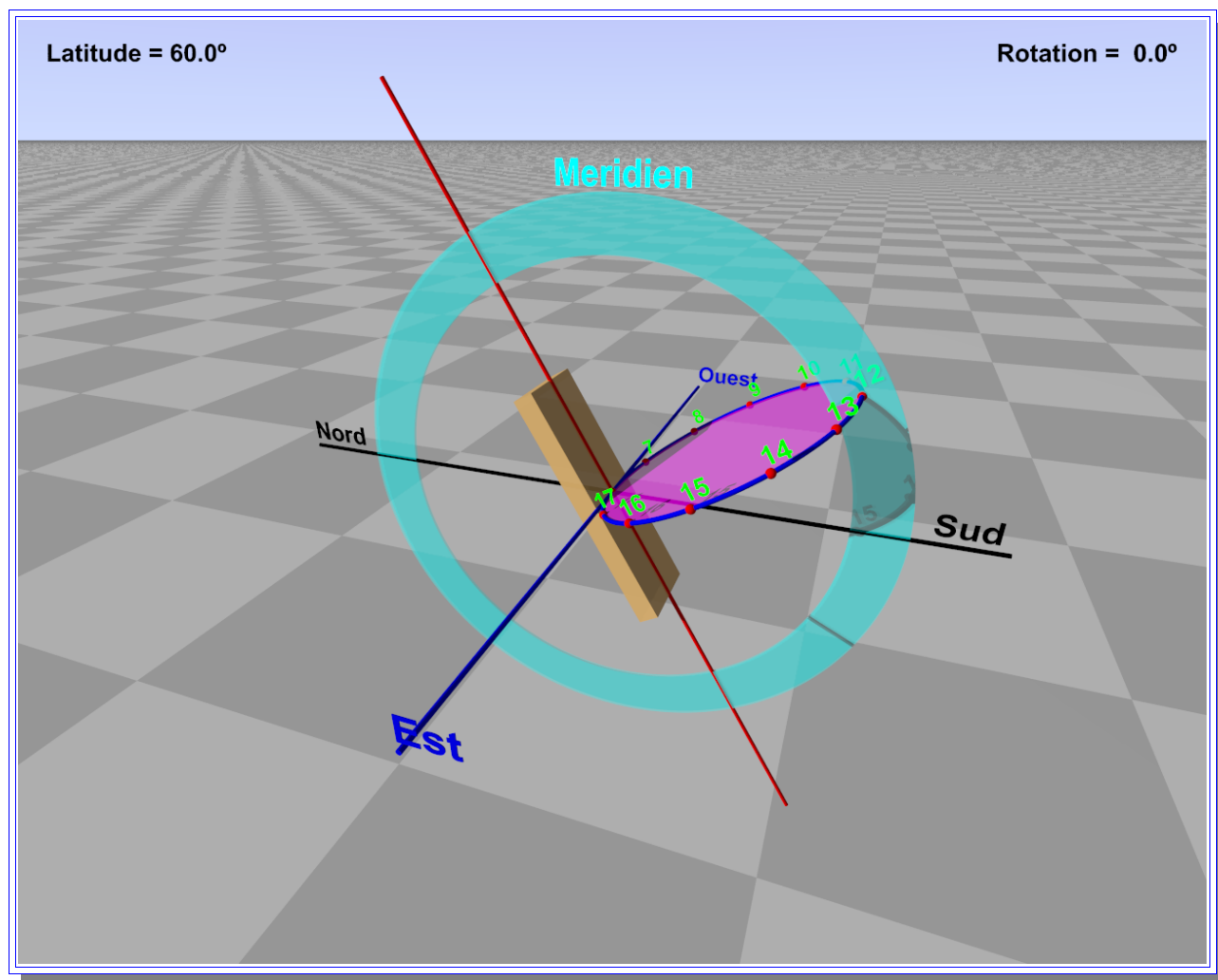
10 h 30 mn – 20 mn =

10 h 10 mn

8 Évolution : changement de la plage horaire

Tous les cadrans solaires plans ont leur plage horaire limitée par deux plans. Le plan horizontal et le plan du cadran limitent sur la sphère céleste la plage horaire. Il en est de même pour notre cadran.

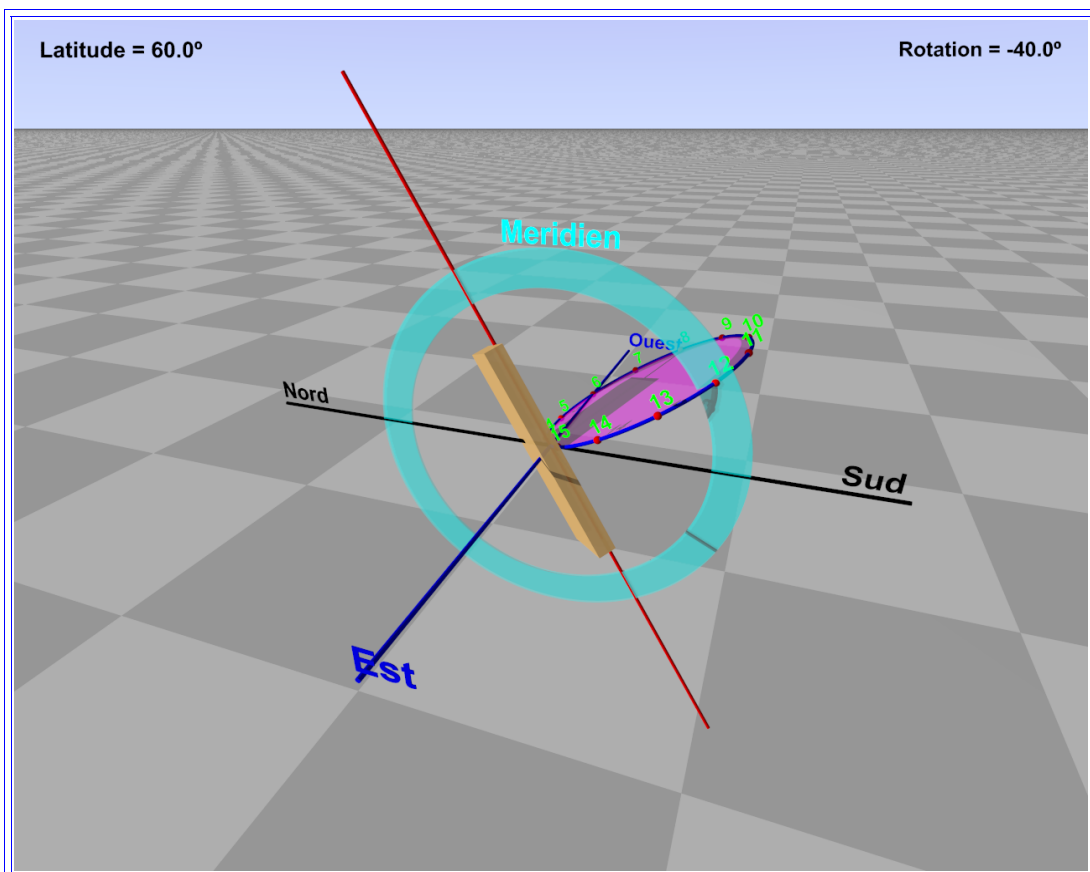
Le seul degré de liberté pour notre cadran est la rotation du cylindre autour de la ligne d'heure, de cette manière on peut favoriser soit les heures du matin soit les heures du soir.



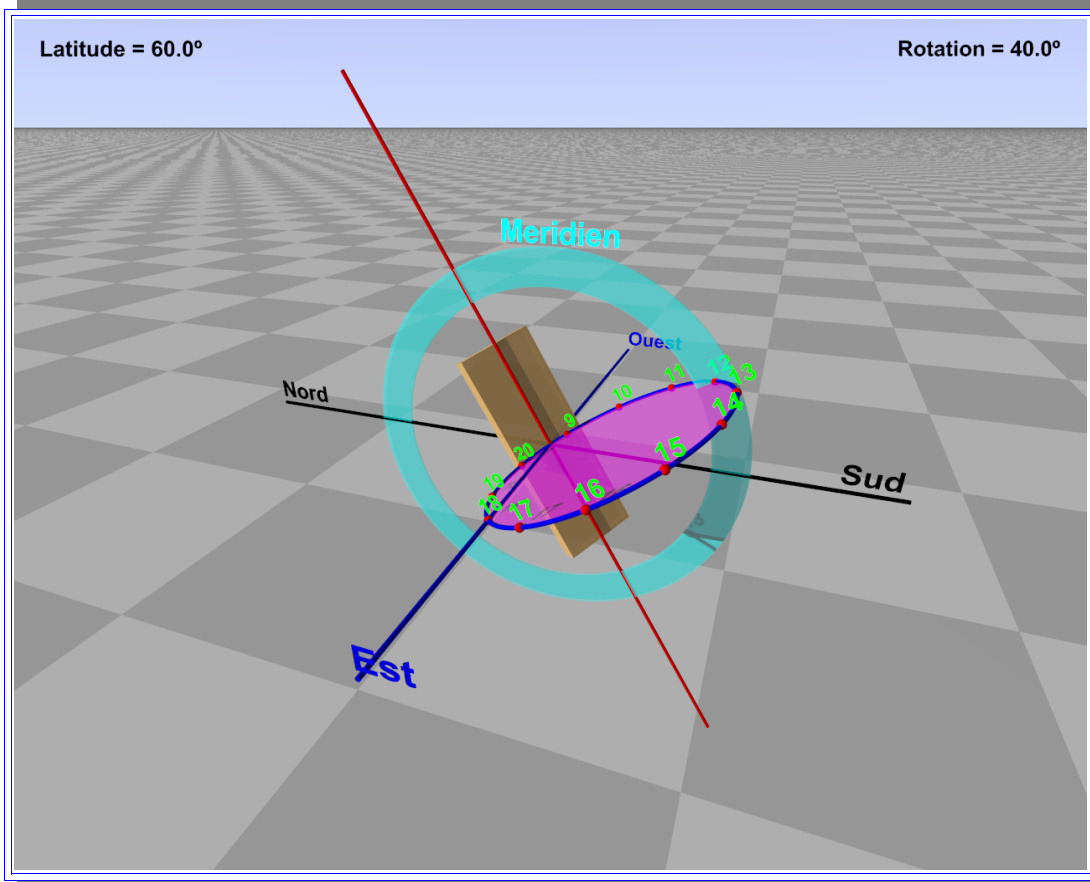
Voici une vue avec le cylindre dans la position normale (sans rotation) on constate une répartition des heures symétrique par rapport à midi et limitée à la plage théorique 7 h 17 h.

8.1 Rotation du cadran

Sur la vue suivante on favorise les heures du matin avec une rotation de -40° .



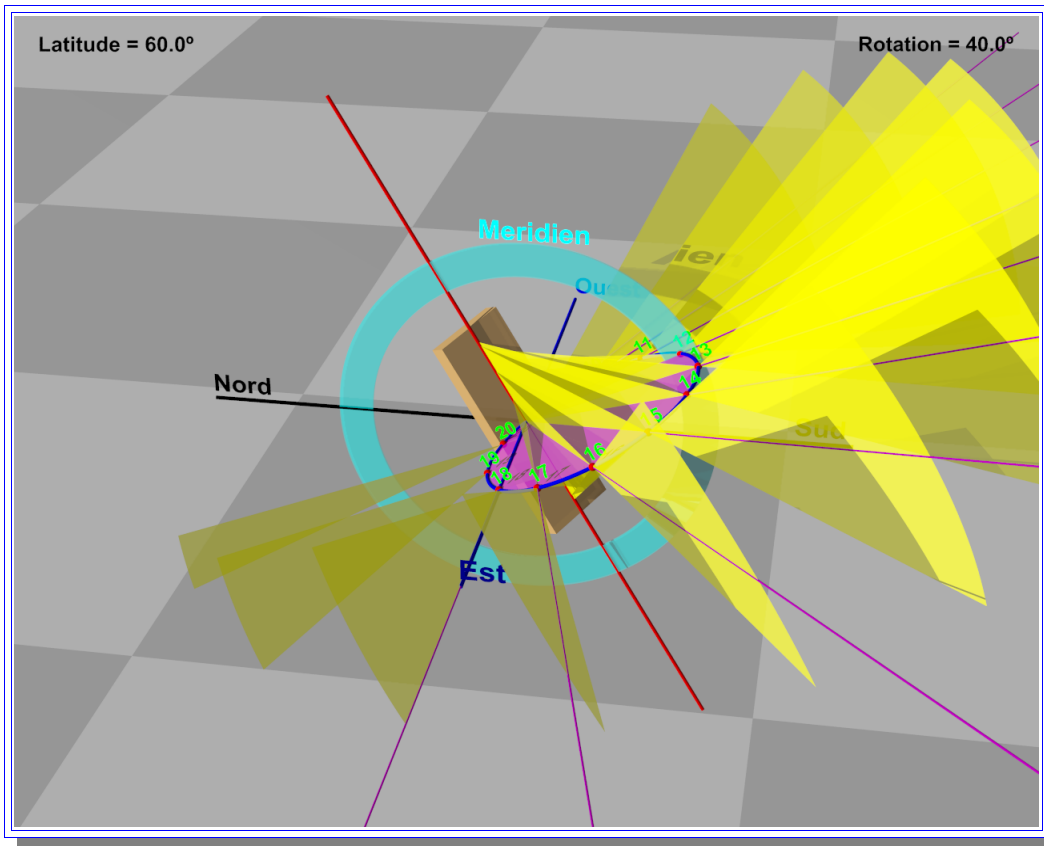
La
plage utile
est de 4 h à
15 h.



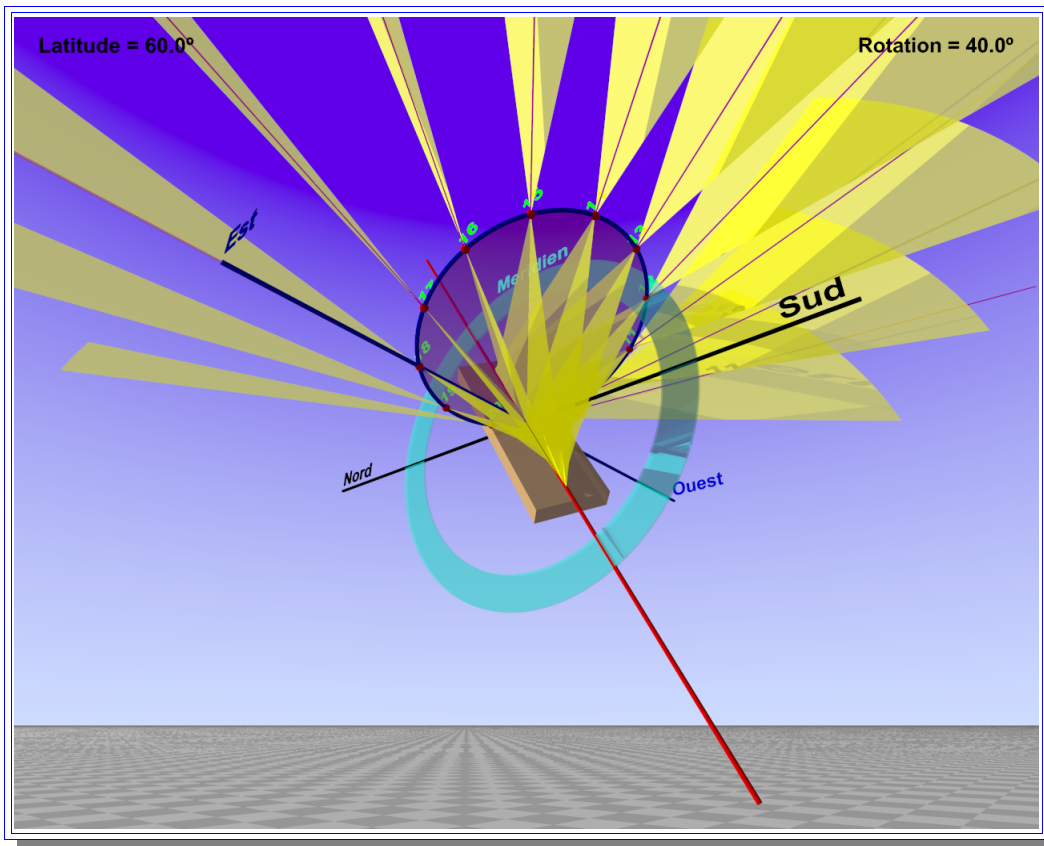
Sur la
vue à gauche
on favorise
les heures du
soir avec une
rotation de
40°.

La
plage utile est
de 9 h à 20 h.

8.2 Exemple de position des plans horaires



Vue de dessus



Vue de dessous

9 Conclusion

Le type de cadran : Le cadran cylindrique tangent du paragraphe 4.1.3 présente plusieurs avantages :

1. Absence d'anamorphose dans la projection des chiffres
2. Gestion de la pénombre identique pour tous les chiffres
3. Possibilité d'une graduation simple en dizaine de minutes (par exemple)
4. Modification possible pour favoriser les heures du matin ou du soir
5. Réalisation et calculs très simples



Un cadran-bracelet POLEX !

« Quand on a réussi dans la vie on se doit de porter un cadran-bracelet POLEX »

...nous propose Christian Druon.





Cadran solaire de Flers Bourg

Jérôme Bonnin

Sauvegarde documentaire du cadran solaire de Flers Bourg (59)

Suite à plusieurs échanges entre la mairie de Villeneuve d'Ascq (59), M. Christian Druon (membre de la C.C.S) et M. Jérôme Bonnin au sujet de la sauvegarde du patrimoine gnomonique de la commune, la municipalité a chargé l'auteur de la réalisation d'un dossier documentaire complet sur le cadran de l'église Saint-Pierre de Flers Bourg, aujourd'hui devenu quartier de Villeneuve d'Ascq. L'article qui suit résume le rapport diagnostique qui a été remis au service patrimoine de la ville en janvier 2014. Il montre comment, dans certains cas, la réalisation d'un dossier documentaire peut permettre la sauvegarde partielle d'une partie de notre patrimoine gnomonique, même le plus modeste.

Introduction

L'église Saint-Pierre de Flers Bourg comprend, sur le pignon méridional de la sacristie, les vestiges d'un cadran solaire gravé à même la pierre. Difficilement lisible ou même visible depuis la rue, l'instrument se dégrade peu à peu depuis plusieurs années. C'est la raison pour laquelle la commune de Villeneuve d'Ascq a commandé une étude précise de l'état du cadran, des dégradations et du tracé encore en place en prévision de sa disparition à plus ou moins long terme. À cet effet, une nacelle élévatrice a été mise en place afin de relever au mieux la table du cadran, les désordres et les éléments notables de l'instrument.

1. Description générale

1. 1. Situation générale

Le cadran solaire se trouve sur le pignon sud de la sacristie de l'église St. Pierre, (50°38'10.05" N et 3°07'49.63" E), pièce accolée au transept Sud. La déclinaison gnomonique du mur est de 7,3° E. Il se trouve à environ 5 m de hauteur (fig. 1). L'église sur laquelle se trouve l'instrument n'est pas classée mais seulement inscrite par arrêté du 09 juin 1977.

Directement gravé sur place, il n'a pas bénéficié d'un enduit préalable. Les lignes horaires, heures et demi-heures, ainsi que les chiffres (romains), sont gravés à même la pierre de Lezennes. Les lignes horaires ont dû être rehaussées de pigment à l'origine bien qu'il n'y en ait plus aucune trace de visible. Il ne présente aucune inscription, date ou ornementation.



Fig. 1. Situation du cadran

L'ensemble ne présente pas de délimitation inférieure ou supérieure de la table horaire. Soit il n'y en a jamais eu, ce qui est le plus probable, soit elle n'a pas été conservée. Le style a disparu et il n'en reste aucune trace visible. Une grande partie des lignes horaires et des chiffres a également disparu ou ne se lit qu'en lumière rasante (fig. 2).



Fig. 2. Traces apparentes de la table horaire en lumière rasante (Cliché : Ch. Druon)

Le cadran a été gravé sur un mur appareillé en pierre de Lezennes. Les assises de pierres sont régulières, entre 22 et 23 cm de hauteur pour les quatre assises sur lesquelles se développe le cadran solaire.

Les joints, à l'origine, étaient fins (entre 2 et 5 mm d'épaisseur). Cependant, un grand nombre de ces joints a été refait au ciment, sans précaution particulière. Il en résulte de nombreux désordres et manques. Enfin, le cadran se développe sur une hauteur de 93 cm et une largeur de 150 cm maximum (fig 3).

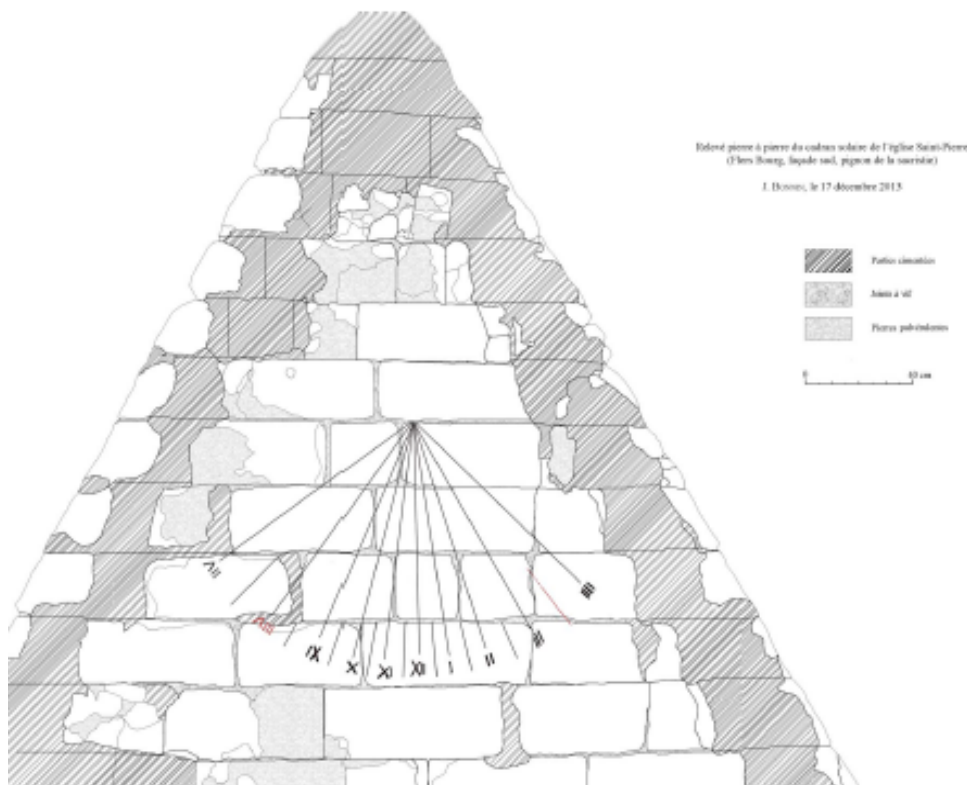


Fig. 3. Relevé pierre à pierre du pignon portant le cadran solaire

1. 2. Le réseau horaire

L'éventail horaire conservé correspond très certainement au schéma originel (fig. 4) ; aucune trace de repentir ou de restauration ultérieure n'a été mise en évidence lors de l'examen

du parement. L'instrument comportait ainsi 10 lignes horaires, de sept heures du matin à seize heures. Toutes les lignes de demi-heures sont perceptibles, sauf la dernière (entre III et IIII). Les chiffres sont également tous pratiquement visibles, sauf le VIII, situé à l'emplacement d'un joint ciment.

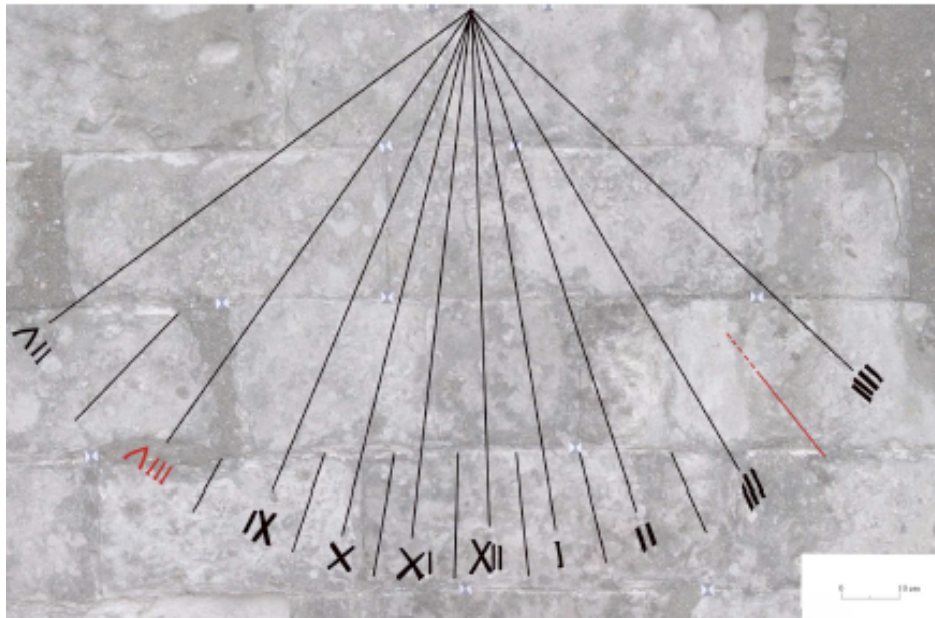


Fig. 4. Restitution du tracé horaire à partir de l'existant

D'un point de vue gnomonique, l'analyse du réseau horaire montre de fortes différences par rapport à la théorie, ce qu'avait démontré une première étude gnomonique par Christian Druon même si les erreurs n'étaient pas aussi accentuées. La figure 5 donne un aperçu de ces erreurs, avec le tracé théorique en noir calculé pour la latitude de Flers (50°38'10.05" N ; 3°07'49.63" E) et la déclinaison gnomonique du mur (7°3 E) et le tracé restitué réel en rouge.

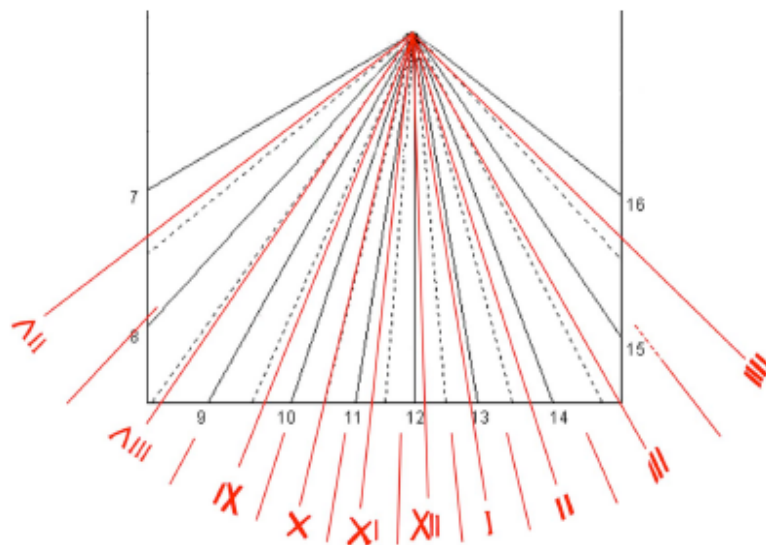


Fig. 5. Superposition du tracé réel (en rouge) et du tracé théorique (en noir)

La ligne méridienne, de 80 cm de hauteur, n'est pas verticale, d'où une distorsion très importante du réseau horaire. Cependant les erreurs ne proviennent pas uniquement de ce décalage. Les lignes horaires sont mauvaises, avec de très fortes différences aux extrémités.

S'il s'agissait d'un cadran de référence pour l'horloge du clocher (une des plus anciennes de la région), il était particulièrement mauvais.

Enfin, l'ensemble des lignes converge plus ou moins vers le centre de la table horaire, où devait se trouver le style, de type polaire. Ce dernier a disparu depuis longtemps car aucune trace n'en est visible (fig. 6). Le joint même où il devait être inséré a été rejointoyé avec un mortier de chaux de composition similaire aux autres joints. La disparition remonte donc probablement au XIXe siècle au plus tard. Aucune trace de jambe de force ou de soutien particulier n'a été relevée.

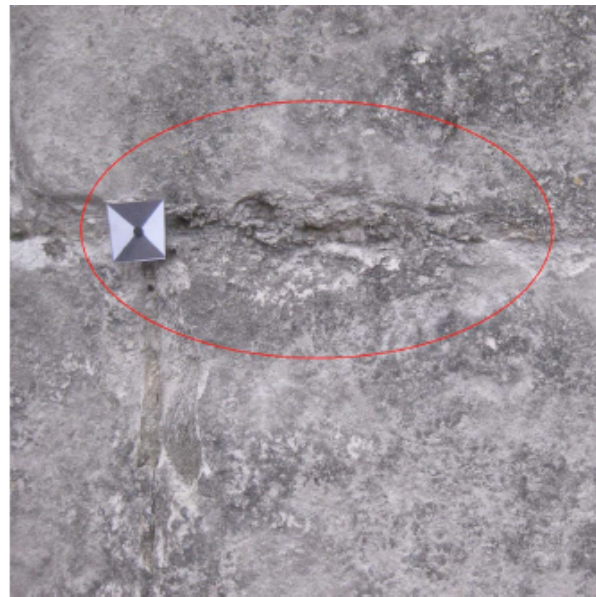


Fig. 6. Matérialisation de l'emplacement théorique du style

1. 3. Les chiffres romains

Les chiffres romains conservés sont, pour la majorité, fortement érodés (fig. 7). Néanmoins, quelques particularités peuvent

être notées. Ils s'inscrivent en moyenne dans un cadre fictif de 4 à 5 cm de côtés. Le premier chiffre (ΛII) est présenté avec le V inversé (Λ, pointe dirigée vers le centre du cadran, comme sur les cadrans d'horloges et quelques cadrans solaires) et le "II" placé à sa droite, une disposition particulièrement inhabituelle. Il s'agit d'une sorte de "lecture vue du ciel" (sur certains cadrans, les VI, VII et VIII peuvent être notés IV, IIV et IIIIV, comme si l'observateur se trouvait à l'intérieur du cadran). On connaît ce type de double disposition sur un cadran de 1732 de Ceillac (05) par exemple. Cette particularité devait également s'appliquer pour le VIII (ΛIII), entièrement disparu.

Les autres chiffres ne présentent pas de particularités propres. L'érosion empêche par ailleurs de préciser quelles formes prenaient les extrémités des X et I (triangles inversés, barre droite, absence de stylisation ?). Enfin, le IIII est inscrit avec quatre I, ce qui n'est pas inhabituel sur les cadrans solaires bien que cette disposition soit plus horlogère que gnomonique.



VII



VIII?



IX

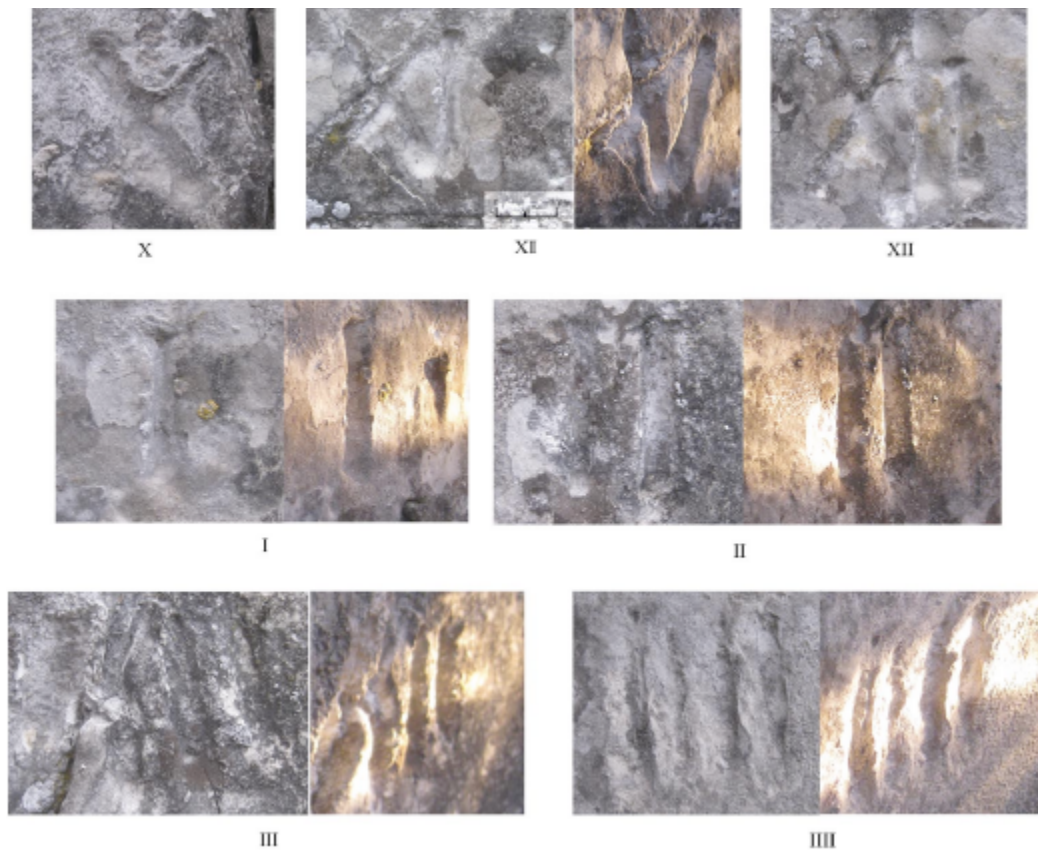


Fig. 7. Chiffres de la table horaire du VII au IIII, lecture directe ou en lumière rasante

2. Informations historiques

Le cadran n'est pas daté. Il existe cependant, dans un ouvrage de 1992¹, reprenant probablement des informations tirées d'un ouvrage de 1939² malheureusement sujet à caution car sans références bibliographiques ou scientifiques, une information relative à un cadran :

« Il y avait également sur une des faces du clocher un cadran solaire que Guillaume de Houcq livra en 1638 »

Ce cadran est cependant indiqué comme présent sur une des faces du clocher. Soit il s'agit d'un premier cadran, disparu aujourd'hui, soit l'information est erronée et il s'agirait du cadran présent sur ce qui est aujourd'hui la sacristie de l'église, anciennement trésor. Dans ce cas, la datation n'est pas impossible car le cadran se situe sur une partie très ancienne de l'église. Sa facture est cependant plus problématique car il s'agit d'une réalisation malhabile. Aurait-t-on commandé un tel élément ? Des recherches sur Guillaume de Houcq permettraient peut-être de trancher.

La graphie des chiffres n'apporte pas plus d'informations supplémentaires car ils sont tous trop érodés pour que l'on puisse en tirer des conclusions. Quelques exemples approchant (Bassenge, province de Liège) ou Ennevelin (59) par exemple (fig. 8) montrent des cadrans du XVIIIe siècle de meilleure facture mais au style relativement proche.

¹ M.-J. LAMBLIN, *Église Saint-Pierre de Flers-Bourg, Villeneuve d'Ascq*, Villeneuve d'Ascq, 1992, p.14.

² Pierre de Mouveaux, *Flers : En Flandre 1066-1789*, Saint-Chef-en-Dauphiné, 1939.

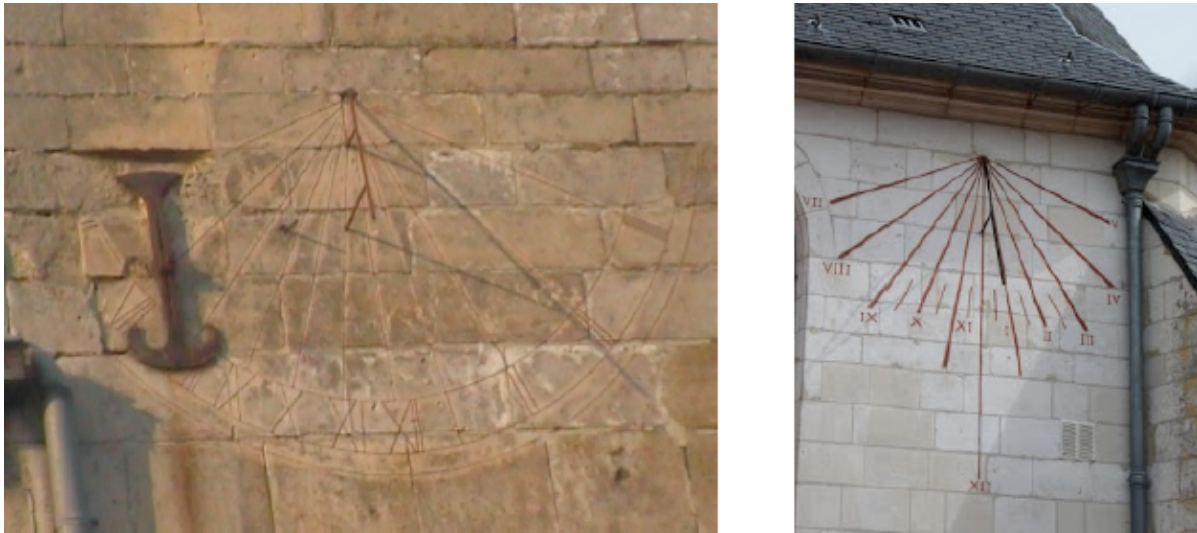


Fig. 8. Cadran de Bassenge (à gauche), daté de 1744 et cadran d'Ennevelin (à droite), daté de la fin du XVIIIe siècle

Le fait qu'une partie des chiffres (VII et VIII) se lise en "lecture vue du ciel" ne permet pas de dater le cadran. Toutefois, il convient tout de même de préciser que ce type de présentation est ancien, avec de nombreux cadrans des XVIe et XVIIe présentant cette particularité. Le plus vieux cadran à style polaire d'Europe (1477) provenant d'Alpirsbach (Forêt Noire) présente une disposition presque similaire pour l'ensemble du cadran. Il s'agit donc d'un trait archaïque ou stylistique dans le cas du cadran de Flers.

3. État sanitaire

L'état général du cadran est plus que préoccupant. Plus que l'aspect raviné et illisible de l'ensemble, c'est l'état même de la pierre et du pignon qui pose problème.

Le parement est rongé autant de l'extérieur, par les intempéries (pluie conjuguée à l'action du vent et du gel) que par l'intérieur. L'ensemble du pignon a en effet été rejointoyé au ciment dans le milieu du XXe siècle (fig. 9). La pierre de Lezennes est une pierre calcaire très tendre et fragile mais l'adjonction de ciment a entraîné une accélération de sa dégradation. Devenus étanches, les joints et une partie du parement cimenté ne peuvent plus "respirer", évacuer l'eau contenue. Cette eau trouve donc un autre chemin direct, le parement même, qui s'effrite et se délite petit à petit. Ces phénomènes sont conjugués à l'action du gel en hiver, qui fait éclater la pierre là où l'eau se concentre (fig. 10). Ces dégradations sont particulièrement visibles dans la partie sommitale du pignon, où seul le ciment assure la cohésion de l'ensemble et dans la partie inférieure, où la pierre se décolle fortement. Pour l'instant, cette destruction se limite aux deux assises directement inférieures au cadran mais, à terme, l'ensemble de la surface occupée par le cadran sera touché, soit par érosion progressive, soit par desquamation directe.

Seule une restauration globale des maçonneries du pignon permettrait de stopper les dégradations. Cela amènerait forcément à la dépose de nombreuses pierres même de la table horaire, fendues, écornées, délitées ... et donc à la reprise d'une grande partie des lignes et chiffres.

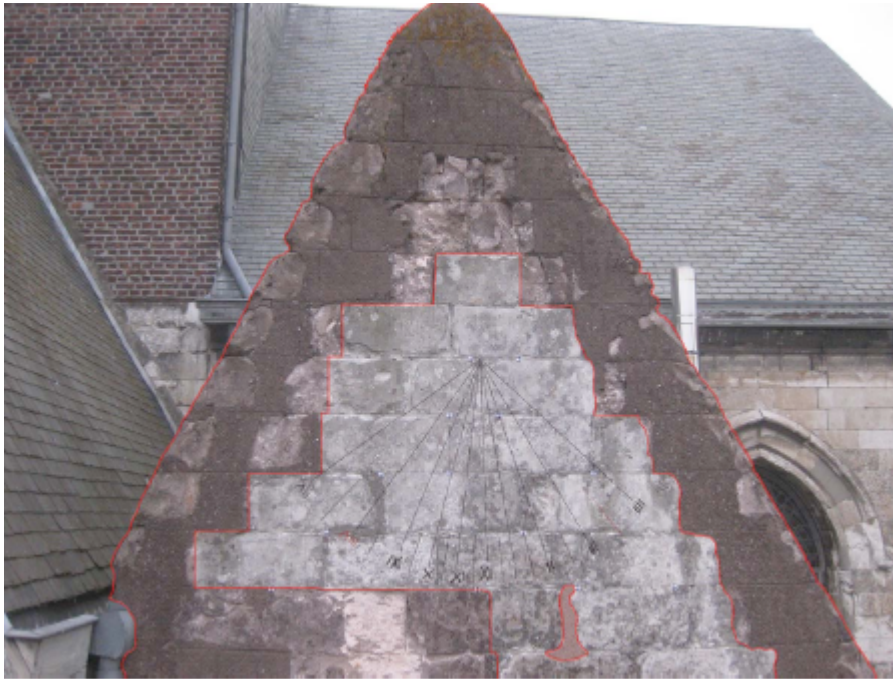


Fig. 9. Parties cimentées et érodées du pignon



Érosion naturelle



Décollements en masse -
poussées gélives



Fig. 10. Typologie des dégradations observées

Il n'existe pas de solution "miracle" permettant de sauver ce cadran dans l'état. La pierre est bien trop attaquée. Le regraver sur ce type de support n'est pas satisfaisant car il existerait une trop grande différence de niveau entre les pierres du pourtour, qui doivent être changées, et l'intérieur même du pignon, qu'il faudrait ravalier avant toute regravure.

Conclusion

Au vu des éléments apportés par l'étude directe du cadran en décembre 2013, la seule solution permettant d'en conserver assurément une trace a été la constitution d'un dossier documentaire complet avec relevé pierre à pierre. Si ce cadran disparaît, ce qui risque d'arriver dans un futur relativement proche, il sera tout de même conservé, pour l'historien, mais également pour toute personne intéressée par le développement de la gnomonique dans le Nord de la France. En effet, les cadrans solaires aux alentours de Lille sont rares, surtout les plus anciens. Ce cadran peut être antérieur au XIXe siècle, peut-être même au XVIIIe siècle. Il s'agit donc d'un témoin historique important : dans le département du Nord, sur les quelques 90 cadrans solaires recensés, une petite dizaine seulement est antérieure au XIXe siècle. Ils sont, pour la majorité, gravés sur des églises et datés des XVIIe et XVIIIe siècles. Pouvoir les recenser, les documenter précisément, est donc une tâche importante car elle permettra aux générations futures de connaître ce qui aura malheureusement disparu.

Jérôme Bonnin
Étude et restauration du patrimoine gnomonique gravé
jeromebonnin@laposte.net



Un autre cadran à Flers

Un autre cadran qui mériterait restauration est celui situé sur le château de Flers.





Restauration d'un cadran à Vareilles

Yves Guyot

Le cadranier Y. Guyot, nous permet la reproduction du texte journalistique qu'il a rédigé, concernant la restauration d'un cadran solaire dans le village de Vareilles en Lozère qu'il a réalisé cette année.

Perché sur les hauteurs du magnifique village du Malzieu, Vareilles, petit hameau de Lozère d'une cinquantaine d'habitants est une commune riche en cadrans solaires. En effet, pas moins de trois cadrans solaires anciens y ont été peints au début du 19e siècle. Un sur l'église et deux autres sur des fermes.

L'allure de ces trois cadrans (vestiges) fait penser qu'ils sont d'un même facteur : cadran arrondi sur le dessus, couleurs sienne, ocres jaune et rouge sur enduit à la chaux.



Celui qui nous intéresse pour l'instant est celui de la Maison Certes. C'est une magnifique ferme restaurée par Monsieur et Madame Fournier (née CERTES), datant de 1835 ; date que l'on peut retrouver sur le linteau de la porte d'entrée. Une plaque ancienne marque encore l'ancienne activité des propriétaires de l'époque.

Sur la façade principale on y voit les traces d'un vieux cadran solaire de 1 m 40 x 2m 30. Il est délavé et le style métallique est tordu. Toutefois, bien que fendillé par endroit, l'enduit est encore bon en profondeur et fait corps avec les pierres de la maison.

Il est gradué en chiffres arabes et l'on peut y distinguer la date de 1845.



On peut donc en déduire que ce cadran a été tracé sur le mur, une dizaine d'années après le bâti de la maison.

De près, on peut voir sur tout le pourtour une frise ocre rouge. Sur le haut de l'arrondi, il reste quelques traces d'une devise, illisible. Les graduations sont tous les quart d'heure. La table du cadran (qui reçoit les graduations) n'est pas totalement plane et présente parfois des dévers, parfois du fruit.

La restauration

En premier, voir l'état de l'enduit et les zones soufflées. Ensuite procéder aux calculs de l'orientation du mur par rapport au Sud géographique.

Dans note cas, la façade est orientée $8,3^\circ$ Sud Sud-Est. On remarque donc que le cadran a dû déjà subir une restauration antérieure, fautive, puisque les graduations existantes sont tracées pour un cadran pratiquement « plein sud ». Cette erreur est souvent commise par faute de connaissance en gnomonique par la personne qui a repeint le cadran.



De plus, sur le haut du cadran, on peut voir que les lignes des 6H du matin et du soir ne forment pas un angle plat de 180° mais un angle aigu de 150° environ.

Il y a donc lieu de recalculer complètement les graduations horaires pour une orientation de $8,3^\circ$ SSE.

Ensuite, les fissures sont rebouchées à la chaux et poudre de pierre et les couleurs reprises aux pigments naturels sur couche de chaulage frais.

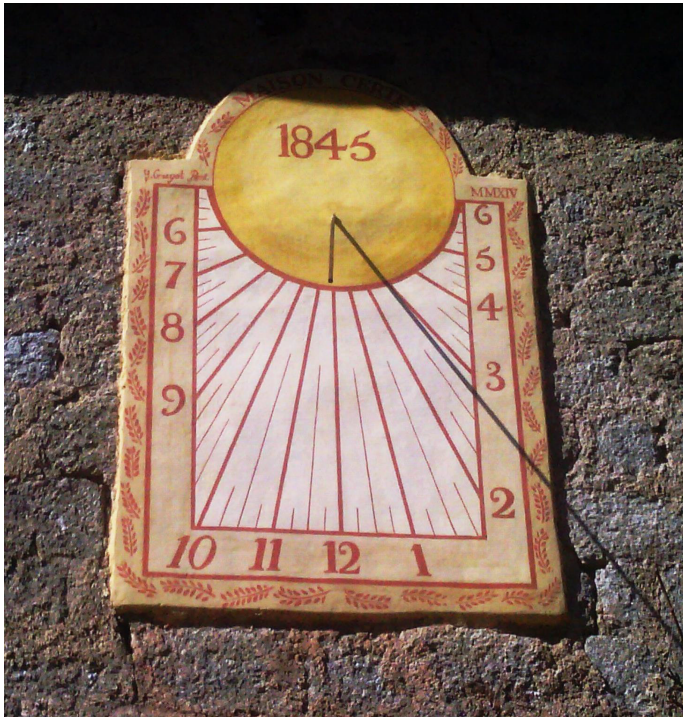
Le style est détordu et bien orienté en fonction de la latitude et de l'orientation du mur.

La devise choisie pour remplacer celle illisible, est MAISON CERTES, puisque cette maison, depuis 1835 est toujours propriété de la famille. Pour info : pour retrouver l'aspect de l'ancien cadran j'ai tracé le 6 du soir (puisque'il était tracé sur l'ancien cadran), mais celui-ci n'avait pas lieu d'être puisque le cadran ne sera jamais éclairé à cette heure-là.

Le cadran fini

Dans l'ensemble le cadran est très précis (± 2 minutes). Toutefois, du fait de la non planéité de la table, quelques distorsions apparaissent sur certaines lignes horaires, notamment en bout de lignes.

J'ai pu ainsi constater une erreur de 4 minutes aux environs de 2H/3H p.m. Sur la photo ci-après, vérification à midi solaire le 7 avril (13H 48 minutes à la montre).



Un peu d'histoire

Le cadran solaire, véritable instrument de la mesure du temps, était l'élément incontournable de la vie du village. Il permettait de gérer les travaux des champs, les heures des repas, des prières, puis plus tard de régler les horloges qui prenaient

facilement plusieurs de dizaines de minutes par semaine.

Il n'est donc pas drôle de trouver ce cadran sur la maison Certes et dans ce village à vocation rurale.

D'ailleurs, Madame CERTES mère, présente lors de la restauration se souvient très bien, dans sa tendre enfance, du cadran solaire et de la vie qui régnait autour, et des rassemblements amicaux et chaleureux sous le cadran. A la bonne heure, Carpe Diem !

Comment lire l'heure sur le cadran

Le cadran indique l'heure solaire locale : celle de la maison CERTES. C'est l'heure VRAIE. Sur un cadran de façade, l'ombre du style tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Les montres, elles, indiquent l'heure MOYENNE.

Cet écart entre le temps moyen et le temps vrai se nomme « l'équation du temps ».

Il varie de +14 minutes en février jusqu'à -16 minutes en novembre.

Il faut donc tenir compte de cet écart le jour de la lecture sur le cadran pour trouver l'heure de la montre.

Nous disions plus haut que le temps vrai était local, alors que celui de la montre est donné par le passage du soleil sur le méridien de Greenwich (temps universel).

Il y a donc lieu de rajouter à l'heure du Soleil, la valeur du fuseau horaire (pour la France +1H en hiver et +2H en été) ainsi que la différence en temps entre la longitude du cadran et celle de Greenwich.

Ainsi, le 7 avril, l'équation du temps était de +1 minute et la différence de longitude (à vie !) de -13 minutes, l'heure au cadran était donc à augmenter de : +2H (été) +1 minute -13 minutes soit de 1H 48 minutes .





Cadran portatifs de Dieppe (XVII^e)

Eric Mercier

Essai de synthèse concernant les diptyques en ivoire et à cadran azimutal magnétique, de Dieppe de la seconde moitié du XVII^e siècle

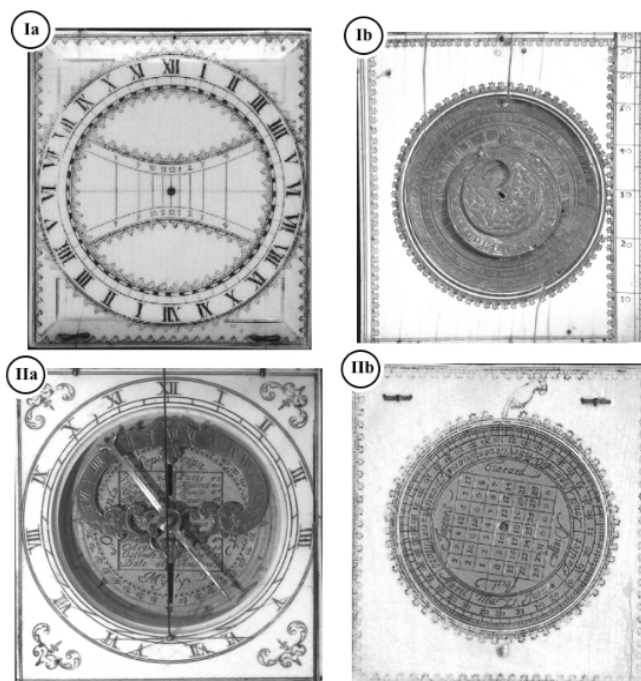
En resituant le diptyque dieppois dans les contextes scientifique et politique de l'époque, nous essayons ici de réaliser la synthèse des informations disponibles sur cet instrument, sur ses constituants, et sur ses constructeurs. Cela nous conduit à quelques études complémentaires sur son fonctionnement, sur sa conception et sur la qualité de sa fabrication. Plusieurs données nouvelles sont acquises à cette occasion (analyse du fonctionnement de la partie mécanique ; dispositif de compensation de la déclinaison magnétique ; utilisation de la volvelle avec le cadran azimutal magnétique ; usage du calendrier perpétuel). Par ailleurs, une analyse de six versions inédites du « mode d'emploi » d'époque est proposée. Pour finir, nous discutons de son origine, en insistant sur la filiation avec les travaux de Georges (1660), et des causes de son déclin, qui nous semblent essentiellement commerciales.

I Introduction

Les diptyques dieppois constituent un groupe de cadrans portatifs en ivoire, très homogènes dans leur forme, leurs constituants et leur usage, et qui furent fabriqués à Dieppe pendant la seconde moitié du XVII^e siècle (avant 1653 à 1685-90 (?)).

Fig. 1 : Les quatre faces d'un diptyque dieppois (il s'agit d'images provenant de diptyques différents choisis pour leur représentativité) ►

Le nom de Charles Bloud est fortement associé à ces instruments¹ car ce sont ses productions qui sont les plus représentées dans les collections et surtout, c'est le seul, parmi la douzaine de cadranniers



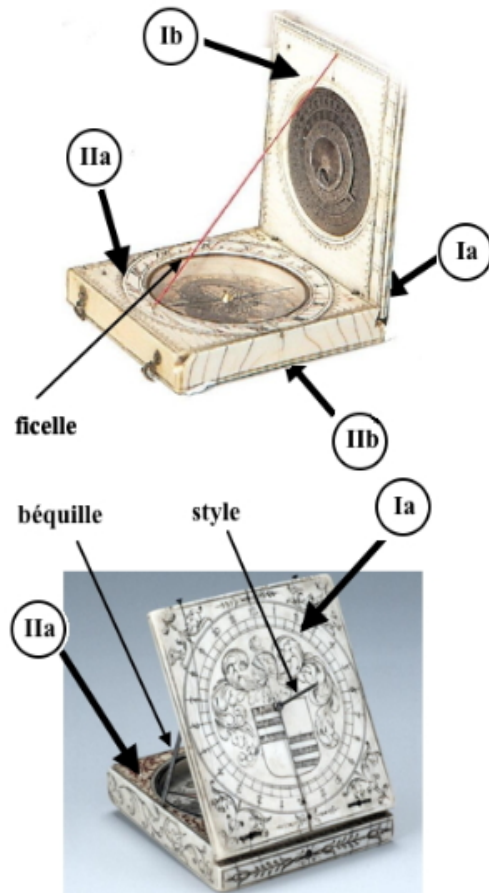
¹ Le catalogue du Musée du Louvre, par exemple, assimile les diptyques dieppois au « type Bloud » (Frémontier-Murphy 2002) ; il en va de même pour le catalogue du Musée d'Histoire des Sciences (Whipple) de Cambridge (Bryden, 1988)... et d'autres.

dont on connaît le nom², à revendiquer le titre d'« inventeur » (Milet 1904, Ickowicz 2004, Savary 2006) ; mais les œuvres signées de ce nom ne diffèrent pas significativement du reste de la production.

Fig 1 bis : deux diptyques en position d'utilisation (ouverture bloquée à 90° grâce à la ficelle, et ouverture réglée par la béquille avec un style positionné sur la face Ia). ►

A) Description

Un diptyque dieppois classique fermé correspond typiquement à un parallélépipède en Ivoire de 8 x 7 x 1,7 cm. Cette « moyenne » masque une assez forte variabilité ; il existe quelques pièces de formes variées (octogone), de matières différentes (écailles de tortue) ou de taille très importante (21 x 18 x 2,7 cm : cf. n° 7800 de Harvard ; Lloyd 1992, Bouchard 2012). Les deux volets du diptyque permettent de distinguer 4 faces classiquement numérotées du haut en bas Ia, Ib, IIa, IIb. On y observe généralement (fig. 1) :



- Ia : un cadran polaire entouré par un anneau correspondant à la partie été d'un cadran équatorial. Ces deux cadrans sont dessinés sur l'ivoire. Ils ont un centre gnomonique commun qui correspond au trou central visible sur la figure 1 et qui est prévu pour accueillir le style droit.
- Ib : une échelle graduée et une volvelle de conversion soli-lunaire. Cette dernière est constituée de plusieurs disques métalliques. Le disque inférieur qui est aussi le plus grand, est fixé à l'ivoire. Il comporte deux anneaux avec un calendrier à l'extérieur et une échelle numérotée tous les 15° qui sert à la fois de cadran équatorial d'hiver et dans la conversion soli-lunaire. Le disque moyen est gradué de 1 à 30 et a une fonction dans la conversion soli-lunaire. Le disque supérieur, le plus petit et possède une lumière périphérique. L'ensemble est très proche des volvelles lunaires françaises de type 1 (Oudenot 2011) mais avec un calendrier périphérique en plus³.
- IIa : le cadran qui fait la spécificité des diptyques dieppois : le cadran azimutal magnétique qui a de fortes affinités avec les cadrans analemmtiques. On remarque notamment dans la cavité centrale protégée par une vitre : une aiguille aimantée de

² Ce chiffre n'est pas représentatif de la réalité, en effet Murdoch (1984) mentionne un recensement de cadranniers à la fois partiel et effectué dans des conditions défavorables (il s'agit en fait des cadranniers à la fois huguenots et restés à Dieppe après l'abolition de l'Edit de Nantes) ; ils étaient 25 dans ce cas !

³ Calendrier qui a posé des problèmes d'interprétation aux commentateurs précédents : « ... le calendrier... n'est pas utile pour le cadran lunaire » (Hébert 2004) ; « ... un calendrier ...sur la fonction duquel nous nous interrogeons ! » (Savary 2006).

boussole posée sur un axe fixe et central, et une pièce en ovale, graduée, qui est mobile dans la direction d’allongement du diptyque. Ce cadran est encerclé par un disque gradué qui est un cadran horizontal dont le style polaire est constitué par la ficelle tendue par l’ouverture maximale du diptyque (fig. 1). Le fond de la boussole est fréquemment occupé par une liste de ville avec leur latitude. Cette face accueille également la loge de rangement d’une petite béquille articulée qui, une fois dégagée et positionnée contre l’échelle graduée de la face Ib, permettra de maintenir ouvert le diptyque selon un angle voulu (fig. 1). Celui-ci est inférieur à 90° car cet angle d’ouverture est bloqué par la ficelle déjà mentionnée (fig. 1).

- Iib : un disque métallique (molette) dont la rotation provoque la translation de la pièce ovale du cadran azimutal magnétique, en fonction du réglage de la date du jour repérable sur l’échelle annulaire qui borde le disque en question⁴. Le centre de ce disque est occupé par un calendrier perpétuel. C’est également sur cette pièce qu’est signé l’instrument... quand il l’est.

- Sur une des tranches de la partie inférieure du diptyque, il existe une loge ménagée pour y ranger le style métallique, rarement conservé, qui sert indifféremment aux cadrans équatorial et polaire.

Cette description générale souffre d’exceptions car certains éléments peuvent manquer pour être remplacés par des armoiries ou une composition religieuse. Notons enfin que le diptyque est en ivoire richement décoré par une technique de « poussage » typique du travail des relieurs et qui nécessite un amollissement préalable de l’ivoire (Michel, 1966 p. 54).

B) Les « modes d’emploi » d’époque

Une des originalités des diptyques dieppois est que des « modes d’emploi » d’époque nous sont parvenus, tous légèrement différents (avec une source commune évidente). Ils ont été imprimés et édités localement (Fig.2).

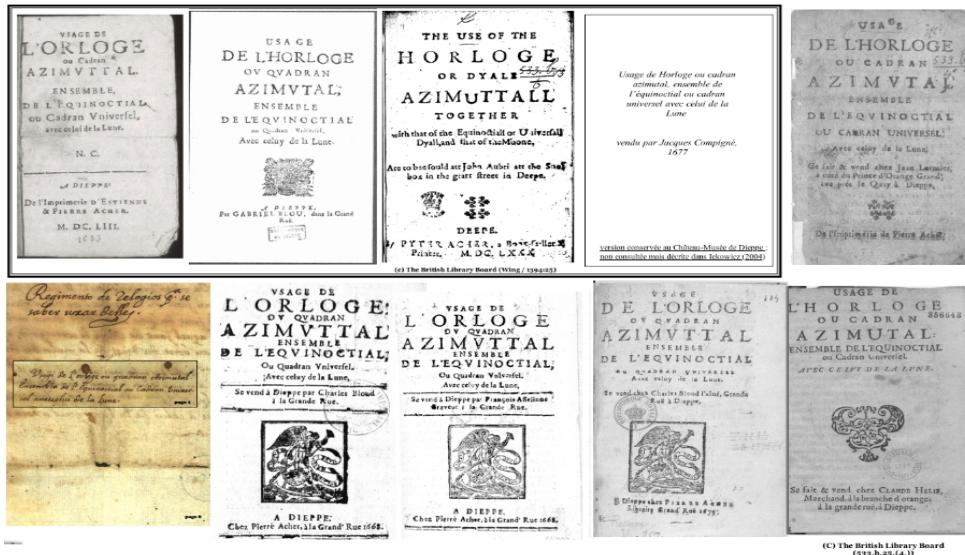


Fig. 2 :
Reproduction de la couverture des 4 exemplaires de « mode d’emploi » d’époque connu avant cette étude (dans le cadre en haut à gauche) et des 6 versions inédites et découvertes à l’occasion de ce travail.

⁴ Un élément du mécanisme de couplage est illustré par une photographie dans Lloyd (1992) et un schéma technique dans Hébert (2004). Il s’agit d’une saignée circulaire et excentrique creusée sur la face arrière de la molette de réglage située sous la boussole (face Iib).

En ce qui concerne les versions connues avant cette étude, il s'agit de :

-*Usage de l'Orloge ou cadran azimuttal. Ensemble de l'Equinoctial ou cadran Universel avec celui de la Lune* , NC, 1653, 8 p. L'auteur est probablement Nicolas Crucefix (Ickowicz 2004, Sawyer 2002). Cet exemplaire est conservé au Adler Planetarium à Chicago et intégralement reproduit dans Lloyd (1992).

-*Usage de Horloge ou quadran azimutal, ensemble de l'équinoctial ou quadran universel avec celui de la Lune ; par Gabriel Blou*, 8 p. Cet exemplaire est conservé à la Médiathèque de Dieppe et intégralement reproduit dans Ickowicz (2004). Il daterait, selon cet auteur, de la période 1653-1677 (1660-1680 d'après Milet 1904).

-*Usage de Horloge ou cadran azimutal, ensemble de l'équinoctial ou cadran universel avec celui de la Lune ; vendu par Jacques Compigné*, 1677, 8 p. Cet exemplaire est conservé au Château-Musée de Dieppe.

-*The use of the Horloge or Dyale Azimuttall together with that of the Equinoctiall or Universall Dyall and that of the Moone*, vendu par Aubri, 1680, 8 p. Cet exemplaire est conservé à la British Library ; c'est Sawyer (2002) qui, le premier, a fait le lien avec les diptyques dieppois.

Une autre version est citée par Milet (1904) mais elle est perdue sans que l'on en ait de transcription :

- *Usage de Horloge ou cadran azimutal, ensemble de l'équinoctial ou cadran universel avec celui de la Lune* , vendu chez Claude Elie à la « Branche d'Orange », 1680.

Nous verrons que six autres versions ont été exhumées à l'occasion de cette étude.

II Etude des cadrans solaires

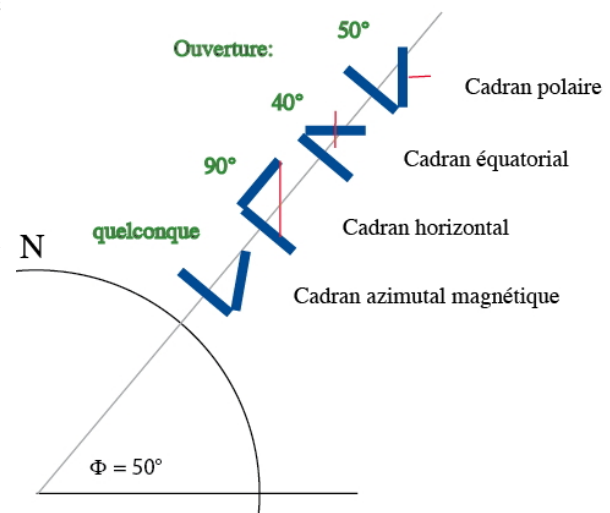
Les diptyques dieppois comportent donc 4 cadrans solaires qui nécessitent des mises en œuvre spécifiques (fig. 3).

Fig. 3 : Positions d'utilisation des cadrans (à Dieppe).

Les cadrans s'orientent à la boussole sauf le cadran azimutal magnétique qui s'oriente de façon à ce que l'ombre du couvercle recouvre au maximum la face IIa du diptyque. Les traits rouges correspondent aux gnomons. En ce qui concerne les cadrans polaire et équatorial, les angles d'ouverture du couvercle (indiqués sur la figure) sont les complémentaires de ceux à utiliser sur l'échelle de la face Ib lors du réglage de la position de la béquille. ►

A) Le cadran polaire et le cadran équatorial

Il s'agit dans les deux cas de cadrans universels (indépendants de la latitude) dont le tracé avait été mis au point depuis très longtemps; en tout cas à la fin du XVIIe siècle une littérature et des méthodes fiables de dessin étaient disponibles (par exemple : Hume 1640, de Sainte Marie Madeleine 1641). On remarquera que l'hiver, quand l'ombre du style est sur la face Ib (fig.3), l'usage du cadran équatorial devait être particulièrement difficile... voire impossible.



B) Le cadran horizontal

Là encore il s'agit d'un cadran classique à l'époque, mais cette fois son tracé est dépendant de la latitude. Ainsi, par exemple à Dieppe (latitude 50°N), l'angle que forme les ombres entre 12h et 16h (ou 8h et 12h) (que nous appellerons $Angl_{XII-XVI}$) doit être égal à 53°. Par ailleurs, pour que la ficelle soit parallèle à l'axe du Monde dans les conditions d'utilisation, c'est-à-dire : quand le diptyque est ouvert à 90° ; il faut que son implantation soit spécifique. Si l'on appelle Fh (et Fb) la distance de l'axe de rotation des panneaux du diptyque au point d'implantation haut (et point d'implantation bas), on peut montrer que le rapport Fb/Fh doit être égal à 0,83 à Dieppe.

C) Le cadran azimutal magnétique

C'est, pour le gnomoniste actuel, l'élément le plus original du diptyque dieppois ; c'était également vrai à l'époque comme en témoigne le titre des « modes d'emploi » (fig.2) qui met ce cadran en avant. Il est souvent écrit qu'il s'agit d'un cadran analemmatique : ce n'est pas tout à fait exact (fig. 4 A & B). En pratique, il faut tout d'abord régler la date à l'aide de la molette de la face IIb, ce qui déplace la pièce ovale par rapport à l'axe de la boussole (fig. 5), puis orienter la face Ia vers le soleil. Si celui-ci est suffisamment lumineux pour fournir une ombre, il faut que celle du panneau supérieur recouvre entièrement la face IIa, sinon une vague lueur dans les nuages suffit pour une orientation satisfaisante. L'heure se lit alors à l'aide de l'aiguille aimantée sur la pièce mobile ovale. C'est là l'intérêt majeur de ce type de cadran ; c'est qu'il peut fonctionner même quand la lumière du Soleil est insuffisante pour fournir une ombre.

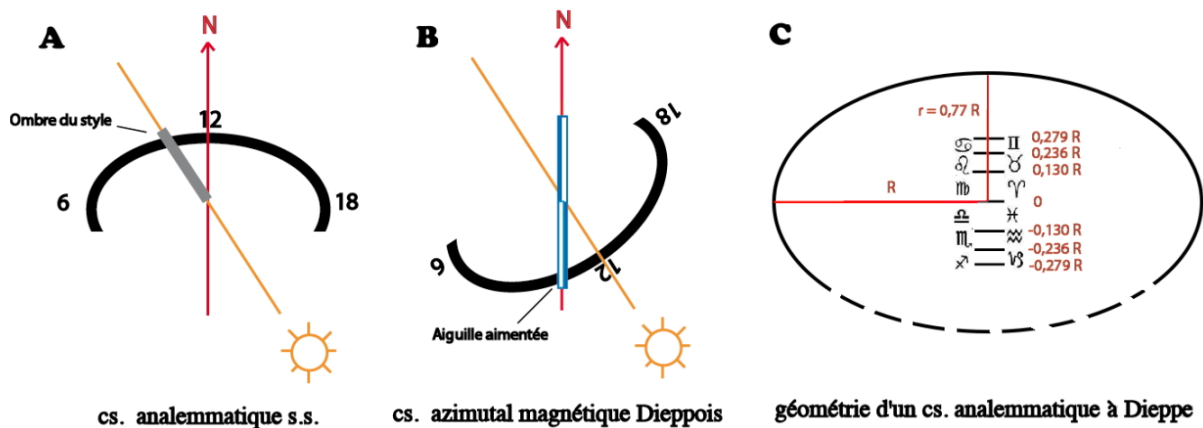


Fig. 4 : A & B : Comparaison entre la lecture de l'heure, après réglage de la date, entre le cadran analemmatique s.s. et le cadran azimutal magnétique.

C : Schéma des caractéristiques géométriques d'un cadran analemmatique pour la latitude de Dieppe (50°).

Si en pratique il ne s'agit pas exactement d'un cadran analemmatique, la théorie est en revanche strictement la même à une symétrie planaire et une rotation près (fig.4 A & B) ; les caractéristiques de référence pour un cadran solaire analemmatique implanté à Dieppe sont données à la figure 4 C. Comme le cadran horizontal, le cadran analemmatique est dépendant de la latitude. Le changement de latitude influe sur l'aplatissement de l'ellipse et sur l'ampleur relative de la course du style vertical sur le petit axe de l'ellipse. A Dieppe (latitude

50°N) le coefficient d'aplatissement (r/R : c'est-à-dire petit rayon sur grand rayon) devrait être égal à 0,77 et la demi-course du style devrait être égale à 0,279 R.

La question qui se pose, à ce stade, est de savoir si le mécanisme de réglage de la date est apte à déplacer la pièce ovale de la distance prévue par la théorie (fig. 4C). La fig. 5 (A & B) illustre le mécanisme tel qu'on peut le reconstituer.

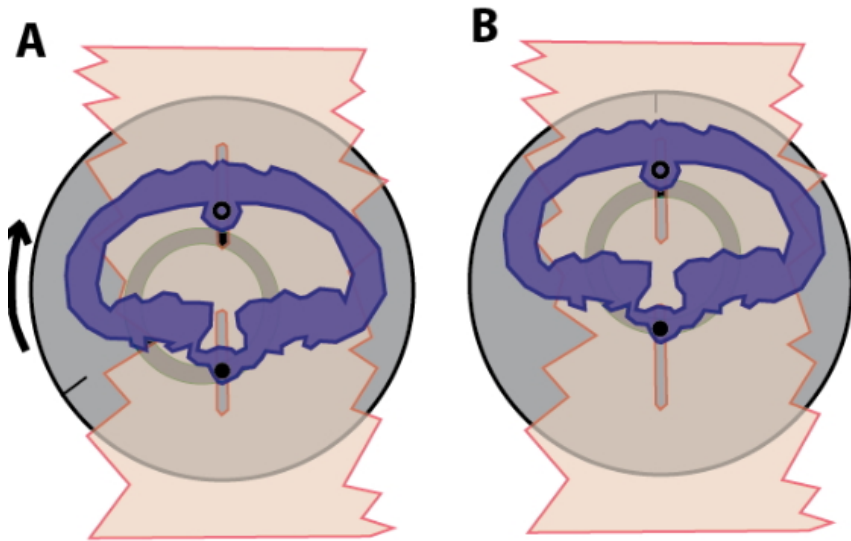


Fig 5 : A & B : La pièce ovale (violet), au premier plan possède deux pinnules (ergots) qui sont guidés par deux lumières rectilignes ménagées dans le fond de la cavité de la boussole (ivoire). Une de ces pinnules est également engagée dans la saignée circulaire excentrique taillée dans le dos de la molette (à l'arrière-plan en gris). La rotation de la molette provoque un déplacement de la pièce ovale guidée par les lumières rectilignes.

On peut alors facilement calculer le déplacement de la pièce ovale en fonction de la rotation de la molette (fig. 5 C). On montre alors que le déplacement n'est fonction que de l'excentricité de la saignée (le déplacement total est égal à deux fois l'excentricité), et qu'il est indépendant du rayon de cette saignée.

Une fois que l'on a établi les relations entre la rotation de la molette et le mouvement de la pièce ovale, on doit se demander quelles sont alors les graduations qu'il faut mettre sur la molette pour qu'une position donnée de la pièce ovale corresponde aux bonnes dates. L'expérience montre que l'on obtient une excellente approximation en divisant les 360° de la molette en 365 jours de secteur angulaire égaux. Dans ce cas en effet les positions calculées des passages du zodiaque, telles qu'indiquées à la figure 5 C, correspondent presque parfaitement à la position de la pièce ovale (Fig. 5C). Le mécanisme choisi par les cadranniers dieppois est donc très bien adapté à sa fonction si l'on prend la peine de construire une échelle des temps proportionnelle à la rotation. Dans la réalité, c'est parfois le cas, mais d'autres fois, le tracé effectif manque singulièrement de rigueur (fig. 5 D) !!

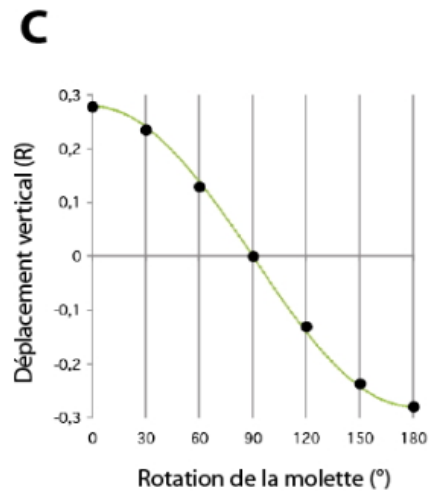


Fig 5 C : Graphique (en vert) du déplacement de la pièce ovale (exprimé en fraction de R) en fonction de la rotation de la molette (en °). Les points noirs indiquent la position théorique des passages du zodiaque dans le cas d'un cs. analemmatique dieppois (fig. 4C), en supposant que la rotation est proportionnelle au temps (1 mois correspond à environ 30° de rotation).

D) Le problème de la latitude

Savary (2006) a évoqué succinctement la possibilité que certains cadrans n'aient pas été réalisés pour la latitude de Dieppe. C'est ce que j'ai voulu étudier. Nous disposons de plusieurs paramètres permettant de calculer la latitude nominale des cadrans: (1) l'implantation des extrémités de la ficelle (cadran horizontal), (2) un paramètre angulaire sur ce même cadran (par exemple l'angle « Ang_{XII-XVI} » déjà évoqué), (3) le coefficient d'aplatissement de l'ellipse du cadran azimutal magnétique et (4) le rapport : course du style / petit diamètre du même cadran. En pratique seuls les paramètres (2) et (3) sont aisément mesurables sur des photographies de cadran (fig. 6A), à condition bien sûr que la prise de vue soit perpendiculaire. A partir d'un échantillonnage de 27 faces IIa de dyptiques différents⁵ et

photographiées perpendiculairement (Annexe 2) j'ai étudié la relation entre le coefficient d'aplatissement et l'Ang_{XII-XVI}. Les résultats sont présentés à la figure 6B. Il en ressort clairement que rien ne permet d'envisager que les cadranniers dieppois ont réalisé des dyptiques dédiés à d'autres latitudes que celle de Dieppe. Loin de cette latitude, seuls les cadrans polaire et équatorial sont utilisables, à condition que l'ouverture du dyptique soit réglée en conséquence (fig.1), ce qui justifie l'existence de la liste des villes, et des latitudes correspondantes, qui occupe fréquemment le fond de la boussole.

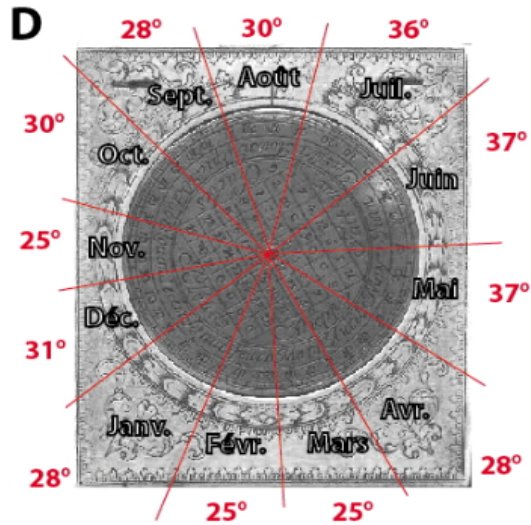


Fig 5 D : Exemple de la mesure des secteurs mensuels sur une molette (dyptique 893-4-5 du Musée de Dieppe). Alors que l'on s'attendrait à ce que les secteurs mensuels varient de 29° à 31°, on constate une grande variabilité aléatoire qui reflète une certaine (!) imprécision dans la fabrication.

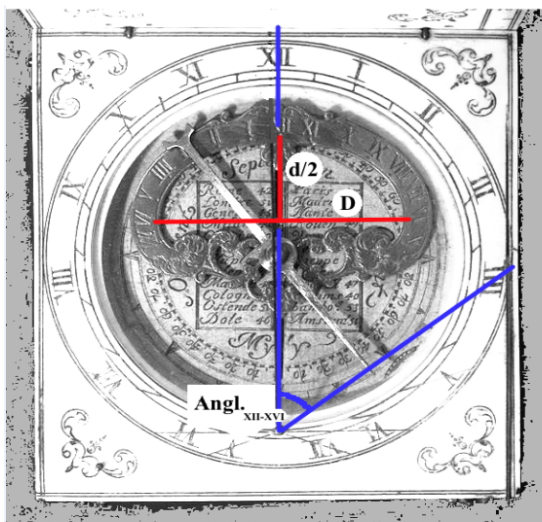
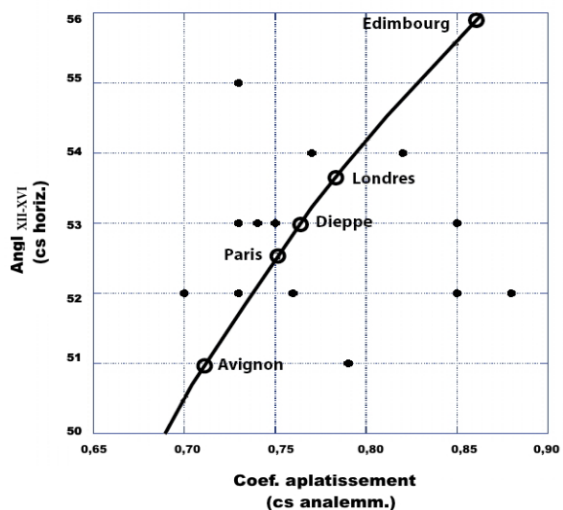


Fig. 6 : A : Mesure du coefficient d'aplatissement (d/D)



⁵ En fait, seules 15 de ces faces ont permis la mesure simultanée des deux paramètres étudiés.

et de l'Angl_{XII-XVI} sur une face Ila de diptyque dieppois.

B: Relation entre le coefficient d'aplatissement et l'Angl_{XII-XVI} sur l'échantillonnage de face Ila étudié. L'analyse et l'interprétation sont les suivantes : dans un « monde parfait », les points seraient concentrés au niveau du point « Dieppe ». Si des diptyques avaient été réalisés pour d'autres latitudes, les points seraient repartis sur la ligne sombre. Dans la réalité, les imprécisions introduisent une certaine variabilité et les points se présentent en nuages. On constate que le nuage est globuleux et parfaitement centré sur Dieppe... le seul paramètre qui explique la dispersion est donc l'imprécision : imprécisions dans la photographie (orthogonalité), et dans les mesures mais probablement surtout : imprécisions dans la fabrication (déjà mise en évidence : fig. 5D)

E) Le problème de la déclinaison magnétique

Lors de la seconde moitié du XVII^e siècle, en Normandie, la déclinaison magnétique était très faible et elle s'est même annulée pendant une courte période (fig. 7)⁶. Plusieurs auteurs ont envisagé, avec plus ou moins de conviction, que la fin de la production du diptyque dieppois correspond à la fin de cette période, le cadran azimuthal magnétique devenant de plus en plus imprécis (Michel 1966, Higton H. 2001, Delalande & Delalande 2013). Cette opinion ne me paraît pas défendable dans la mesure où : (1) il existe des méthodes faciles à mettre en œuvre pour compenser une déclinaison magnétique, (2) ces méthodes étaient connues et parfois appliquées par les cadranniers dieppois (fig. 8)⁷ et (3) pendant tout le XVIII^e siècle, il existera des cadrans portables à boussole qui s'accommoderont bien de la déclinaison magnétique, très forte, de l'époque.

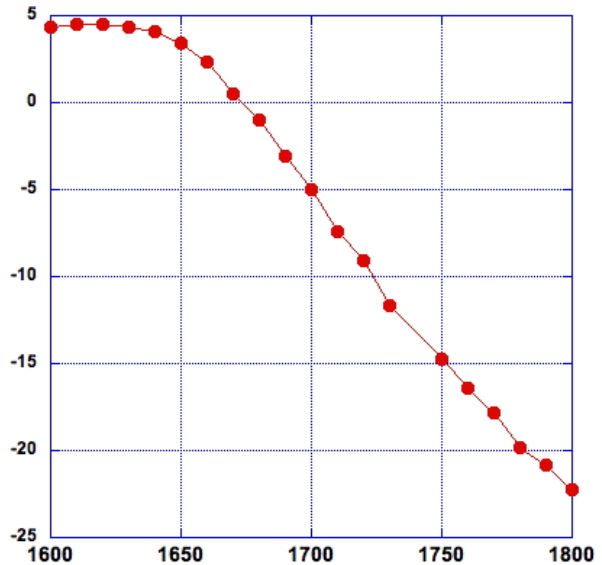


Fig. 7: Evolution de la déclinaison magnétique à Dieppe au XVII et XVIII^e siècle. Calculs de Hagay Amit & Filipe Terra Nova d'après le modèle numérique de Korte & Constable (2011).

On remarquera que les trois diptyques de la figure 8 sont antérieurs à la période de déclinaison nulle (Fig. 7)...on ne connaît actuellement aucun diptyque à compensation qui lui soit postérieur.



Fig. 8: Cadrans azimuthaux magnétiques avec correction de la déclinaison magnétique (on remarque le décalage du Nord avec le plan de symétrie du cadran, d'environ 5°, à comparer avec les photos de l'Annexe 3). Cette particularité a déjà été signalée, et interprétée, sur le diptyque n°7800 de Harvard par Lloyd (1992).

⁶ Calculs aimablement réalisés pour cette étude par Hagay Amit et Filipe Terra Nova, chercheurs au Laboratoire de Planétologie et Géodynamique de l'Université de Nantes (CNRS UMR 6112).

⁷ Cette méthode de décalage des repères est encore utilisée actuellement sur les boussoles professionnelles, comme celle des géologues (voir Annexe 3 par exemple).

Il est daté de 1653, la correction est cohérente avec les données de la fig. 8.
Les deux cadrans de Dieppe seraient à examiner dans cette perspective.

III Le convertisseur d'heures lunaires

A) Principe et limites

L'appareil de la face Ib est une volvelle qui sert à corriger les heures lues à la lumière de la Lune, la nuit, en heure solaire. L'utilisation en est assez clairement décrite dans les « modes d'emploi » et le principe est bien documenté par ailleurs (Rohr 1986, Savoie 2002, Lalos 2013). Ce principe repose sur une approximation qui est de considérer que la Lune et le Soleil ont la même orbite dans le ciel terrestre mais que la première avance un peu plus vite si bien que les positions ne sont en phase que tous les mois lunaires (environ 29,53 jours⁸). En fonction de l'âge de la Lune (période depuis la dernière nouvelle Lune) on peut calculer le décalage, et en tenir compte pour corriger la mesure faite à la Lune... à une erreur près qui peut être importante (Savoie 2006).

Les modes d'emploi proposent deux procédures différentes selon qu'on utilise le cadran équatorial ou le cadran azimutal magnétique.

B) Fonctionnement avec le cadran équatorial

Je reprendrai ici l'exemple originel. On pourra suivre la manipulation en confectionnant la volvelle en papier fournie dans l'annexe 4 (Fig. 9). Imaginons que la lumière de la Lune indique 8 heures sur le cadran équatorial et que nous soyons 12 jours après la nouvelle Lune. On amène la flèche rouge en face de 8 sur l'échelle fixe et on lit, sur cette même échelle l'indication visible en face du 12 de l'échelle mobile : 5h30.

Il faut noter que dans la version de Gabriel Blou(d)⁹, il apparaît une erreur dans le traitement de cet exemple qui semble dépasser la simple coquille typographique :

« .. il sera 3 heures & demi, car ledit bouton estant posé à 8 heures, le 12. Jour de la Lune sera entre 3 & 4 heures... » au lieu de « 5 heures & demi ... » & « ... entre 5 & 6 heures ». Cette anomalie, déjà signalée par Ickowicz (2004, p.14), sera rediscutée.

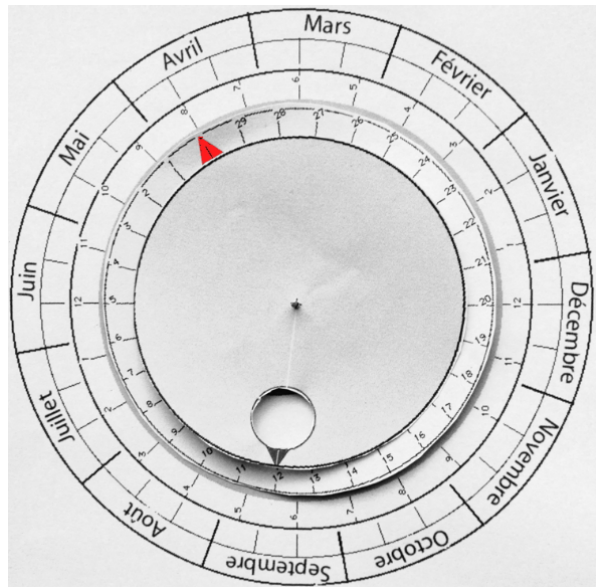


Fig. 9 : Illustration de l'utilisation de la volvelle avec l'exemple des « modes d'emploi » (la maquette en papier est fournie à l'Annexe 4).

C) Fonctionnement avec le cadran azimutal magnétique

En pratique la procédure précédente n'est possible qu'une quinzaine de jours par mois, quand l'éclat de la Lune est suffisant pour provoquer une ombre (voir : Rohr 1986). On

⁸ La volvelle dieppoise est construite sur la base d'un mois lunaire de 30 jours.

⁹ et dans d'autres versions inédites, voir infra.

conçoit que le fait d'utiliser le cadran azimutal magnétique, qui n'a pas besoin d'ombre, présente un avantage majeur pour une utilisation toutes les nuits. Les modes d'emploi proposent une procédure particulière en trois étapes (Fig. 10) :

- (1) On règle la flèche rouge sur la date d'aujourd'hui puis on lit un jour fictif sur le calendrier¹⁰ en face de l'âge de la Lune.
- (2) A l'aide de la molette de la face IIb, on règle le cadran azimutal magnétique en fonction de ce jour fictif. Ce n'est qu'à ce moment là, que l'on oriente le cadran vers la Lune et que l'on lit l'heure grâce à l'aiguille aimantée.
- (3) Une fois que l'on a cette heure, on réalise la correction selon la procédure expliquée au paragraphe précédent.

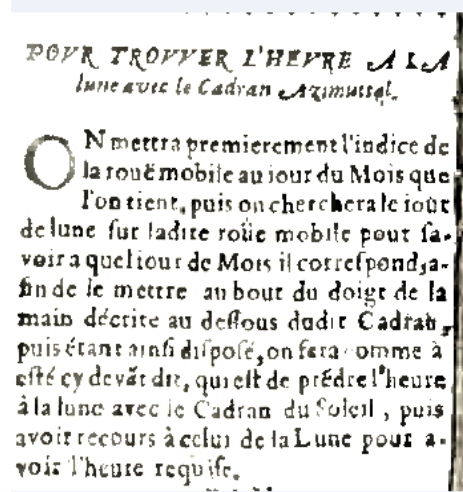


Fig. 10 : Copie de la partie d'un mode d'emploi (celui de N.C.) qui traite de la seconde procédure (voir texte). ►

Cela revient à considérer que régler le cadran azimutal magnétique en tenant compte à la fois de la date du jour et de l'âge de la Lune donne une meilleure approximation que de tenir compte uniquement de la date du jour. En l'absence totale de référence bibliographique moderne sur ce point particulier, j'ai voulu vérifier que cette procédure, assez surprenante à prime abord, donnait des résultats corrects. Pour cela j'ai calculé l'heure donnée par la Lune, et l'erreur consécutive, selon les différentes procédures possibles¹¹ (fig. 11). On constate que, non seulement cette seconde procédure est valide (courbe rouge), mais aussi qu'elle donne des résultats nettement plus précis que la première procédure appliquée à un cadran analemmatique (courbe verte).

Quand on évoque la précision des procédures, il faut bien être conscient qu'en aucun cas, à une heure particulière, on peut être sûr qu'une procédure donnera un meilleur résultat que l'autre. La précision est statistique : l'utilisation de la première procédure sur le cadran équatorial a, statistiquement, plus de « chance » de donner un meilleur résultat que la seconde sur le cadran azimutal magnétique, mais la première ne peut être mis en œuvre que lorsque la Lune est suffisamment lumineuse.

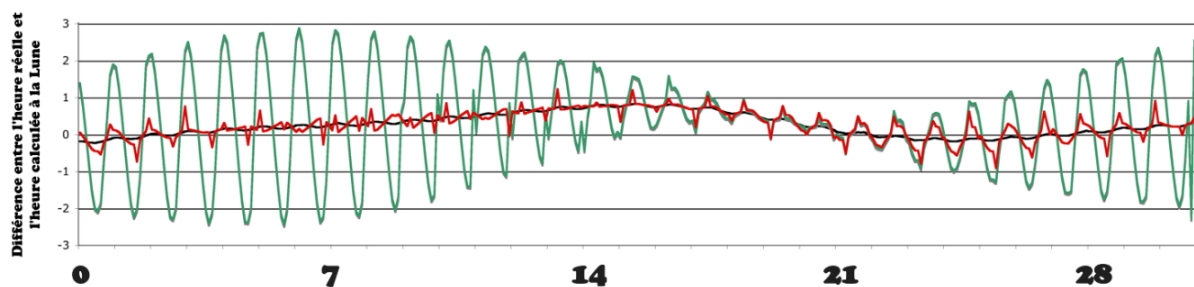


Fig. 11 : Evolution au cours d'un mois (à partir du 21/12/2012) de l'erreur dans l'évaluation de l'heure à

¹⁰ Ce qui justifie l'existence de ce calendrier : voir note n°3.

¹¹ Le principe est de calculer, pendant un mois (et une année) et avec un incrément de 2 heures, l'heure qu'auraient fourni les trois procédures selon la position de la Lune (extraite des éphémérides de l'IMCCE), et de calculer la différence avec l'heure vraie ; cette différence constituant l' « erreur ».

partir de l'heure lue à la Lune, selon la procédure utilisée (calculs réalisés toutes les 2 heures). Si l'on pousse le calcul sur une année, les gammes de variation des erreurs reste les mêmes. En noir : procédure 1 avec le cadran équatorial ; en vert : même procédure avec le cadran analemmatique ; en rouge : procédure 2 avec le cadran analemmatique.

D) Le calcul de l'heure de la pleine mer.

Les « modes d'emploi » proposent une méthode pour calculer l'heure de la pleine mer à l'aide de la volvelle. Il faut pour cela connaître l'heure de la pleine mer le jour de la nouvelle Lune ou de la pleine Lune. Il faut également savoir combien de jours se sont écoulés depuis ce moment. En pratique il faut mettre le repère (rouge) de la volvelle sur l'heure connue et lire en face du nombre de jours l'heure calculée. Cela revient, très classiquement, à décaler l'heure connue de 24/29,5 jours (environ 50 minutes) par jour écoulé.

Cette méthode est d'application plus large que ce que suggère les « modes d'emploi ». En effet, si on se souvient de l'heure de la pleine mer, mais aussi de la basse mer, un jour quelconque ; on peut appliquer la méthode si l'on sait le nombre de jours écoulés depuis cette date.

E) L'aspect de la Lune

La couronne supérieure de la volvelle est percée d'un trou qui donne un aspect très schématisé de la phase de la Lune (Savary 2006 ; Oudenot 2011). Dans le cas de la volvelle dieppoise, en plus de l'aspect schématisé, il faut souligner le fait que le type de quartier de Lune dessiné ne correspond pas à la réalité (les premiers quartiers ont une allure de dernier quartier et réciproquement) (Fig. 12).

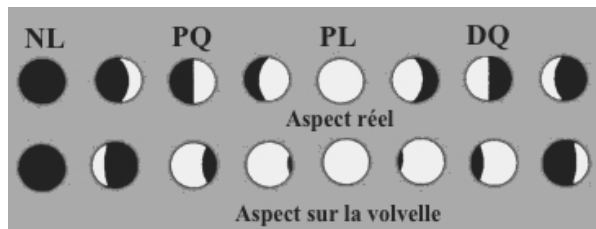


Fig. 12 : Comparaison entre l'aspect réel de la Lune et sa représentation par la volvelle dieppoise. Les premiers quartiers ont des allures de derniers et réciproquement.

Il est à noter que quelques années plus tôt (1641) P. de Sainte Marie Madeleine avait publié à Abbeville (70 km de Dieppe) un ouvrage contenant un schéma de volvelle qui, du fait que les graduations étaient dessinées dans l'autre sens, ne présentait pas cet inconvénient (Fig. 13). Cette volvelle abbeilloise présente de plus l'avantage d'être conçue pour un mois lunaire de 29,5 jours, ce qui diminue l'imprécision.

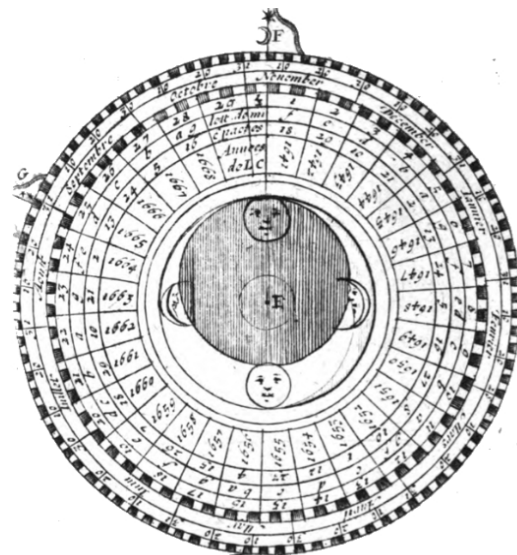


Fig. 13 : La volvelle de P. de Sainte Marie Madeleine (1641) ; son échelle du mois lunaire est dans le sens inverse de la volvelle dieppoise et ce mois est long de 29,5 jours. La forme des quartiers de Lune est correcte. ►

IV Le calendrier perpétuel

A) Principe de fonctionnement

Il s'agit d'un calendrier perpétuel sans pièce mobile (Fig. 14 A). Il se présente comme un tableau de 7 x 7 cases. Les cinq dernières lignes correspondent à la série continue des jours du mois (1 à 31), dans les deux premières les chiffres ne sont pas classés ; il y a 3 cases vides (en fait 0) et une case contient deux chiffres (1 & 9). Les modes d'emploi d'époque sont particulièrement confus quant à l'utilisation¹². Hébert (2004) et Savary (2006) l'expliquent assez correctement mais en passant par un artifice qui est celui des « lettres dominicales » qui n'apparaissent pas sur les dyptiques, et de façon très marginale sur les modes d'emploi.

En fait, le fonctionnement de ce calendrier repose sur deux postulats : (1) les mois de l'année sont comptés à partir de Mars (Mars = 1, Avril = 2 ... Décembre = 10, Janvier = 11, Février = 12) ; (2) il est nécessaire de connaître le jour où tombe le 25 Mars de l'année (Jour de l'Annonciation ; 9 mois avant Noël).

Pour l'utilisation, deux cas de figures sont à envisager : (1) le cas général : les mois de Mars à Décembre quelle que soit l'année + les mois de Janvier et Février si l'année n'est pas bissextile ; (2) les mois de Janvier et Février si l'année est bissextile.

Cas général : prenons l'exemple du 14 Novembre 2013. Novembre est considéré ici comme le 9^e mois de l'année et, en 2013, le 25 Mars tombe un Lundi. On cherche le 9 dans les deux premières lignes : il correspond à la 4^e colonne. Donc la 4^e colonne correspond aux Lundi, la 5^e au Mardi etc ... Le 14 du mois, qui est en 7^e colonne est donc un Jeudi (CQFD).

De la même façon, le 18 Janvier 2013 (année non bissextile) ; le mois 11 (Janvier) est en 7^e colonne qui correspond donc aux Lundis, le 18 est donc un Vendredi (CQFD).

Cas des mois de Janvier et Février d'années bissextiles : prenons l'exemple du 15 Février 2012 (en 2012, le 25 mars était un Dimanche). En appliquant la méthode du cas général on trouverait un Dimanche. Comme nous sommes dans le cas particulier, on doit retrancher une journée ; le 15 Février 2012 est un Samedi (CQFD).

B) Origine et devenir

Savary (2006) a exploré, sans réellement conclure, l'hypothèse selon laquelle le calendrier perpétuel des dyptiques dieppois serait issu d'un calendrier anglais inventé en 1650. L'existence, dans les collections du « Historical Scientific instruments » de l'Université d'Harvard, d'un dyptique parisien daté de 1642 (n° 7498) qui exhibe sur une de ses faces un calendrier strictement similaire au calendrier dieppois, semblerait exclure définitivement cette hypothèse¹³.

En 1683, Boissaye du Bocage a édité au Havre (100 km de Dieppe) un ouvrage de synthèse sur les méthodes de navigation. Ce document contient un calendrier perpétuel assez similaire, dans sa structure, à celui de Dieppe (Fig. 14 B). Sans rentrer dans les détails (voir Dutarte 2005) ce calendrier échappe à la plupart des inconvénients du calendrier dieppois, à

¹² Je ne peux que partager l'opinion de Savary (2005) sur l'absence totale de pédagogie des rédacteurs des « modes d'emploi »...

¹³ A moins que l'opinion de Lloyd (1992) et Savary (2006) ne soit exacte et que ce dyptique parisien soit un ensemble composite, reconstitué tardivement à partir de pièces de différentes origines.

savoir : (1) il gère correctement, et sans faire appel à un cas particulier, les années bissextiles et (2) le jour de référence est le dernier jour de Février (28 ou 29) c'est à dire le jour où un utilisateur régulier du calendrier doit changer ses habitudes de calcul¹⁴.

Fig. 14 : A : le calendrier perpétuel dieppois extrait du mode d'emploi de Gabriel Blou(d) ;
B : le calendrier perpétuel de Boissaye du Bocage extrait de son ouvrage de 1683. ►

5	7	4	12	6	5	11
2	10	0	19	0	0	8
2	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	0	0	0	0

A

6	3	0	2	7	4	1
0	11	8	5	10	12	9
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	2	4	7	9

B

V Les « modes d'emploi »

En plus des quatre versions déjà identifiées (Fig. 2), j'ai pu localiser et étudier six autres versions (Fig. 15 et Annexe 7). Leurs localisations actuelles et les références bibliographiques sont disponibles dans l'annexe 5.

Ces différentes versions sont divisibles en un certain nombre de « paragraphes » qui sont toujours dans le même ordre et qui, en dehors d'une certaine variabilité orthographique et typographique, sont extrêmement similaires d'une version à l'autre. Certains « paragraphes » peuvent manquer, mais comme les brochures font toutes 8 pages (deux feuillets recto-verso pliés) ; l'imprimeur a dû réaliser une nouvelle composition typographique à chaque nouvelle version. Notons par ailleurs que le style varie selon les « paragraphes » ; généralement ils sont rédigés en style impersonnel, mais dans 3 d'entre eux, on note un style plus personnel avec l'utilisation du pronom « je » s'appliquant à l'auteur. Un nom (auteur ou vendeur) apparaît en couverture, il s'agit très généralement de celui d'un cadrannier connu par ailleurs. La figure 15 résume le résultat des comparaisons que l'on peut faire sur ces « *défectueux produits de l'impression dieppoise (sic)* » (Milet 1904) ».

A) Comparaison

Nous envisagerons tout d'abord l'exemplaire daté le plus ancien qui nous servira de base de comparaison. Les numéros sont ceux de la Fig. 15.

(1) Il s'agit de l'exemplaire de 1653 publié intégralement par Llyod (1992). La couverture affiche des initiales « NC » qui sont, de façon assez convaincante, attribuées à Nicolas Crucefix (voir notamment Sawyer 2002). Ces initiales ne sont affectées d'aucune mention qui permettrait de savoir si le « NC » se revendique auteur ou simple vendeur de la brochure. Cette version, comme les autres, contient des « paragraphes » avec ou sans style personnel si bien qu'on a le sentiment qu'il s'agit de la reprise enrichie d'une version antérieure (Annexe 1b).

(2 & 3) Viennent ensuite deux versions datées de 1668, très proches, mais non similaires. Il semble que certaines parties de la composition typographique ont servi aux deux versions. L'une d'entre elles est signée de Charles Bloud, pourtant nulle part dans le texte il n'apparaît d'ajout faisant référence au fait qu'il se revendique du titre d'« inventeur »

¹⁴ Et non le jour d'une fête religieuse qui n'a lieu que presque un mois plus tard.

du diptyque. En couverture c'est même un simple statut de vendeur de la brochure qui apparaît. Par rapport à la version précédente, un « paragraphe » fait son apparition : c'est celui qui concerne le calendrier perpétuel (Annexe 7b & c).

Identifiant	Qualité de l'identifiant	Date	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6
			Jean Lermier	Gabriel Bloud		Claude Hélie	Nicolas C/rucafix	Charles Bloud	François Asseline	Charles Bloud l'aîné	Jacques Compigné	John (Jean) Aubri
			Vendeur (Ce fait & vend...)	Auteur (nat...)		Vendeur (Ce fait & vend...)	?	Vendeur (Se vend à Dieppe...)	Vendeur (Se vend à Dieppe...)	Vendeur (se vend chez...)	Vendeur (Ce vend chez...)	Vendeur (be noûd...)
			n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1653	1668	1668	1675	1677	1680
Orthographe du titre	Orloge						x	x	x	x		
	Horloge		x			x					x	
	Quadran			x				x	x			x
	Cadran		x			x	x				x	
	Azimuttal(i)						x	x	x	x	x	x
Azimuttal		x	x	x	x							
Editeur / Imprimeur	Imprimeur		Pierre Achier	J. Callove	(copie manuscrite)	- ? -	E. & P. Achier	Pierre Achier	Pierre Achier	Pierre Achier	Pierre Achier	Pierre Achier
Usage de l'(H/O)rlloge ou (qu/c)adran.....	Reprise du titre de la brochure			sans objet		* (1)					* (1)	* (2)
sans titre	Justification et mode d'emploi du cadran azimuttal magnétique											* (2)
Usage de l'Equinoctial ou (qu/c)adran Universel	Mode d'emploi du cadran équatorial		* (4)									* (2)
sans titre	Mode d'emploi du cadran polaire (Utilisation de la première personne)			* (5)	* (5)							
Pour trouver l'heure au clair de la Lune avec le (qu/c)adran Equinoctial	Mode d'emploi du convertisseur sol-lunaire		* (3)	* (3)	* (3) * (6)	* (7)						* (2)
Pour connoistre la pleine mer	Calcul de la pleine mer en connaissant son heure le jour de la nouvelle Lune et l'âge de la Lune (Utilisation de la première personne dans l'exemple)											
Usage de la Table ou Calendrier perpétuel pour trouver le jour du mois	Mode d'emploi du calendrier perpétuel (Utilisation de la première personne)				* (6)							* (2)
Pour trouver l'heure au clair de la Lune avec le (qu/c)adran Azimuttal	Mode d'emploi du convertisseur sol-lunaire en lisant l'heure sur le cadran azimuttal magnétique											

Fig. 15 : Tableau de comparaison des différents « modes d'emploi ».

Les * renvoient aux commentaires du texte.

NOTA : pour une meilleur lisibilité, ce tableau est repris en annexe dans la version numérique de Cadran Info

(4) La version de 1675 est signée de Charles Bloud l'aîné, mais là encore, rien, dans le texte, ne suggère une revendication d' « inventeur », et la couverture fait référence à un statut de vendeur. Un nouveau « paragraphe » apparaît, il s'agit de celui qui concerne le cadran polaire qui est en fait un prolongement, sans retour à la ligne, du « paragraphe » précédent (Annexe 7a).

(5) Je n'ai pas pu consulter la version de 1677 (c'est la seule dans ce cas), mais d'après la description précise qu'en fait Ickowicz P. (2004), elle est, sur le plan du contenu, très proche de celles de 1668. On retrouve la même référence au statut de vendeur ; la seule originalité serait la simplification de la reprise du titre en page 2, les mots «... avec celui de la Lune » ont disparu alors qu'ils sont dans le titre en couverture (* (1) de la Fig. 15).

(6) : Cette version de 1680, est intégralement traduite en anglais (y compris le prénom de l'imprimeur !) (*2), Fig. 16) ; elle est toujours « vendue » par le cadrannier dont le nom est en couverture. C'est la version la moins complète de toutes : trois « paragraphes » manquent.

En ce qui concerne les versions non datées ; les trois premières possèdent comme particularité, de présenter la même erreur numérique (évoquée au § III-B) dans l'exemple d'utilisation de la volvelle (*3) Fig. 15) :

(7): La version de Jean Lermier est, sur le plan de la qualité typographique, de loin la plus frustrée. Sur le contenu, son originalité réside dans l'existence d'un titre original pour le paragraphe qui concerne l'usage du cadran équatorial : « Usage de l'Horloge ou Cadran Universel » (*4) Fig. 15)

(8): La version de Gabriel Blou(d) est, avec celle de 1675, la plus complète. Elle se distingue des autres par un certain nombre de spécificités (Annexe 1a) :

- c'est la seule où la qualité d'auteur est revendiquée
- l'imprimeur est différent,
- plus anecdotique, le « paragraphe » sur le cadran polaire est séparé des autres (*5) Fig. 15),

(9): La version manuscrite de la Bibliothèque de Lisbonne est accompagnée d'une petite note, en portugais, apparemment de la main du copiste, précisant la teneur du document « *Regimento de relogios p^a se saber usar delles* », ce qui signifie : « *Principes de l'horloge pour savoir comment s'en servir* ». Par ailleurs, plusieurs fautes de recopiage sont présentes (*6) Fig. 15), notamment dans le tableau du calendrier perpétuel et dans des exemples numériques.

(10) Il ne s'agit pas de la version de 1680 mentionnée par Milet (1904) et considérée comme perdue, car, en plus de la différence d'orthographe du nom (Elie/Hélie) ; Milet (1904) indique un imprimeur (Pierre Acher) et une année de publication (1680) tous deux absents de cette version inédite. On note, comme originalités : la simplification de la reprise du titre en page 2, les mots «... avec celui de la Lune » ont disparu alors qu'ils sont dans le titre en couverture (*1) de la Fig. 15) ; et une erreur typographique dans le titre du paragraphe sur l'utilisation de la volvelle, celui-ci est remplacé par « *Pour connoistre la pleine Mer* » qui apparaît donc deux fois dans la brochure (*7) Fig. 15).

B) Chronologie.

Les auteurs précédents ont considéré que l'exemplaire de Gabriel Blou(d) était relativement tardif et correspondait à une version enrichie par rapport à celle de 1653. Ce n'est pas mon opinion ; je pense que cette version, et de manière générale, les trois premières versions non datées (avec l'erreur numérique systématique dans l'exemple de la volvelle), sont antérieures aux versions datées (corrigées). Ce groupe constituerait le modèle à partir duquel les autres versions ont été composées après correction et sélection éventuelle de « paragraphes ».

Dans l'état actuel de nos connaissances des versions imprimées, le manuscrit de Lisbonne ne peut être que la copie de la version de Gabriel Blou(d) car tous les « paragraphes » sont présents, et on y retrouve l'erreur numérique. Reste à établir si la version

de J. Lermier est antérieure ou postérieure à celle de Gabriel Blou(d). Les deux hypothèses me semblent également recevables :

- le fait que, dans la version Lermier, et elle seule, le paragraphe sur le cadran équatorial soit intitulé « cadran universel » sans plus de précision, suggère que la rédaction date d'avant l'introduction de cadran polaire, également universel, dont Gabriel Blou(d) semble revendiquer l'initiative.
- inversement, le fait que Gabriel Blou(d) soit le seul à se présenter comme « auteur » de la brochure, suggère l'antériorité de sa version.

Quant à la version de Hélie, elle serait postérieure au trois autres versions non datées (la correction numérique est faite) et probablement antérieure aux versions datées ; les « habitudes » quant aux informations à mettre en couverture n'étaient pas encore fixées (?).

VI Discussion et conclusions

A) Origines

Le diptyque dieppois est apparu quelque part vers le milieu du XVII^e siècle dans une ville où la tradition du travail de l'ivoire et celle des boussoles / compas de marine, existaient depuis au moins deux siècles (Milet 1904). Plusieurs constituants du diptyque étaient déjà connus depuis longtemps : structure en diptyque, cadrans polaire, équatorial, horizontal ; volvelle lunaire française de type 1 (Oudenot 2011) ; calendrier perpétuel...l'innovation est très clairement localisée dans le cadran azimutal magnétique ; version modifiée du cadran analemmatique.

Selon Janin (1974)¹⁵, il n'existait à la fin du XVII^e siècle que deux ouvrages traitant de cadrans analemmatiques (Vaulezard 1640, et Foster 1654), ce qui semble limiter la recherche des influences fondatrices¹⁶. Aucun de ces ouvrages n'évoque par ailleurs l'emploi du cadran analemmatique à la Lune. Yvon Massé a eu l'amabilité de m'orienter vers un autre ouvrage peu connu¹⁷ et non examiné par Janin (1974). Il s'agit du livre de P. Georges (1660) (Fig. 16). Cet ouvrage correspond à la description

détaillée d'un cadran portatif analemmatique équipé d'une boussole, et qualifié de « magnétique elliptique ». Dans son introduction, l'auteur signale que son invention existe depuis plus de 10 ans et que plusieurs personnes connaissent déjà le résultat de ses travaux.

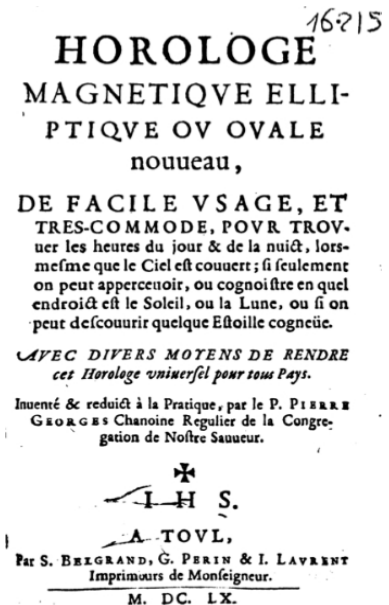


Fig. 16 : Couverture de l'ouvrage de Pierre Georges (1660).

¹⁵ Cet article fait autorité en ce qui concerne l'historique des cadrans analemmatiques ; il a, par exemple, été traduit et re-publié en allemand par R. Rohr (Janin, L. (1974), Uhrentechnik, Forschung und Entwicklung, No. 2, 1) ; et en anglais par F. Sawyer (Janin, 1974. The analemmatic sundial: history and developments. In Sawyer F. (2003) The Analemmatic Sundial Sourcebook).

¹⁶ Il semble très peu probable qu'un artisan ivoirier ait pu inventer « *ex nihilo* » le principe du cadran analemmatique qui correspondait, à l'époque, à des mathématiques de très haut niveau.

¹⁷ Plus récemment, j'ai trouvé dans Brioux (1980 ; p. 35), qui cite Bédarida et Maddison (catalogue d'une exposition « *Cinq siècles de l'art français des instruments scientifiques, XVe-XIXe siècles* » à Oxford, 1970) une référence à cet ouvrage en relation avec un diptyque dieppois

Comme dans le cadran dieppois, l'échelle des heures est inversée, si bien qu'il faut orienter le cadran vers le Soleil pour lire l'heure à l'aide de l'aiguille aimantée. Points remarquables, ce cadran prévoit un dispositif pour le rendre universel, et un système de visée spécial pour tenir compte de la déclinaison magnétique !

Aucune allusion n'est faite à Vaulezard (1640), apparemment l'auteur se considère comme l'inventeur du cadran analemme et de sa variante portative magnétique. Georges (1660 p. 260 à 265) détaille une procédure pour lire l'heure à la Lune qui est strictement analogue à la seconde procédure dieppoise (à ceci près que l'absence de volvelle est compensée par des méthodes très astucieuses de calcul mental : Annexe 6).

Notons qu'il existe dans des collections anglaises et belges trois cadrans français du XVIIe siècle (British Museum, n° 1896,0411.168, Musée de Greenwich n° ASTO220, et Musée de Liège n°349) qui, selon moi, relèvent du travail de P. Georges (Fig. 17). Il est à noter que le catalogue de Greenwich souligne la similitude avec le cadran azimutal magnétique dieppois (Higton 2002).



Fig. 17 : A ; Copie d'une illustration originale de Georges (1660) de la face supérieure de son cadran (l'aiguille aimantée et son pivot mobile ne sont pas représentés). B & C : faces supérieure et inférieure du cadran du British Museum. La position de l'aiguille aimantée est ajoutée en rouge. Le pivot de cette aiguille peut translater dans la fente parallèle à l'axe des 12 heures, sous l'effet du réglage de la molette excentrique de la face inférieure en fonction de la date du calendrier. Le couvercle supérieur ayant été perdu, on ne peut pas juger s'il contenait le système de visée (« directoire ») qui, dans la description de Georges, permet de compenser la déclinaison magnétique

Il semble assez clair qu'il existe une filiation entre le cadran de Georges (1660) et le cadran azimutal magnétique dieppois. Celui-ci diffère uniquement par quelques améliorations parmi lesquelles on peut citer :

- un autre mécanisme de couplage de la molette, piloté par un cercle excentrique plutôt que par une croix, permet le mouvement circulaire de la molette.
- le pivot de la boussole devient fixe et c'est l'ovale des heures qui se translate sur la ligne des 12 heures
- l'ajout d'une volvelle, avec calendrier, simplifie le calcul de l'heure à la Lune

Comme cela a été très rapidement évoqué en introduction, Charles Bloud a revendiqué la paternité des diptyques dieppois en signant un certain nombre d'entre eux de la mention « Fait et inventé par... »¹⁸. C'est le seul cadrannier dans ce cas.

La première mention d'un Charles Bloud dans l'histoire correspond à son inscription

¹⁸ « Faict Et Inventé ... », « Fait & Invenit... », « Fait Et Inuen ... »...

en 1646, en tant que « faiseur d'instrument », dans une liste de spécialistes en affaires maritimes (Higton 2002). Trois diptyques hexagonaux en ivoire, sans cadran azimutal magnétique, signés Charles Bloud et conservés à Greenwich (n°ASTO501) et Dieppe (905.9.1 & 900.10.2) datent probablement de cette époque. En 1653, il réalise, pour le frère du Roi, un diptyque exceptionnel (18,2 x 21,7 x 2,7 cm ; 1,6 kg) ; pièce de prestige qui témoigne de la réputation qu'avait déjà acquise à cette période le cadran azimutal magnétique (cf. Bouchard 2012). Charles semble avoir émigré avant la révocation de l'Edit de Nantes (1685) puisqu'il paraphe plusieurs actes officiels à Rotterdam à partir de 1684, en compagnie de Jean Legrand, « sculpteur d'ivoire¹⁹ ». Il semble raisonnable de supposer que ce n'est pas le même Charles Bloud, mais probablement son fils, qui est mentionné comme « *entétés et mal convertis* » dans le « Rôle général des nouveaux convertis de Dieppe » en 1686, avec sa femme Marie Gaudin et ses deux enfants Charles et Marie. Cette famille semble avoir ensuite émigré à Rotterdam puisque que l'on retrouve le fils Charles (dit « le Jeune »)²⁰ qui se marie dans cette ville en 1699 et y a des enfants (dont l'aîné se prénomme Charles et au baptême duquel assiste Marie-Marthe Gaudin la grand-mère). Cet éclairage sur la généalogie Bloud apporte sans doute une explication au fait que parmi les diptyques signés Charles Bloud, seuls certains précisent « inventeur »...ce seraient ceux, et seulement ceux, réalisés par le premier Charles de la lignée.

B) La fin de fabrication

La fabrication des diptyques cesse brutalement vers 1685-90. A partir de cette date, ils semblent de plus, totalement oubliés : aucun des auteurs du XVIIIe siècle ne les mentionnent (Richer, Rivard ...ni surtout Bedos de Celles qui consacre pourtant un long chapitre aux cadrans portatifs). Ce n'est qu'à la fin du XIXe siècle que Milet, conservateur au Musée de Dieppe, les redécouvre. Cette disparition brutale a donné lieu à plusieurs tentatives d'explications :

Augmentation de la déclinaison magnétique. Cette hypothèse n'est pas recevable (voir discussion plus haut).

Les persécutions liées à la révocation de l'Edit de Nantes. Nous l'avons vu, certains cadranniers (dont les Bloud) étaient protestants²¹. Si l'on croise les évaluations de Milet (1904) : 50% des Ivoiriers étaient protestants, et ceux cités par Murdoch (1984) : au moins 25 cadranniers huguenots en Mars 1686 ; on a du mal à imaginer que l'émigration des protestants (en admettant même qu'elle ait été complète) ait pu correspondre à une perte de compétences suffisante pour stopper la production des diptyques.

Bien que peu cité dans la littérature gnomonique, il faut évoquer ici le bombardement de Dieppe par la flotte anglo-néerlandaise en 1694. La ville est alors incendiée et presque

¹⁹ Recherches généalogiques de Monsieur Olav Du Ry van Beest Holle publiées dans le site collaboratif : « gw.geneanet.org » et communications personnelles.

²⁰ Son père Charles serait donc le Charles l'aîné du mode d'emploi de 1675 et probablement aussi, celui de la version de 1668 puisque l'on n'y trouve aucune revendication du statut d'inventeur.

²¹ Les persécutions étaient bien réelles et Milet (1904) cite un extrait de rapport de Police de l'époque concernant Gabriel Bloud, frère de Charles (Charles l'aîné probablement) : « *Un de ces dragons avait été chez un vieux garçon nommé Gabriel Blout (sic), cadrannier, qu'il n'avait pu réduire à signer quoy qu'il luy eut mangé (sic) tous ces meubles et l'avait fort maltraité. ... (le soldat) le traîna en le frappant jusqu'à la maison du sieur Lemonnier, à dessein de les lier ensemble ..* »

complètement détruite ; l'économie est ruinée. La reconstruction durera 25 ans sous la direction de Monsieur de Ventabren, un adjoint de Vauban. L'ivoirerie a su traverser cette crise... celle-ci ne semble donc pas pouvoir expliquer, à elle seule, la fin des diptyques²².

Je voudrais explorer ici une autre piste strictement « commerciale ». Tout d'abord, je voudrais souligner qu'une fois apparu, le diptyque dieppois est resté figé. Il est impossible de détecter la moindre évolution²³. Par ailleurs, même en se limitant à la bibliographie disponible à l'époque, on peut considérer que les diptyques pouvaient être améliorés :

- modification du cadran azimutal magnétique pour le rendre universel (voir fig. 33 *in* Georges 1660)
- modification de la volvelle pour la rendre plus précise (mois lunaire de 29,5 jours au lieu de 30) et plus représentative des phases lunaires (fig. 12 & 13) (voir Sainte Marie Madeleine 1641)
- introduction systématique de la correction de la déclinaison magnétique, notamment après la période de déclinaison nulle (voir Georges 1660 et fig. 8)
- amélioration de la précision lors de la réalisation (fig. 5D et 6B)

On doit noter l'absence de fabrication pour d'autres latitudes que celle de Dieppe et, dans le même esprit, une commercialisation apparemment locale. Enfin, il est sans doute symptomatique de constater que, comme les dyptiques, les « modes d'emploi » n'évoluent pas non plus. Je suggère que c'est précisément cette absence d'adaptation du produit à l'évolution du marché qui est la cause principale de sa disparition. Les dernières années du XVII^e siècle voient apparaître le très parisien cadran Butterfield, plus simple, (beaucoup) moins cher, et universel.... C'est « *un mauvais cadran* » (Bedos de Celles 1760), mais il est mieux adapté au marché qu'il va finir par inonder, si l'on en croit le nombre d'exemplaires qui nous sont parvenus.. mais cela c'est une autre histoire.

Remerciements

Je remercie tout particulièrement Yvon Massé, qui m'a aidé à plusieurs étapes clé de cette étude. Je remercie également très sincèrement Alain Ferreira, Philippe Sauvageot, Denis Savoie (CCS-SAF), Hagay Amit & Filipe Terra Nova (Laboratoire de Planétologie et Geodynamique, Université de Nantes et CNRS), Philippe Dutarte (Institut de recherche pour l'enseignement des mathématiques, Paris XIII), Tessa Murdoch (Victoria & Albert Museum, London), André E. Bouchard (Président de la Commission des Cadrans solaires du Québec), John Davis (British Sundials Society), Dora François (Département de Portugais, Université de Nantes), Denis Bloud (généalogiste, Suisse) et Olav Du Ry van Beest Holle (généalogiste, Hollande) pour leur aide, souvent déterminantes, à différents moments de la réalisation de cette étude.

²² Par exemple, en 1704, des cadrans solaires « *d'ivoire, de cuivre à bague et à 3 pièces ..., le tout à juste prix* » étaient toujours vendus à Dieppe (Ickowicz 2004).

²³ Les « modes d'emploi » suggèrent que le cadran polaire, et peut-être le calendrier perpétuel, n'existaient pas dans les premières versions du diptyque (*.j'ai ajouté le quadran polaire au dedans du dudit.. &... j'ai ajouté une petite table...*). Même si cela est vrai, cette évolution s'est faite de toute façon très précoce, avant 1653.

Références bibliographiques

- ° Bedos de Celles, Dom Francois. (1760) *La Gnomonique pratique, ou l'Art de tracer les Cadrans Solaires*, Briasson, Despilly, Hardy, Paris,
- ° Bouchard A.E. (2012) : Un beau cadran diptyque de Charles Bloud (1653). *Le Gnomoniste*, XIX, 4, p. 6-12
- ° Brieux A. (1980) : Collection Leonard Linton (catalogue de la vente Drouot).
- ° Bryden D. (1988) *Sundials and related instruments*, catalogue 6, The Whipple Museum of History of Sciences.
- ° Delalande D. & Delalande E. (2013) : *Cadran solaires / Sundials ; catalogue d'exposition*, Paris, 431 p.
- ° de Sainte Marie Madeleine P. (1641) : *Traité d'horlographie, contenant plusieurs manieres de construire sur toutes surfaces toutes sortes de lignes horaires, & autres cercles de la sphere. Avec quelques instrumens pour la même pratique, & pour connoître les heures...* Paris 293 p. + planches
- ° Dutarte Ph. (2005) : *Le cercle universel de Boissaye du Bocage ; un abaque de marine en usage à la fin du XVIIIè siècle*. *Navigation* (53) p. 23-52.
- ° Foster S. (1654) : *Elliptical or azimuthal Horologigraphy , comprehending severai ways of describing dials upon ail kinds of superficies*.
- ° Frémontier-Murphy C. (2002) : *Les instruments de mathématiques XVIe-XVIIIè siècle*. RMN, 368 p.
- ° Georges P. (1660) : *Horloge Magnétique Elliptique ou Ovale nouveau*, Toul.
- ° Hébert E. (2004) : *Cadran dieppois, objets de science*. In Ickowicz P. (2004) : *Les cadran solaires en ivoire de Dieppe (Les cahiers de l'ivoire du Château-Musée de Dieppe n°1)* 21 – 41.
- ° Higton H. (2001) : *Sundials, an illustrated history of portable dials*. Philip Wilson ed., 136 p.
- ° Higton H. (2002) : *Sundials at Greenwich : a catalogue of the sundials, nocturnals and horary quadrants in the national Maritime Museum, Greenwich*. Oxford University Press, 463 p.
- ° Hume (1640) : *Méthode universelle et très facile pour faire et descrire toutes sortes de Quadrans & Horloges.....*, Paris, 499 p.
- ° Ickowicz P. (2004) : *Les cadran solaires en ivoire de Dieppe (Les cahiers de l'ivoire du Château-Musée de Dieppe n°1)* 96 p.
- ° Korte, M. & Constable, C., (2011) : *Improving geomagnetic field reconstructions for 0–3 ka*. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 188, 3-4, 247-259.
- ° Lalos M. (2013) : *Cadran lunaires*, http://michel.lalos.free.fr/cadran_solaires/doc_cadran/cadran_lunaires/cs_lunaires.html
- ° Lloyd S.A. (1992) : *Ivory diptych sundials 1570-1750*, Harvard University Press, 169 p.
- ° Michel H. (1966) : *Les Cadran Solaires de Max Elskamp*. 66 p. Musée de vie Wallone, Liège.
- ° Milet A. (1904) : *Anciennes Industries Scientifiques et Artistiques dieppoises. « chez les libraires et au musée »*, 56 p.
- ° Murdoch T. (1984) : *Some Huguenot Craftsmen From Dieppe in London Seventeenth-Century French Studies*, Volume 6, pp. 60-74(15)
- ° Oudenot G. (2011) : *Volvelles lunaires des cadran portables*. *Cadran-Info* n°23
- ° Rohr R. R. J. (1986) : *Les cadran solaires (Histoire, Théorie, Pratique)*, Editions Oberlin, 214 p.
- ° Savary J-P (2006) : *Les cadran solaires diptyques dieppoises du XVIIè siècle, leur calendrier perpétuel et la médaille calendaire anglaise de Samuel Morland*. *Horlogerie Ancienne*, 60, 101 – 120.
- ° Savoie D. (2002) : *Remarques sur les cadran luni-solaires*. *Cadran-Info*, n° 5, 5 p.

- ° Sawyer F. (2002) Letter to Bruce Stephenson of the Adler Planetarium, The Compendium, 9-4 p.35
- ° Vaulezard J.J. de (1640) Traicté ou usage du quadant analemmatique: par lequel avec l'ayde de la lumiere du soleil, on trouve en un instant sans ayguille aymantée la ligne meridienne : la description des horloges solaires, & la plupart des phoenomenes appartenant au soleil,
- ° Ward F.A.B (1981) : A catalogue of european scientific instruments in the departement of medieval and later antiquites of the British Museum. Brtish Museum Publications Limited.

⇒  **Dans la version numérique, vous trouverez en annexe :**

- ° Annexe 1a : Reproduction de la version de Gabriel Blou(d) (n.d.) du « mode d'emploi ».
- ° Annexe 1b : Reproduction de la version de N.C. (1653) du « mode d'emploi ».
- ° Annexe 1c : Reproduction de la version anglaise (1680) du « mode d'emploi ».
- ° Annexe 2 : Base de données utilisée pour la compilation de la figure 7.
- ° Annexe 3 : Page Web
(https://bearspace.baylor.edu/Vince_Cronin/www/StructGeol/Declination.html) illustrant la correction de la déclinaison magnétique sur une boussole de géologue moderne (marque Brunton™).
- ° Annexe 4 : Maquette en papier de la volvelle dieppoise.
- ° Annexe 5 : Sources et fiches bibliographiques de 7 « modes d'emploi ». Deux autres versions (Gabriel Blou(d) et N.C) sont facilement accessibles (voir texte et annexe 1) et celle de Compigné est conservée au Musée-Château de Dieppe.
- ° Annexe 6 : Extrait de la partie de l'ouvrage de P. Georges (1660) qui traite de la lecture de l'heure à Lune (et commentaires).
- ° ,Annexe 7a : Reproduction de la version de Charles Bloud l'aîné (1675) du « mode d'emploi ».
- ° Annexe 7b : Reproduction de la version de Charles Bloud (1668) du « mode d'emploi ».
- ° Annexe 7c : Reproduction de la version de Charles François Asselinne (1668) du « mode d'emploi ».
- ° Fig 15 : Tableau comparatif.





Qibla des cadrans islamiques de Tunisie

Eric Mercier

Sur les cadrans islamiques anciens des mosquées tunisiennes, la Qibla, qui est quasi-systématiquement indiquée, est très généralement correcte (c'est à dire : calculée en fonction de données géographiques et scientifiques correctes). Pourtant, à l'époque de la fabrication de ces cadrans (XVII, XVIII et XIXe siècles) la plupart des mosquées, qui sont sensées être orientées selon la direction sacrée, ont été construites avec des orientations très variables et éloignées de cette dernière. Cette discordance nous conduit à nous interroger (1) sur les différentes conceptions de la Qibla qui ont existé et/ou coexisté dans l'histoire, (2) sur la place des astronomes / gnomonistes dans le dispositif religieux, et (3) sur le ou les commanditaires des cadrans.

Dans la tradition musulmane, la Qibla est la direction de La Mecque, et plus précisément de la Kaaba, vers laquelle les musulmans doivent s'orienter pour prier¹. Actuellement, la détermination de cette direction constitue un problème simple de trigonométrie sphérique qui revient à déterminer la direction du grand cercle qui passe par deux points du globe dont on connaît la longitude et la latitude². Pour la Tunisie, ce calcul de la Qibla « correcte »³ donne des azimuts (c'est-à-dire des directions mesurées depuis le Nord et dans le sens horaire) allant de 112,6° N pour Tunis (Fig. 1) à 107,8°N pour Gabès.



Fig. 1 : Trace du grand cercle passant par Tunis et La Mecque sur une représentation plane de la surface terrestre (projection Mercator). Ce trait courbe sur la carte représente, sur la surface terrestre, le chemin le plus court entre les deux points.

¹ La qibla est liée à d'autres rites que la prière, comme l'abattage des animaux de boucherie et l'enterrement des morts.

² Voir par exemple Savoie 1997 ; l'article Qibla sur l'encyclopédie en ligne « wikipedia.fr », ou Ferrari 2011 (notons que de nombreux sites internet proposent des formules erronées).

³ C'est-à-dire issue de la trigonométrie sphérique. Ce terme est celui adopté par la littérature internationale (Bobine 1990, 2008, King 1995, 1997, 2014 a)

Sur l'échantillonnage de cadrans islamiques horizontaux anciens des mosquées tunisiennes publié précédemment dans le « Cadran-Info » n°29 (Mercier 2014), on observe toujours une indication de la Qibla (Fig.2).

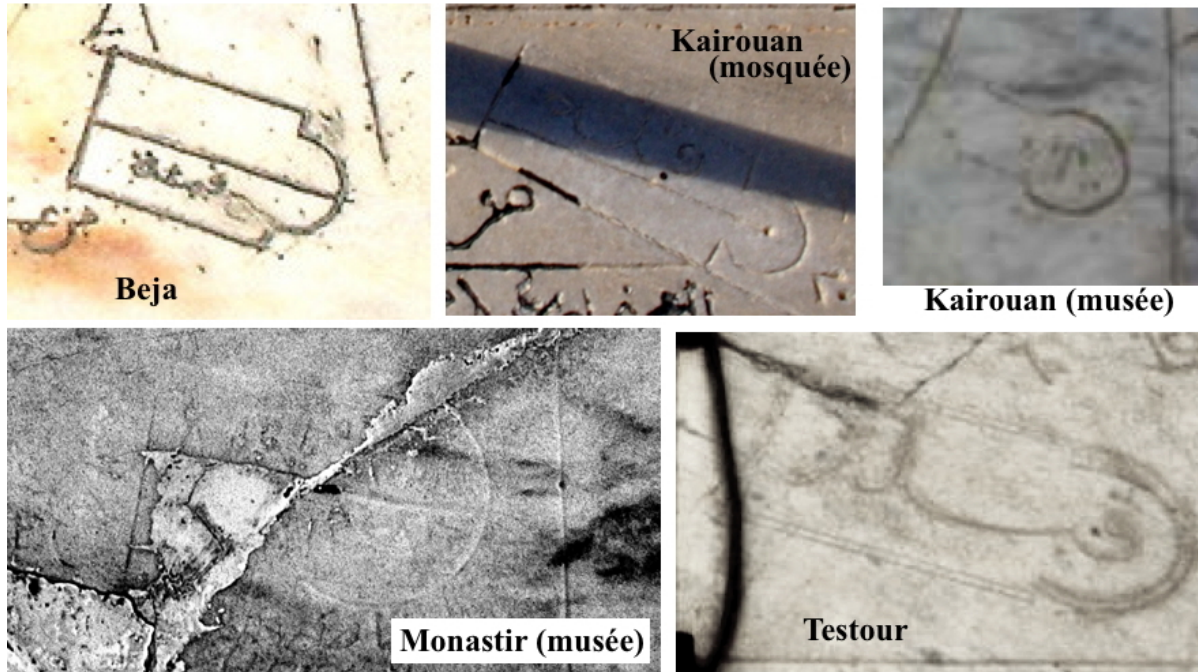


Fig. 2 : Quelques exemples de représentation de la Qibla sur des cadrans horizontaux de mosquées tunisiennes ; certaines photos sont obliques et présentent donc des angles faussés.

On peut y mesurer l'azimut retenu par le gnomoniste si l'on dispose d'une photographie ou d'une image verticale⁴. Mis à part pour le cadran du Musée de Carthage (XIV^e siècle) sur lequel je reviendrai, les valeurs trouvées pour les autres cadrans (XVII, XVIII et XIX^e siècles) sont remarquablement cohérentes avec les valeurs de la Qibla « correcte ». Mais, quand on visite, par exemple, la mosquée de Kairouan (une des rares mosquées tunisiennes accessibles aux non-musulmans), on est frappé par la divergence entre l'indication de la Qibla donnée par le célèbre cadran solaire (112°) et celle qui est littéralement inscrite dans l'architecture du lieu, notamment par la position du Mihrab (150°).

Une telle divergence existe, à des degrés divers, dans toutes les mosquées tunisiennes munies d'un cadran. Dans le cas de Kairouan, le cadran est postérieur à la construction de la mosquée de plus d'un millénaire, on serait donc prêt à admettre une évolution (un progrès) dans le calcul de la direction sacrée des musulmans ; mais quand on compare avec la Qibla de ce cadran du XIX^e siècle, avec celle de mosquées globalement contemporaines, on constate une divergence non seulement significative mais, de plus, très variable selon les mosquées (10 à 58°). D'une manière générale, et au moins jusqu'au XIX^e siècle, il ne semble y avoir qu'un rapport très lointain entre la Qibla des gnomonistes et celle, très fluctuante (!), des architectes (Fig. 3 & Fig. 4).

⁴ C'est le cas de 9 cadrans, 5 images publiées dans Mercier (2014) et 4 obtenus depuis cette synthèse préliminaire.

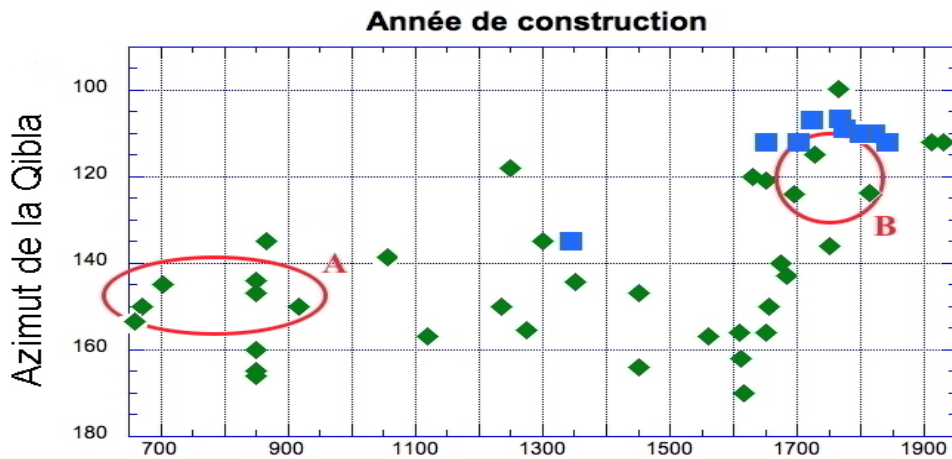


Fig. 3 : Graphique illustrant (1 ; losanges verts) les azimuts de la Qibla des mosquées en fonction de leur date de construction ; (2, carrés bleus) les azimuts de la Qibla indiqués sur les cadrans solaires en fonction de leur date de construction ; A et B : voir texte.

Vu l'importance de cette direction dans la pratique religieuse quotidienne des musulmans, cette constatation est surprenante. Cela m'a conduit à rechercher dans la littérature des pistes d'explication. C'est notamment le résultat de cette recherche bibliographique que je me propose de présenter ici.

La variabilité de la Qibla des mosquées à l'intérieur d'un même ensemble urbain a déjà été signalée par des auteurs arabes dès le XII^e siècle (King 1995), et parmi eux des auteurs tunisiens (in Daoulati 2010)⁵. En ce qui concerne les auteurs modernes (par exemple Hakim 1986, Bobine 1990 et 2008) cette caractéristique est attribuée soit à une « approximation/erreur » de calcul, soit à un alignement par la pente naturelle du lieu, une voirie antérieure, la reprise d'un bâtiment ou de fondations antérieures. Inversement King (1995 et 2014 a), qui a travaillé sur le problème en Andalousie⁶, Moyen-Orient et à Samarcande, et qui a étudié les manuscrits d'époque, considère que le choix de la Qibla n'est jamais une erreur ni un élément imposé par l'environnement naturel ou urbain, mais un choix conscient et assumé par l'architecte. C'est à ses travaux que nous nous référons.

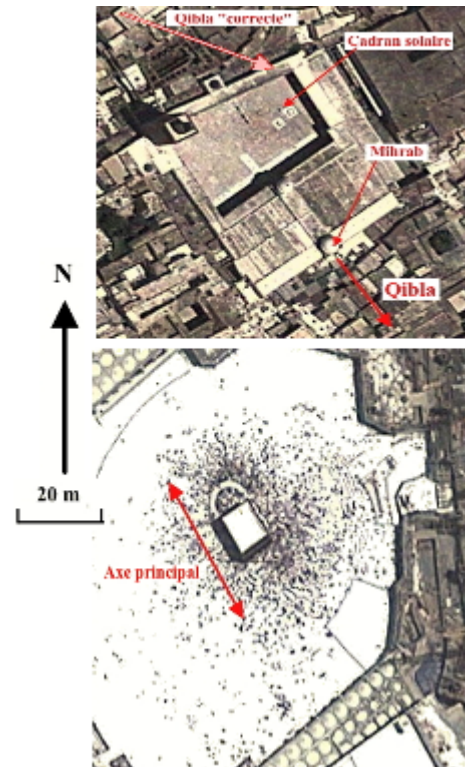


Fig. 4 : Comparaison (à la même échelle / même orientation) d'une photo satellite de la mosquée Zitouna à Tunis et de la Kaaba

(images Google-Map). Daoulatli (2010), qui a écrit une remarquable synthèse sur l'architecture du premier monument, parle pourtant d'« anomalie de la Qibla » au sujet de son orientation (voir discussion dans le texte).

⁵ King (2014b ; p. 670) signale notamment une fatwa du 16^e siècle traitant de la confusion des Qibla au Maghreb.

⁶ Voir aussi Rius (2000)

Dans les toutes premières années de l’Islam, deux conceptions de la Qibla coexistent : (1) une Qibla vers le Sud en référence à la direction vers laquelle le Prophète a fait la prière quand il était à Médine (au Nord de La Mecque) et (2) une Qibla parallèle à l’un des axes de la Kaaba selon la région du monde concerné (axe principal, globalement NNW-SSE, pour le Maghreb et l’Andalousie). Ce n’est qu’à partir du IXe siècle, que les scientifiques⁷ ont réglé les problèmes de trigonométrie sphérique et sont capables de calculer la direction de La Mecque à partir de tout point du monde (à la précision des coordonnées géographiques, souvent issues de Ptolémée, près)⁸. Mais curieusement ce n’est pas en suivant cette voie que seront fixées les orientations des mosquées dans les siècles suivants ; mais plutôt en suivant des règles (fantaisistes) d’astronomie populaire.

Ces règles prétendent fixer localement la Qibla en utilisant les directions cardinales, les directions de lever ou coucher du soleil ou d’étoiles particulières, et même la direction des vents dominants ! King (1995) signale qu’une trentaine d’ouvrages sur ces pratiques nous sont parvenus, et qu’une vingtaine de méthodes différentes y sont décrites. Le résultat fut, bien sûr, la profusion de Qibla différentes dans la même aire géographique. Pour faire face à cette confusion, les juristes islamiques n’ont eu d’autres solutions que de décréter que toutes directions comprises dans le bon quart d’horizon étaient valides (en Andalousie et dans le Maghreb, cela concerne toutes directions situées entre l’Est et le Sud ; Fig. 5). Ces pratiques ont perduré jusqu’au XVIe siècle en orient, date à laquelle la Qibla « correcte » est devenue dominante, notamment sous les influences turque et iranienne (par exemple : Yilmaz 2012 pour l’Asie Mineure).

En ce qui concerne la Tunisie, aucune des mosquées anciennes n’est orientée vers le Sud (contrairement à ce que l’on observe en Andalousie par exemple), mais sur les 11 mosquées antérieures à l’an 1000, six seul-

ement sont orientées à peu près parallèlement à la Kaaba (ensemble A de la Fig. 3 & Fig. 4).

Comme en orient, à partir du Xe siècle, les directions s’éparpillent. Cette situation durera jusqu’au Protectorat français (1881)⁹, soit nettement plus tard qu’en orient. Ce n’est que pendant la première moitié du Xxe siècle, que la Qibla « correcte » sera utilisée (au moins

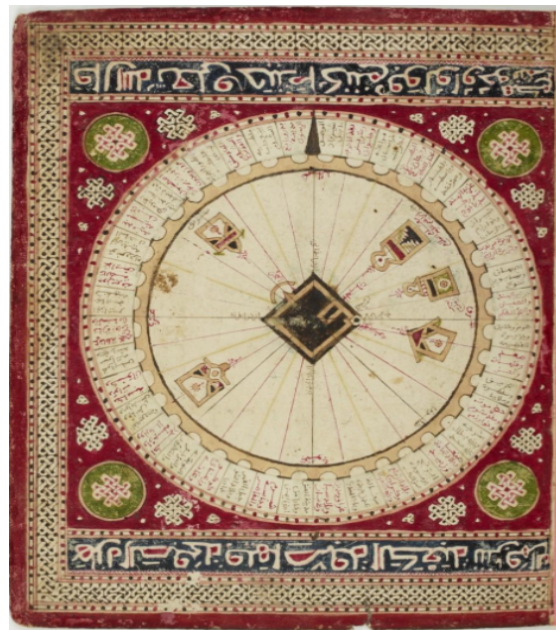


Fig. 5 : Une des solutions de l’astronomie populaire illustrée sur une miniature (pivotée de façon à ce que le Nord soit en haut) proposant une division du monde en secteurs centrés sur la Kaaba. Selon la localité (cercle extérieur), on peut déduire une valeur (erronée) de la Qibla. Par ailleurs, notez le caractère très schématique de la représentation (forme et orientation) de la Kaaba (voir la photo satellite de la Fig. 4B). (Extrait d’un Atlas de navigation de Ahmad al Sharafi al Safaqui, savant tunisien du XVIe siècle, manuscrit conservé à la BNF).

⁷ Habash al Hasib (vers 850 JC), Al-Nayrizy (vers 900 JC).

⁸ Cette démarche scientifique culminera avec le travail de Shams al-Din al-Khalili qui a publié, au milieu du XIVe siècle, des tables de Qibla juste à la minute de degrés près et valables pour tout le monde arabe !! (King 1975).

à Tunis, à vérifier ailleurs). On notera qu'à partir de la moitié du XVII^e siècle, les mosquées spécifiquement construites à Tunis (ensemble B de la Fig.3) ont des Qibla autour de 120°, ce qui correspond à une Qibla « quasi-correcte » telle qu'elle pourrait être mesurée sur une carte (projection Mercator (Qibla à 117°N) ou projection conique tangente à la latitude de Tunis (Qibla à 123°N)...)^{10, 11}.

Dans le tableau ainsi brossé, les cadrans solaires des mosquées apparaissent comme un îlot de rigueur scientifique au milieu d'un océan de confusion. Pendant deux siècles au moins (de la moitié du XVII^e à la moitié du XIX^e siècle), les gnomonistes tunisiens se sont systématiquement obstinés à dessiner une Qibla « correcte » sur les cadrans destinés aux mosquées, alors que ce n'était manifestement pas à la mode. On peut d'ailleurs se demander quel était leur statut exact pour se permettre cette liberté, et comment cela était accepté par les responsables des dites mosquées, et par les fidèles, qui voyaient quotidiennement dans la cour la preuve de l'existence de deux Qibla ...

Il n'est pas impossible que ce soit l'hostilité ou au minimum l'indifférence, à l'égard de l'ensemble du cadran solaire, qui était de mise. En effet, à partir du Xe siècle, et au même titre que pour la détermination de la Qibla, ce sont des règles non scientifiques qui prévalaient pour fixer les heures de prières dans le monde musulman. Par exemple, un juriste important (Ibn Rahiq and Al-Asbahi) écrit au XII^e siècle : « *les heures de prières ne doivent pas être établies par les degrés d'un astrolabe ou par un calcul qui utiliserait la science des astronomes ; ils doivent seulement être établies par l'observation* » et « *... les astronomes qui prennent leur connaissance d'Euclide, des auteurs (indiens) et d'Aristote ou autres philosophes ; alors ceux-ci sont des infidèles* » (in King 2014b p. 550 et 636, voir aussi Biémont 2006 p.148 et surtout Stearns 2011). Dans ces conditions, difficile de porter attention à un cadran solaire, notamment en ce qui concerne les courbes de Fajr, du lever du Soleil, de Maghrib et d'Isha dont le tracé ne peut être envisagé qu'en s'appuyant sur des connaissances et des calculs astronomiques. Ce rejet religieux des méthodes scientifiques ne prendra fin, en orient, qu'à la fin du XIII^e siècle avec la généralisation, dans les mosquées, des postes de Muwaqqit (astronome / scientifique précisément chargés de fixer les heures des prières). En Tunisie, où, nous l'avons vu au sujet de la Qibla, l'usage de méthodes non scientifiques semble avoir perduré jusqu'au XIX^e siècle (exemple Fig. 5); il est probable que c'était ces mêmes méthodes non-scientifiques qui étaient utilisées pour fixer les heures de prières. Cette hypothèse est confirmée par Stearns (2011) qui a étudié des recueils de fatwas écrites au Maghreb au cours d'une période allant du XV^e au début du XX^e siècle. Il montre que le débat

⁹ La dernière grande mosquée construite à Tunis avant le Protectorat (Mosquée Saheb Etabaâ) est caractérisée par une Qibla de 124°N.

¹⁰ Si cette observation est significative, elle témoignerait, dans la capitale, d'une première tentative maladroite de se rapprocher de la Qibla « correcte ».

¹¹ Depuis le milieu du XX^e siècle, le choix des Qibla de mosquées semble de nouveau échapper à une définition scientifique. En se limitant à des mosquées « officielles », on notera que certaines sont orientées selon une Qibla « correcte » (mosquée de l'Université El Manar à Tunis, années 1960 (10,1479°E ; 36,8229°N) ; ou mosquée de l'ancien Président Ben Ali à Carthage (2003) (10,3287°E ; 36,8596°N), nommée maintenant Mâlik ibn Anas) ; d'autres s'en écartent significativement : mosquée Bourguiba à Monastir (1963) (10,8305°E ; 35,7743°N), construite en l'honneur du fondateur de la République ; ou Grande Mosquée de Gabès (1952)(10,0959°N ; 33,8883°E).

entre les juristes islamiques sur la légitimité des méthodes scientifiques pour fixer les heures de prières a été permanent au Maghreb jusque très récemment ¹².

Dans ce contexte, que faisaient les cadrans dans les cours des mosquées puisqu'ils n'étaient sans doute pas utilisés ? Peut-être étaient-ils imposés par le pouvoir central qui, à partir de 1574, dépendait de l'empire Ottoman ; lequel, comme cela a déjà été mentionné, était plus favorable à la prise en compte des résultats de la science^{13, 14}.

Ce qui précède demeure une hypothèse de travail *extrême* qui reste à démontrer et probablement à nuancer ; mais quoi qu'il en soit, il est clair que les éléments synthétisés, notamment par King (2014b) et Stearns (2011), nous éloignent de la vision idyllique selon laquelle l'astronomie et la gnomonique musulmanes se sont développées en harmonie avec la religion¹⁵... là comme en d'autres temps et sous d'autres cieux, la science et la religion (ou au moins le clergé) ont été en opposition pendant plusieurs siècles !

En ce qui concerne le seul cadran de notre inventaire qui présente une Qibla incorrecte (Musée de Carthage, 746 H (=1345 J.C.) ; Fig. 5 *in* Mercier (2014)), son auteur (Abu el Qasim ibn Hasan al Shaddad) est auteur d'au moins un astrolabe. Sachant cela, on peut penser que le fait que la Qibla qu'il ait indiquée soit exactement orientée vers le SE, suggère sa volonté d'indiquer l'orientation moyenne admise par les juristes islamistes de l'époque (quart SE) plutôt qu'une erreur de calcul ou l'utilisation d'une des règles de l'astronomie populaire ; c'est, semble-t-il, également l'opinion de King (1977).

Références bibliographiques

- Biémont E. (2006) : *Astronomie en Terres d'Islam*, Burellier éd. 172 p.
- Bobine M.E. (1990) : *The sacred direction and city structure : a preliminary analysis of Islamic cities of Morocco*. Muqarnas, 7, p. 50-72.
- Bobine M.E. (2008) : *Romans, Astronomy and the Qibla: Urban Form and Orientation of Islamic Cities of Tunisia ; African Cultural Astronomy – Current Archaeoastronomy and Ethnoastronomy Research in Africa*. ; p. 145-178.
- Daoulatli A (2010) : *La Mosquée Zitouna, Tunis*. Editions du patrimoine, 215 p.
- Djebbar A. (2001) : *Une histoire de la science arabe* ; Seuil éd ; 385 p.
- Ferrari G. (2011) : *Le meridiane dell'antico islam*, édition à compte d'auteur 536 p.
- Hakim B.S. (1986) : *Arabic-Islamic Cities: Building and Planning Principles*, Kegan Paul éd.

¹² Dans une certaine mesure on peut dire que, si ce débat semble aujourd'hui réglé en ce qui concerne la définition des heures de prières (utilisation de tables prévisionnelles ou de logiciels dédiés aux « smartphones » par exemple), il est toujours en cours en ce qui concerne la définition du début du mois du Ramadan.

¹³ Ce qui expliquerait peut-être pourquoi au Maroc, autre pays du Maghreb et de même tradition religieuse mais qui n'a jamais été sous domination turque, les cadrans islamiques sont totalement absents des mosquées ; ce sont éventuellement des cadrans horaires qui sont présents (inventaires provisoires de Lalos 2011 & Tabili 2013).

¹⁴ Un exemple parmi d'autres de l'intérêt des Ottomans pour l'exactitude scientifique en matière de religion : quand Mehmet II a conquis Constantinople en 1453, une de ses premières décisions (sic) a été de transformer la basilique Sainte Sophie en mosquée en faisant établir un mihrab décalé de 10° (!) par rapport à l'axe de l'église (*in* Bobine 2008).

¹⁵ Voir par exemple Djebbar (2001) ; Saliba (2005, 2007).

- King. D.A. (1975) : Al-Khalili's Qibla table ; Journal of Near Eastern Studies, 34, p. 81-122.
- King D.A. (1977) : "A fourteenth-century Tunisian sundial for regulating the times of Muslim prayer", in Walter G. Saltzer & Yasukatsu Maeyama, eds., PRISMATA: Naturwissenschaftsgeschichtliche Studien – Festschrift für Willy Hartner, Wiesbaden: Franz Steiner, 1977, pp. 187-202. [Reproduit in King D. (1987) Islamic Astronomical Instruments, London: Variorum, 1987].
- King D.A. (1995) : The orientation of medieval Islamic religious architecture and cities. Journal for the History of Astronomy, p. 253-274.
- King D.A.(1997) : Two Iranian World-maps for finding the direction and distance to Mecca . Imago Mundi, 49, p. 62-82.
- King D.A. (2014 a) : World-maps for finding the direction and distance to Mecca ; Brill éd., 638 p. (première édition : 1999).
- King D.A. (2014b) : In synchrony with the heavens , volume 1 : The call of the Muezzin ; Brill éd., 930 p. (première édition : 2005).
- Lalos M. (2011) site web : http://michel.lalos.free.fr/cadrans_solaires/autres_pays/maroc/cs_maroc.html
- Mercier E. (2014) : Cadrans islamiques anciens de Tunisie, Cadran-info 29.
- Rius M. (2000) : La Alquibla en al-Andalus y al-Magrib al-Aq.à , (Anuari de Filologia (Universitat de Barcelona) XXI (1998-99) B-3), Barcelona: Institut "Millás Vallicrosa" de Història de la Ciència Àrab, 405 p.
- Saliba G. (2005) : L'astronomie arabe dans : L'âge d'or des Sciences Arabes; Actes Sud p. 53-67.
- Saliba G. (2007) :Islamic Science and making of the European Renaissance. MIT éd.; 315 p.
- Savoie D. (1997) ; Gnomonique moderne, Editions SAF.
- Sterns J. (2011) : Legal statutes of Science in the Muslim World in the early modern period : an initial consideration of Fatwas from three Maghrib sources. The Islamic Scholarly tradition, Brill éd., p. 265-290.
- Tabili H. (2013) : Informations diverses, Cadran-info n°27, p. 170-174.
- Yilmaz M. (2012) : Historical mosque orientation in Turkey: Central-Western Anatolia Region, Journal of Historical Geography, 38, 1150–1590.

NOTA : cet article est de fait la seconde partie de celui sur les cadrans islamiques de Tunisie : *Cadrans islamiques anciens de Tunisie* , paru dans Cadran Info n° 29, mai 2014, page 53

⇒  **Dans la version numérique, vous trouverez en annexe :**

° Le Fichier Excel avec la base de données utilisée pour la construction de la figure 3.





Analemmatiques circulaires

Jean Pakhomoff

Présentation de la théorie et de la pratique des cadrans analemmatiques circulaires de Foster et Lambert.

En 1640 Vaulezard donne une méthode de construction du cadran analemmatique, projection de l'équateur céleste sur l'horizon. Cinquante ans plus tard, Samuel Foster remarque qu'une même ellipse correspond à la projection de deux cercles et donc qu'un même cercle projeté sur 2 plans perpendiculaires entre eux puis sur leur symétrique par rapport à chacun de ces plans donne naissance à deux ellipses différentes et à deux cercles identiques à ce cercle origine.

C'est là je pense, la première idée du cadran de J. Henri Lambert. Lambert construisit ce cadran en 1777 année même de sa mort.

Soit donc fig.1 un plan horizontal $x \varepsilon y$ et un plan $x \varepsilon v$ faisant un angle E avec $x \varepsilon y$. Donnons-nous un plan $x \varepsilon u$ symétrique de $x \varepsilon v$ par rapport à $x \varepsilon y$ en prenant $E = E'$.

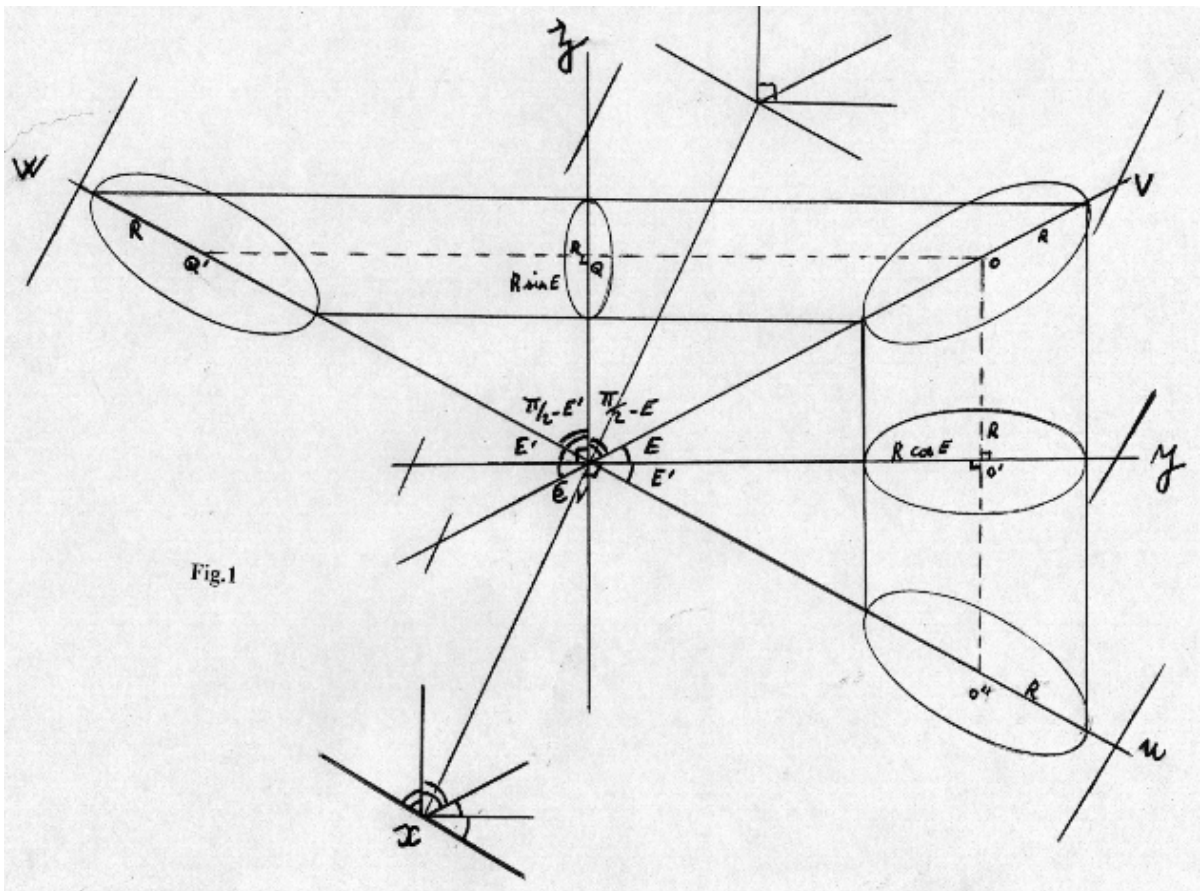


Fig 1

Le plan $x \varepsilon v$ sera de même symétrique du plan $x \varepsilon w$ (prolongement du plan $x \varepsilon u$) par rapport au plan $x \varepsilon z$ car : $\pi/2 - E' = \pi/2 - E$.

Le cercle O de rayon R de $x \varepsilon v$ projeté sur $x \varepsilon y$ donne l'ellipse de centre O' , de grand axe $2R$ et de petit axe $2R \cos E$.

Les projetantes redonnent sur le plan $x \varepsilon u$ le cercle O'' égal au cercle de centre O (la projection du cercle de centre O'' est en effet l'ellipse de centre O').

La projection du cercle de centre O de $x \varepsilon v$ sur le vertical $x \varepsilon z$ donne l'ellipse de centre Q de grand axe $2R$ et de petit axe $2R \cos(\pi/2 - E)$; les projetantes redonnent le cercle de centre Q' égal au cercle de centre O sur le plan symétrique $x \varepsilon w$.

Les plan $x \varepsilon z$ et $x \varepsilon y$ étant bissecteurs de plans faisant entre eux 2 angles supplémentaires sont donc perpendiculaires.

Là est le principe du cadran analemmatique circulaire Nord et Sud de Foster et Lambert.

Nous nous servons ci-dessous de la démonstration de Terpstra (1951) pour ce qui concerne l'analemmatique elliptique de Vaulezard (1644). Soit donc fig.2a une sphère céleste de centre O , son équateur céleste COD , son axe des pôles POP' , le Soleil le jour des équinoxes dans l'équateur donc, à un instant t matérialisé par l'intersection de 3 grands cercles de cette sphère :

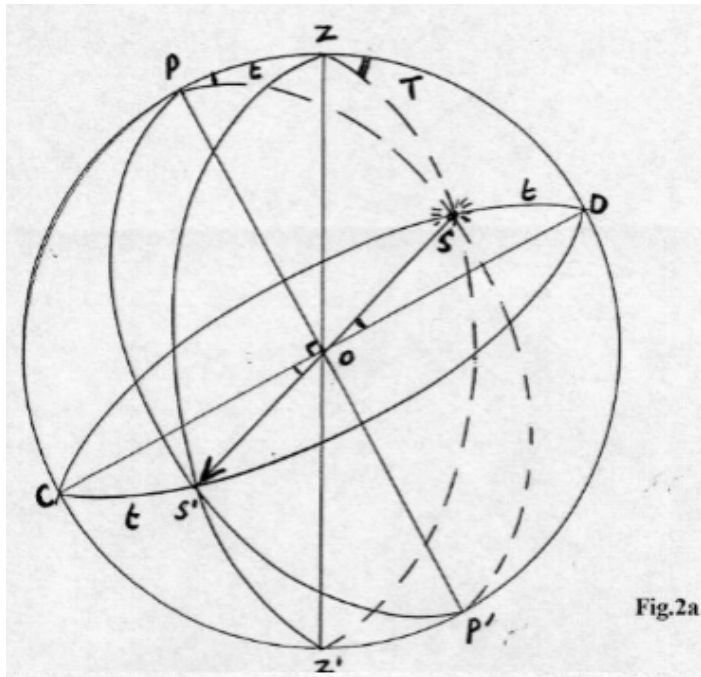


Fig.2a

Le cercle horaire PSP' d'angle horaire t , le cercle vertical ZSZ' d'angle azimutal T et le grand cercle de l'équateur CSD de diamètre COD . Le rayon solaire passant par l'intersection du cercle horaire et du vertical est contenu entièrement dans l'équateur et vient indiquer l'heure correspondant à l'instant t sur la grande horloge équatoriale où $15^\circ = 1$ heure.

Observons maintenant la figure 2b où le Soleil se trouve au même instant à une époque différente des équinoxes.

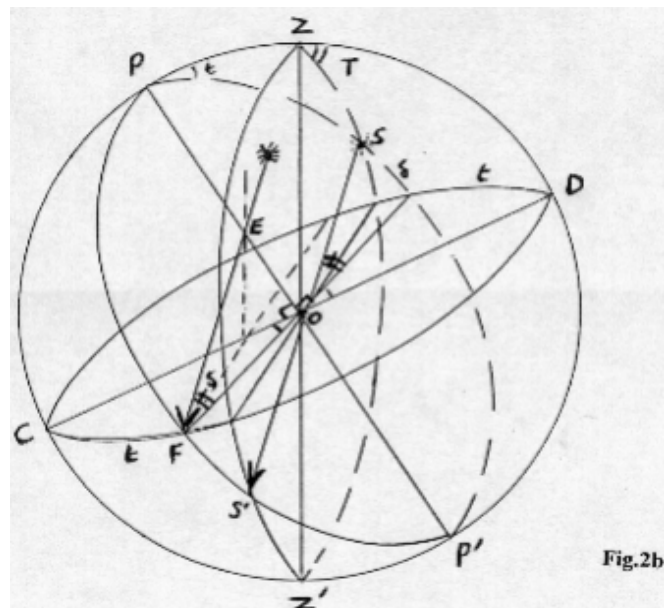


Fig.2b

Dans ce cas de figure on se situe dans l'hémisphère Nord lorsque la déclinaison est positive.

Le rayon solaire SO, intersection du cercle horaire et du vertical passant par l'astre n'est plus contenu dans l'équateur mais perce la sphère céleste en S'. Pour que ce rayon indique l'heure sur la grande horloge équatoriale il convient de le déplacer parallèlement à lui-même dans le plan de son cercle horaire en le remontant l'été et en le descendant l'hiver.

Lorsque ce rayon coupe l'équateur en F il indique l'heure t et coupe alors l'axe des pôles en E.

C'est là l'idée de Terpstra. OS et FE sont parallèles et toutes deux contenues dans le plan du cercle horaire t. Elles font donc avec le diamètre OF le même angle égal à la déclinaison .

La figure 3 montre une sphère céleste avec un horizon de latitude Φ , l'axe des pôles perpendiculaire à l'équateur et cet équateur faisant avec cet horizon un angle égal à $\pi/2 - \Phi$.

Choisissons un horizon de latitude Φ_n bissecteur du dièdre DOD'' et un horizon de latitude Φ_s bissecteur du dièdre C''OD.

Ces 2 horizons, comme vu lors de l'étude de la figure 1, sont perpendiculaires entre eux.

On voit immédiatement que :

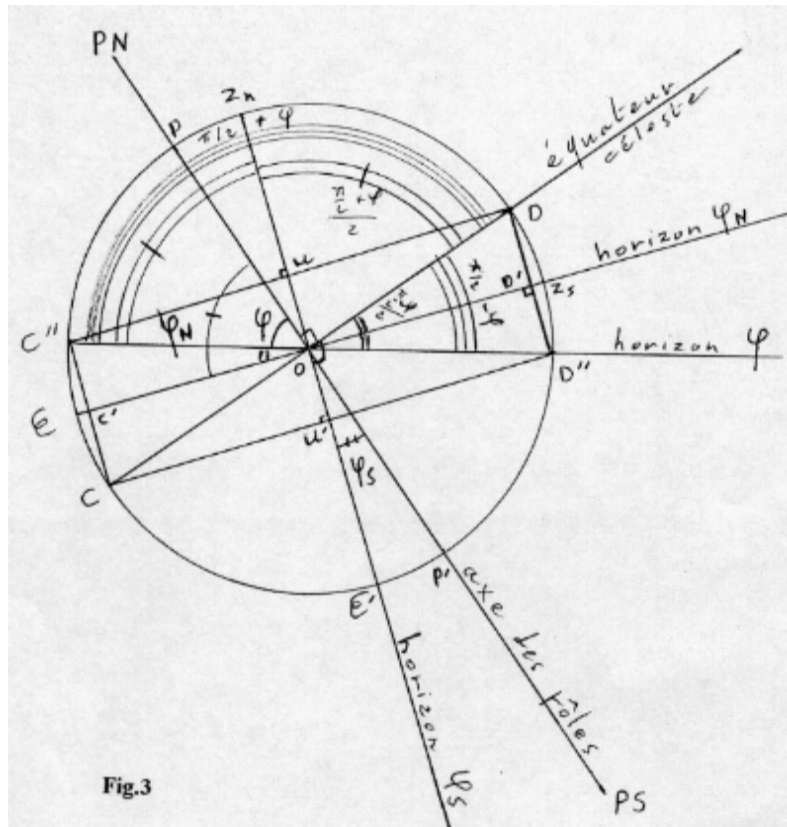
$$\Phi_s = \varepsilon'OP' = DOD' = \frac{\pi/2 - \Phi}{2} \text{ comme angles à côtés perpendiculaires.}$$

$$\text{De même } \Phi_n = \Phi + C''OC' = \Phi + \frac{\pi/2 - \Phi}{2} = \frac{\pi/2 + \Phi}{2} .$$

L'équateur projeté sur l'horizon Φ_n donne l'ellipse C'D', de même que l'horizon Φ projeté sur Φ_n .

Pour mieux apprécier cela, déplaçons CD et C''D'' parallèlement à eux-mêmes de façon que C et C'' viennent en ε (fig.4). Puis, pour mieux distinguer les différentes parties des éléments, faisons glisser CD sur εD d'une longueur εC et C''D'' sur $\varepsilon D''$ d'une longueur $\varepsilon C''$ de façon à ce que εC soit égal à $\varepsilon C''$.

On retrouve l'équateur COD de la figure 2b avec le rayon solaire coupant l'axe du monde en E et l'équateur en F.



Le rayon de la sphère céleste étant R on a $EO=R \operatorname{tg} \delta$.

Le jour de l'été δ est maximum et égal pendant encore de nombreuses années à 23.44° . E est alors en A . De même le jour de l'hiver δ est à son minimum, égal à -23.44° et E est en B .

On a $KF = R \sin t$ et $OK = R \cos t$.

Projetons maintenant l'équateur sur l'horizon Φn . On obtient un analemme classique de Vaulezard de centre O' , de grand axe $2R$ et de petit axe : $2R \cos(\pi/2 - \Phi n) = 2R \sin \Phi n = C'D'$.

$$O'K' = OK \cos(\pi/2 - \Phi n) = OK \sin \Phi n = R \cos t \sin \Phi n.$$

$$K'F' = KF \text{ et } \operatorname{tg} \omega = \frac{K'F'}{O'K'} = \frac{R \sin t}{R \cos t \sin \Phi n} = \frac{\operatorname{tg} t}{\sin \Phi n}.$$

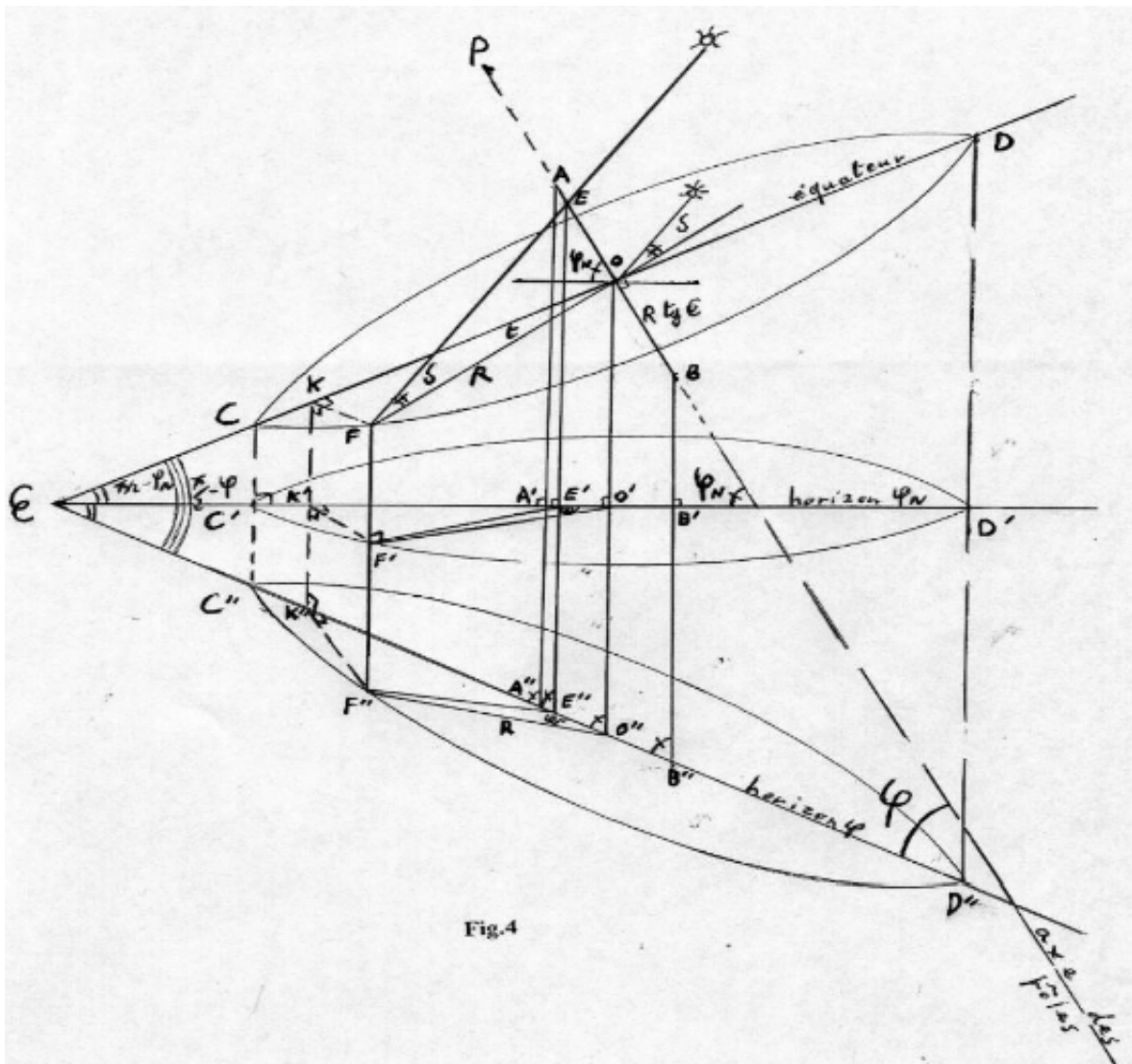


Fig.4

C'est cet angle ω qui désignera l'heure t sur l'ellipse.

$O'E' = OE \cos \Phi n = R \operatorname{tg} \delta \cos \Phi n$. C'est là, la valeur de l'échelle des dates (ou des déclinaisons).

Sur l'horizon Φ qui nous intéresse en tout premier lieu, puisque c'est l'horizon sur lequel sera construit notre cadran ; on aura $F''K'' = F'K' = FK$ comme distances constantes entre la projetante $FF'F''$ et le plan méridien $\varepsilon DD'D''$.

De $O'K' = O''K'' \cos(\pi/2 - \Phi_n) = O''K'' \sin \Phi_n$ on tire :

$$O''K'' = O'K' / \sin \Phi_n = R \cos t.$$

$$FK = F''K'' = R \sin t$$

et

$$\operatorname{tg} \omega' = F''K'' / O''K'' = R \sin t / R \cos t = \operatorname{tg} t.$$

d'où $\omega' = t$.

$O'E' = O''E'' \cos(\pi/2 - \Phi_n)$ car $D\varepsilon D' = \pi/2 - \Phi_n$ et par hypothèse $D'\varepsilon D'' = D\varepsilon D'$.

Donc $O'E' = O''E'' \sin \Phi_n$.

$$O''E'' = \frac{O'E'}{\sin \Phi_n} = \frac{OE \cos \Phi_n}{\sin \Phi_n} = R \operatorname{tg} \delta / \operatorname{tg} \Phi_n$$

$$\text{et } O''E'' = \frac{R \operatorname{tg} \delta}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{2} + \Phi)}$$

C'est là la valeur de notre échelle de dates ou de déclinaisons sur notre analemmatique circulaire Nord que nous appellerons R_n .

La verticale passant par E' fait alors avec l'horizon Φ un angle $E'E''\varepsilon$ égal à $\pi/2 - (\pi/2 - \Phi_n) = \Phi_n$. C'est la valeur de l'angle d'inclinaison de notre gnomon orienté vers le nord. On a ainsi les éléments pour construire un cadran analemmatique Nord de Foster et Lambert.

Adoptons le même principe de projection pour le calcul de l'analemmatique circulaire Sud et revoyons la figure 3. On va projeter l'équateur CD sur l'horizon Φ_s bissecteur entre l'équateur et l'horizon Φ qui nous intéresse. On obtient l'ellipse de petit axe UU' qui est aussi celle obtenue par la projection de Φ sur Φ_s . De même que dans le cas du circulaire Nord déplaçons CD et $D''C''$ parallèlement à eux-mêmes de façon à ce que C et D'' viennent en ε' puis faisons glisser CD et $D''C''$ d'une même quantité $C\varepsilon' = \varepsilon'D''$ (Fig.5).

$$\text{Au point } \varepsilon' \text{ l'angle plat } \pi = \pi/2 - \Phi + 2(\pi/2 - \Phi_s) \text{ d'où } \Phi_s = \frac{\pi/2 - \Phi}{2}$$

ce que la figure 3 nous avait d'ailleurs déjà montré.

On retrouve $OE = R \operatorname{tg} \delta$ et $O'E' = OE \cos \Phi_s = R \operatorname{tg} \delta \cos \Phi_s$ valeur de l'échelle des dates ou des déclinaisons.

Ici $COF = t$; de même $KF = R \sin t$ et $OK = R \cos t$;

$$O'K' = OK \cos(\pi/2 - \Phi_s) = OK \sin \Phi_s = R \cos t \sin \Phi_s$$

$K'F' = KF$ et $\operatorname{tg} \omega = K'F' / O'K' = R \sin t / R \cos t \sin \Phi_s = \operatorname{tg} t / \sin \Phi_s$. C'est l'angle qui désignera l'heure t sur l'ellipse située sur Φ_s .

Sur l'horizon Φ où se porte notre intérêt on a $F''K'' = F'K' = FK$ (distances constantes entre les projetantes et le plan méridien $\varepsilon'DUC''$).

$$O'K' = O''K'' \cos(\pi/2 - \Phi_s) = O''K'' \sin \Phi_s$$

$$O''K'' = O'K' / \sin \Phi_s = R \cos t.$$

$$\operatorname{tg} \omega' = F''K'' / O''K'' = R \sin t / R \cos t = \operatorname{tg} t \quad \text{d'où } \omega' = t$$

$$\text{De même } O'E' = O''E'' \cos (\pi/2 - \Phi_s) = O''E'' \sin \Phi_s.$$

$$O''E'' = O'E' / \sin \Phi_s = OE \cos \Phi_s / \sin \Phi_s = R \operatorname{tg} \delta / \operatorname{tg} \Phi_s = \frac{R \operatorname{tg} \delta}{\operatorname{tg} (\pi/2 - \Phi_s)}$$

C'est la valeur de l'échelle des dates ou des déclinaisons sur notre analemmatique circulaire Sud.

Dans ce cas de figure la déclinaison a été choisie négative. On remarquera que, comme pour les analemmatiques elliptiques ou circulaires, les dates correspondantes aux déclinaisons négatives se tracent vers le Sud dans l'hémisphère Nord."

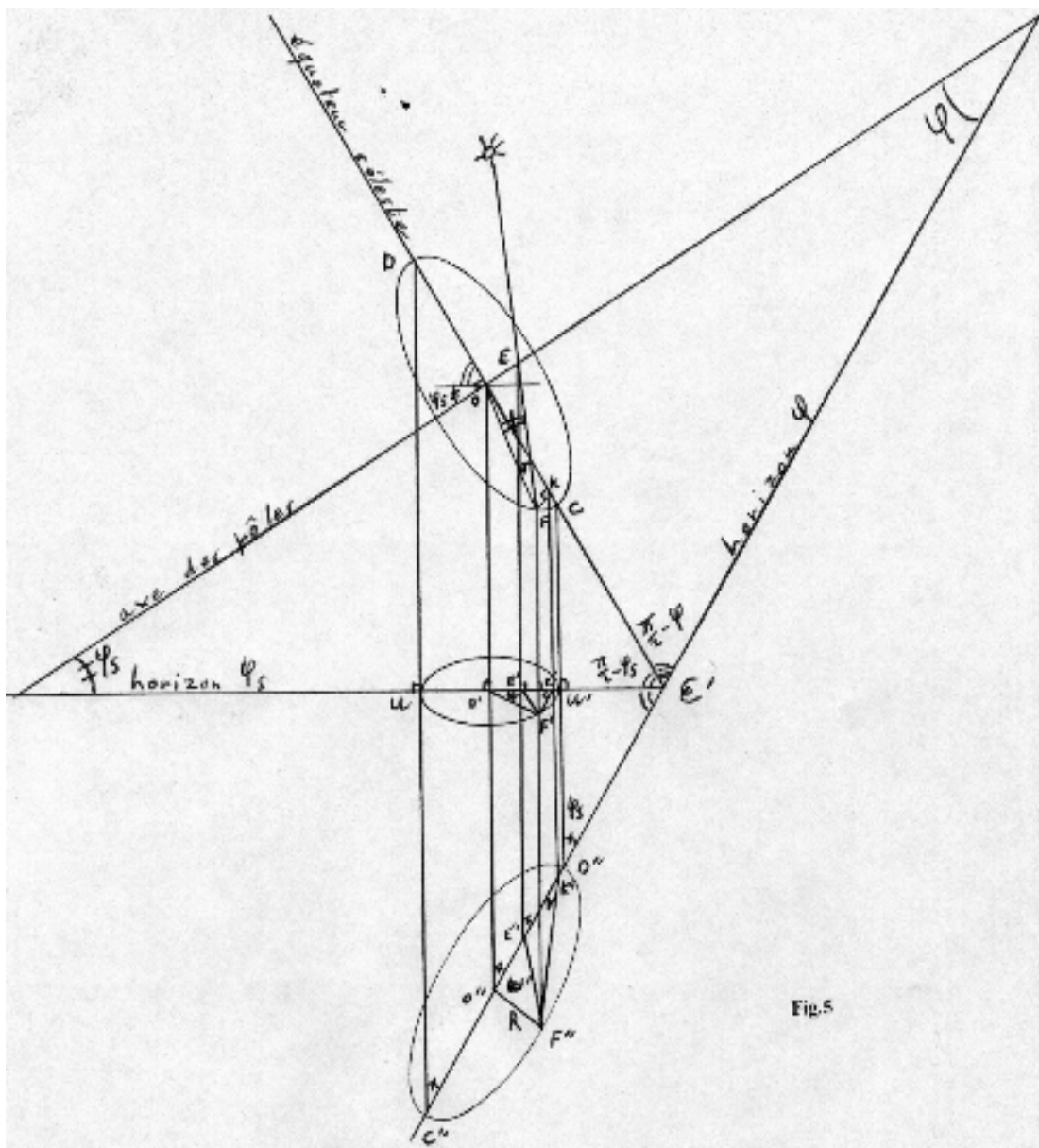


Fig.5

En remarquant que $(\pi/2 - \Phi)/2 = \pi/2 - (\pi/2 + \Phi)/2$ on peut écrire que

$$\frac{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{2} - \Phi)}{2} = \frac{1}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{2} + \Phi)} \cdot \frac{1}{2}$$

D'où $O''E'' = R \operatorname{tg} \delta \operatorname{tg}(\frac{\pi}{2} + \Phi)$ que nous appellerons R_s .

La verticale passant par E' fait avec l'horizon Φ un angle égal à :
 $\pi/2 - (\pi/2 - \Phi_s) = \Phi_s$.

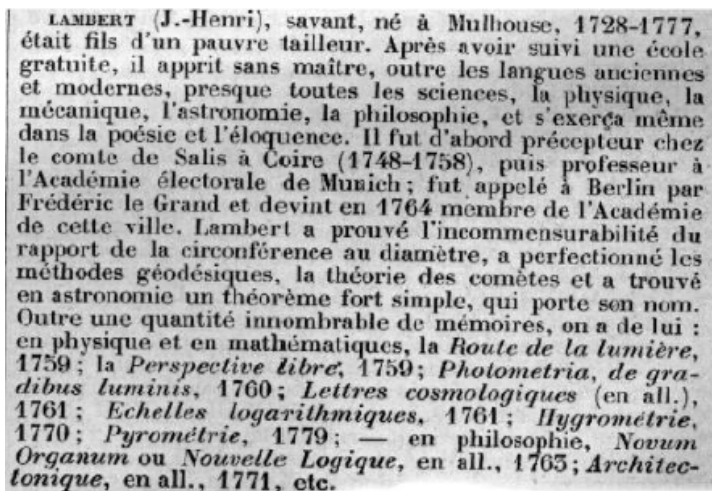
C'est la valeur de l'angle d'inclinaison de notre gnomon orienté vers le Sud. Ainsi, si les rayons des cercles analemmatiques Nord et Sud ont même valeur, la valeur de la table des dates ou des déclinaisons varie par contre dans le rapport

$$\begin{aligned} \frac{R_n}{R_s} &= \frac{\frac{R \operatorname{tg} \delta}{\operatorname{tg}(\frac{\pi}{2} + \Phi)}}{R \operatorname{tg} \delta \operatorname{tg}(\frac{\pi}{2} + \Phi)} \\ &= \frac{1}{\operatorname{tg}^2(\frac{\pi}{2} + \Phi)} \end{aligned}$$

Pour le circulaire Nord, la figure 4 montre que le midi solaire se situe au Nord alors que la figure 5 montre aisément que le midi solaire se situe au Sud pour le circulaire Sud.

Je n'ai rien trouvé dans la littérature concernant la vie ou les travaux de Samuel Foster.

Il est fait mention de Vaulezard dans le livre de René R.J. ROHR "Les cadrans solaires". J'ai trouvé par contre quelques renseignements des plus intéressants concernant J.Henri Lambert dans le Dictionnaire universel d'histoire et de géographie de Bouillet 32e édition 1901 Librairie Hachette Paris. J'en tire la photocopie ci-contre.



Pour terminer ce travail je ferai un aparté à propos du tracé de l'ellipse point par point (ou au moins de demi-heure en demi-heure) à partir de l'angle ω dont il a été question ci-dessus (fig.6).

Soit Oxy un système d'axes orthonormés. Portons sur Ox le grand axe 2a et sur Oy le petit axe 2b.

a et b seront 2 rayons de cercles concentriques en O.

Menons un rayon OF faisant avec l'axe Ox un angle T dans le sens trigonométrique.

Ce rayon coupe le petit cercle en Q. Par F menons la perpendiculaire à Ox et par Q la perpendiculaire à Oy. Ces deux perpendiculaires se coupent en F'. Les coordonnées de F' sont :

$$x = OF \cos T = a \cos T$$

$$y = OQ \sin T = b \sin T$$

Le point F' est donc sur l'ellipse de centre O, de grand axe 2a et de petit axe 2b, ses coordonnées correspondent à l'équation paramétrique de l'ellipse.

Le point F' fait avec l'axe Ox un angle T' tel que $\text{tg } T' = y/x = (b/a) \text{tg } T$. Considérons maintenant que l'axe Oy est la méridienne et l'axe Ox la direction est-ouest.

Considérons qu'un angle horaire t se compte matin comme après-midi de façon arbitraire à partir de la méridienne. Nous aurons ainsi 13 h = 11 h \Leftrightarrow 15° etc...

Les points d'heure de l'après-midi se trouveront dans les secteurs 1 et 4 du cercle trigonométrique et l'angle T' à considérer sera égal à $\pi/2 - \omega$ sachant

que : $\text{tg } \omega = \text{tg } t / \sin \Phi$ comme nous l'avons vu ci-dessus.

Les points d'heure du matin se trouvent dans les secteurs 2 et 3 et l'angle T' à considérer est alors égal à $\omega + \pi/2$.

On retrouve dans les deux cas l'angle T par la relation $\text{tg } T = (a/b) \text{tg } T'$. Puis x et y par les équations paramétriques.

Lorsque les points d'heure sont en 1 et 4 il n'y a aucune ambiguïté :

En 1, $\pi/2 - \omega$ correspond à un angle compris entre 0 et 90°.

En 4, $\pi/2 - \omega$ sera < 0 . T sera compris entre 0 et -90° et x et y auront les valeurs correspondantes à la position de F'.

En 2, on aura un angle $\omega + \pi/2$ compris entre 90 et 180°. On rajoutera donc π à la valeur de l'arc tangente.

En 3, $\omega + \pi/2$ sera compris entre 180 et 270°. La calculatrice donnera donc un angle compris entre 0 et 90° et il conviendra d'ajouter aussi 180°.

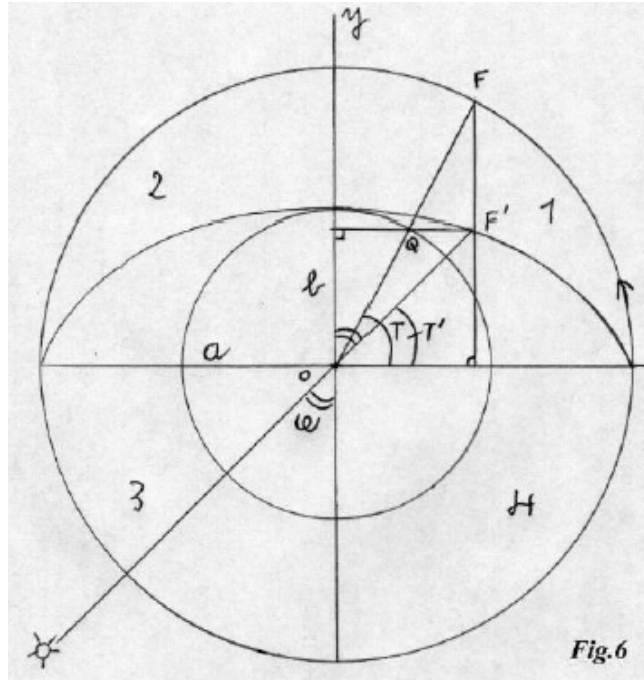


Fig.6

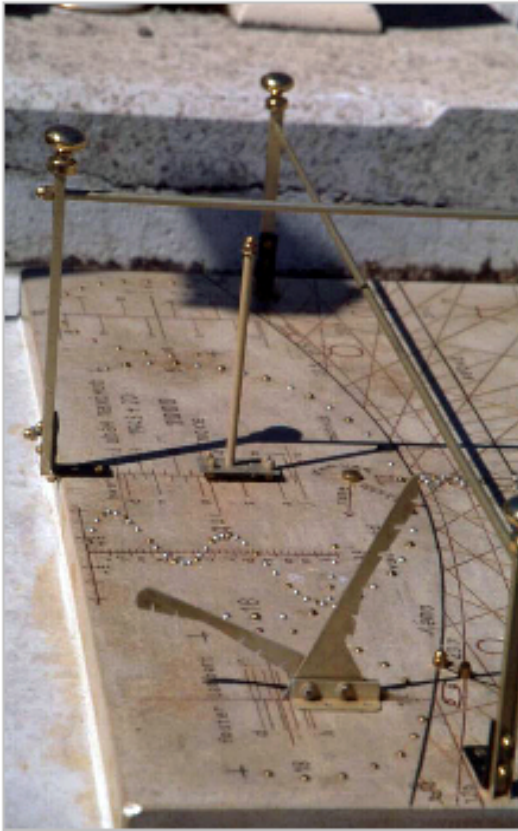
JEAN PAKHOMOFF

2^e PRIX INTERNATIONAL DE GNOMONIQUE

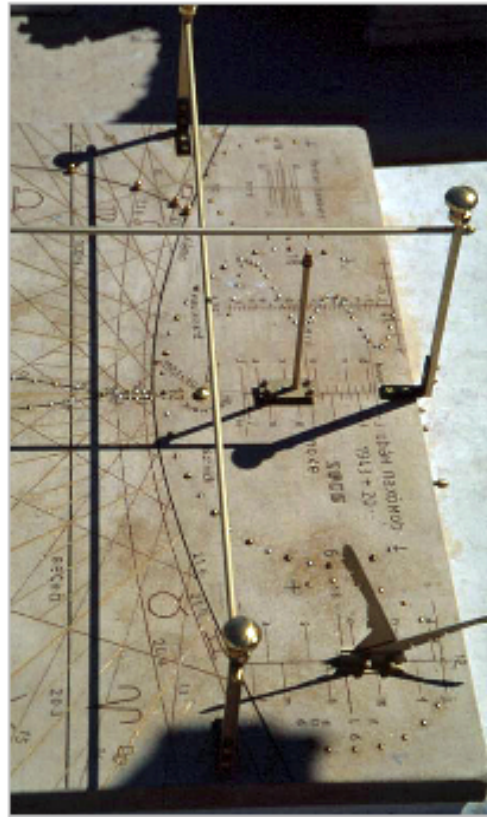
email: jeanpakhomoff@gmail.com

site internet: <http://www.pakhomoff.net/>

Foster Lambert Nord



Foster Lambert Sud



Au centre un analemmatique de Vaulezard

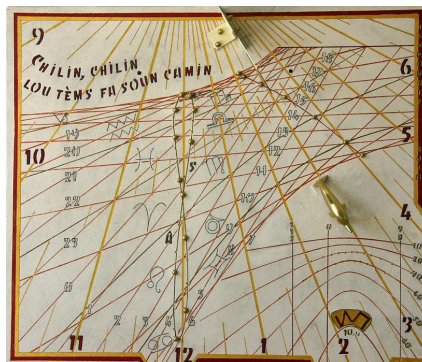
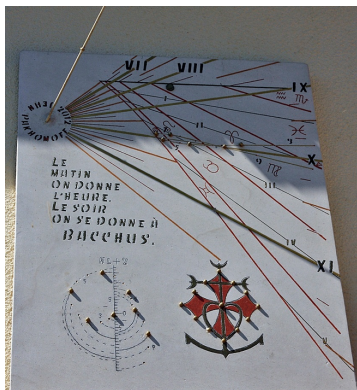
Pour en savoir plus :

<http://www.pakhomoff.net/t1.html>

<http://www.pakhomoff.net/foslat1a.html>



Des réalisations de Jean Pakhomoff...



... à retrouver sur son site.



Heures babyloniennes et italiennes

Jean Pakhomoff

Sur un cadran solaire les heures babyloniennes renseignent sur le temps écoulé depuis le lever du soleil et les italiennes sur le temps restant avant le coucher.

En comparant, en tout point du cadran, la valeur de l'heure babylonienne et celle de l'heure italienne on connaît alors la valeur de la durée du jour pour l'arc diurne passant par ce point. Qu'il y ait ou non du soleil.

Observons la sphère céleste de centre O ci-dessus. L'horizon est représenté par le grand cercle NESW. Chaque point de ce grand cercle va décrire un arc diurne de 360° en 24 heures. Prenons le cas de figure de la 6e heure babylonienne. Cela revient à considérer la position du grand cercle NESW 6 heures plus tard.

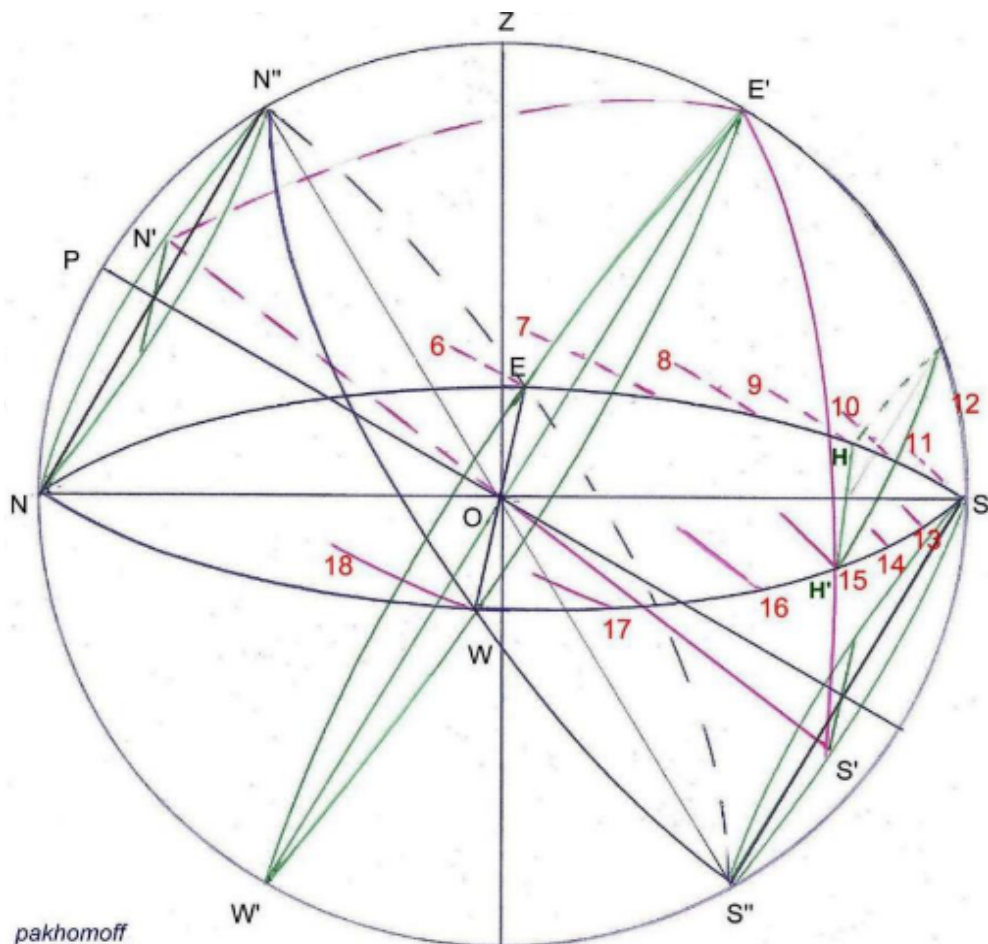


Fig 1

Le point N est venu en N' à l'intersection du 6e cercle horaire avec l'arc semi-diurne de N. On compte ici les cercles horaires à partir de minuit.

Le point E à l'intersection de l'équateur céleste et de l'horizon est venu en E' sur le méridien et le point H situé sur l'horizon à l'intersection de celui-ci et du 9e cercle horaire (jour de durée égale à 6 heures) a suivi son arc diurne pour venir en H' à l'intersection de l'horizon de départ avec le 15e cercle horaire. Le point W est venu lui en W' sur l'antéméridien. Voilà donc la position de l'horizon donnant la 6e heure babylonique. Sur le cadran celle-ci sera matérialisée par l'intersection de ce grand cercle N'E'H'S'W' avec le plan du cadran.

Méthodes de tracés.

1) Par l'arc semi-diurne (asd).

C'est la plus simple. Elle s'applique indifféremment pour les cadrans verticaux ou horizontaux.

La valeur de l'arc semi-diurne asd est égale à $\text{arc cosinus de } -\text{tg } \delta \text{ tg } \phi$ où δ est la déclinaison du soleil et ϕ la latitude du lieu. La durée du jour est égale à 2 asd .

En enlevant 15° à l'asd à partir des levers on obtient l'angle horaire de la 1ère heure babylonique; en enlevant 30° on obtient la 2e etc...etc...

En répétant cette opération pour quelques déclinaisons différentes on peut donc tracer ces heures en joignant les points correspondants à l'heure babylonique considérée. Points tous situés sur le cercle N'E'H'S'W' occupé par l'horizon sur la sphère céleste de centre O à cette heure considérée.

Pour les heures italiques on procède de la même façon mais en partant du côté des couchers. L'asd- 15° correspondra alors à la 23e heure italique; l'asd- 30° à la 22e heure italique etc...

2) Méthodes logiques.

Il faut considérer ici le type de cadran.

a) cadrans verticaux.

Observons la figure 2 (partie sud de la figure 1).

Considérons l'intersection du cercle horaire de 11h30 avec l'horizon. L'arc semi-diurne de ce point aura pour valeur $12\text{h}-11\text{h}30 = 1/2$ heure et la durée du "jour" pour ce point sera de 1 heure. Le "coucher" se faisant sur l'intersection du cercle horaire de 12h30 avec l'horizon.

Donc la 1ere heure babylonique passera sur le cadran par l'intersection de la ligne horaire tabulaire de 12h30 avec la ligne d'horizon (horizontale passant par la projection de l'extrémité stylaire sur le plan du cadran). De la même façon on obtient la 2e babylonique par l'intersection de la ligne horaire 13h avec l'horizontale précédemment définie. Puis la 3e avec 13h30...etc...

Il nous faut cependant 2 points pour tracer une droite. On remarque alors que le jour de l'équinoxe (jour de 12h et asd de 6 heures) la 1ere babylonique

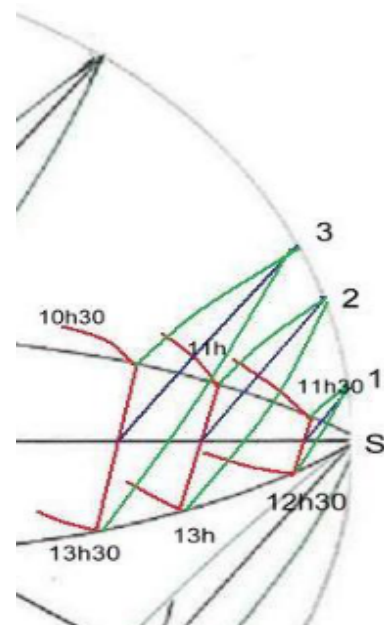


Fig 2

correspondra à la première heure de jour c'est-à-dire qu'elle passera par l'intersection de la ligne horaire de 7 heures (lever à 6) avec l'équinoxiale. La 2^e babylonique passera elle par l'intersection de la ligne horaire de 8 heures avec la même équinoxiale. etc...

On joindra alors les points nécessaires pour construire le filet d'heures.

On opérera de la même façon pour les italiques en remarquant que la 23^e italique correspondra à un "jour" de 1h pour une nuit de 23 heures et donc qu'elle commencera à l'intersection du cercle horaire 11h30 avec l'horizon (pour se terminer à 12h30). On pourra obtenir le second point de la 23^e italique en considérant qu'elle passera nécessairement par l'intersection de la 17^e ligne horaire (5 heures du soir) avec l'équinoxiale.

De même la 22^e italique passera par les points d'intersection de la 11^e ligne horaire avec l'horizontale et de la 16^e ligne horaire avec l'équinoxiale...etc...

On remarque que lorsque la 2^e ligne babylonique coupe la méridienne le point d'intersection ne peut que se situer sur un arc diurne dont la durée est de 4 heures (nous sommes 2 heures après le lever). Il reste donc 2 heures de jour. Le Soleil s'est donc couché depuis 22 heures. On a là un moyen d'avoir un point supplémentaire par où faire passer la 22^e heure italique.

Idem pour la 4^e babylonique coupant la méridienne: $24-4 = 20$. La 20^e italique passera par cette intersection.

La 6^e babylonique coupant la méridienne signifie qu'il reste 6 heures sur l'arc diurne passant par ce point et donc la $24-6 = 18$ ^e italique passera par ce point également. C'est le cas de l'équinoxiale.

La 8^e babylonique coupera de même la 16^e italique sur la méridienne etc...

b) Cadres horizontaux.

La méthode par l'arc semi-diurne convient également aux 2 types de cadrans. Mais la méthode logique doit être adaptée dans le cas des cadrans horizontaux.

Dans le cas des verticaux le cercle de référence est l'horizon. On a vu que son intersection avec le plan du cadran permettait d'obtenir le départ des lignes babyloniques et italiques puisqu'elles passaient par l'intersection des lignes horaires et de l'horizontale. Cette horizontale étant la coupe de l'horizon avec le plan du cadran de même que les lignes horaires sont la coupe des cercles horaires avec le cadran.

Lorsque le cadran est horizontal le cercle de l'horizon est alors parallèle au plan du cadran et il n'est plus possible d'obtenir des coupes horizon-cadran.

Voyons la figure 3.

Nous allons nous servir d'un autre cercle de référence qui sera celui de l'horizon dans sa position lors de la 12^e heure babylonique. Dans le sens diurne S est venu en S', E en E' et N en N'.

Soit donc le cadran solaire PCM. Nous plaçons le centre du monde en O sur le style de longueur $OC = L$.

Choisissons sur cet horizon en position de 12^e heure babylonique un point B' par où passe par exemple un arc diurne d'une durée $2t$ de 4 heures finissant en B sur ce même horizon. Cet arc commence donc en B' sur le cercle horaire de 10 heures (angle horaire de 30° compté à partir de la méridienne PZP') et vient se terminer en B sur le grand cercle N'ES'E' à l'intersection de ce dernier avec le cercle horaire de 14 heures correspondant également à un angle horaire $t=30^\circ$ à partir de la méridienne PZP'.

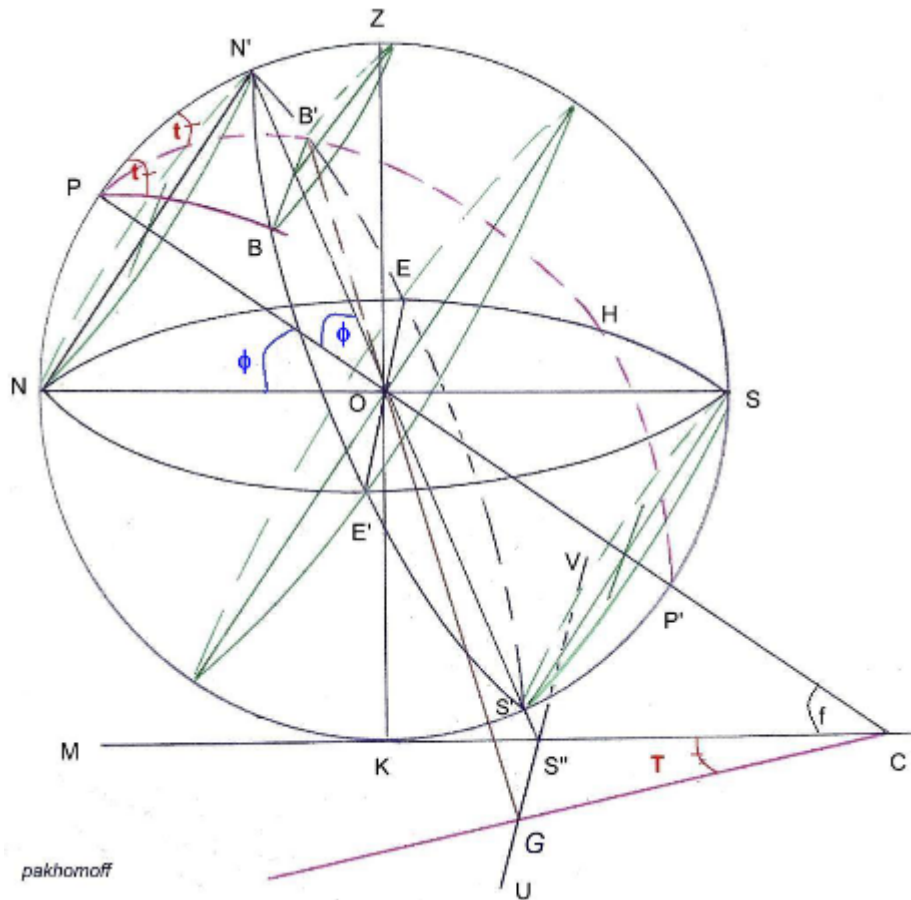


Fig 3

En ramenant B en B' on revient donc 4 heures en arrière et on peut dire que le point B' est le lieu où se trouvait B 4 heures plus tôt c'est-à-dire lors de la $12-4=8$ e heure babylonique.

Ce point B' trouve son image en G sur la droite UV de notre cadran horizontal. Cette droite est perpendiculaire à la méridienne CM. En effet elle est parallèle à EE' direction est-ouest. G représente également l'intersection de la ligne tabulaire de 10 heures (coupe du cercle horaire 10 et du plan du cadran donnant l'angle tabulaire T) avec la ligne UV de la 12e babylonique (intersection du cercle de la 12e babylonique avec le plan du cadran).

On pourra donc énoncer que la 8e babylonique sur le cadran horizontal passe par l'intersection de la 12e babylonique (perpendiculaire à la méridienne) avec la ligne horaire de 10 heures.

On trouvera par le même raisonnement que la :

- ° 11e babylonique passe par l'intersection de la 12e babylonique avec la ligne horaire de 11h 30.

- ° 10e babylonique passe par l'intersection de la 12e babylonique avec la ligne horaire de 11h.

- ° 9e babylonique passe par l'intersection de la 12e babylonique avec la ligne horaire de 10h 30 etc...

° 1ère babylonique passe par l'intersection de la 12e babylonique avec la ligne horaire de 6h 30.

On remarquera que le grand cercle NES'E' correspondant à la 12e babylonique correspond également à la 12e italique lorsque l'on part dans le sens non diurne. Si en considérant cette position comme la 12e italique on repart dans le sens diurne on va remonter de 12 vers 24 c'est-à-dire l'horizon NESE'.

On pourra alors dire en reprenant la figure 3 que lorsque B' vient en B il s'est écoulé 4 heures et donc que B représente l'intersection de la 12+4=16e heure italique avec le cercle horaire de 14h. Donc la 16e italique passe par l'intersection de la 12e italique UV (même cercle que la 12e babylonique) avec la ligne horaire de 14 heures.

De même la :

- ° 13e italique passe par l'intersection de la 12e italique avec la ligne horaire 12h30.
- ° 14e italique passe par l'intersection de la 12e italique avec la ligne horaire 13h.
- ° 15e italique passe par l'intersection de la 12e italique avec la ligne horaire 13h30 etc...
- ° 23e italique passe par l'intersection de la 12e italique avec la ligne horaire 17h30.

L'autre point nécessaire sera pris sur l'équinoxiale: par exemple la 1ère babylonique passe par le croisement de l'équinoxiale avec la ligne horaire de 7 heures du matin, la 3è babylonique passe par le croisement de l'équinoxiale avec la ligne horaire de 9 heures du matin; la 20e italique passe par l'intersection de cette équinoxiale avec la ligne horaire de 14 heures etc...

Selon la latitude $>$ ou $<$ à 45° le point S" croisement de UV avec la méridienne est soit au sud soit au nord de K (ZK étant l'axe zénith nadir).

Dans le cas où $\phi = 45^\circ$ la 12e heure babylonique se situe dans le premier vertical et S" est en K.

On remarquera également que la 6e babylonique croisera la 18e italique sur la méridienne et l'équinoxiale (arc diurne de 12 heures).

Un arc diurne de 8 heures entraînera le croisement sur la méridienne de la 4e babylonique et de la 24-4 = 20e italique ...etc...

Les heures sidérales sont obtenues d'après le même principe mais le cercle de référence n'est plus l'horizon mais l'écliptique.

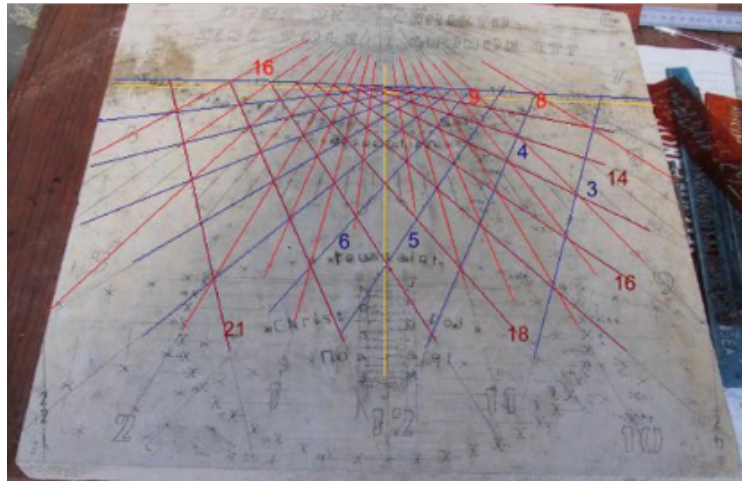


Fig 4

La figure 4 montre un cadran horizontal en construction (latitude $43,3^\circ$). On peut voir la ligne de 12 heures babyloniques en bleue située "vers le sud" par rapport à l'horizontale jaune passant par le style droit (pied du style). Les lignes babyloniques ont été soulignées de bleu. On voit que la troisième passe par l'intersection de la ligne horaire de 7h30 avec la 12e

babylonique; la 4e avec l'intersection de la ligne horaire de 8 heures avec la 12e babylonique...

Les lignes italiques ont été soulignées de rouge. La 21e passe par l'intersection de 16h30 avec la 12e italique (même ligne que babylonique); la 20e avec l'intersection de 16h et de la 12e italique...

La figure 5 montre les heures babyloniques et italiques sur un cadran vertical.

Remarquons également que ces lignes italiques et babyloniques se croisent entre elles sur les lignes horaires. Par exemple le jour de l'équinoxe la durée du jour étant de 12 heures il est logique que la 1ère babylonique passe par la ligne horaire de 7 heures sur l'équinoxiale et qu'elle soit coupée en cet endroit, puisqu'il reste 11 heures de jour, par la $24-11 = 13$ e heure italique. De même lorsque le jour a une durée de 14 heures on verra l'arc diurne correspondant ponctué par différents points d'intersection : ainsi comme cela est visible sur la photo ci-dessus la 5e babylonique et la $24-(14-5)=15$ e italique se coupent sur la ligne horaire de 10 heures. La 6e babylonique et la $24-(14-6)=16$ e italique se coupent sur la ligne horaire de 11 heures...



Fig 5

Celles correspondant à des jours entiers mais impairs d'heures se couperont logiquement sur les demi-heures solaires. On voit par exemple sur la photo que l'arc diurne correspondant à une durée de jour de 11 heures (intersections juste au-dessus de l'équinoxiale) est ponctué par l'intersection de la 3e heure babylonique et de la 16e heure italique avec la ligne horaire de 9h 30 (le jour ayant 11h il reste encore 8 heures de jour)...

On arrive ainsi sans calculs particuliers à tracer le canevas des lignes babyloniques et italiques.

Donnons pour terminer la valeur de KS'' pour pouvoir tracer facilement la 12e babylonique ou italique sur le cadran horizontal.

$$N\hat{O}Z = 90-2\phi = K\hat{O}S'' ; KS'' / OK = \text{tg} (90-2\phi) \Rightarrow KS'' = OK / \text{tg} 2\phi = OC \sin \phi / \text{tg} 2\phi$$

et $KS'' = L \sin \phi / \text{tg} 2\phi$ où L est la longueur de notre style.

KS'' vers le sud si $\phi < 45^\circ$, vers le nord si $\phi > 45^\circ$. S'' en K si $\phi = 45^\circ$.

Le 21 Octobre 2007

<http://www.pakhomoff.net/babylonique.html>





Les cadrans solaires médaillons antiques

Denis Savoie

Il existe six exemplaires actuellement connus de cadrans solaires médaillons¹, tous datés entre le I^{er} et le I^{ve} siècle de notre ère, qui appartiennent à la fois à la catégorie des cadrans portatifs à latitude fixe et à celle des cadrans portatifs à latitude multiples comme on le verra ci-après.

Cette appellation de « cadran médaillon » désigne des petits cadrans solaires de hauteur de 4 à 5 cm de diamètre, valables pour une latitude précise, et s'apparentant à de petites boîtes. Le bord est saillant et sur la face principale est moulé un portrait, en général un empereur. Un œilleton, ou une fente latérale, placé dans le bord saillant, permet de laisser entrer les rayons solaires qui frappent à l'intérieur de la boîte (située dans l'ombre) une réglette mobile : l'ensemble s'utilise verticalement et orienté dans la direction du Soleil.

Au fond de la boîte se trouve un abaque qui a la forme d'un secteur angulaire, composé de courbes d'heures et de droites des dates. On lit l'heure temporaire à l'intersection de la droite de la date – sur laquelle se trouve la réglette – et de la courbe d'heure. Il existe plusieurs variantes de ce cadran de hauteur : par exemple dans le cadran de Forbach, chaque face comporte le même cadran et chaque réglette est située au centre du cadran². Dans l'exemplaire de Rome, la réglette est excentrée et le dos du médaillon est orné d'un portrait de l'empereur Commode.

Mais c'est l'exemplaire de Vienne qui est le plus remarquable³ (fig. 1 et 1 bis) : non seulement une face est ornée d'un portrait de l'empereur Antonin-le-Pieux (138-160) avec l'inscription *ANTONINVS AVG PIVS TR P COS III IMP II* (fig. 2); mais la première partie « boîte »



Fig. 1

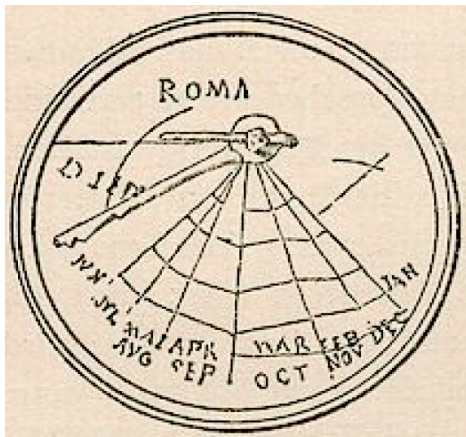
¹ Sur le recensement des cadrans antiques, la référence est désormais J. Bonnin, *Horologia Romana. Recherches Archéologiques sur les instruments du temps à l'époque romaine*. Thèse de doctorat inédite, Université de Lille 3, 2012, 3 vol.

² Ce cadran a été découvert en France au XIX^e siècle près de Forbach et décrit par le général De La Noë, « Note sur une montre solaire gallo-romaine trouvée à Hiéraple », *Mémoire de la Société Nationale des Antiquaires de France*, sixième série, t. 3, Paris, 1893, p. 151-162.

³ L'étude récente la plus compétente, essentiellement sous l'aspect géométrique, est due à E. Buchner, « Römische Medaillons als Sonnenuhren », *Chiron*, vol. 6, 1976, p. 329-348. La mention et le dessin de ce cadran figurent pour la première fois dans F. Kenner, « Römische Medaillons », *Jahrbuch der Kunsthistorischen Sammlungen der Allerhöchsten Kaiserhauses*, vol. 1, Vienne, 1883, p. 84-85 (cf. fig. 1 bis). On a également une étude de P. A. Secchi, « Un orologio solare antico », *La Civiltà Cattolica*, vol. 6, Rome, 1857, p. 97-104.

ressemble à la mère d'un astrolabe dans laquelle s'enficheraient des tympan adaptés à différentes latitudes. Le fond de cette première boîte comporte un tracé – assez grossier – qui ressemble à n'en pas douter à des courbes d'heures en projection stéréographique (fig. 3).

Légende de la figure 1 : Fig. 1 : Ce cadran solaire « boîte » conservé au Kunsthistorisches Museum de Vienne, proviendrait d'Aquilée. Daté du IIe siècle de notre ère, il est composé de deux moitiés d'une petite boîte cylindrique (en haut) en bronze contenant 4 disques percés (en bas). Sur la moitié de boîte en haut à droite on voit nettement le petit cylindre en métal qui permet d'enfiler un disque, ainsi que sur le côté le trou entaillé permettant aux rayons solaires de passer. Les 4 disques comportent au recto et au verso le tracé horaire pour des latitudes ou les villes suivantes : Alexandria Aegyptus / Africa Mauretania / Hellade Asia / Hispania Achaia / Roma ? / Ancona Tuscia / Britannia Germania.



◀ Fig. 1bis : On voit sur le dessin de F. Kenner que le cadran de Vienne comportait une réglette ainsi qu'une goupille, aujourd'hui disparues.

▼ Fig. 2 : Face externe de la boîte portant en relief Antonin le Pieux.

Fig. 3 : Face interne de la moitié de la boîte comportant un tracé ressemblant à une projection stéréographique. On ignore la raison de sa présence dans ce cadran. ▼



Ces courbes n'ont bien sûr aucune utilité dans le cadran : c'est un décor « savant » dont on ignore la raison. L'autre partie de la boîte est munie d'un petit plot qui sert à maintenir en place des disques munis d'un tracé en fonction de plusieurs latitudes. On trouve ainsi des disques pour les latitudes de Rome, d'Alexandrie, d'Espagne, de Grèce, etc. Le tracé horaire des disques est plutôt médiocre dans l'ensemble : les courbes d'heure temporaire sont remplacées par des segments de droites parfois chaotiques ; quant au point de convergence des droites de dates, il tombe souvent à côté du trou de fixation. Sur certains disques (comme

celui d'Alexandrie fig. 4), on peut encore lire en bas des droites de date les noms des mois romains. Ce cadran solaire portable est donc un système très astucieux où le voyageur place un disque-abaque en fonction du lieu où il se trouve, dans une sorte de « mère », un peu comme si on voyageait avec un astrolabe muni de plusieurs tympan. Il y a là un parallèle frappant entre ces deux instruments, l'astrolabe ayant fait l'objet de recherches pour mettre au point une version universelle qui devint effective au XIe siècle avec la *saphea* d'Arzaquiel⁴.



Fig. 4 : Disque montrant le tracé horaire pour la latitude d'Alexandrie. On voit nettement que le trou est desaxé par rapport au tracé et que ce dernier est assez grossier. En bas des lignes se trouvent les noms des mois.

Etudions ce cadran d'un point de vue moderne (fig. 5). Le cas le plus général est constitué par un plot de fixation des disques et de la réglette excentrés. Appelons R le rayon de la boîte de centre O, C le point de convergence des droites des dates et P l'ouverture par où entrent les rayons solaires.

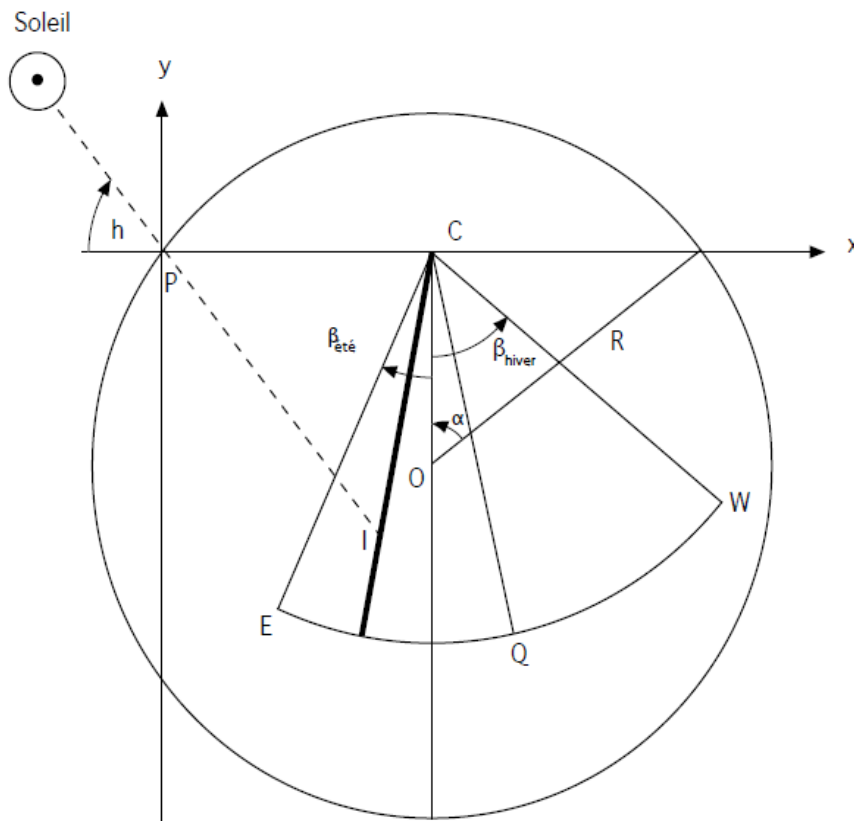


Fig. 5 : Schéma montrant le principe du cadran de hauteur « boîte » : tenu verticalement dans le plan solaire, les rayons entrent en P et vont frapper la réglette mobile (trait épais) : on lit l'heure à l'intersection de la réglette et du tracé. Ce dernier est compris dans une zone triangulaire, les points E Q W étant la position du point de lumière à midi solaire (heure temporaire 6) respectivement au solstice d'été, aux équinoxes et au solstice d'hiver. Les droites des dates convergent vers le C, point d'ancrage de la réglette, tandis que les arcs des heures forment un éventail allant de l'arc le plus bas (midi) au centre (lever-coucher).

⁴ Le principe fut repris par Gemma Frisius dans son *astrolabe catholique*. Voir R. D'Hollander, *L'Astrolabe, Histoire, Théorie, Pratique*, éd. Institut Océanographique, Paris, 1999, p. 235-262.

Faisons passer par P un système d'axes, les x étant dirigés vers la droite et les y vers le haut. On a $OC = R \cos \alpha$, α désignant l'angle d'ouverture de l'éventail horaire ($\alpha = 90^\circ$ signifie que C coïncide avec O). Il faut fixer le rayon de l'éventail horaire en tenant compte de l'excentrement de C afin d'occuper la plus grande surface possible dans la boîte. Soient E, Q et W la position du Soleil à midi solaire (heure temporaire 6) respectivement au solstice d'été, aux équinoxes et au solstice d'hiver. On a donc $CE = CQ = CW = r$: c'est aussi le rayon de la réglette mobile autour de C.

On règle tout d'abord la réglette à la date voulue ; à un instant donné, le cadran étant orienté dans le plan du Soleil, un rayon solaire entre par l'ouverture P et vient frapper la réglette en I : l'heure temporaire se lit à l'intersection de la droite de la date et de la courbe d'heure. Cherchons les coordonnées x et y de ce point d'intersection.

Appelons h' la hauteur méridienne du Soleil : $h' = 90^\circ - \phi + \delta$, ϕ étant la latitude du lieu et δ la déclinaison du Soleil.

La hauteur h du Soleil pour un angle horaire H donné s'obtient par :

$$\sin h = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos H$$

H_0 étant l'arc semi-diurne que l'on obtient par : $\cos H_0 = -\tan \phi \tan \delta$. L'heure temporaire k indiquée par le cadran (0 h correspondant au lever, 6 h au midi solaire et 12 h au coucher) s'obtient par :

$$k = 6(H + H_0)/H_0$$

d'où l'on déduit H.

On a ensuite :

$$\sin \gamma' = (R \sin \alpha \sin h') / r$$

$$\gamma = h' - h + \gamma' \qquad \beta = 90^\circ - \gamma' - h'$$

$$PI = R \sin \alpha \cos \beta / \sin \gamma$$

$$x = PI \cos h \qquad y = -PI \sin h$$

β représente ici l'angle entre une droite de date et la verticale passant par O et le point de convergence. L'ouverture totale du secteur angulaire est égal à $|\beta_{\text{été}}| + |\beta_{\text{hiver}}|$.

Exemple numérique : soit un cadran médaillon de rayon $R = 7$ cm, calculé pour une latitude $\phi = 38^\circ$, une obliquité $\varepsilon = 24^\circ$. On prend un rayon de l'éventail horaire $r = 8$ cm en fixant $\alpha = 50^\circ$; calculons les coordonnées pour l'heure temporaire $k = 8$ au solstice d'été ($\delta = +24^\circ$). On a $H = 36^\circ,785$ et successivement : $h' = 76^\circ$, $h = 55^\circ,787$, $\gamma' = 40^\circ,570$, $\gamma = 60^\circ,783$, $\beta = -26^\circ,570$, $PI = 5,495$ cm, $x = 3,09$ cm, $y = -4,544$ cm (les décimales superflues ne sont données qu'à titre de vérification).

Par voie géométrique, la construction est très simple : une fois défini le rayon r du secteur angulaire, on obtient les points d'intersection des heures sur une droite des dates en

faisant varier la hauteur du Soleil. Cela suppose de la part du constructeur de disposer d'une table donnant la hauteur du Soleil en fonction de l'heure temporaire et de la date. En fait, on pourrait remplacer l'œilleton du bord saillant en supprimant ce dernier et en plaçant un gnomon horizontal latéral : l'ombre infinie du gnomon coupe l'abaque où l'on lit l'heure en fonction de la date (fig. 6).

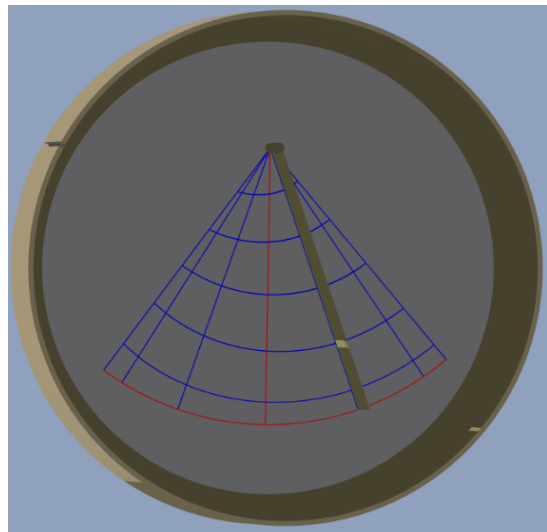
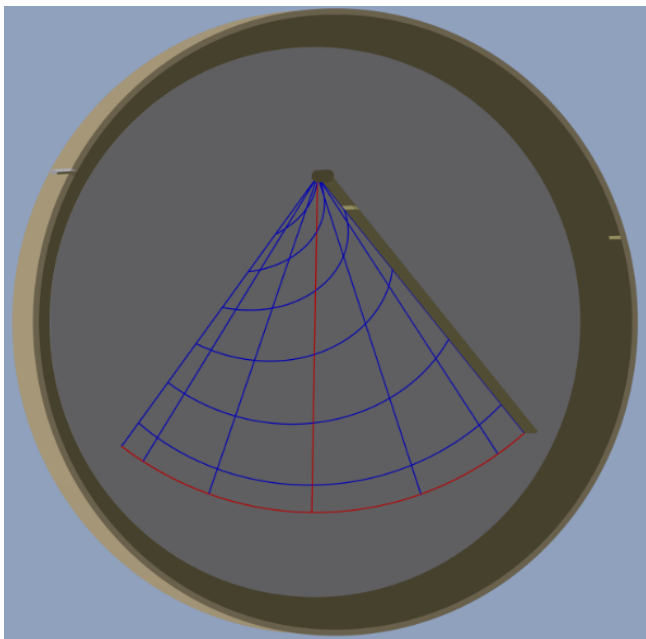


Fig. 6 : Reconstitution moderne du cadran de hauteur « boîte » pour une latitude de 38° : les rayons entrent par l'encoche latérale et viennent frapper la réglette calée en fonction du mois (ici $\delta = -11^\circ,47'$: signe Poissons-Scorpion). Si l'on considère que l'on est

l'après-midi, il est 8 h temporaire. L'arc de cercle rouge correspond à midi solaire ; la droite rouge du milieu correspond aux équinoxes.

L'abaque obtenu est assez harmonieux : les courbes d'heures ne sont pas trop compressées comme cela est le cas si on trace le cadran en temps solaire vrai⁵. Il va de soi que dans le cas du cadran de Vienne, la petitesse des cadrans (sans parler de leur tracé très grossier), alliée au fait qu'il faut les stabiliser verticalement (ce qui suppose peut-être qu'il existait un fil de suspension) en fait presque exclusivement des objets de prestige plutôt que de véritables cadrans indiquant l'heure.

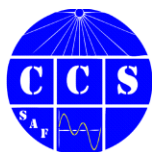


◀ Fig. 7 : Reconstitution moderne du cadran de hauteur « boîte » pour une latitude de 38° en temps solaire vrai. Il est 16 h (ou 8 h du matin) au solstice d'hiver.

Merci à Jérôme Bonnin pour les photos du Kunsthistorisches Museum de Vienne et pour m'avoir lancé dans l'étude de ce cadran portatif peu connu.



⁵ On ne connaît pas, semble-t-il, de tels cadrans tracés en temps équinoxial. Il est tout à fait possible de tracer un tel cadran avec le formulaire donné ici en faisant $H = 15^\circ, 30^\circ$, etc dans les formules, c'est-à-dire en remplaçant l'angle horaire temporaire par du temps solaire vrai (cf. fig. 7).



Quadrans vetus : cadran portable médiéval

Denis Savoie

Instrument tardif et d'origine arabe ou plutôt perse¹, le quadrant ancien (quadrans vetus), dont une des plus anciennes mentions en Occident remonte à Hermann le Boiteux² (1013-1054), a surtout été diffusé en Europe grâce à Maître Robert Angles³ (Robertus Anglicus) et à Sacrobosco⁴.

Il s'agit tout simplement de l'adaptation d'un diagramme des heures inégales – un abaque très utilisé notamment sur le dos des astrolabes planisphériques⁵ –, à un système de visée complété par un fil lesté. Autrement dit, le quadrant ancien est un cadran solaire de hauteur « universel » puisque de l'observation de la hauteur de l'astre du jour on déduit l'heure inégale, et ceci quelles que soient la date et la latitude du lieu.

Ce *quadrans vetus* présente des propriétés remarquables qui ne sont pas sans rappeler celles du cadran portatif universel antique⁶ : il n'est rigoureusement exact qu'aux équinoxes⁷, nécessite d'être ajusté à la hauteur méridienne du jour, son tracé équinoxial est valable sous (presque) toutes les latitudes et il indique l'heure temporaire avec exactement la même approximation que le cadran portatif universel antique.

¹ Voir D. King, « A *Vetustissimus* Arabic treatise on the *Quadrans vetus* », *Journal for the History of Astronomy*, xxxiii, 2002, p. 237-255 et F. Charette, *Mathematical instrumentation in fourteenth-century Egypt and Syria*, Brill, Leiden-Boston, 2003, p. 211-215.

² L'étude des textes de cette période, dont celui prétendument attribué à Hermann le Boiteux, a permis à J.-M. Millas Vallicrosa de démontrer qu'il existait en fait deux types de *quadrans* : le *vetustissimus*, antérieur au *vetus*. Voir l'importante étude de J.-M. Millas Vallicrosa, « La introduccion del cuadrante con cursor en Europa », *Isis*, t. XVII, 1932, p. 218-258.

³ Le texte latin et grec a été édité par P. Tannery, *Le Quadrant de Maître Robert Angles*, (Montpellier, XIIIe siècle), *Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque Nationale*, Paris, t. 35, 1897, 2e partie, p. 561-640. Voir cependant les remarques et critiques de W. R. Knorr (*cf. infra*).

⁴ On consultera l'étude fondamentale de W. R. Knorr, « The Latin Sources of *Quadrans vetus* and What They Imply for Its Authorship and Date », *Texts and Contexts in Ancient and Medieval Science : studies on the occasion of John E. Murdoch's seventieth birthday*, éd. E. Sylla and M. McVaugh, Leiden, New York, Köln, éd. Brill, 1997, p. 23-67.

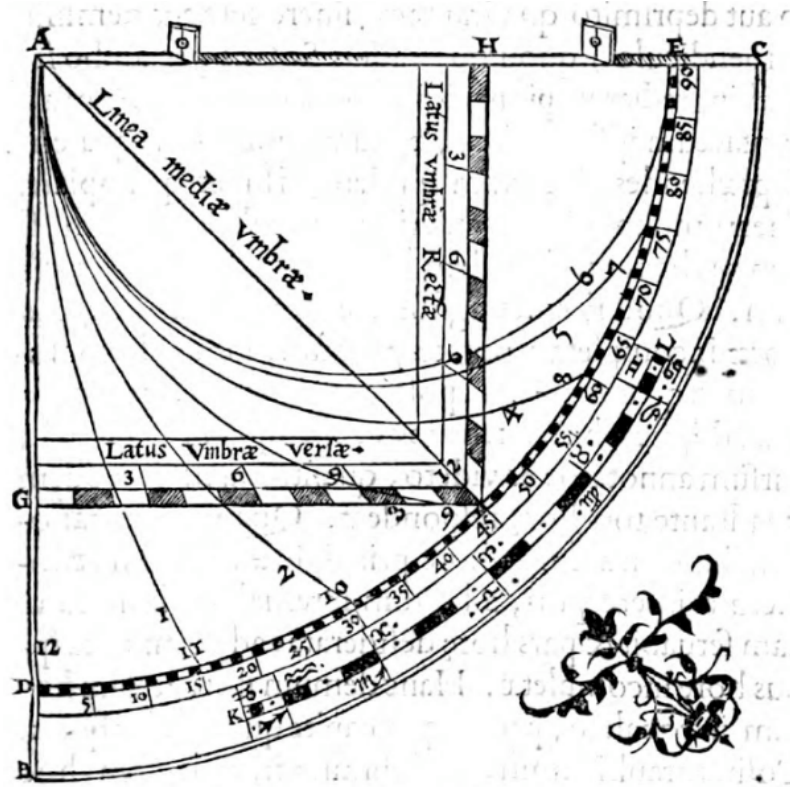
⁵ On trouvera des explications très claires et compétentes, avec des exemples numériques sur l'usage et la réalisation d'un diagramme des heures inégales dans R. D'Hollander, *L'Astrolabe, Histoire, Théorie, Pratique*, Institut Océanographique, 1999, p. 137-144. On se reportera aux remarques toujours pertinentes de E. Poulle sur le *quadrans vetus* dans « Les Instruments Astronomiques du Moyen Age », *Astrolabica* n° 3, Paris, 1983, p. 9-13, et dans « Les Instruments Astronomiques de l'Occident Latin aux XIe et XIIe siècles », *Cahiers de Civilisation Médiévale*, n° 57, janvier-mars 1972, p. 27-40 et notamment p. 36-38.

⁶ Voir D. Savoie, *Recherches sur les cadrans solaires*, Brépols, 2014, chap. 2.

⁷ Ce point n'a pas échappé à J.-B. Delambre, *Histoire de l'Astronomie du Moyen Age*, Paris, 1819, p. 243-247. J. Drecker aborde à nouveau le problème mais de façon plus obscure dans *Die Theorie der Sonnenuhren*, Berlin, 1925, p. 86-89. Voir également R. D'Hollander, *L'Astrolabe, Histoire, Théorie, Pratique, op. cit.*, p. 213-216.

Décrivons succinctement ce cadran solaire (fig. 1) : c'est un quart de cercle comportant un système de visée (pinnules sur un des côtés, fil à plomb fixé au point de convergence des lignes horaires, graduation en 90° du limbe), six arcs de cercle concourant au sommet de l'instrument et formant les lignes horaires qui divisent le limbe en six secteurs de 15°.

Fig. 1 ►



Au XIIIe siècle, on a ajouté un calendrier zodiacal en forme de secteur circulaire mobile le long du limbe permettant de donner la hauteur méridienne du Soleil en fonction de la date : c'est

ce qu'on a appelé le curseur. Celui-ci fait office en quelque sorte d'une table de déclinaison du Soleil.

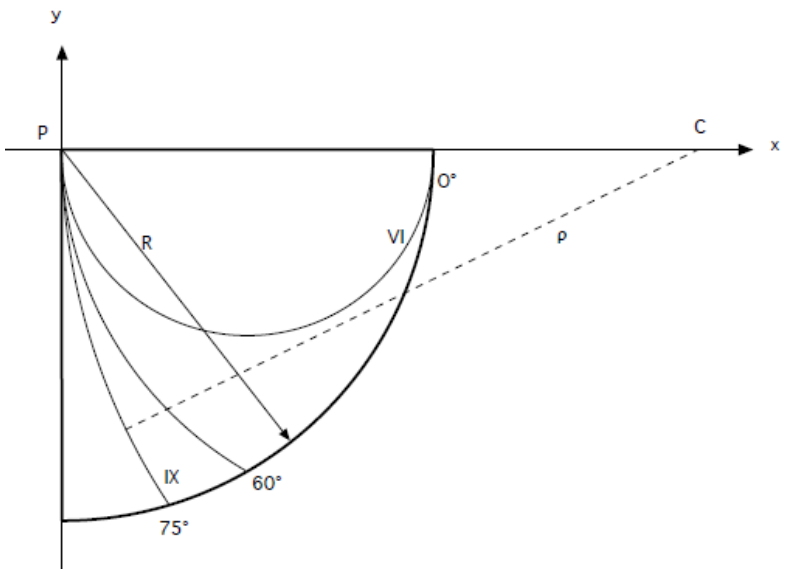
La réalisation d'un tel quadrant est très simple et se fait à la règle et au compas : on appelle R le rayon du quadrant, qui fixe ses dimensions.

Par l'angle supérieur droit gauche (fig. 2), on fait passer un système d'axes : y vers le haut, x vers la droite.

Le rayon ρ d'un arc de cercle horaire se calcule par :

$$\rho = R / 2\cos H$$

Fig. 2 ►



où H est l'angle horaire du Soleil. Le centre d'un arc de cercle se trouve sur l'axe des x vers la droite à la distance $PC = \rho$. Par exemple pour $R = 10$ cm et $H = 75^\circ$, on a $\rho = 19,3$ cm et $PC = 19,3$ cm (on construit 6 arcs, de $H = 0^\circ$ à $H = 75^\circ$). La portion de cercle que l'on tracée

passé par P et s'arrête sur le limbe. Les heures temporaires doivent être numérotées de VI (midi solaire) à IX (et inversement de I à VI) comme indiqué sur la figure.

Le jour de l'observation, on calcule la hauteur de culmination du Soleil au lieu d'observation que l'on repère (par exemple à l'aide d'une perle coulissante sur le fil à plomb) sur la ligne d'heure temporaire VI ; puis on vise le Soleil en tenant le quadrant verticalement.

L'ensemble du cadran s'incline, sauf bien sûr le fil à plomb lesté. La perle coulissante va alors indiquer l'heure temporaire (fig. 3).

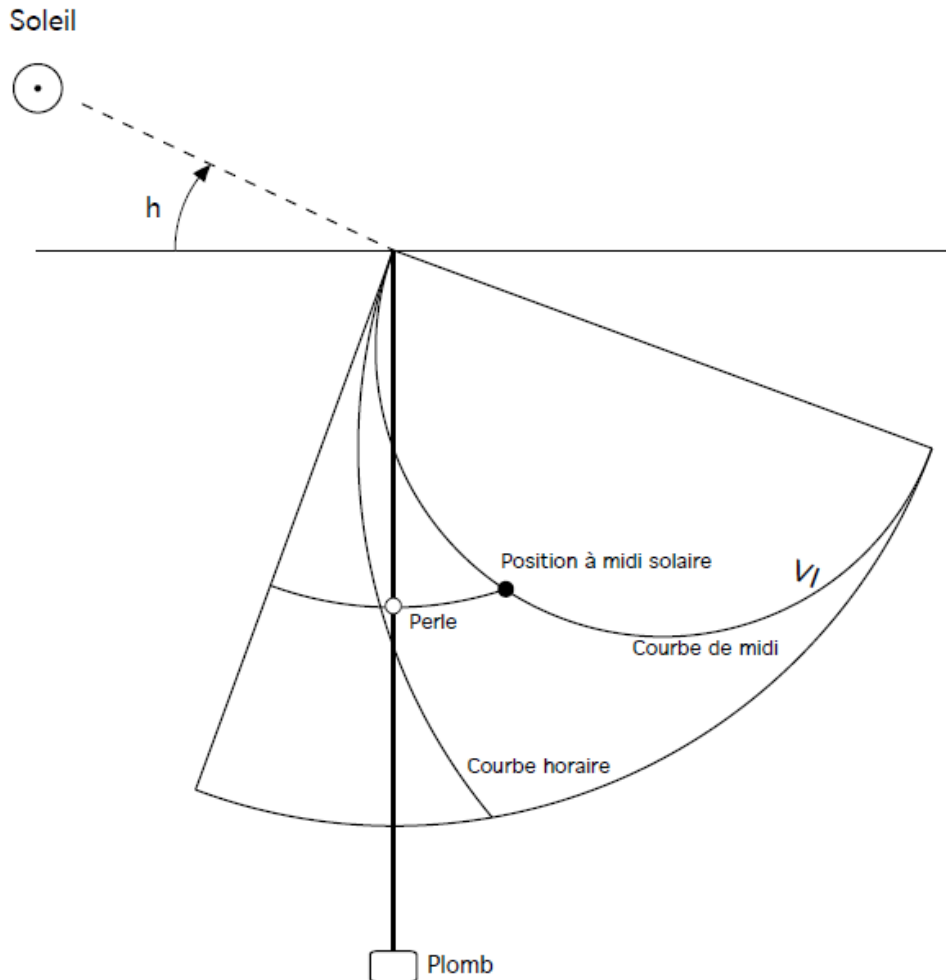


Fig. 3

Il est aisé de montrer par la trigonométrie plane que l'angle que l'on lit sur le cadran n'est pas un angle horaire temporaire T mais un autre angle – appelons-le T' – dont l'expression est :

$$\cos T' = \sin h / \sin h_m$$

où h est la hauteur du Soleil et h_m sa hauteur méridienne, c'est-à-dire $90^\circ - \phi + \delta$. De sorte que l'on a :

$$\cos T' = \sin h / \cos (\phi - \delta)$$

soit encore :

$$\cos T' = (\sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos H) / \cos (\phi - \delta)$$

L'angle horaire temporaire T se calcule par :

$$T = H \cdot 90^\circ / H_0 \quad \text{avec } \cos H_0 = -\operatorname{tg} \phi \operatorname{tg} \delta$$

Si l'on calcule par exemple l'erreur commise au solstice d'été où elle est la plus importante ($\delta = + 23^\circ 26'$) sur un *quadrans vetus* calculé pour une latitude de $\phi = 47^\circ 15' 44''$ on obtient :

H	T	T'	Erreur en minutes T - T'
0°	0°	0°	0
15°	11°,443	12°,364	3,7
30°	22°,886	24°,659	7,1
45°	34°,329	36°,810	9,9
60°	45°,773	48°,727	11,8
75°	57°,216	60°,299	12,3
90°	68°,659	71°,379	10,9
105°	80°,102	81°,771	6,7

Il faut souligner la subtilité de ce cadran solaire portable qui réussit la prouesse d'indiquer, avec une erreur très acceptable (un peu plus de 12 min temporaire en fin d'après-midi ou en début de matinée), l'heure temporaire, en la mesurant sur une échelle graduée en angles égaux de 15°, donc une échelle équinoxiale.

Il va s'en dire que la différence (H - T'), c'est-à-dire angle horaire équinoxial moins « angle horaire » du cadran donne par contre des écarts considérables : on ne peut pas lire l'heure équinoxiale sur un tel cadran solaire. On retrouve là une particularité de certains cadrans portables antiques universels, à la différence qu'on a pu adapter le *quadrans vetus* à l'heure équinoxiale, mais au prix d'une suppression de son « universalité » puisqu'un tel cadran solaire dépend de la latitude du lieu⁸ : les lignes d'heures restent des arcs de cercle mais ne convergent plus à l'angle du quadrant. De plus, le curseur n'a plus vraiment de sens puisque son objet est de rendre universellement utilisable le cadran.

Ce cadran portable, s'il a été utilisé, ne l'a donc pu être qu'à une époque du Moyen Age occidental où l'heure temporaire était encore en usage.



⁸ Le procédé de construction d'un quadrant à heures égales est donné par exemple par Jean Fusoris (1365-1436) : voir E. Poule, *Un constructeur d'instruments astronomiques au XVe siècle : Jean Fusoris*, éd. H. Champion, Paris, 1963, p. 71-73. On trouve une belle illustration du quadrant à heures égales (et à heures inégales) chez Oronce Fine, *De solaribus horologiis et quadrantibus*, Paris, 1560, Livre II, p. 151.



Déconcertante pierre de Cruis

Denis Schneider

C'est la troisième fois que j'évoque la pierre de Cruis (Alpes-de-Haute-Provence), véritable pierre d'achoppement ! D'abord en mai 2003 (Cadran-info n°8), puis en mai 2012 (Cadran-info n°26). La consultation de médiévistes avait permis d'avancer des hypothèses ; n'en étant pas satisfait, je n'avais rien écrit qui puisse figurer à côté de cette pierre exposée dans l'église du village comme me l'avait demandé Mr.Félix Moroso, maire de Cruis et délégué à la culture des Alpes-de-Haute-Provence.

L'invention de cette pierre avec celle d'un sarcophage voisin, d'abord secrètement cachées, n'a pas pu déclencher de fouilles mais on a découvert depuis la proximité d'une nécropole où la pierre aurait pu être transportée après la ruine de l'abbaye de chanoines réguliers de Cruis construite vers 1050.

Cette pierre (Ph.1), en grès local de près d'un mètre carré, ne cesse d'interroger car elle comporte un cadran canonial historié comme on n'en connaît aucun autre. Il n'est déjà pas très fréquent qu'un canonial soit nommé (ici fautivement HORILOGIO pour *horologium* qu'on retrouve inscrit *orologium* sur le canonial de la chapelle Saint Gargiel à Gigondas dans le Vaucluse ou *orilogium* sur le cadran anglo-saxon de Great Edstone dans le Yorkshire ; *Horologia romana* est le titre de la thèse de J. Bonnin soutenue en 2012 à Lille 3) suivi d'une croix potencée avec une inscription au-dessus très effacée qui pourrait correspondre à une dédicace (X nom de l'abbé ?...ABB...ECCLESIA AERECTA ... date ?), que le trou soit trop petit pour y loger



Ph.1

horizontalement une aiguille, qu'un bord festonné le limite et ici, pas en pétales mais par une succession de concavités vers l'extérieur entre les lignes horaires qui donnent l'impression de se terminer en flèches et enfin que les secteurs horaires extrêmes soient des demi-secteurs. Mais plus encore ici, c'est l'iconographie inhabituelle et abondante autour du cadran canonial qui va retenir encore une fois toute notre attention d'autant qu'elle est un unicum.

En lisant une remarquable étude iconographique sur l'échelle céleste de Christian Heck (professeur d'Histoire de l'art médiéval à Lille 3 et directeur du Centre de l'image médiévale pour l'Europe du Nord), je sollicitais cet auteur ; très accueillant, il me conseillait de m'adresser à Rémy Cordonnier (responsable des fonds anciens à la Bibliothèque de Saint-

Omer et chercheur associé de l'Institut de Recherches Historiques du Septentrion à Lille 3 dont il est Docteur d'Université), un de ses anciens élèves et coauteur du livre « Le Bestiaire médiéval » aux éditions Citadelles et Mazenod ainsi qu'à Jacqueline Leclercq-Marx (professeur d'Histoire de l'art à l'Université de Bruxelles), spécialiste de la survivance au Moyen Âge des figures monstrueuses de l'Antiquité et auteur du livre « La sirène dans la pensée et dans l'art de l'Antiquité et du Moyen Âge ».

Tous les deux ont trouvé cette pierre aussi fascinante que déconcertante et m'ont convaincu qu'on ne pouvait qu'émettre des hypothèses, pour la plupart invérifiables... Il s'avérait qu'un certain nombre que j'avais avancées étaient à écarter. Tout ce que je vais vous dire provient de ce qu'ils m'ont communiqué avec un intérêt et une patience jamais démentis ; je le leur ai soumis pour ne pas trahir leur pensée même si je l'attiédais inévitablement...

Chacun a avancé très prudemment sa lecture, cherchant une cohérence en fonction de ses connaissances et de son expérience.

R. Cordonnier écrit : « Au Moyen Âge, la nature est perçue comme un livre vivant... les deux sources sacrées que sont le livre du monde et la Bible s'expliquent l'une l'autre... les encyclopédies médiévales ont été conçues pour servir de grammaire de la Création ». Nous aurons donc au moins à notre disposition la Bible et le Physiologos (premier recueil chrétien sur la symbolique des animaux qui traduit la réalité zoologique en réalité spirituelle composé à Alexandrie au II^e siècle de notre ère, avec des versions latines à la fin du IV^e siècle) pour tenter de décrypter « ce que ces animaux nous disent de Dieu et de son enseignement ». Nous verrons l'ambiguïté inhérente à la représentation animale.

Voyons tout d'abord mes anciennes erreurs d'interprétation ; les éléments s'élevant au-dessus du dos de l'aigle en haut à gauche et du basilic en bas à droite sont végétaux et il ne faut pas chercher de signification dans les deux arbres superposés sur la droite de la pierre (les références à l'arbre de vie et à l'arbre sec partant de la patte gauche des deux animaux relèvent de la surinterprétation). L'élément végétal est là pour meubler l'espace vide que la sculpture romane abhorre. Tout au plus peut-on dire que l'animal en bas à droite est une figure sécante, qu'il passe derrière l'arbre et devant les trois « palmes », donnant une impression de profondeur, de passage aussi, accentuant l'idée de fuite peut-être.

De par la position de la croix potencée, l'Agneau crucifère (AGNUS), effacé en bas à gauche, contrairement à ce que j'avais écrit, devait tourner le dos au basilic mais « comment faire la distinction entre ce qui est de l'ordre de la contrainte de la composition et ce qui est de l'ordre de l'intention narrative ou symbolique ? » La place laissée sur les côtés du cadran canonial ne commande-t-elle pas cette disposition ? Du coup, la position des quatre têtes sculptées dessine une composition pyramidale, chère au Moyen Âge.

Avant d'analyser chacune des quatre figures représentées et nommées, en plus du cadran, essayons, à travers leur juxtaposition, de déterminer les principes de groupements en fonction de deux axes de symétrie :

-une partition haut/bas, séparée par la dédicace et « horologio » associant, d'une part, l'aigle au lion, ou les opposant, selon la nature positive ou négative du lion et, d'autre part, l'Agneau s'opposant au basilic. Je pencherais davantage pour un registre supérieur qui soit « indépendant » des figures du bas et nous aurions alors en haut la double royauté céleste et terrestre ;

- une partition gauche/droite, plus courante dans la sculpture romane, avec, d'un côté, l'aigle et l'Agneau, symboles positifs, et de l'autre, le lion et le basilic, symboles négatifs

(Ph.2 Cleveland Museum of Art ; proviendrait d'Emilie près de Bologne en Italie du Nord ; daté entre 1175-1200).

Encore faut-il tout d'abord identifier formellement la figure en bas à droite que nous avons appelée jusqu'alors « basilic »... Le mot « BASILICUM » pour « basiliscus », s'étirant sur presque toute la hauteur de la pierre, en l'absence de l'image d'un stéréotype de basilic avec tête de coq et queue de serpent, posait problème et on pouvait se demander si le mot n'était pas en rapport avec l'inscription très effacée au-dessus d'« horologio » jusqu'à ce que Mme J. Leclercq-Marx découvre un passage d'Honorius Augustodunensis (début XIIe) présen-



Ph.2

tant le basilic comme un quadrupède (dans « *Speculum ecclesiae ; dominica in palmis* ») : « Le basilic marche à quatre pattes car le genre humain est entraîné à la mort de quatre façons, à savoir : pour la prévarication du premier commandement, pour la violation de la loi naturelle, pour la transgression de la loi écrite, pour le mépris de l'Évangile » (Ph.3 cathédrale de Gurk, en Carinthie, Autriche).

Rien ne prouve que ce passage ait inspiré le sculpteur ni qu'Honorius A. ait inventé le basilic quadrupède mais au moins sommes nous fondés ici à associer le quadrupède au « basilicum », créature hybride, démoniaque depuis l'Antiquité gréco-romaine avec des représentations éloignées de son prototype. Notons que la version hébraïque des Psaumes (Tehilim) ne mentionne pas le basilic mais l'aspic (Ps.91,13 (90)) et que le terme « basiliscos » n'apparaît pour la première fois dans la Bible que dans la version grecque des Septante (réalisée à Alexandrie au III^e siècle av. J.C.) puis



Ph.3

dans la version latine de la Vulgate de saint Jérôme (début V^e) avec « basiliscus ». Ce terme paraît donc avoir été introduit dans le texte biblique par le biais de traductions pas toujours fidèles.

Le basilic quadrupède, du côté du soleil couchant, tourne le dos à l'Agneau crucifère, du côté du soleil levant. Par ailleurs, la posture en marche du basilic, qui semble prendre la

fuite, suggère l'évocation de deux cheminements divergents, celui du Bien et celui du Mal qui forment le cadre global de la symbolique médiévale. De là à ce que l'*horologium* soit le témoin de ce choix dans l'économie du salut...

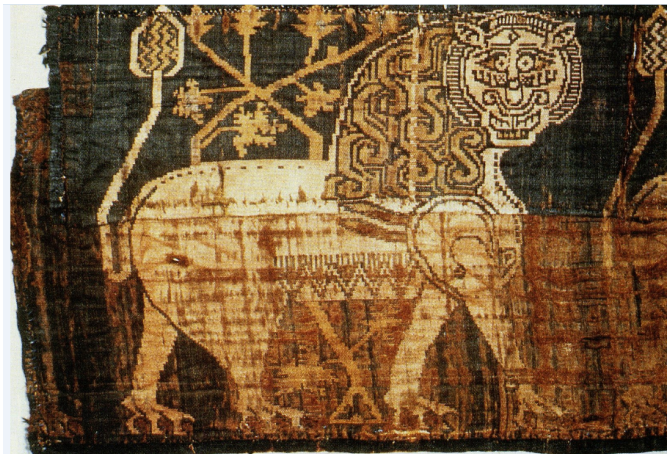
L'Agneau crucifère, c'est le Christ crucifié, symbole de pureté, triomphant de la mort. Il regardait vraisemblablement vers les heures du soleil levant. Il ne reste plus que la croix potencée que l'Agneau portait et le mot « AGNUS » gravé sur la bordure saillante de la pierre qui permet heureusement d'identifier la figure.

Dans la partie supérieure de la pierre, les figures semblent réunies et sont plus hiératiques ; si l'artiste a comblé les vides, il a évité de placer quoi que ce soit leur passant devant. Si ces deux figures étaient inspirées du *Physiologus*, elles renverraient à l'Ascension pour l'aigle et à la résurrection pour le lion (notons que le basilic ne figure pas dans le *Physiologus*).

L'aigle, « AQUILA », de par sa tête retournée, s'inscrit dans une tradition iconographique courante qui remonte à l'Antiquité. Ses ailes repliées peuvent faussement donner l'impression d'une queue bifide. Sous son ventre et sa queue, il y a comme un feu solaire (il est dit dans le *Physiologus* de Bruxelles du XI^e que « l'aigle s'envole en direction du soleil », mention récurrente dans toutes les versions du *Physiologus*).

Le lion est représenté ici classiquement de profil avec la tête de face, suivant un type proche de ceux figurés sur les tissus orientaux importés dans nos régions, via l'Italie (Ph.4). Sa queue passe sous son ventre, devant son flanc gauche avant que son extrémité fournie ne vienne coiffer sa tête.

Le lion, « LEO », a ici un rôle essentiel car, selon qu'on lui attribue une nature christique ou satanique (livre 8 du *De Universo* ou *De Rerum Naturis* de Raban Maur, IX^e siècle), la grille de lecture de la pierre s'en trouve modifiée



Ph.4

comme on l'a vu. S'il ne peut être associé à une figure zodiacale, on ne peut alors le qualifier d'animal solaire (aucun passage associant lion et Soleil dans le *Physiologus*). Dans le cas d'un lion maléfique, « on aurait d'un côté, pour le lion, une interprétation étrangère au *Physiologus* et, pour l'aigle, une interprétation en étroite connexion avec lui...mais rien d'impossible dans l'art roman... ».

En l'absence de contexte et de sources expliquant l'association des quatre figures autour du cadran canonial, « il n'y a que des lectures plus cohérentes que d'autres, du possible dans toutes ». Chacun des deux spécialistes reconnaît à l'autre une vision différente, aussi solide que la sienne. C'est dire si la pierre de Cruis garde encore et gardera une part de mystère et si notre culture s'est éloignée de la sienne...





Correction de la perspective des clichés

Michel Ugon

Cet article décrit deux méthodes de redressement des clichés, par calculs et par utilisation du logiciel "Photoshop" afin de déterminer les paramètres fondamentaux des cadrans plans photographiés.

Comme il est très rare de pouvoir photographier un cadran solaire dans l'axe de face, presque tous les clichés sont entachés d'un effet de perspective qui déforme angulairement la vue et complique la tâche de vérification du tracé.

Lorsque le cadran solaire est photographié de face, les positions relatives de points horaires horizontaux sont conservées. Mais lorsque l'on photographie obliquement un cadran, ces positions ne sont pas linéairement reliées entre elles et il faut donc corriger les mesures préalablement à l'application des formules.

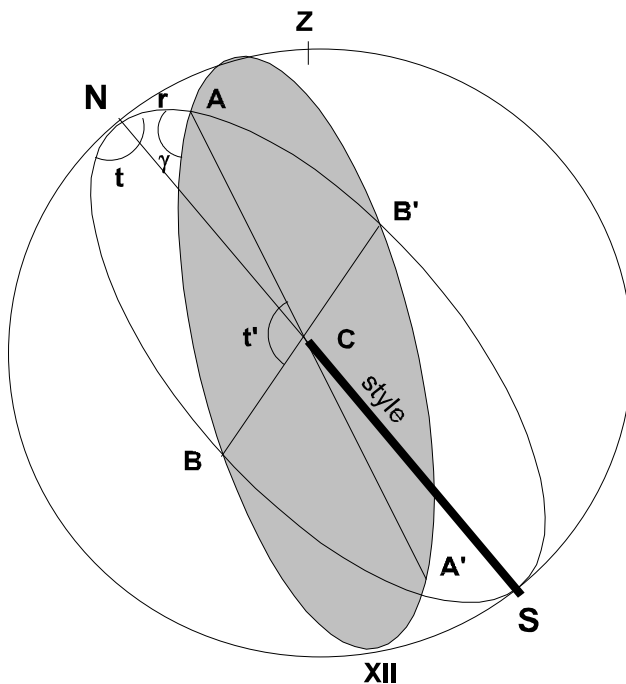


Figure 1 : vue des plans d'un cadran

Comme nous allons le voir, il existe au moins deux méthodes de difficulté sensiblement voisine.

1- Méthode par calcul.

Tout d'abord celle du calcul qui est décrite dans l'ouvrage de Denis Savoie¹. La figure 1 montre les divers paramètres d'un cadran plan.

Dans le triangle sphérique NAB on considère les deux angles :

$$N = t$$

et

$$A = \gamma$$

ainsi que les deux côtés :

$$c = t' \text{ et } b = \tau$$

En appliquant à ce triangle la relation de Gauss des cotangentes, il vient (voir calculs en annexe) :

$$\text{ctg } t' = \alpha . \text{ctg } t + \beta = \text{ctg } H' = \alpha . \text{ctg } H + \beta$$

avec

$$\alpha = \sin \gamma / \sin r = \cos D / \cos \varphi \quad \text{et} \quad \beta = \text{ctg } \gamma . \text{ctgr} = \sin D \text{ tg} \varphi$$

où φ est la latitude du lieu.

¹ *La Gnomonique Moderne* edt Société Astronomique de France- Détermination de la déclinaison gnomonique d'un cadran solaire photographié- page 204 et suivantes.

La méthode qui a été trouvée par Robert Sagot repose sur la mesure des distances des points A, M et B situées sur une horizontale du cadran, ce qui conduit à l'évaluation de deux expressions N et Q données par:

$$N = AM \cdot \cos A \cdot \sin(B - M) - MB \cdot \cos B \cdot \sin(M - A) \quad (1-1)$$

et

$$Q = MB \sin B \cdot \sin(M - A) - AM \sin A \cdot \sin(B - M) \quad (1-2)$$

les angles horaires respectifs étant repérés avec les mêmes lettres.

On a alors

$$N/Q = \operatorname{tg} D \cdot \sin \varphi \quad \text{d'où} \quad \operatorname{tg} D = N/Q \sin \varphi \quad (1-3)$$

ce qui donne pour $M = 0$ (lorsque CM est la ligne de Midi) :

$$\operatorname{tg} D = - (AM \operatorname{ctg} A + MB \operatorname{ctg} B) / (AM + MB) \sin \varphi \quad (1-4)$$

Nous allons appliquer cette première méthode au cadran de Carpentras (84200) de la figure 2, sis 33 rue Gaudibert Barret ($\varphi = 44^{\circ}03'17''$ et $\lambda = 5^{\circ}02'54''$) et qui a été pris très obliquement depuis la rue.

Comme on mesure $AM = 50$ mm et $MB = 47$ mm avec $A = -60^{\circ}$ (8 heures) et $B = 40^{\circ}$ (14h40), il vient :

$$D = -21^{\circ}54' \text{ soit environ } D = -22^{\circ}.$$

Pour obtenir l'angle horaire S de la sous-styloire, il suffit ensuite d'appliquer la formule

$$\operatorname{tg} S = \operatorname{tg} D / \sin \varphi.$$

Ce qui donne la valeur de -30° constatée sur le cadran et qui correspond bien à ce vestige de cadran du matin qui a perdu son style.

2- Méthode « Photoshop »

La deuxième méthode que nous utilisons le plus souvent consiste à charger l'image du cadran dans le logiciel Photoshop.

En effet, nous allons voir que Photoshop possède une puissante fonction de redressement de la perspective des clichés qui fonctionne très bien :



Figure 2 : Un cadran pris obliquement à Carpentras

1) Ouvrir un nouveau fichier que nous appellerons simplement "Nouveau".

2) Après avoir fait apparaître le cliché sur l'espace de travail, copier ce dernier dans "Nouveau".

3) Dans "Affichage" faire apparaître la grille en cliquant sur "Grille".

4) Sélectionner alors le cliché de façon à faire apparaître les 6 repères habituels.

5) En appuyant sur la touche "Ctrl" et en positionnant le curseur sur l'un des repères, la flèche du curseur devient grisée. On entre alors dans la correction de perspective relative à ce repère.

6) Repositionner les repères les uns après les autres en alignant les verticales et les horizontales sur la grille orthogonale, ce qui donne un cliché, cette fois sans effet de perspective comme le montre la figure 3 ou la ligne de midi est bien verticale.

L'avantage de cette méthode, par rapport à la précédente est surtout celui de l'obtention d'un cliché redressé, comme s'il était pris de face.



Des versions gratuites du logiciel sont disponibles sur le web. Il suffit de taper « photoshop gratuit ». Des téléchargements sont offerts pour les différentes versions de Windows PC et pour Mac.



Figure 3: le cadran rectifié dans Photoshop comme s'il était pris de face

Sur ce cliché, en prenant alors un angle horaire tabulaire assez grand et en reportant sa valeur dans la formule :

$$\text{tg } H' = \cos \varphi / (\cos D \cdot \text{ctg } H + \sin \varphi \cdot \sin D).$$

On obtient D (voir la démonstration de cette formule en annexe). Pour faciliter la recherche de la solution de cette équation, il est conseillé de la rentrer dans un tableur tel qu'Excel et d'en tirer D.

On obtient non seulement D (déclinaison gnomonique du cadran) mais aussi S (angle horaire de la Sous-Stylique) par la formule :

$$\text{tg } S = \text{tg} D / \sin \varphi.$$

Pour ce cadran, pour la ligne 5h du matin ($H = -75^\circ$) on lit l'angle $H' = -89^\circ$. Ce qui donne $D \cong -22^\circ$ valeur équivalente à celle de la méthode précédente.

Avec cette méthode on peut aussi tenir compte du fait que les angles tabulaires de l'éventail horaire passent par un minimum pour la Sous-Stylique, on mesure alors cet angle tabulaire S' et l'on calcule :

$$\sin D = -\text{tg } S' \cdot \text{tg } \varphi \text{ (voir la justification de cette formule en annexe).}$$

On vérifie ensuite que cet angle tabulaire correspond bien à celui du support du style pour un cadran vertical, par la formule :

$$\text{tg } S = \text{tg} D / \sin \varphi$$

S étant l'angle horaire de la Sous-Stylique.

Pour faciliter la recherche de convergence des deux formules il est conseillé, comme précédemment, de les rentrer dans un tableur Excel et de les faire coïncider rapidement. Lorsqu'elles convergent on obtient non seulement D (déclinaison gnomonique du cadran) mais aussi S (angle horaire de la Sous-Stylique)

Ainsi, pour le cadran de Carpentras déclinant Est vu ci-dessus, on trouve ainsi :

$$D \cong -22^\circ ; S \cong -30^\circ \text{ et } S' \cong -21^\circ .$$

Ce qui justifie à nouveau la fixation de la jambe du style sur la ligne de 10h du matin.

Nous pouvons donc conclure que les deux méthodes sont équivalentes, mais le lecteur aura compris que j'ai une préférence pour la seconde qui permet d'avoir en sus une vue de face du cadran.

Annexes

A 1 - Déclinaison gnomonique d'un cadran solaire vertical photographié obliquement

Le plus souvent l'axe optique de l'objectif photographique passe par le milieu du cadran. (ici milieu du cadran signifie l'intersection de ses diagonales).

Rappelons la relation de Gauss des cotangentes dans un triangle sphérique ABC de côtés a, b, c et d'angle A, B et C :

$$\cos a \cdot \cos B = \sin a \cdot \text{ctg } c - \sin B \cdot \text{ctg } C$$

ce qui donne avec l'inversion de A et B et les notations de la figure 1 :

$$\operatorname{ctg} t' = \alpha \cdot \operatorname{ctg} t + \beta = \operatorname{ctg} H' = \alpha \cdot \operatorname{ctg} H + \beta$$

ici α et β sont les coefficients ci-après :

$$\alpha = \sin \gamma / \sin r = \cos D / \cos \varphi \quad \text{et} \quad \beta = \operatorname{ctg} \gamma \operatorname{ctgr} = \sin D \operatorname{tg} \varphi$$

d'où

$$\operatorname{tg} t' = 1 / (\alpha \cdot \operatorname{ctg} t + \beta)$$

Soit

$$\beta / \alpha = \operatorname{tg} D \cdot \sin \varphi \quad (\text{A1-1})$$

C étant le centre du cadran, pour les points A, M, B, H situés sur une horizontale (H projection orthogonale de C sur AB), dont les angles horaires respectifs sont aussi repérés par A, M et B et les angles tabulaires A', M' et B', on a algébriquement :

$$AH = CH \cdot \operatorname{tg} H'$$

$$AH = CH \cdot \operatorname{tg} A'$$

$$MH = CH \cdot \operatorname{tg} M'$$

$$BH = CH \cdot \operatorname{tg} B'$$

D'où :

$$AH + HM = AM = CH(\operatorname{tg} A' - \operatorname{tg} M')$$

$$MH + HB = MB = CH(\operatorname{tg} M' - \operatorname{tg} B')$$

Soit

$$AM/MB = (\operatorname{tg} A' - \operatorname{tg} M') / (\operatorname{tg} M' - \operatorname{tg} B')$$

Après avoir remplacé les tangentes par leur valeur en fonction de A, M et B puis en simplifiant, il vient :

$$AM/MB = (\operatorname{ctg} M - \operatorname{ctg} A)(\operatorname{ctg} B + \beta/\alpha) / (\operatorname{ctg} B - \operatorname{ctg} M)(\operatorname{ctg} A + \beta/\alpha)$$

L'extraction de β/α donne :

$$\beta/\alpha [AM(\operatorname{ctg} B - \operatorname{ctg} M) - MB(\operatorname{ctg} M - \operatorname{ctg} A)] = MB \cdot \operatorname{ctg} B(\operatorname{ctg} M - \operatorname{ctg} A) - AM \cdot \operatorname{ctg} A(\operatorname{ctg} B - \operatorname{ctg} M)$$

Et en multipliant les deux membres par $\sin A \cdot \sin M \cdot \sin B$ il vient :

$$\beta/\alpha [AM \sin A \cdot \sin(M - B) - MB \sin B \cdot \sin(A - M)] = MB \cdot \cos B \cdot \sin(A - M) - AM \cdot \cos A \cdot \sin(M - B)$$

En posant :

$$N = AM \cdot \cos A \cdot \sin(B - M) - MB \cdot \cos B \cdot \sin(M - A) \quad (\text{A1-2})$$

Et

$$Q = MB \sin B \cdot \sin(M - A) - AM \sin A \cdot \sin(B - M) \quad (\text{A1-3})$$

Il vient :

$$\beta/\alpha = N/Q = \text{tg}D \cdot \sin\varphi \quad \text{d'où} \quad \text{tg}D = N/Q \sin\varphi \quad (\text{A1-4})$$

si $M = 0$, le point M est sur la ligne de midi, d'où :

$$N = AM \cdot \sin B \cdot \cos A + MB \cdot \sin A \cdot \cos B \quad (\text{A1-5})$$

Et

$$Q = - (MB \sin A \cdot \sin B + AM \sin B \cdot \sin A) \quad (\text{A1-6})$$

D'où en divisant par $\sin A \cdot \sin B$

$$\text{tg}D = - (AM \text{ctg}A + MB \text{ctg}B) / (AM + MB) \sin\varphi \quad (\text{A1-7})$$

Attention, ici le signe – apparaît en fait au dénominateur, car il vient de Q dans (A1-6).

Exemple1 :

$\varphi = +48^\circ$; points A = -45° (9h), M = -15° (11h), B = 60° (16h) , AM = 435 mm et MB = 300 mm. Cela donne :

$$N = 222,1105 \text{ et } Q \sin\varphi = 317,3335 \text{ d'où } D = 35^\circ.$$

Exemple2 :

$\varphi = -37^\circ$; points A = -30° (10h), M = 0° (12h), B = 60° (16h) , AM = 370 mm et MB = 641mm. On trouve $N = -270,98$; $Q \sin\varphi = +608,42$.

$$\text{tg}D = -0,446 \text{ donc } D = -24^\circ \text{ [car } \sin(-24^\circ) < 0 \text{ est du même signe que N]}$$

Remarque : on voit ici qu'il est aisé de commettre une erreur sur D. En effet, D n'est pas égal à -156° comme dans « Gnomonique moderne » page 205. Ceci est simplement dû à une erreur sur le signe de Q (voir plus haut).

A2 - Formules fondamentales des cadrans verticaux

A2-1 calcul de l'angle horaire tabulaire d'un cadran vertical déclinant

Comme la plupart des cadrans sont verticaux, la formule donnant l'angle horaire tabulaire est l'une des plus employée. Sur la figure A1 ci-dessous, le plan horaire est PAP' et le plan PZP' est le plan méridien, donc l'angle entre ces deux plans est H et l'angle ACZ est égal à H'. L'angle PZA est égal à $\pi/2 - D$, D étant l'angle de déclinaison de la table, et PCZ est égal à $\pi/2 - \varphi$.

Dans le triangle sphérique PAZ, on connaît 2 angles et 3 cotés, donc en appliquant la formule de Gauss des cotangentes on a directement :

$$\sin\varphi \cdot \sin D = \cos \varphi \cdot \text{ctg}H' - \cos D \cdot \text{ctg} H$$

soit

$$\text{tg}H' = \cos \varphi / (\cos D \cdot \text{ctg} H + \sin \varphi \cdot \sin D)$$

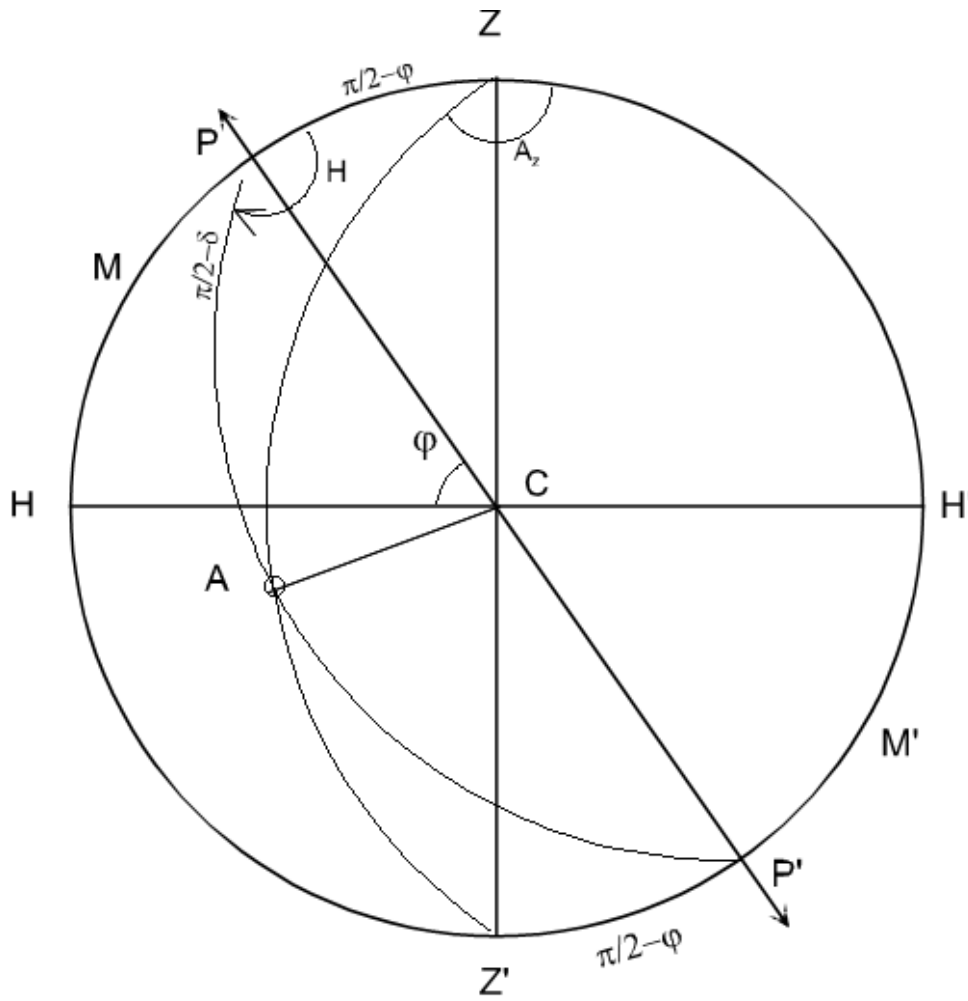


Fig A1

A2-2 Calcul de l'angle tabulaire de la Sous-Stylaire

Pour un cadran plan incliné, avec i inclinaison de la table, on considère cette fois le triangle sphérique PZK. (P : pôle Nord ; Z : zénith ; K : sommet du style droit CK).

A nouveau, la formule des cotangentes de Gauss appliquée à ce triangle donne :

$$-\sin D \cdot \cotg S' = \tg \varphi \sin i + \cos i \cos D$$

d'où :

$$\tg S' = -\cos \varphi \cdot \sin D / (\sin \varphi \cdot \sin i + \cos i \cdot \cos \varphi \cdot \cos D)$$

ce qui donne pour un cadran vertical ($i = 90^\circ$) :

$$\tg S' = -\sin D \cdot \ctg \varphi$$

A2-3 Angle horaire de la sous-stylaire :

Toujours dans le triangle sphérique PZK, on a :

$$\sin S / \sin i = \sin D / \cos \varphi_k$$

φ_k étant l'angle de la latitude équivalente ou celui de la sous-stylaire avec le style.

Toujours dans ce triangle, la relation de Gauss nous donne :

$$\cos \varphi_k \cdot \cos S = \cos i \cdot \cos \varphi + \sin i \cdot \sin \varphi \cdot \cos D$$

soit en reportant la valeur de $\cos \varphi_k$ dans la relation ci-dessus :

$$\text{tg } S = \sin i \cdot \sin D / (\cos i \cdot \cos \varphi + \sin i \cdot \sin \varphi \cdot \cos D)$$

Ce qui donne pour un cadran vertical ($i = 90^\circ$) :

$$\text{tg } S = \text{tg } D / \sin \varphi$$



Analyse de cadrans à partir d'une photographie

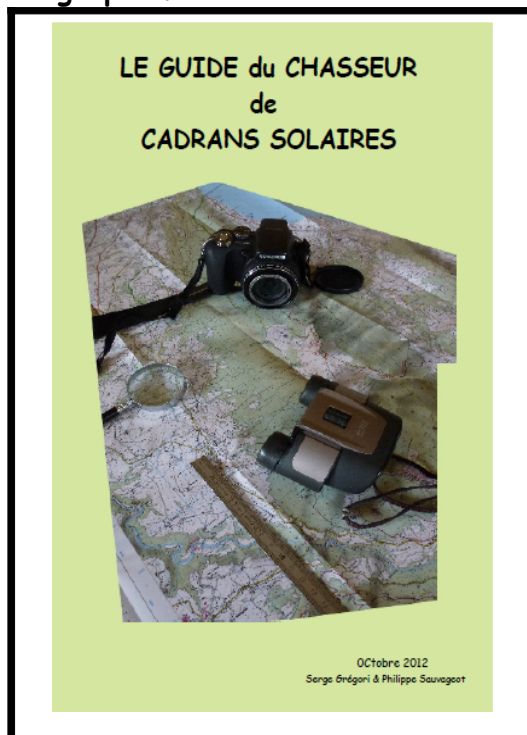
L'article ci-dessus est particulièrement utile aux chasseurs de cadrans qui souhaitent analyser un cadran à partir d'une photographie.

Rappelons qu'il existe *Le guide du chasseur de cadrans solaires*.

Il est à disposition des membres par téléchargement sur simple demande à Ph. Sauvageot.

Le document, d'une cinquantaine de pages, explique dans le détail :

- La présentation et la documentation des inventaires.
- Comment reconnaître les différents types de cadrans solaires.
- La photographie d'un cadran.
- Les méthodes et les outils pour analyser un cadran à partir d'une photographie.





L'énigme de la table de 1695

Michel Ugon & Paul Gagnaire

C'est en 2012 que notre Président Philippe Sauvageot nous soumet l'étude d'une table gnomonique énigmatique toujours en bon état qui va occuper longuement nos loisirs. Il s'agit d'une table octogonale gravée destinée à fonctionner horizontalement et détenue par un particulier qui cherche à comprendre.

Bien que symétrique, l'octogone n'est pas régulier puisqu'il possède une largeur de 59 cm et une hauteur de 52 cm. La table est datée 1695 et comprend 13 motifs dont 9 cadrans solaires (7 ont encore leur styles), une table, un blason, et de nombreuses inscriptions. La table étant vue vers le Sud, ces motifs seront repérés comme le montre la figure 1 :

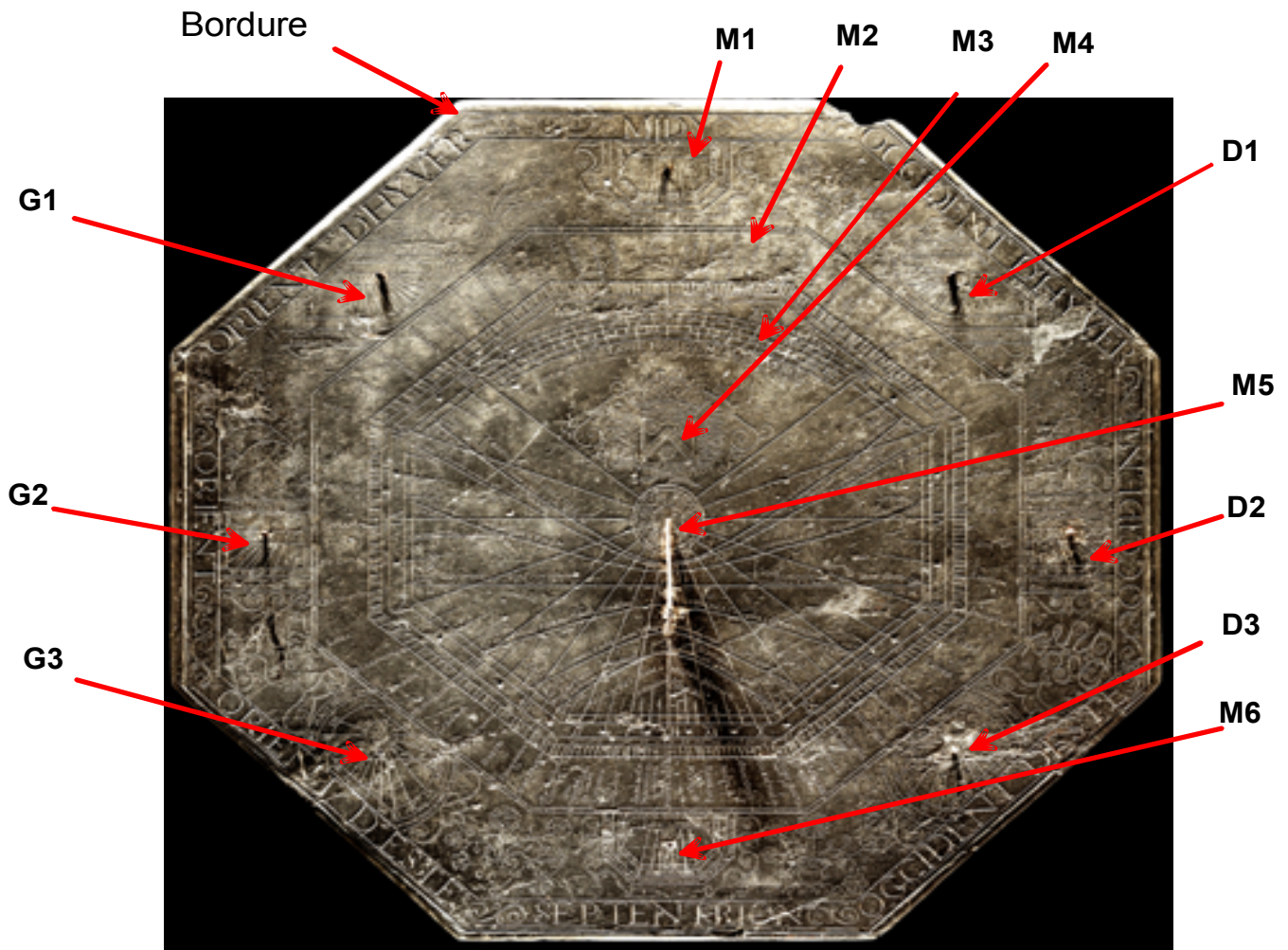


Figure 1: repères des 13 motifs de la table

1 Inscriptions sur la bordure extérieure:

Ces inscriptions en lettres majuscules sont claires. Horizontales Sud et Nord : MIDY -SEPTENTRION.

Obliques gauche et droite: ORIENT D'HYVER - ORIENT D'ESTE - OCCIDENT D'ESTE, OCCIDENT D'HYVER.

Côtés Est et Ouest : ORIENT – OCCIDENT.

Au dessus de M3, on peut lire : HORLOGE HORIZONTAL UNIVERSEL.

Avec les longitudes ou méridiens des plus célèbres villes du monde

2 La couronne intérieure M2

Cette couronne est graduée de 0 à 360°. Elle indique les longitudes de 72 lieux importants (longitudes de l'époque) :

Longitude	2012	Ile de Fer	inscription	Longitude	2012	Ile de Fer	inscription
0	18	0	Le méridien du monde	175	-	-	JAPON
5	9,15	-8,85	LISBONE	180	139,68	-157,68	Detroit de ANIAN
10	4,16	-	TOLEDE	185	-	-	Cap de MENDOCINO
15	0,87	-	SARAGOCE	190	123,78	141,78	de Nouv ^{elle} GUINE
17	3,7	-14,3	MADRID 17	195	3	3	Port de TOUSSAINT
20	0,11	-	LONDRE	200	-141	-159	Iles de SALOMON
23	-	-	PARIS 23 ^{1/2}	205	-160	-178	"
24	2,35	20,35	FONTENETIN	210	-	-	"
30	-3	-21	PARME	215	-	-	"
35	10,3	-	ROME 36 ^{1/2}	220	-	-	CUCHINA
40	1	28,31	NAPLE	225	-	-	R de QUIV(I)RA
45	-	-	CRACOVIE	230	-	-	CAP de BAC
50	12,3	-	CO(R)INTHE	235	99	279	AXA
55	3	30,33	CONSTANTIN	240	-	-	CAP de HANDO
60	6	32,26	ALEXANDRIE en Egypte	245	-	-	CHIBBUCCO
65	19,9	-	JERUSALEM	250	96	282	TOTONTEAC

	32,2						
70	- 36,1 6	- 54,16	ANTIOCHE de Sirie	255			NOUVElle GRENADE
75	- 57,6 3	- 75,63	MOSCOVIE	260	119,41 7	258,58	CALIFORNIA
80	- 47,5 3	- 65,53	MADAGASCAR	265			MARATA
85	- 44,4 1	- 62,41	BABILONE en chaldee	270			NOUVElle Espagne
90	- 46,2 6	- 64,26	TAURIS	275	90,233	287,77	GATIMALA
95	- 77,1 1	- 95,11	SIRAS	280	99,117	278,88	MEXICO
100	- 66,9 3	- 84,93	SAMARCADE	285	75,05	302,95	PERU
105			S(io)rsTAM	290			JUCATAM
110	- 70,9 8	- 88,98	DIU	295	80,783	297,22	PANAMA
115	- 74,6 7	- 92,67	GOA	300	77,85	300,15	ILE CUBA
120			ZEILAND	305	78,5	299,5	QUITO au Peru
125			CRANCES	310	77,05	300,95	LIMA
130	- 76,1 8	- 94,18	MALIPUR	315			NORUMBES
135	- 102, 19	- 120,1 9	MALACA	320	100	278	CANADA
140	- 87,8 3	- 105,8 3	BENGALA	325	83	295	HIROQUOIS
145	- 112, 22	- 130,2 2	JAVA la grande	330			CABANA
150	- 116, 4	- 134,4	PEQUIN	335	56,367	321,63 3	TERRE neuve
155	-130	-148	Iles MOLUQUES	340	52	326	BRESIL
160	- 121, 78	- 139,7 8	Iles Philipines	345	36,983	341,02	FERNAMBUCO
165	-116	-134	CAMBALU	350	27,217	350,79	Iles AZORES
170			()ME()CO	355	18,467	359,53	CAP de bonne Esperance
				360	18	360	Iles CANARIS

Sur la ligne Nord-Sud on peut lire distinctement le nom de FONTENETIN, lieu d'implantation de la table. (voir figure 2). Or rappelons qu'en 1695, il y avait encore une grande incertitude sur les longitudes, à tel point que le 24 avril 1634 Louis XIII excédé par les nombreux naufrages de ses bateaux a signé une ordonnance fixant autoritairement l'origine des longitudes à l'île de Fer (El Hiero) à 20° Ouest de Paris. Cette île est située à l'Ouest de l'archipel des Canaries qui s'appelaient depuis les temps anciens: les îles Fortunées. En fait, même après cette ordonnance, plusieurs valeurs de longitudes peuvent être citées pour un point donné car le méridien d'origine ne correspondait pas exactement à l'île de Fer, aussi peut-on situer Fontenetin entre 3° et 6° de longitude Est.

Figure 2: Sur la couronne M2 : L'indication d'un lieu énigmatique de FONTENETIN



Figure 2

Mais où se situait exactement ce lieu ? Cette énigme nous a maintenus en haleine pendant des mois comme nous le verrons plus loin.

3 - La table M3

La date de MDC XCV (1695) apparaît juste au dessus de cette table, ainsi que l'inscription : "TABLE POUR CONNOIT() L'HEURE A LA LUNE".

L'usage de cette table est donc clair : elle donne la correspondance entre l'heure indiquée à la Lune par M5 et l'heure solaire.

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			

Cette table ressemble à celle du Queen's college de Cambridge. Elle donne la correction que l'on doit ajouter à l'heure marquée par l'ombre de la Lune pour obtenir l'heure solaire. Il s'agit bien d'un convertisseur lunaire simplifié car l'heure solaire est reliée à l'heure lunaire par une relation linéaire telle que :

$$H = (h + 24a/30)$$

- ° mod 12 h étant l'heure de l'ombre lunaire lue sur le cadran,
- ° a étant l'âge de la Lune (temps en jours écoulés depuis la dernière nouvelle Lune).

Ici, le concepteur a pris l'hypothèse simplificatrice de l'époque en considérant un mouvement régulier de la Lune s'écartant chaque jour du Soleil d'un même angle de 12° et en prenant des lunaisons de 30 jours. Ainsi, pour chaque période de 15 jours entre la nouvelle et la pleine Lune, on devra ajouter la valeur indiquée par la table, donc en lisant l'heure h au clair de Lune et en connaissant son âge, on peut en déduire l'heure solaire correspondante avec une précision discutable, car il faut reconnaître qu'une certaine habitude était nécessaire, notamment pour évaluer l'âge de la Lune. Bien entendu, les heures "lunaires" sont comptées de nuit.

Exemple :

$h = 12$ (minuit à la Lune)

$a = 21$ jours

$H = (12 + 24 \times 21 / 30) \bmod (12) = 4,8$ heures du matin = 4h 48min (heure solaire).

4 Le motif central M4 est un blason

Ce blason nous a posé bien des problèmes d'identification comme on va le voir.



Figure 3: le blason de la table

Blasonnement :

"De *** au chevron de *** accompagné de trois roses (ou quintefeuilles) de ***"

Notons que ce blason est surmonté d'une couronne comtale et que l'on ne trouve guère de roses d'autres couleurs que rouge (gueules) ou jaune (or), ou encore blanc (argent). Des roses rouges sont forcément posées sur un champ de métal (or ou argent). Des roses jaunes ou blanches sont forcément posées sur un champ d'émail (gueules, azur, sinople, etc.)

Le chevron peut être de la même couleur que les roses ou d'une couleur différente.

Il n'y a aucun doute sur le fait qu'il doit exister une relation entre ce blason et le lieu Fontenetin, mais cela reste une énigme... pour l'instant.

En effet, nous nous sommes adressés aux héraldistes les plus chevronnés sans succès et toutes nos recherches sur le sujet auprès des services des archives ont été infructueuses, cependant une piste n'est pas complètement fermée : la grille de la chapelle du Saint Sacrement de la cathédrale de Verdun (Voir figure 4) avec l'inscription: "offert par la baronne d'Anglemont. 1873."



Figure 4: le blason de la cathédrale de Verdun

5 Le cadran central M5 :

5 - 1 Les courbes de dates

Ce cadran possède des hyperboles de dates correspondant aux signes du zodiaque avec les inscriptions suivantes du Sud au Nord (en italique, les signes dessinés) :

Tropique du cancer: ♋ JOURS TROPICQUE DU SOLSTICE D'ESTE NUIT(S)
 ☾ 22 JUIN LEVE A 3H&55M COUCHER A 8H &5M 22 JUIN ☽
 16h10m St PAULIN St PAULIN 7h50m (*Lion*)

22 Mai (Gemeaux): ♊ 22 MAY S.HELENE LEVE A 4H19m COUCHER A 7H41m 23 juillet S Nicaise
 15H28m 8H32m

21 Avril: ♈- 21 AVRIL S. SIMEON LEVE A 5H6M COUCHER A 6H&54m 23 Aout S. TIMOTHEE
 13H52m 10h8m(*Vierge*)

EQUINOXE DU PRINTEMPS

♈ LEVER A 6H S.BENOIT
 12H

EQUINOXE D'AUTOMNE

♏ COUCHER A 6H S.()SSES ♎
 12H

19 Fevrier (Poissons): ♉ 19 FEVRIER S.JULIEN LEVER A 6H56M COUCHE A 5H4M(LE 24 B^{re}) S
 MAGLOIRE 10H8m 13h52m

21 Janvier(Verseau): S.AGNES LEVER A 7H41 COUCHER A 4H19 S.CLEMENT (*Sagittaire*)

8H32

15H28

Tropique du Capricorne: TROPIQUE

D'HYVER

JOURS 22 λ^{bre} (LEVER A) 8HET5M

COUCHER A 3H&55M 22 λ^{bre} (*Capricorne*)

7H50M

16H10M

Ces courbes de dates sont marquées à chaque extrémité par la durée des jours et des nuits.

Exemple : 19 février (*Poissons*), durée du jour: 10H8m ; durée de la nuit : 13h 52min
Le long de chaque courbe on peut lire les heures des levers et des couchers du Soleil.

Exemple : 22 Mai (*Gémeaux*): lever à 4h 19min et coucher à 19h 41min.

Avec ces heures, ces courbes permettent d'obtenir une estimation de la latitude pour laquelle la table a été conçue. Nous trouvons environ 50° (Voir calculs en annexe).

Rappelons que l'angle solaire correspondant à la longueur du jour H_0 est tel que :

$$\cos H_0 = - \operatorname{tg} \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta$$

et les valeurs marquées sur les courbes correspondent au tableau calculé suivant pour la latitude de 50°6' (50°,1) :

date	21/12	20/1&22/11	19/02&23/10	20/3&23/9	20/4&23/8	21/5&23/7	21/6
δ	-23,44	-20,15	-11,47	0	11,47	20,15	23,44
lever	8H4'	7H44	6H56'	6H	5H3	4H15	3H55
coucher	15H55'	16H15	17H4'	18H	18H56	19H45	20H5
jour	7H50'	8H31'	10H7'	12H	13H52	15H28	16H10
nuit	16H9'	15H28'	13H52'	12H	10H8'	8H32	7H50

Ces valeurs se retrouvent presque exactement sur les courbes de date du cadran, les faibles écarts observés étant dus probablement à l'utilisation d'une méthode géométrique ou à un très léger défaut de perspective.

Il devenait donc assez clair que cette table provenait de la région Champagne-Ardennes. Dans le tableau des villes M2, il est noté FONTENETIN avec une longitude de -4° environ. En tenant compte du blason M4, il pourrait peut-être s'agir de FONTENAY, anciennement Fontenetum, village de l'Aisne ayant pour latitude 49°24'26" et une longitude de -3°11'54".

Mais devant cette énigme, comme nous l'avons dit, nous avons consulté les services des Archives Départementales de la Meuse, des Ardennes, de Meurthe et Moselle, de la Marne et de Belgique mais personne n'avait d'information sur le lieu recherché.

Aussi n'avons nous pas abandonné et nous avons recherché dans les listes Rietstap et de Renesse!

5-2 L'éventail horaire

L'éventail horaire montre les heures par des segments, les demi-heures sont marquées par des étoiles à 6 branches et les quarts d'heures par de courts segments.

Les lignes d'heures sont symétriques et numérotées dans le sens direct : VIII ; VII ; VI ; V ; IIII ; III ; II ; I ; XII ; XI ; X ; IX ; VIII ; VII ; VI ; V ; IIII.

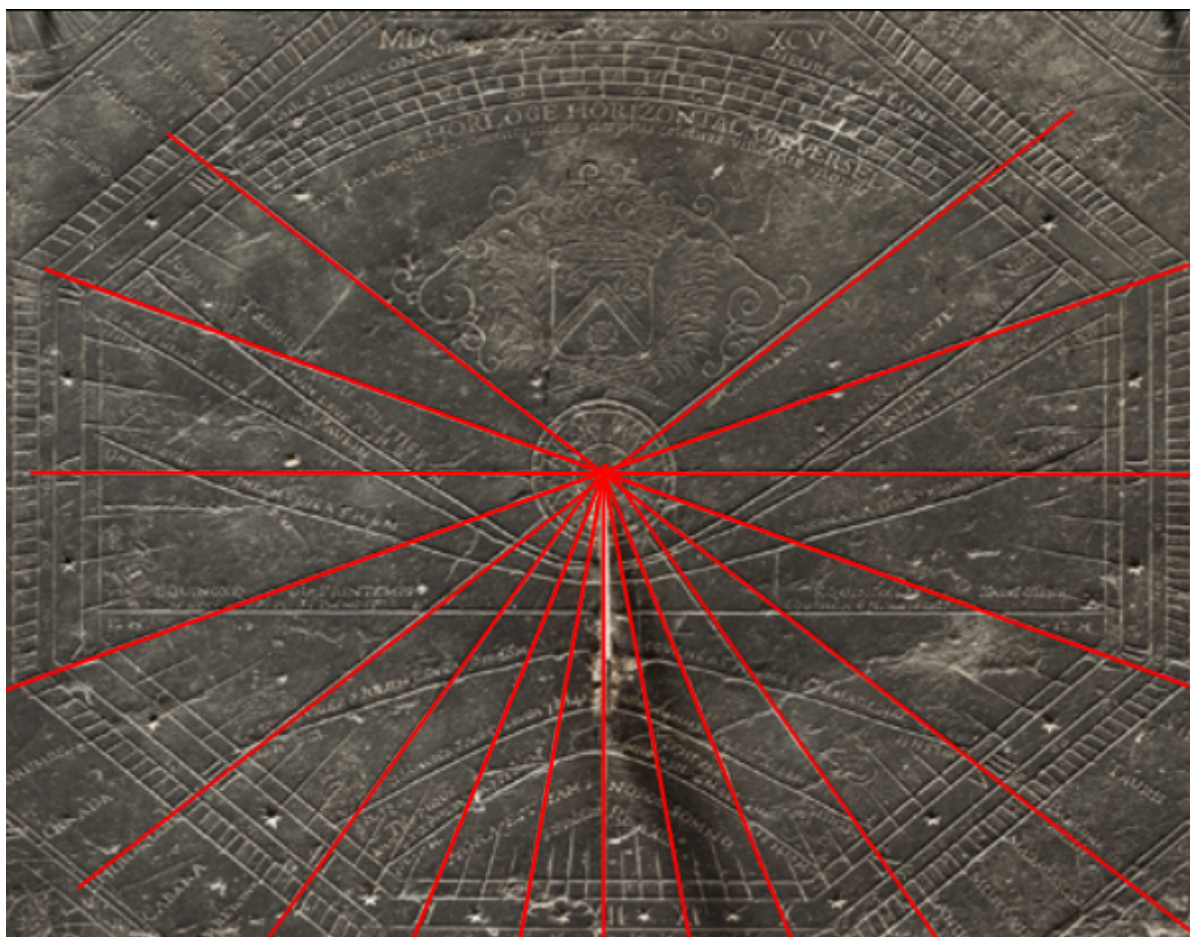
Sous le segment du matin noté IIII, on lit : CONSULERES

Ce terme est la deuxième personne de l'impératif du verbe: consulo-is-ere. Il signifie :
"Délibère. Prends conseil. Pourvois à ...Veille sur...
Sous la courbe du Capricorne on lit :

**HORA EST JAM NOS DE SOMNO
SURGERE. ROM XIII°**

Ce qui signifie: "Voici qu'il est déjà l'heure de nous arracher au sommeil. Rom XIII°"
En effet, au chapitre XIII §11 de l'Epître de Saint Paul aux Romains on retrouve bien ce texte.

La figure ci-dessous montre la superposition quasi parfaite entre le cliché du cadran central M5 et l'éventail calculé pour une latitude de $49^{\circ} 25'$, tandis que pour la valeur $50^{\circ}6'$ il est très légèrement plus ouvert entre 6 et 12 heures. Il est très difficile de départager ces deux valeurs car le très faible écart observé peut provenir, comme nous l'avons dit, d'un effet de perspective du cliché.



5-3 - Le style triangulaire

Pour avoir une autre valeur de la latitude, nous avons, bien entendu, fait mesurer avec précision les dimensions du grand style central triangulaire (figure 6).

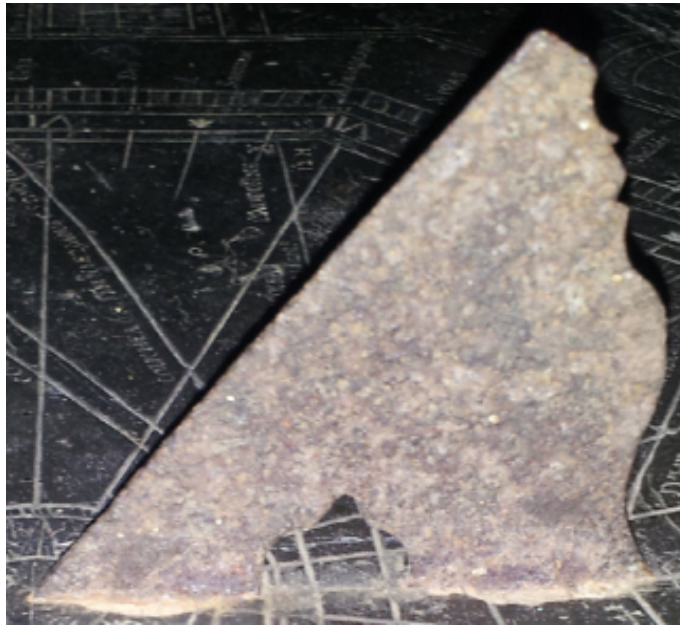


Figure 6: le style central

Cela donne :

Hypoténuse : 85,5 mm hauteur : 65 mm soit $\sin \phi = 65/85,5$

Ce qui nous permet de calculer $\phi = 49^{\circ}29' 5''$ très voisin de la valeur déjà obtenue.

6 - Les cadrans M1 et M6

Ces deux motifs sont en réalité deux versions d'un même cadran et donnent les heures antiques judaïques. M1 nomme les heures en chiffres arabes, tandis que M6 les nomme en chiffres romains, mais les éventails horaires sont les mêmes.

Au niveau du titre on lit clairement leur destination: CADRAN JUDAÏQUE

Dans ce système, l'heure judaïque ou temporaire est la douzième partie du jour, c'est à dire entre le lever et le coucher du Soleil, ce qui entraîne que la longueur de ces heures varie chaque jour. A l'équinoxe, le long d'une horizontale, une heure temporaire dure 60 minutes , tandis qu'au solstice d'hiver elle dure seulement 39 minutes et au solstice d'été 1h 21min à la latitude considérée.

Curieusement, les styles droits ne sont pas à leur places habituelles et sont plutôt "plantés" au centre de ces cadrans et seul le style du cadran G1 subsiste. L'heure est donnée par l'orientation de l'ombre à la base des styles droits, ce qui n'est pas aussi précis que celle du cadran central M5. Bien que les lignes horaires temporaires soient en réalité des courbes complexes, ce sont pratiquement des segments de droites gradués de 1 à 11H avec une médiane à 6 H , les heures 0 et 12 étant rejetées à l'infini.

On lit sur M1 : MEMORARE NOVISSIMA TUA ET IN AETERNUM NON PECCABIS CADRAN JUDAÏQUE. Ce qui signifie : " Souviens toi de tes fins dernières, et dans l'éternité, tu ne pêcheras point"



Cadran M1



Cadran M6

Figure 7 :

et sur M6: PLANUM QUOD BYSSEX TAM JUSTE DIVISAS HORAS JUSTITIAM SERVARE MONET LECTS ALTERI

Soit "Il est évident que ces deux groupes, chacun de six heures, si également divisées t'enseignent à respecter la justice pour autrui."

Ici il est particulièrement malaisé de rendre en français la pensée de l'auteur ; il note que, au rebours des cadrans italique et babylonique, les heures temporaires sont symétriques, deux à deux, avec la sixième comme axe de symétrie. Mais cette identité entre les couples de deux heures, égales entre elles, n'emporte pas l'égalité de toutes les douze heures entre elles. La justice c'est rendre à chacun ce qui lui est dû (suum cuique tribuere) et non pas d'égaliser toutes les conditions.

7 - Le cadran G1

Comme son titre l'indique, il s'agit d'un cadran d'heures italiques. Comme d'habitude, son style est droit et il est gradué de 11 à 23H dans le sens indirect.



En outre, on peut lire les textes suivants :

GALLICA PURPOREO SCR(1)BITOR HORA COLORE
CADRAN ITALIQUE

ITALA SIGNATUR VIRIDI BABILONE NEGRO

Ici le sens n'est pas douteux : il s'apparente au mode d'emploi indiqué par le Père Bonfa sur la voûte de l'escalier du lycée Stendhal à Grenoble : "On a désigné les heures "à la française" par la couleur rouge, les heures italiques par la verte et les heures babyloniennes par la noire"

Comme à notre habitude, nous avons calculé les tracés des cadrans Italiques et Babyloniennes (Voir figure 9) afin de les comparer aux cadrans tracés sur la table. P indique le pied du style droit théorique, les lignes babyloniennes sont numérotées de B1 à B14 tandis que les lignes italiques le sont de I10 à I23.

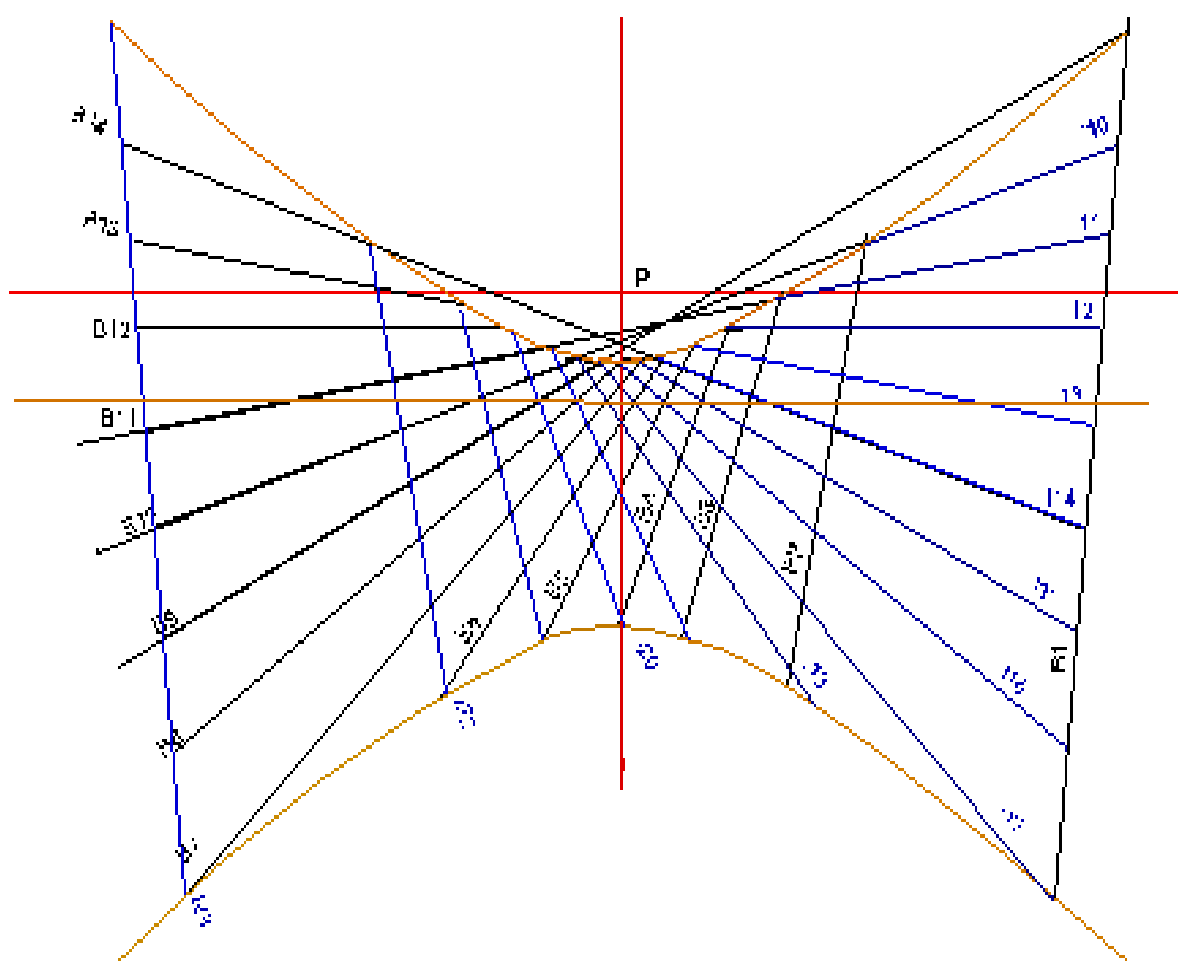


Figure 9: Les cadrans Babyloniennes et Italiques calculés

Sur la figure 10, où nous avons superposé le tracé calculé au cliché, nous voyons que malgré quelques incertitudes, le tracé correspond bien au cadran pour la latitude donnée.

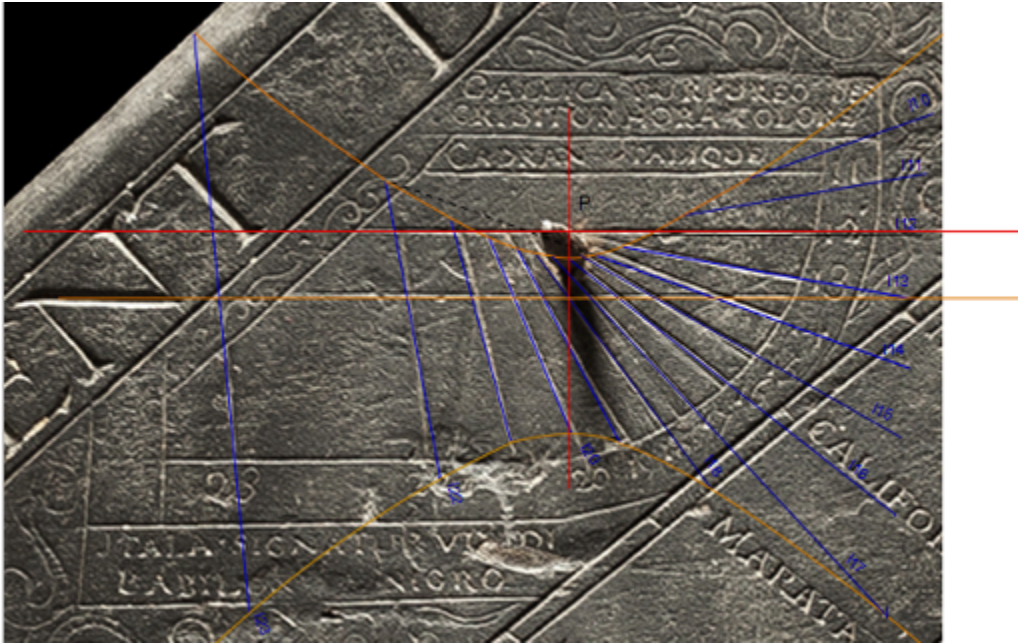


Figure 10 : le tracé du cadran Italique et son calcul (en bleu)

8 - Le cadran D1

Il indique les heures babyloniennes qui sont graduées de 1 à 13H dans le sens indirect.



Figure 11: Le cadran D1

Nous laissons au lecteur le soin de superposer ce cliché au tracé calculé. Hormis la ligne B5 (marquée V heures) dont la gravure n'est pas rectiligne et B1 qui est légèrement décalé vers l'ouest, on peut mettre en évidence une assez bonne correspondance comme nous l'avons fait pour le cadran d'heures italiques.

Sur ce cadran, les indications sont les suivantes :

HORA FUGIT CULPA CRESCUNT. MORS LIMINA PULSAT
CADRAN BABILONIQUE
PRETERITUM TEMPUS NON REVOCARE POTES

Soit: "L'heure s'enfuit. Les fautes s'accroissent. La mort presse ton seuil. Tu ne peux pas faire revenir le temps écoulé".

9 - Les cadrans rectangulaires G2 et D2 :

Cette fois ce sont à nouveau des cadrans Babyloniens et Italiens, mais rectangulaires et dans l'ordre inverse des précédents, le cadran Babylonnien étant à gauche (G2) et le cadran Italien à droite (D2).



Figure 12 : Les cadrans G2 et D2

Les tracés et graduations reprennent ceux des cadrans précédents mais comportent une heure de moins à l'extrémité (B1 et I23) car ils sont moins larges, mais les textes sont identiques.

On lit sur G2 vers le sud :

HORA FUGIT CULPA CRESCUNT) ; MORS LIMINA P(ULS)AT
CADRAN BABILONIQUE

et sur G2 vers le nord :

P(RETE)RITUM TEMPUS NON ; RE(VOC)AR(E)) PO(TES)

On lit sur D2 vers le sud :

GALLICA PURPUREO DESCRIBI; (T)OR HORA COLOR(E)
CADRAN ITALIQUE

et vers le nord :

ITALA SIGNATUR (VIRIDI)I ; BAB(ILONE NEGRO)

Ces inscriptions sont respectivement les mêmes que celles des cadrans G1 et D1. On peut donc se demander pourquoi le cadranier a reproduit ici les mêmes cadrans et les mêmes textes dans cette position centrale.

10 - Les cadrans circulaires G3 et D3

Ces cadrans à styles droits sont classiques et reprennent tous les deux l'éventail horaire central de M5 avec moins de précision. G3 a perdu son style, tandis que D3 l'a conservé. Ces deux cadrans étant semblables leurs graduations sont redondantes, G3 est gradué de 5H à 19H, et D3 de 5H à 18H. On peut ainsi se demander pourquoi l'auteur les a de nouveau incorporés à cette table, peut-être a-t-il voulu éviter les ombres du matin et du soir du grand style triangulaire central sur ces deux cadrans?

Sur la périphérie de G3, on distingue les textes suivants :
HOMO FUGIT VELUT UMBRA
NUMQUAM IN EODEM statu permanet

Ce qui signifie : "L'homme disparaît comme une ombre. Jamais il ne demeure dans un même état".



Figure 13: Le cadran G3



Le cadran D3

Et sur la périphérie de D3 :

DIES MEI SICUT UMBRA; DECLINAVERUNT Ps : 101

Soit : "Mes jours se sont enfuis comme l'ombre. Psaume 101". Cette citation provient bien du Psaume 101, numéroté actuellement 102.

11 - Un dénouement inattendu

C'est récemment, en Avignon, que se produit un événement assez incroyable. Vous allez nous dire derechef, mais que vient faire Avignon dans cette quête? Il faut savoir que cette ville accueille la réunion désormais habituelle de la Commission des Cadrans Solaires de la SAF, et qu'à cette occasion, notre Président demanda à Michel Ugon de faire une présentation sur les études en cours, ce qu'il fit en montrant les énigmes subsistantes de cette table énigmatique de 1695, notamment Fontenetin et le blason aux trois roses.

C'est alors que lorsque l'exposé fut terminé, notre collègue de la commission, André Bousquet, vint trouver l'orateur pour lui dire qu'il connaissait ce blason aux trois roses car il appartenait... à la famille de son épouse et qu'il allait rechercher dans ses archives. Inouï !

Dès la semaine suivante, nous obtenions ses conclusions :

Au 16e siècle les LAMBIN ont des terres à Morimont, à l'Est de Damvillers dans la Meuse. Ce sont des Lorrains, d'où l'enregistrement du blason à Metz. La famille s'implante dans le duché de Carignan en 1685, notamment au château de Réméhan dans la paroisse de Pouru-Saint-Rémy (Coordonnées : 49°40'66" N et 5°6'16" E).

En 1686 ils achètent le fief d'ANGLEMONT sur la paroisse d'Haumont-près-Samogneux au nord de Verdun. Les terres de la ferme d'Anglemont sises au sud d'Haumont jouxtent les communes de Samogneux et de Beaumont.

Pendant la première guerre mondiale, le 22 février 1916 le village est pris par les Allemands puis repris le 8 octobre 1918 mais à la suite de ces batailles acharnées il est complètement détruit et fait partie des villages disparus.

La carte de Cassini n'apporte aucune information particulière, mais celle de Napoléon de 1834 indique clairement au sud de la ferme "La fontaine d'Anglemont". On peut donc supposer que cette fontaine avait une certaine célébrité pour faire l'objet d'une mention écrite au cadastre d'alors.

En vertu d'un édit de 1697, le blason est enregistré à l'Armorial de France à la demande de Jean Lambin, l'acquisition du fief et du blason aux trois roses étant relativement récentes.

Tout ceci oriente vers l'attribution de cette table à Jean II LAMBIN d'ANGLEMONT (1651-1726) qui a fait preuve de culture et d'érudition en son temps. Il était écuyer, conseiller-secrétaire du Roi, seigneur d'Anglemont et autres lieux, maître-général des Eaux-et-Forêts, et maire royal de Carignan (duché voisin) en 1694.

C'est sans doute la solution de l'énigme que nous cherchions depuis si longtemps. En outre, avec cette solution, nous comprenons que l'on était en face d'une triple difficulté :

- 1 - La commune d'Haumont-près-Samogneux dans la Meuse a été supprimée de la carte.
- 2 - Le blason de la famille d'Anglemont de Tassigny venait d'être obtenu.
- 3 - Le terme "Fontenetin" se rapportait sans doute à la fontaine d'Anglemont signalée seulement sur une carte de 1834.

Nous en resterons donc là en rappelant ici les coordonnées de Fontenetin-d'Haumont-près-Savogneux : 49°16'22" N et 5°21'9" E qui sont parfaitement compatibles avec les calculs effectués sur cette table.

ANNEXES

Annexe 1 : Durée du jour et heures temporaires

H_0 étant l'arc diurne, la durée du jour est donnée par la relation $2H_0/15$
avec $\cos H_0 = -\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta$

Annexe 2 : Calcul des lignes italiques et babyloniennes (G1, G2, D1, D2)

Pour un cadran horizontal ($\alpha = i = 0$ et $\beta = \varphi_k = \varphi$), les coordonnées cartésiennes de l'extrémité de l'ombre d'un style droit sont données par :

$$x = a \sin H/D$$

et

$$y = a(\sin \varphi \cos H - \cos \varphi \operatorname{tg} \delta)/D$$

avec

$$D = \cos \varphi \cos H + \sin \varphi \operatorname{tg} \delta$$

Pour $\delta = -23,44, 0$ et $+23,44$ $a = 10$ mm et $\varphi = 50^\circ$

On a les résultats suivants pour les lignes babyloniennes :

Pour $\delta = -23,44$ $H_0 = 58^\circ,89$

ligne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B_j	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210
H_j	-44	-29	-14	1	16	31	46	61	76	91	106	121	136	151
x	-53	-21	-8	0,6	9,7	23,7	63,5	-405	-55	-29	-19	-13	-8,7	-5,4
y	63,4	41	35	33,6	35,6	42,9	71,3	-300	-26	-77	-1,3	1,7	3,4	4,4

Pour $\delta = 0$ la droite équatoriale est parallèle à l'axe des x et distante de $y = a \operatorname{tg} \varphi \cong 12$ mm

Pour $\delta = +23,44$ $H_0 = 121^\circ,11$

ligne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
B_j	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210
H_j	-106	-91	-76	-61	-46	-31	-16	-1	14	29	44	59	74	89
x	-63	-31	-20	-14	-9,3	-5,9	-3	-0,2	2,5	5,4	8,7	13	19	29
y	-34	-9	-2	1,4	3,2	4,3	4,8	5	4,9	4,4	3,5	1,8	-1,3	-7,7





Cadran à chambre méridienne

Denis Savoie et Anthony Turner

Description et recherches historiques sur le magnifique cadran solaire à chambre méridienne à sept œilletons, réalisé par le fabricant Claude Langlois au château de la Roche Guyon en 1741.

« [Payé] à Mr Langlois Ingenieur du Roy pour les Instruments de Mathematiques... pour menus depences que pour un Meridien par lui fait et pose pour Monseigneur sur la Terrasse de son Chateau de la Roche Guyon dans le courant du present mois 21 juin 1741, 262 livres 9 sols 6 deniers¹ »

Le prix payé pour un cadran solaire horizontal au fabricant d'instruments parisien Claude Langlois² (mort en 1756) par Sebastien de la Place, homme d'affaires d'Alexandre, 5^e duc de La Rochefoucauld (1690-1762), était élevé puisqu'il représente plus d'un tiers du salaire annuel du chef cuisinier d'Alexandre au château. Le cadran était toutefois exceptionnel !

Il survit encore, monté sur un coin de la balustrade de la terrasse Ouest du château. Le cadran horizontal est une belle pierre circulaire de 112 cm de diamètre, gravée de lignes horaires de IIII (*sic*) à VIII heures. On trouve au bord du cadran une double échelle avec des segments de lignes gravés toutes les cinq minutes ainsi que des segments plus longs pour les demi-heures et les quarts. Dans la partie inférieure du cadran, on lit : « Pour 49° 5^m, Langlois A Paris, 1741 » soit 49° 5' qui est en effet la latitude du lieu (49° 4' 51'' exactement).

En relevant sur papier calque une partie du réseau de lignes horaires, on s'est assuré que le cadran était correctement calculé. Rappelons à ce propos que sur un cadran horizontal, les lignes horaires à privilégier pour déterminer la latitude sont celles qui bissectent l'éventail 6 h-12 h ou 12 h-18 h, soit sous nos latitudes 8 h 30 m et 15 h 30 m : ce sont celles où une erreur de mesure a le moins de répercussion sur le résultat³.



Fig 1 : Le cadran solaire horizontal du château de la Roche Guyon avec sa chambre méridienne. On a ouvert les deux portes d'accès côté Nord.

¹ Archives de la Val d'Oise 10J 641.

² Voir M. Dumas, « Quelques fabricants d'instruments scientifiques anciens », *Revue d'Histoire des Sciences et de leurs applications*, 1950, t. 3, n° 4, p. 369.

³ Voir D. Savoie, *La Gnomonique*, Les Belles Lettres, Paris, 2007, p. 353-356.

Entre la double ligne midi de 14,5 cm de large est fixée une imposante chambre méridienne en laiton de 60 cm de haut et de 71,5 cm de long, et dont les deux axes polaires de 78 cm de long font office de style pour le cadran horizontal gravé. Cet axe polaire est muni en son milieu d'une fente de 1 mm de large et longue de 46,2 cm, ponctuée de 7 œilletons, qui laisse entrer la lumière solaire, produisant alors dans la chambre un rai de lumière horizontal, marqué de trous. Deux trappes situées du côté Nord permettent à l'observateur d'accéder à l'intérieur de la chambre obscure. Ajoutons que le dos polaire de la chambre en laiton est gravé à nouveau de son constructeur « *Langlois Paris aux Galeries du Louvre* ».



Fig 2 : Vue du dessus. Les deux arêtes de la chambre méridienne font office de style polaire pour le cadran horizontal.

Sur un espace de 7 cm, au bord Nord de la chambre, Claude Langlois a gravé très finement dans le laiton des lignes horaires, de 1 minute en 1 minute, allant de 11 h 30 m à 12 h 30 m ; sous cet espace et sur 16 cm, les lignes horaires sont espacées toutes les 15 minutes.

Il y a là de toute évidence la volonté d'indiquer très précisément les alentours du midi solaire. Les sept petits œilletons du large style polaire sont séparés par la séquence : 3,6 cm, 8,7 cm, 10,8 cm, 10,8 cm, 8,7 cm, 3,6 cm, avec en face de chaque œilleton le signe zodiacal, le plus haut correspondant au solstice d'été et le plus bas au solstice d'hiver.

Le jour du solstice d'été, c'est donc la tache de lumière de l'œilleton le plus haut qui se trouve juste au bord du réseau de lignes horaires. On montre que les autres espaces correspondent aux sommets de styles droits fictifs, – donc de styles polaires de longueur variable –, telles qu'à des dates remarquables (entrée du Soleil dans les signes du zodiaque),

la tache de lumière d'un œilleton tombe à midi vrai sur l'image du Soleil au solstice d'été⁴. En d'autres termes, au lieu d'avoir un œilleton et sept arcs diurnes traditionnels, on a un seul arc diurne (assimilé à une portion de droite aux alentours de midi en été⁵) et sept œilletons.

Si on appelle k la longueur de l'ombre d'un style polaire à midi vrai, prise ici comme une constante, on obtient la longueur du style correspondant par :

$$U_{\delta} = k \cos(\phi - \delta) / \cos \delta$$

ϕ étant la latitude du lieu et δ la déclinaison du Soleil. A la Roche Guyon, on a $k = 70,3$ cm.

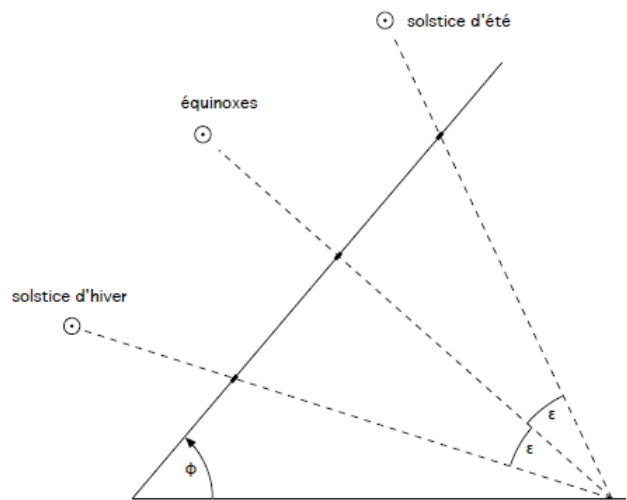


Fig 3 : Sur cette photo, on voit nettement la fente polaire qui laisse entrer les rayons solaires. Notons également la signature gravée de Langlois en bas du cadran.

Il convient de noter que le rai de lumière a une certaine épaisseur, notamment dans la partie issue de la partie la plus haute de la fente : la distance par rapport au plan horizontal étant plus grande, un effet de pénombre devient sensible. Mais la lecture de l'heure reste quand même très précise.

⁴ Au milieu du XVIII^e siècle, l'obliquité de l'écliptique valait 23° 28'.

⁵ L'écart aux extrémités de l'arc est inférieur à 2 millimètres avec une droite.

D'après les descriptions et les illustrations données ici, il ne fait aucun doute que le cadran à La Roche-Guyon est unique parmi les cadrans solaires européens connus. Simple dans sa conception, il est par contre très sophistiqué dans son exécution ; il est la concrétisation alors en vigueur de la définition d'une méridienne donnée par Jérôme de la Lande dans l'*Encyclopédie*⁶, comme étant la « ligne droite qui se détermine par l'intersection du méridien du lieu avec le plan du cadran ». Que ce cadran fut créé pour un endroit aussi reculé que celle de La Roche-Guyon nécessite une explication.

On peut la trouver en cherchant dans la carrière de son auteur, Claude Langlois, et dans le caractère de son client, Alexandre de La Rochefoucauld. Langlois, membre de la Corporation des fondeurs, a construit toutes sortes d'instruments mathématiques au cours de sa carrière active, qui va sensiblement de 1720 jusqu'à sa mort. En 1730, il reçoit sa première commande du pouvoir royal, un quart de cercle murale de 6 pieds de rayon pour l'Observatoire de Paris ; dès lors, il devient l'ingénieur-constructeur quasiment attitré, ce qui s'accompagne d'un logement et un atelier au Louvre, ainsi que l'attribution (honorifique) du titre « Ingénieur du Roi ET de l'Académie Royale des Sciences ».

Langlois était bien connu des membres de l'Académie, à qui il a fourni plusieurs instruments pour les expéditions scientifiques montées au cours du deuxième quart du XVIIIe siècle, tout en travaillant de façon indépendante avec certains autres membres de l'Académie sur différents projets⁷.

L'un d'entre eux est particulièrement notable. En 1729, lorsque Jacques Cassini, dit Cassini II, a finalisé la grande méridienne au premier étage de l'Observatoire de Paris, c'est Langlois qui a fourni les trente-deux règles de cuivre de la méridienne, chaque règle valant la dixième partie de la hauteur du gnomon ; la trente-deuxième règle, la plus proche du mur Nord, était plus courte⁸.



Fig 4 : Trente minutes avant midi solaire, on commence à distinguer le rai de lumière à l'intérieur de la chambre méridienne. ►

⁶ *Encyclopédie méthodique*, t.2, p. 385.

⁷ Les détails concernant la biographie de Claude Langlois se trouvent dans Charles Coulston Gillispie (ed), *Dictionary of Scientific Biography...*, viii New York 1973, 21-2 (bien que de nombreuses références soient incorrectes), dans M. Dumas, « Quelques fabricants d'instruments scientifiques anciens », *op. cit.*, et dans D. Beaudouin, P. Brenni et A. Turner, *A Bio-bibliographical Dictionary of precision instrument-makers and related craftsmen in France, 1430-1960*, (en cours de préparation), d'où sont extraits les détails donnés ici.

⁸ A. Gotteland, G. Camus, *Cadrans solaires de Paris*, Paris, 1993, p. 151.

Cassini a conçu et réalisé sa méridienne peu de temps que l'horloger Henry Sully (1680-1728) soit mort, laissant inachevée la méridienne qu'il avait commencée dans l'église de St Sulpice à Paris. Sully avait notamment attiré l'attention sur l'intérêt de telles méridiennes, qui sont à la fois utiles et attrayantes dans les lieux publics. En 1738, quand la place du pont au Change a été créée à l'initiative de Michel Etienne Turgot (1690-1751), prévôt des marchands de Paris – l'une des nombreuses améliorations dont il est l'instigateur – Cassini II a été chargé d'élaborer pour cette place ce qui allait être connu sous le nom de « méridien de la ville ». L'instrument était composé de dalles de marbre blanc où était incrustée la méridienne, les heures et les signes du zodiaque étant coulés en plomb afin d'assurer une meilleure visibilité. « Tout ce qui concerne cette méridienne a été exécuté par *Langlois*, Ingénieur du roi pour les instrumens de Mathématique, & le plus habile ouvrier de toute Europe dans ce genre⁹ ».

Langlois a été payé 518 livres pour son travail sur cette méridienne, achevée seulement trois ans avant qu'il ne crée la chambre méridienne à La Roche-Guyon en 1741.

Deux ans après, vers 1743-1744, il s'attela à un travail encore plus ambitieux, la construction de la méridienne dessinée par Le Monnier pour l'église de St Sulpice, aménagée parallèlement à celle initiée par Henry Sully¹⁰. Langlois, au cours de ces six ou sept années, a été profondément engagé à la fois dans la construction des cadrans solaires méridiens, aux côtés de leurs concepteurs. A la



Fig 5 : Dans cette vue rapprochée de l'intérieur de la chambre méridienne, le rai de lumière ponctué de taches indique sensiblement 11 h 53 m de temps solaire vrai.

suite de l'inauguration de la méridienne de la place du pont au Change, son nom venait inévitablement à l'esprit dès qu'il était question de construire un cadran solaire de précision.

Il correspondait exactement à ce que recherchait Alexandre de La Rochefoucauld dans le cadre des embellissements qu'il entreprenait au château de La Roche-Guyon. Entre autres améliorations, il avait déjà construit une nouvelle bibliothèque, qui reflète son intérêt déjà

⁹ J.-A. Piganiol de la Force, *Description historique de la Ville de Paris*, 1765, iii 880. La même citation se trouve dans Thiery, *Guide des amateurs et des étrangers voyageurs à Paris...*, Paris 1787, i 490-91. On trouvera des détails et des illustrations de cette méridienne dans A. Gotteland, *Les Cadrans solaires et méridiennes disparus de Paris*, Paris, 2002, p. 75-77, en prenant garde que le texte est confus et imprécis puisque la conception de la méridienne est attribuée à Lalande qui n'avait que 6 ans en 1738 !

¹⁰ A. Gotteland, G. Camus, *Cadrans solaires de Paris*, op. cit., p. 100-106; voir également G. Camus, P. de Divonne, A. Gotteland et B. Tailliez, « Les méridiennes de l'église Saint-Sulpice à Paris », *L'Astronomie*, mai 1990, 195-214; ainsi que *Bulletin d'ANCAHA*, 61 1991, p. 5-28.

ancien pour les sciences. En 1736, il avait installé un grand télescope, probablement sur la nouvelle terrasse au coin de laquelle Langlois allait rattacher sa chambre méridienne; puis il acquiert en 1743 un régulateur de parquet. Pour tous ces objets, Alexandre n'a épargné aucune dépense, en partie parce que ceux-ci étaient des objets de prestige, qui soulignaient d'une part son statut, et d'autre part parce que la qualité des instruments semble avoir été importante pour lui, Alexandre ayant toujours été attiré en plus par l'innovation et la nouveauté. Les méridiennes, si elles n'étaient pas encore complètement à la mode, suscitaient néanmoins de plus en plus l'attention du public. Alexandre estimant nécessaire qu'un cadran solaire soit construit pour La Roche-Guyon, il était donc inévitable que ce dernier comporte une méridienne et que celle-ci soit réalisée par Langlois – déjà associé à ce type d'objet – et déjà connu par Alexandre qui lui avait acheté un pantomètre en 1738. Il allait d'ailleurs continuer à lui acheter d'autres instruments, le plus notable étant aussi une nouveauté : une nouvelle forme de pantographe conçu par le neveu de Langlois, Jacques Canivet (c. 1720-1774)¹¹.

La chambre méridienne de La Roche-Guyon est *sui generis* et très sophistiquée, mais le contexte technique dont elle dérive peut être partiellement discerné, tout comme le contexte social dans lequel elle a été insérée. Dans quelle mesure la conception originale du cadran est due entièrement à Langlois, de même que dans quelle mesure ce dernier a répondu aux idées ou des instructions de son client, et enfin dans quelle mesure il a reçu de l'aide dans la conception de Cassini ou d'autres académiciens sont des questions auxquelles on ne peut probablement pas répondre.

Néanmoins, l'objet remarquable qu'il a réalisé est un témoignage de la capacité des ingénieurs-constructeurs parisiens du milieu du XVIII^e siècle à produire des articles originaux d'une très haute qualité de facture pour le marché domestique de luxe.



Fig 6 : Midi solaire le 17 juillet 2014 au château de la Roche Guyon.

¹¹ Ces détails sont issus de A. Turner, *Globes, lunettes et graphomètres: Alexandre de la Rochefoucauld et les sciences*, Paris 2014, où l'on trouvera de plus amples informations.



INFORMATIONS DIVERSES



° Dernières réalisations ou découvertes

- Claude Gahon : un cadran arc-en-ciel

« Eh bien en voilà un qui en fait voir de toutes les couleurs. Aboutissement d'une laborieuse et longue réflexion, mais qui, au final, a produit un petit jeu de couleurs assez singulier, c'est du moins ce que je pense.

Je suis revenu à mes premières idées : tube + fentes + fenêtres, comme dans "3 en 1" de mes débuts, mais j'ai un peu compliqué la chose en créant 1 fente + 1 fenêtre pour chaque heure de la journée. C'est ainsi qu'une fente produit un trait lumineux qui balaie la largeur de la fenêtre pendant une heure. On remarquera la disposition équatoriale tous les 15° des fentes et fenêtres. Compte-tenu des positions et dimensions de celles-ci, plusieurs traits lumineux peuvent être visibles en même temps dans plusieurs fenêtres. Dilemme !!

Et c'est là que les couleurs interviennent, car elles ne sont pas là uniquement pour la décoration, mais ont un rôle primordial dans le fonctionnement.

Chaque fente est "fermée" par une feuille de plastique transparent d'une certaine couleur, qui est aussi la couleur de la fenêtre associée à la fente. La fenêtre est fermée par un translucide au travers duquel on peut voir le trait de couleur produit par la fente.

La plage horaire de chaque fenêtre est repérée par 2 nombres gravés de part et d'autre (voir photos).

Maintenant on lit l'heure solaire en cherchant la fenêtre qui contient un trait de sa couleur. C'est ainsi que sur les photos on voit 1 trait orange et 1 trait bleu dans une fenêtre verte : circulez, c'est pas ici, allez voir en bas le trait bleu dans la fenêtre bleue, celle-ci est repérée par les gravures 8 et 9, il est donc environ 8h30 solaire.

N'est-ce pas "cool" ? Je vous laisse avec cet arc en ciel ».



- de Alain Chavara : destruction du cadran du collège Calmel

Monsieur Chavard est professeur au collège Maurice Calmel à Marans (Charente-Maritime). Avec deux autres professeurs et l'aide des élèves, ils avaient réalisé un magnifique cadran solaire dans le cadre d'activités scientifiques.

Par courrier du 10 mai 2014 adressé à notre collègue Michel Lalos, nous apprenons que ce cadran a été détruit en 2013, malgré les protestations.

Il portait le n° 1721802-1 de notre inventaire.



⇒ Dans la version numérique, vous trouverez en annexe :

le fichier marrans_cad_disp_mai_2014, présentant la lettre de M. A.Chavara et quelques articles de journaux.

Nous reproduisons ci-dessous le poème que Monsieur Chavard a écrit à cette occasion.

Adieu cadran solaire de Marans
Pour toi l'hiver est arrivé prématurément
Tu tomberas dans l'oubli évidemment
Sauf pour ceux qui t'ont accouché pendant 3 ans
Et si du haut du firmament
Tu vois cette bande de « mécréants »
Qui t'ont réduit à néant
Sois pour eux indulgent
Car ils ne sont pas très intelligents.

- Maurice Kieffer : nouveau cadran à Berrwiller

Décrit lors de notre réunion en Avignon (réf CR et info-mail n° 59 du 26/5), Maurice nous a fait parvenir des photos du cadran qui orne maintenant la place du village.

Cette photo prise le jour du solstice d'été a prouvé l'exactitude du cadran.



- Claude Gahon : l'Heursolier

« La saison des fruits commence et j'ai un arbre exotique qui me produit des fruits singuliers, dont je voudrais vous faire profiter.

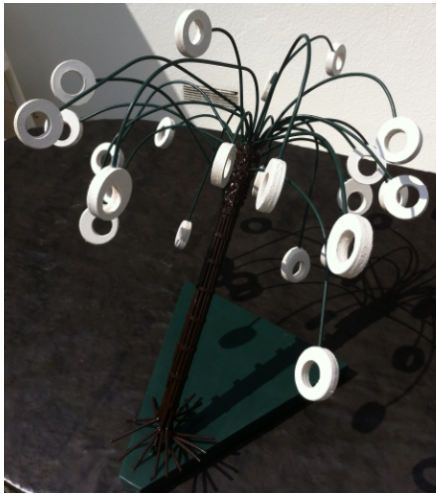
Malheureusement il manque un peu de soleil en ce moment pour une meilleure dégustation, je vous laisse cependant le loisir d'une cueillette à l'abri.

Voici donc cet arbre fruitier peu commun : l'Heursolier, qui, tout comme un pommier a sa pomme, celui-ci a l'heursol, autrement dit un fruit qui donne l'heure solaire.

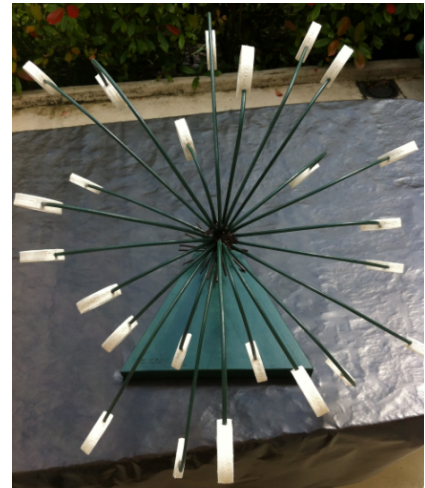
Pas de mystère sur son principe, chaque fruit (disque troué) correspond à une heure solaire ronde, il est, avec sa branche, contenu dans un plan horaire. La répartition des branches est tous les 15° autour du tronc. Comme dans "Soleil olympique"¹ ou "Sapin de

¹ Cadran Info n° 25 page 63

soleils", l'heure ronde est atteinte quand le trou intérieur du disque est totalement ombré, elle est indiquée par le nombre correspondant gravé sur le disque concerné.



Disques et plateau sont en bois, branches et tronc en tiges d'acier. Ces dernières m'ont donné beaucoup de mal à leur mise en place, il aurait fallu les souder pour être plus efficace, mais je ne sais absolument pas me servir de la soudure à l'arc. Dommage, j'aurais

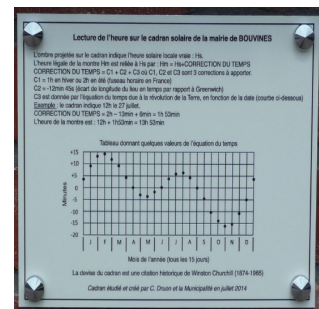
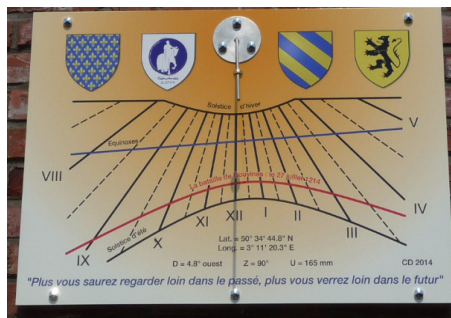


gagné du temps de mise en œuvre et de la solidité dans l'ouvrage.

Croquez les fruits, mais pas à pleines dents, vous risqueriez d'en perdre quelques-unes ».

- Christian Druon : cadran à Bouvines

Vous souvenez vous de la bataille de Bouvines ? Elle se déroula en juillet 1214 dans le comté de Flandre, actuellement département du Nord. Elle opposa les troupes royales françaises de Philippe Auguste à une coalition menée par Jean-sans-terre,



duc d'Aquitaine, de Normandie et roi d'Angleterre. La victoire est emportée par le roi de France.

Ch. Druon le 28/7/2014 : « Je vous fais part du nouveau cadran solaire que je viens d'installer sur le mur de la mairie de Bouvines. Il fait partie d'un des éléments pour la commémoration du 800e anniversaire de la bataille de Bouvines. J'avais proposé au maire, il y a quelques mois, d'étudier un cadran ayant la particularité d'avoir un arc anniversaire de cette bataille et il a accepté. Je vous transmets en fichiers attachés : les photos, une fiche descriptive et une fiche d'informations, qui sera disponible sur un présentoir et destinée au public de passage.

Le cadran de Bouvines est vertical. Il a une déclinaison $D = +4,8^\circ$, donc légèrement tourné vers l'ouest.

Sa devise est : *"Plus vous saurez regarder loin dans le passé, plus vous verrez loin dans le futur"*, citation de Winston Churchill extraite d'un de ses discours. La phrase originale est : *"The farther back you can look, the farther forward you are likely to see."*

On note quatre blasons:

- Le blason d'azur semé de fleurs de lys d'or du roi de France Philippe II dit Philippe Auguste (1165-1223).

- le blason d'or au lion de sable armé et lampassé gueules du comte de Flandre Ferrand (1188-1233), battu et fait prisonnier.
- Le blason bandé d'or et d'azur de six pièces de Bouvines – Cysoing.
- Le logo de l'Association Bouvines 2014, qui a la forme d'un blason et qui est une représentation équestre de Philippe II.

L'ombre donnée par la tige linéaire qui constitue le style permet de lire l'heure solaire sur la table du cadran. La tige possède un repère placé à $U=165$ mm qui est la distance entre le point de fixation du style et le repère d'ombre. Ce repère donne sur la table un repère d'ombre qui se déplace au cours d'une journée sur un arc de date. Chaque arc correspond à une déclinaison précise du Soleil. Il existe des arcs particuliers:

- l'arc du solstice d'hiver
- l'arc des équinoxes qui est une droite
- l'arc du solstice d'été (journée où le soleil est le plus haut)
- l'arc de l'anniversaire de la bataille (27 juillet 2014).

Remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce projet : M. Kieffer, D. Lusiak, J.L. Pelon, J.C. Pesant et la municipalité de Bouvines ».

- Claude Gahon : le temple du soleil

« Comme la météo estivale n'est pas vraiment au rendez-vous en ce moment, je me suis construis mon "Temple du Soleil" pour avoir l'illusion d'avoir tous les jours ce soleil à disposition.

Pas besoin d'incantations ésotériques comme sa représentation pourrait laisser penser, je vous donne le puzzle nécessaire à sa construction (photo 1).

Les photos 2, 3 et 4 montre l'évolution de la construction.

J'aurai pu m'arrêter lorsque j'avais obtenu un cadran horizontal avec le petit Soleil peint sur la base et l'intérieur du "pilier" Sud comme style. Cela aurait été trop facile, j'ai donc ajouté cette roue avec son "aiguille" et son axe plat pivotant horizontalement.

La roue porte des fentes qui servent de repère des heures rondes. La manœuvre consiste à faire tourner la roue en pivotant son bras de manière à ce que celui-ci reçoive l'ombre du "pilier" Sud. Quand l'ombre est axée sur le bras on lit l'heure sur la roue au droit de l'aiguille (cette aiguille est solidaire du bras, elle reste toujours verticale). EMCW (Elémentaire Mon Cher Watson !)

Cette fois la balle de ping pong n'a aucun rôle, c'est pour tromper l'ennemi !

Le tout est en tôle d'aluminium "brossé" et le support en contreplaqué peint, pour environ 30x30x30 d'encombrement.

Bonne réflexion ».



Photo 1



Photo 2



Photo 3

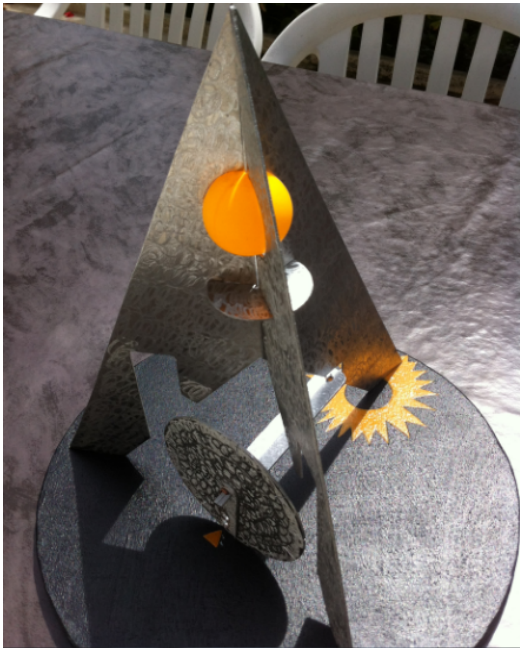


Photo 4



Photo 4bis



° Informations diverses

- Hiéroglyphes et cadrans solaires égyptiens.

Dans ses articles "Déchiffrement" (Cadran Info n° 27) et "Aux quatre vents des cadrans solaires" (Cadran Info n° 28), Jean Scordia nous a habitués à des études concernant des écritures/chiffres anciens, symboles etc... pouvant être gravés sur des cadrans solaires.

Ces articles reçus sur papier avec bien sûr de nombreux "signes" que Word et Open Office ne peuvent transcrire à ma connaissance, sont l'objet de coquilles ou de corrections par l'auteur.

Pour le présent article : "Hiéroglyphes et cadrans solaires égyptiens", ce sont les documents de J. Scordia directement scannés qui sont mis à disposition dans l'annexe de la version numérique de ce Cadran Info. Vous trouverez donc :

- ° L'article complet de 21 pages dont nous reprenons l'introduction ci-dessous.
- ° Des précisions et corrections à l'article, daté du 19 avril 2014.
- ° L'errata (bis) de l'article, daté mai 2014.
- ° L'errata (ter) de l'article, daté juillet 2014.

HIEROGLYPHES ET CADRANS SOLAIRES EGYPTIENS.



[escalier = *km*; chouette = *m*; pain = *t*; croix dans cercle = agglomération : ce qui donne KHEMET = « Terre noire », c'est-à-dire le limon du Nil, l'EGYPTE en hiéroglyphes]

Ces lignes sont un retour à l'une des sources non du Nil mais du temps, un petit essai de déchiffrement ou de compréhension de quelques inscriptions gravées sur les rares instruments de mesure du temps, de l'époque des pharaons (les fils du dieu Soleil), ainsi que de quelques symboles du Zodiaque sculptés sur le plafond du temple de Dendérah.

On connaît le fonctionnement de ces cadrans, les principes de leur tracé, mais on lit peu d'informations sur les images ou signes qui y sont gravés. Le point de départ de la recherche a été l'observation d'une réplique du cadran solaire-règle de Touthmosis III, lors d'une journée du patrimoine dans une ancienne carrière d'ardoise finistérienne : le cartouche du pharaon contenait en écriture hiéroglyphique le nom de M. Cornec, connu des lecteurs de Cadran Info. J'ai voulu en savoir plus sur cette écriture, présente sur certains cadrans « solaires » égyptiens de l'époque pharaonique.

Il me semblait intéressant de comprendre quelques bribes de cette écriture esthétique (dans laquelle le dessin se confond avec l'écriture et la gravure) dont le sens nous paraît hermétique. Les instruments de mesure du temps choisis dans cet article sont des cadrans conservés au Louvre, à Berlin ou au Caire : la règle de Touthmosis III, le fragment décoré d'un autre cadran de même type, le cadran trouvé à Saïs dans la région du delta du Nil, le cadran « horloge de Meremptah », le fragment du cadran de Nymaâtri, le cadran de (El) Quantara.

Nous terminerons par certains obélisques réemployés comme gnomons, dont celui de la Concorde, cadran tracé par D. Savoie et Ph. de la Cotardièrre en 1999 ; ainsi que par la devise multilingue (dont une en écriture hiéroglyphique) du cadran contemporain de l'Hôtel de ville de Gap. Aucune inscription sur ces objets n'informe de leur emploi. Les signes gravés éclairent seulement le contexte historique ou religieux.



- Tableau de 36 signes facilement identifiables :

a			b			c/k/g			d		dj		f						
i/j		y ^r		m				comme					n						
nb		nk		nsw		p		pr		r			s		ch				
sh		t		w/ou					x/k/prk		la nuit		symboles	ville	pays				
Haute Egypte		Basse Egypte		vie		santé		protection		pouvoir de protection		faucon Horus		Soleil naissant		Fils de Rê		Qu'il vive !	

⇒ Dans la version numérique, en annexe, le dossier : Scordia cs égyptiens

- Horloges à réflexion

L'atelier Tournesol a noté qu'il ne resterait dans le monde que cinq « horloges historiques » à réflexion, dont deux en Isère et deux à Rome.

° Avant 1560 à Saint-Antoine en Dauphiné, église abbatiale dans l'escalier du clocher, murs cylindriques, fût central, au-dessous des marches. Œuvre de Jean Borel dit Butéo, un antonin.

° 1637 à Rome au Couvent de La-Trinité-des-Monts. Trinità dei monti. Piazza di Spagna. Roma, dans la galerie du cloître, voûte cylindrique, murs. Emmanuel Maignan, minime, 1601-1676.

° 1644 : Rome. Palazzo Spada, piazza Capo di Ferro, voûte cylindrique d'une galerie. Emmanuel Maignan, minime. 1601-1676. (le père Maignan est crédité d'autres cadrans à réflexion, à Toulouse, sa ville natale, à Aubeterre sur Dronne et Bordeaux: disparus selon la SAF)

° 1673 : Grenoble. Collège des jésuites (actuel lycée international Stendhal) sur deux plafonds et quatre murs dans l'escalier central. 100m² MH. Restauration gnomonique des miroirs J.F. Dana Atelier Tournesol 1987, Jean Bonfa, jésuite, 1638-1724. (Le père Bonfa a aussi créé un cadran à réflexion en Avignon, dans le collège des jésuites, extrêmement détruit, bibliothèque municipale).

° Il existe un cadran à réflexion dans l'escalier de la chapelle gothique d'une commanderie, dans le village de Saint-Sauveur-de-la-Foucardière, près de Châtellerault, dans la Vienne. Il serait du même genre que celui de Saint-Antoine en Dauphiné, mais en très mauvais état ?

Un discret hommage à ces cadrans est rendu durant l'exposition VOIR MIDI A SA PORTE par une Méridienne à réflexion qui indique le passage du MIDI SOLAIRE du musée dauphinois, grâce à un miroir incliné fixé sur le rebord d'une fenêtre du monument historique.



- Cadran en péril

Il y a 20 ans, le maire de Meylan (Isère) commandait à l'Atelier Tournesol un cadran solaire géant de 254m², dans le cadre de la création du parc du Bruchet sous le lycée du Grésivaudan.

Suite à une dégradation du parc en juillet dernier, la barre de laiton et les plots horaires ont été arrachés.

Le nouveau maire Madame Marie-Christine Tardy a été alerté en ce mois d'août 2014 afin d'effectuer le nettoyage et la remise en état qui s'imposent.

Un dépliant avait été édité lors de son inauguration publique, se reporter au site : <http://atelier.tournesol.free.fr/meylan.htm> .



- Informations de l'Atelier Tournesol... suite

« Les créations continuent au siège de l'Atelier Topurnesol dans le cadre du monument historique orientaliste la Casamaures :

- Six peintures murales et un cadran solaire au sol de 17 m prolongé par un méridien (34 m).



- Une nouvelle vie à l'ancienne fontaine du XIXe sur le parvis de l'Orangerie, cadran qui ne fonctionne qu'un jour par an, le 9 août. A cette date, l'ombre de l'arête droite de la niche se projette sur trois courbes d'heures marquant : MIDI, 1 h et 2 h solaires (rajoutez 1 h 43 min de décalage pour obtenir le temps légal le 9 août...).

Ce cadran original est orienté vers l'Ouest. Il propose un jeu d'observation des mouvements du Soleil, en cherchant l'ombre des deux gnomons verticaux.

Un "personnage-style" commémore "Saint Amour de la Cas'Amor". Celui-ci semble dubitatif ou rêveur dans sa fontaine en regardant les couchers de soleil sur le Vercors.



Tous les calendriers fêtent traditionnellement, Saint Amour le 9 août. On le célèbre à la Casamaures, depuis 33 ans de chantiers de restauration du palais mauresque, monument historique singulier.

L'ombre de sa flèche sort verticalement de l'eau de la fontaine indiquant ludiquement les heures solaires du lieu.

La peinture murale à la chaux et aux pigments naturels permet aussi de déchiffrer des calligraphies sur un trompe-l'œil en faux marbre bleu.

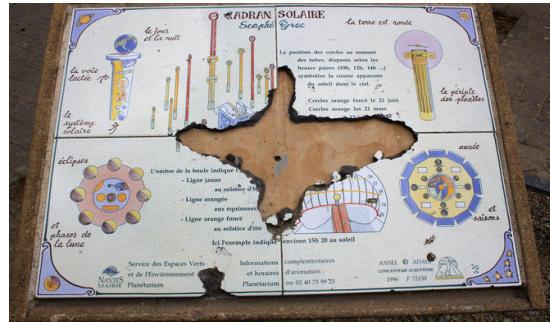
La devise latine: EPPUR SI MUOVE, (et pourtant la terre tourne autour du soleil), rends un hommage à l'astronome Galilée qui inventa aussi la longue vue pour observer les mouvements des astres patrimoine de l'humanité ».



- Vandalisme

De Jean-Michel Ansel : « les vandales sont toujours là pour nous rappeler la bêtise humaine ».

Destruction d'un panneau explicatif concernant un scaphé présenté au planétarium de Nantes et réalisé en 1996.



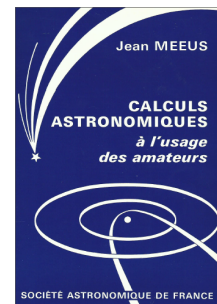
° Courriers gnomoniques

La reproduction des questions/réponses évoqués dans les échanges avec notre commission peuvent aider nos lecteurs dans leurs propres démarches. D'où l'intérêt espéré de cette rubrique.

- Equation de Kepler ?

« Dans le livre de Jean Meeus², p 67, il cite deux méthodes d'itération pour trouver E de l'équation de Kepler. Il précise que les angles sont exprimés en radians et que les opérations doivent être faites sur une calculatrice en radians.

Mais il fait une transformation de l'excentricité en degrés et travaille avec des degrés. Doit on penser qu'il voulait écrire que les angles sont exprimés en degrés, et que c'est pour cela qu'il transforme l'excentricité en degré et qu'il travaille donc en degrés ? »



² Calculs Astronomiques à l'usage des amateurs par Jean Meeus, Société astronomique de France 1986.

Réponse de D. Savoie :

Jean Meeus précise bien page 67 de son ouvrage que l'on peut se dispenser de travailler en radians sur une calculatrice en transformant l'excentricité en degrés. C'est d'ailleurs ce que je vous conseille.

Le petit programme suivant, écrit en Pascal, résout l'équation de Kepler selon la méthode de Meeus. Je vous donne au passage la solution de l'exemple 19-a qui donne $E = 5^{\circ},5545892539$.

```

m := 5;
e0 := 0.1;
e := e0 * 180 / pi;
k := m;
for i := 1 to 200 do
begin
k := m + e * sin(k * pi / 180);
writeln('E =', k : 1 : 10);
end;

```

- Evolution de la déclinaison du soleil ?

La réalisation du cadran solaire dans le "Village gaulois" de Pleumeur-Bodou présenté par Jean-Paul Cornec lors de notre réunion à Avignon, a été l'objet d'un courrier de mise au point sur l'évolution de la déclinaison du soleil. Question et réponse peuvent intéresser certains. Le courrier est repris ci-dessous.

« Je participe actuellement à la mise en place d'un grand cadran solaire à Pleumeur-Bodou (22). Il s'agit d'une portion de sphère (6 m de rayon) à l'intérieur d'un bâtiment. Le temps est



œilleton

indiqué par l'image du Soleil projeté par un œilleton en hauteur au centre de cette sphère. L'heure est indiquée sur environ 2,5 h de part et d'autre du midi solaire, grosso modo du 10 mars au 2 octobre de chaque année. La tache solaire a 6 cm de diamètre. On la voit bouger à l'œil nu.

Nous voulions, Jean-Marc Le Bail et moi-même, ajouter une fonction calendrier à ce cadran via certains parallèles de déclinaison suivis par la tache solaire de jour en jour. Et en particulier montrer l'évolution de la trajectoire de la tache d'une année sur l'autre afin d'illustrer les années bissextiles. Nous avons choisi la trajectoire le jour de l'équinoxe.

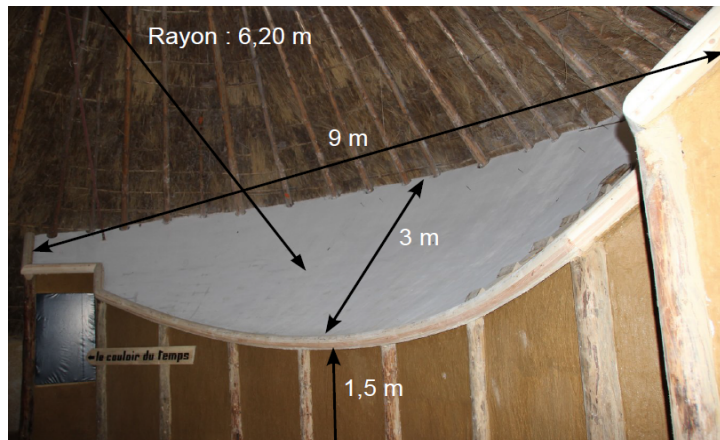
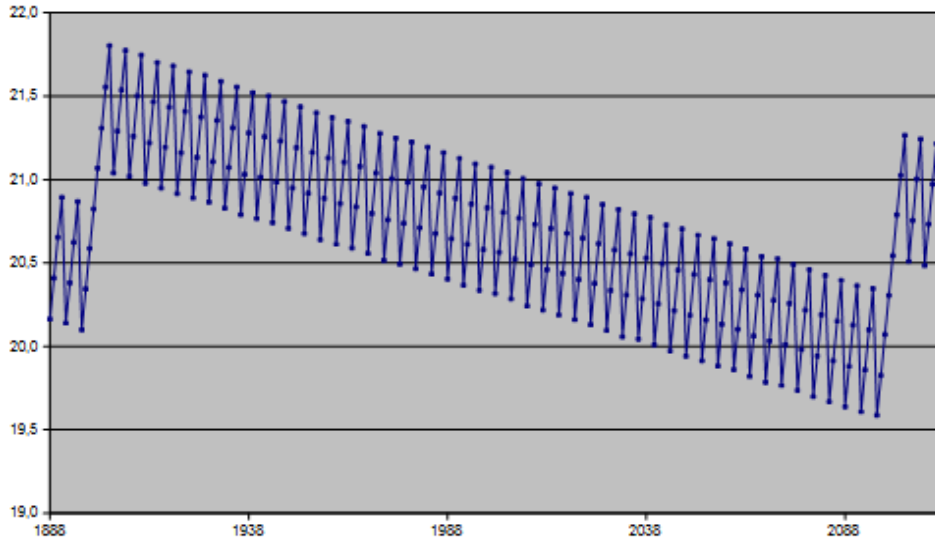
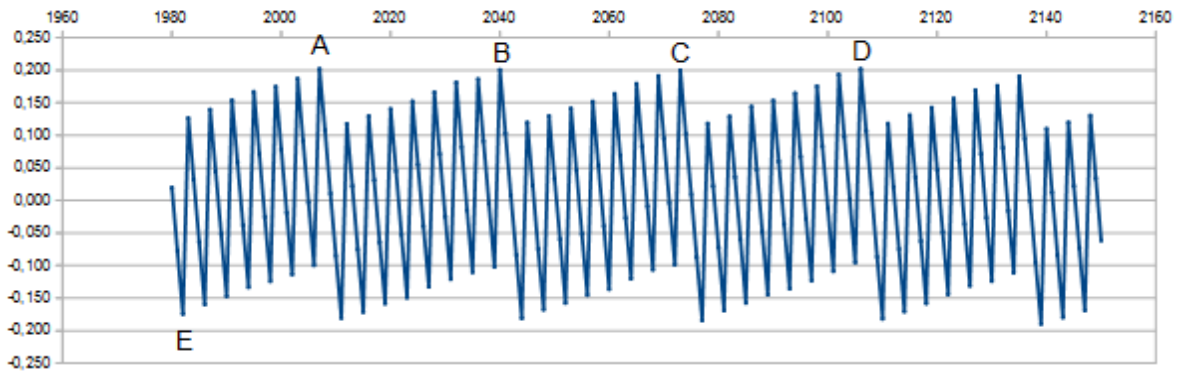


Table du cadran

Dans un premier temps, j'ai représenté l'évolution de la date de l'équinoxe sur plus de deux siècles (figure 1).



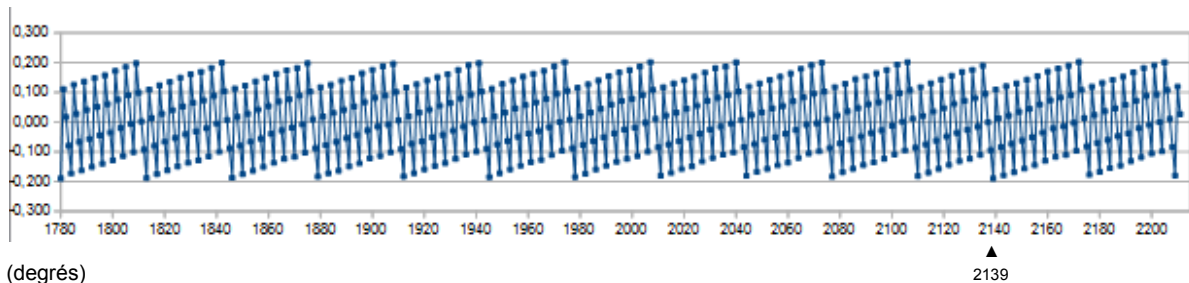
Dans un second temps, j'ai calculé la déclinaison du soleil le jour de l'équinoxe au moment de son passage au méridien local, sur une période de plusieurs années (figure 2).



(degrés) Fig 1 :Déclinaison à midi solaire le jour de l'équinoxe de 1960 à 2160

Intrigué par mes premiers résultats je l'ai étendu à une période beaucoup plus longue. Aux alentours de l'équinoxe la déclinaison solaire varie d'un peu plus de 23' par jour. La déclinaison du Soleil en milieu de journée ce jour là va donc varier entre +/- la moitié de cette valeur, suivant que l'heure de l'occurrence de l'équinoxe est en début ou en fin de journée.

J'ai obtenu le diagramme illustré sur la figure 3³.



(degrés) Fig 3 : Déclinaison à midi solaire le jour de l'équinoxe de 1780 - 2111

³ « J'ai remarqué un hiatus en 2139 où la déclinaison à midi solaire est -11' alors que, suivant la périodicité elle aurait dû être +11'. Du coup on a deux périodes successives englobant 66 ans en deux sous périodes de 27 et 35 ans ».

Il est assez harmonieux, constitué de groupes en dents de scie bornés à +/- la moitié de la variation de la déclinaison ce jour-là (avec néanmoins une petite dissymétrie). La période des groupes, entre les points marqués A et B, B et C, C et D, etc est de 33 ans. Les années bissextiles ne ressortent pas particulièrement, ni les années séculaires.

Qu'il y ait une certaine harmonie peut se comprendre. L'heure de l'équinoxe dérive régulièrement (5 h 48 m en moyenne) au cours de la journée équinoxiale d'une année sur l'autre. Donc prendre la déclinaison du Soleil à une heure fixe, c'est la prendre à une distance variable de cette heure. Mais cette distance n'a rien d'aléatoire : elle reflète la dérive en question. La déclinaison à cette heure fixe va donc augmenter ou diminuer "harmonieusement" d'une année sur l'autre, décroissant puis croissant, ou l'inverse, quand le calendrier ramène l'heure de l'équinoxe en début de jour.

Mais pourquoi cette période de 33 ans ? Je me serai attendu à retrouver un diagramme ressemblant à celui que l'on trace pour la date de l'équinoxe : une dérive annuelle en dents de scie rectifiée (ou pas) tous les 100 ans suivant que l'année séculaire n'est pas ou est bissextile (figure 2 jointe). Or donc, ici les années bissextiles n'ont pas de place particulière dans les oscillations et les années séculaires ne ressortent pas.

De plus entre les années marquées par exemple E et F sur la figure (les grandes "diagonales") il y a une période de 128 ans. Pourquoi 128 ans ?

Cette valeur de 33 ans me fait penser au calendrier de 33 ans de période conçu en Perse au XI^e siècle et reproposé par J.-D. Cassini. L'Astronomie de janvier présentait un article sur le sujet. La durée de son année tropique est meilleure qu'avec le calendrier grégorien.

A nouveau je pense au projet de calendrier de 128 ans de période dont parlait l'article de "L'Astronomie".

Ces périodes sont elles dépendantes du fait qu'on utilise le calendrier grégorien ou aurait-on obtenu le même résultat dans le calendrier julien ? je n'ai pas refait le calcul (pas le courage.....) mais à mon idée la réponse est oui puisque les heures d'occurrence de l'équinoxe astronomique sont les mêmes dans les deux calendriers, seul le jour change. Et même le résultat aurait été identique dans un tout autre calendrier, dans la mesure où je ne m'intéresse qu'à la déclinaison du Soleil le jour où se produit l'équinoxe astronomique.

Merci d'avance pour votre éclairage.

Jean-Paul Cornec

Réponse de Denis Savoie

Je réponds à votre question relative à la période que vous avez observée dans les déclinaisons du Soleil à 12 h UT les jours d'équinoxes. Cette périodicité s'observe aussi dans l'ascension droite et la longitude écliptique.

Quand on s'intéresse maintenant à l'heure de l'équinoxe, sur 2 siècles par exemple (XX^e et XXI^e siècles), on observe aussi cette périodicité. Sachant qu'il n'existe aucun terme dans la théorie du Soleil où une périodicité voisine de 30 ans existe, cela signifie que la "période" est liée à l'année tropique et à un terme de dérive. Mais attention : il ne s'agit pas de l'année tropique "moyenne", mais de l'année tropique vraie. De plus, notre calendrier grégorien se comporte aux XX^e et XXI^e siècles comme du calendrier julien puisqu'en 2000 a été appliquée la règle grégorienne de bissextibilité d'un millésime.

Ce qui veut dire qu'il faut chercher la dérive entre l'année tropique vraie et l'année julienne ; et en fait il y a autant d'années que de points de départ. On peut donc observer le phénomène en automne comme vous le soupçonniez et aux deux solstices.

Le calcul de la dérive est simple : connaissant l'écart D annuel entre l'année julienne (365,25 j) et l'année tropique vraie, on cherche au bout de quel intervalle de temps $k.D = 1$ (ie 1 jour ou 24 h). Évidemment on a $k = 1/D$.

- Exemple :

L'année tropique vraie équinoxiale est très proche de l'année tropique moyenne pour le printemps (365,242332). L'écart avec l'année julienne est de 11 m 2,52 s. Ce qui provoque un écart de 1 jour en 130,4 ans, soit 4 périodes de 32,6 ans que l'on arrondit à 33 ans. On retrouve cet effet de dérive sur la déclinaison du Soleil que vous avez observé.

- Exemple en hiver :

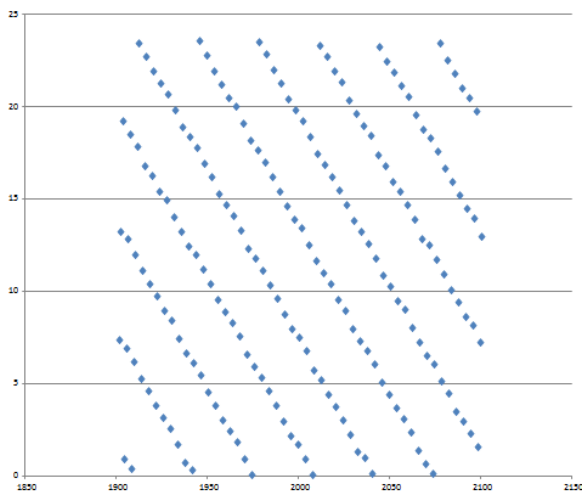
L'écart entre année julienne et année tropique vraie est plus marqué : 10 m 31,76 s ; soit 1 jour de dérive en 136,76 ans, et donc 4 périodes de 34,19 ans.

Je joins un tableau Excel où vous trouverez une synthèse des calculs et des graphiques.

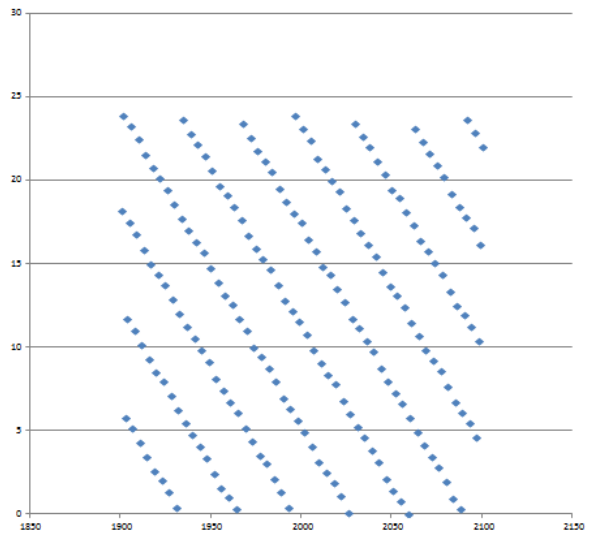
Sur la période 1950-2050							
Année tropique vraie		Année tropique vraie		Année tropique vraie		Année tropique vraie	
Printemps		été		Automne		Hiver	
365.242332		365.24155		365.241911		365.242688	
32.60		29.59		30.91		34.19	
shifts dans les données							
1912	33	1921	29	1902	33	1907	33
1945	33	1950	29	1935	33	1940	37
1978	33	1979	29	1968	29	1977	33
2011	33	2008	33	1997	33	2010	37
2044	33	2041	29	2030	33	2047	33
2077		2070	29	2063	29	2080	
		2099		2092			
moyenne	33		29.6666667		31.6666667		34.6

Synthèse

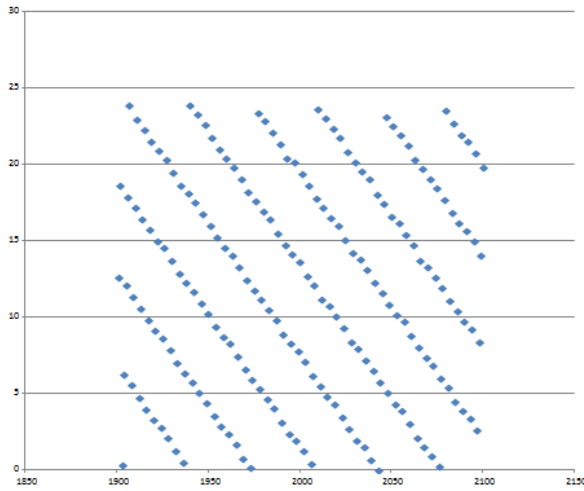
Graphiques : variation sur 1 période de 1850 à 2150 (tableur en annexe pour la version numérique de Cadran Info).



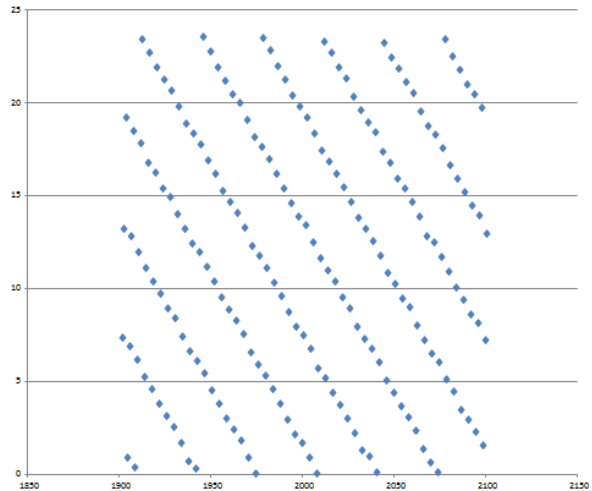
Variation pour l'été



Variation pour l'automne



Variation pour l'hiver



Variation pour le printemps

Jean-Paul Cornec

Je pense avoir désormais bien compris le problème que j'avais soumis et votre réponse.

Pour notre projet de cadran solaire j'ai été amené à calculer la déclinaison du Soleil au moment de son passage au méridien local, le jour de l'équinoxe. C'est-à-dire le jour où se produit le phénomène astronomique "équinoxe". Cet équinoxe se produit un certain jour à une certaine heure chaque année. Traçant l'évolution de cette heure au cours d'un siècle par exemple, je pensais initialement (et naïvement) reproduire le graphique bien connu de l'évolution de la date de l'équinoxe avec les années, graphique où on voit l'influence des années bissextiles, des années séculaires non bissextiles, etc. Ce ne fut pas le cas : j'ai obtenu une suite d'oscillations périodiques en "dents de scie" où l'influence des années bissextiles n'apparaissait pas.

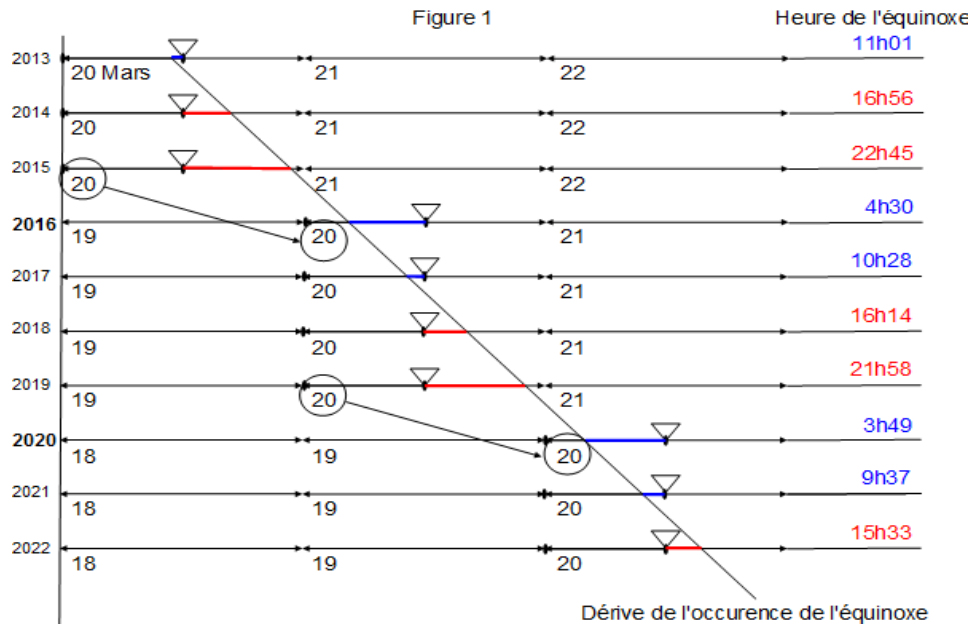
Le même graphique a été fait avec la déclinaison du Soleil au passage au méridien ce jour de l'équinoxe : le graphique obtenu est identique. C'est normal puisque la variation de cette déclinaison est directement liée à la place de l'équinoxe dans la journée.

Dans votre réponse vous avez montré que ce phénomène d'oscillations se retrouvait dans l'ascension droite du Soleil, sa longitude écliptique ainsi donc que l'heure de l'équinoxe. Il faut prendre en compte la durée de l'année tropique et la dérive entre l'année et l'année tropique.

L'année tropique (vraie pour l'équinoxe) vaut 365 j 5h 48 min 57 s. Donc chaque année l'instant d'occurrence de l'équinoxe se décale (retarde) de 5 h 48 min par rapport à l'année précédente.

C'est ce qui est représenté sur la figure 1 de 2013 à 2022. La ligne oblique représente la dérive de l'équinoxe ; elle coupe les lignes horizontales à l'instant de cet équinoxe. Le triangle est positionné à midi, heure du passage au méridien. L'heure d'occurrence de l'équinoxe est indiquée à droite (11 h 01 en 2013, 16 h 56 en 2014, etc).

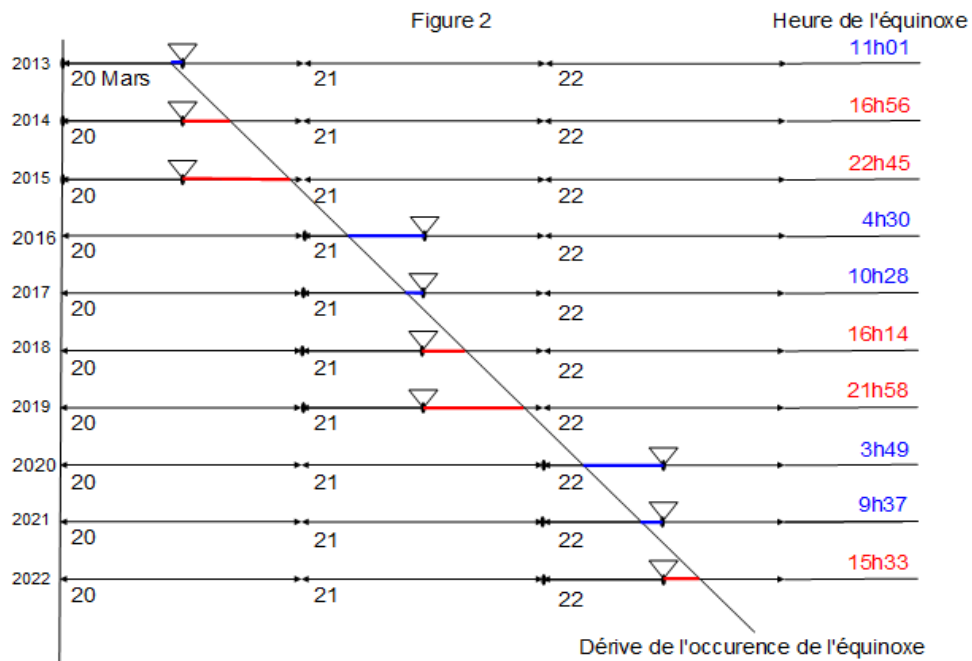
Quand le triangle suit l'instant de l'équinoxe la déclinaison à midi est positive (trait bleu) ; dans le cas inverse elle est négative (trait rouge). La valeur de la déclinaison est proportionnelle à la longueur des traits bleus et rouges.



Sous les lignes figure aussi le quantième du jour où se produit l'équinoxe. En 2013 c'était le 20 mars, etc.

Le mécanisme sous-jacent du calendrier grégorien est indiqué aussi. Il assure que la date de l'équinoxe reste aux alentours du 20 mars. C'est ce qui se passe en 2016 et 2020, années bissextiles qui décalent les dates vers la droite sur la figure : pour toute la période 2013-2022 l'équinoxe se produit bien toujours le 20 mars.

Mais a priori le cadran solaire n'a rien à faire du calendrier qui est une construction humaine. Il ne suit que le Soleil. A la limite s'il n'y avait pas d'années bissextiles (figure 2), donc sans mécanisme correcteur, le jour de l'équinoxe changerait bien sûr assez rapidement avec les années : du 20 en 2013 il passerait au 21 en 2016 et au 22 en 2020. Mais cela ne changerait pas le reste de la figure. La dérive de l'équinoxe par rapport aux jours serait la même ; les heures d'occurrence ne changeraient pas, seuls les jours changeraient.



Mais quelle importance pour le cadran solaire ? Aucune. Le jour calendaire de l'équinoxe n'a aucune importance. Tout ce qui nous intéresse est que l'équinoxe est tel jour et qu'il se produit à telle heure, donc que la déclinaison solaire à midi aura en conséquence telle valeur.

Le diagramme en dents de scie ne représente donc bien que la dérive de l'année tropique par rapport aux jours et n'a rien à voir avec le calendrier. L'équinoxe ne suit pas le calendrier, c'est lui qui suit l'équinoxe.

Conclusion de Denis Savoie

Vous avez soulevé un problème très curieux en étudiant cette question d'équinoxe. J'avoue n'avoir jamais rien lu dans la littérature sur ce sujet.

J'aime bien votre conclusion : « l'équinoxe ne suit pas le calendrier, c'est lui qui suit l'équinoxe ».

Nos échanges pourront être utiles à un lecteur.

⇒  **Dans la version numérique, en annexe, le tableur : "période_année_tropique.xls"**

Remarque de JP. Cornec : « Le fichier est révisé avec des figures un peu différentes de celles de l'article. La partie "Printemps" a été développée. L'heure de l'équinoxe a été exprimée en h:m:s et il est présenté la durée de l'année tropique équinoxiale qui n'est pas toujours la même, avec le graphique correspondant ».

- A propos du livre "La Gnomonique"

Quelques éclaircissements sont demandés suite à la lecture du livre de Denis Savoie *La Gnomonique* (Les Belles Lettres 2007).

- Méridienne de temps solaire vrai, page 129 :

° Lecteur : « La méridienne comme son nom l'indique est dans le plan méridien du lieu où elle se trouve ; je ne comprends pas pourquoi les notions de distance de la méridienne au style droit (a) et la déclinaison gnomonique (D) interviennent-elles ? »

° **Réponse de Denis Savoie** : « Une méridienne n'est pas forcément dans le plan méridien : cela désigne un cadran qui indique quasi-exclusivement le midi solaire (ou le midi moyen). Un tel cadran peut donc être construit sur un mur orienté d'où la nécessité de tenir compte de la déclinaison gnomonique. D'ailleurs la plupart des méridiennes ne sont pas plein Sud ».

- Cadran vertical déclinant d'azimut à style fixe, page 168 :

° « A partir de quel point de vue et sur quel plan de projection, la projection stéréographique est-elle réalisée pour obtenir les formules citées dans ce paragraphe ? »

° D.S : « Comme son nom l'indique, la projection stéréographique est la projection sur un plan tangent à la sphère des méridiens, cercles... depuis le pôle opposé, en général le pôle Sud. C'est le principe utilisé dans les astrolabes par exemple ».

- Cadran indiquant l'azimut du Soleil, page 307 :

° « Il est indiqué que les droites d'azimut d'un cadran horizontal sont des droites parallèles : $x = a \cdot \sin(A)$, la hauteur du soleil ne doit-elle pas intervenir dans cette formule ? »

° D.S : « L'azimut n'est pas lié à la hauteur du Soleil. Il y a une confusion dans ce paragraphe ; il est plus simple de matérialiser l'azimut du Soleil sur un cadran horizontal en traçant des droites concentriques vers le pied du gnomon, un peu comme un rose des vents ».

- Un cadran islamique ?

Un ami archéologue m'a fait passer les photos jointes qu'il a lui-même reçues de l'une de ses connaissances pour identification.

Cette pièce apparemment islamique a été trouvée hors contexte sur la commune de Six-Fours à côté de Toulon.

Elle peut être en rapport avec les contingents musul-

mans enrôlés dans les troupes de Charles Quint qui ont stationné dans la région de Toulon.

Je n'ai pas d'autre information en l'état. Il m'a semblé néanmoins que sa typologie particulière pouvait vous intéresser.

° Réponse de Gianni Ferrari

J'ai regardé les photos que vous m'avez envoyés et, comme amateur et certainement pas comme archéologue, je suis venu aux conclusions suivantes.

Bien que sur le dos de la plaque a été gravée la Shahada islamique (Ašhadu an là ilàha illà Allàh...) à mon avis ce cadran solaire n'est pas islamique et je pense qu'il n'est pas non plus de la période pendant laquelle Charles V était à Toulon (environ 1542).

Les raisons sont diverses :

1 – Il ne présente pas les caractéristiques des cadrans islamiques (comme la ligne de la prière Asr).

2 - le nombre d'heures sont écrits en chiffres romains et non avec les chiffres arabes. Les chiffres semblent aussi très moderne, certainement après 1550.

3 - Il devait posséder un style polaire et je ne connais pas de cadrans «islamiques» à style polaire à l'exception de celui de Ibn al-Shatir et de quelques cadrans Ottomans des XVIIe et XVIIIe siècles.

J'ai fait quelques tests et j'ai trouvé que les lignes coïncident exactement avec ceux d'un cadran avec style polaire calculée pour la latitude 52° (Hollande, Centre ou Nord Allemagne ?).

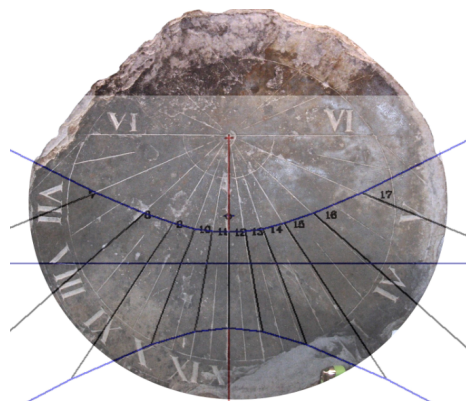
Sur la photo montage ci-contre, vous pouvez voir la coïncidence presque exacte des lignes horaires. Il semble que, contrairement aux premiers cadrans avec style polaire en Europe (Allemagne environ 1450-1500), ce cadran est calculé avec plus de précision.

4 - Il y a quelques cadrans semi-circulaires dans certaines régions de la Turquie, mais ils sont très différents : l'écriture arabe, la division régulière des lignes horaires, etc. Je joins quelques pages de mon livre.

En conclusion, ce cadran a été probablement copié à partir d'une horloge existante et dessiné dans quelques traités antiques sur les cadrans solaires.

⇒ [Dans la version numérique, vous trouverez en annexe le fichier:](#)

Ottomane_SEMICIRCoLARI 1, extrait du livre *Le Meridiane dell'antico islam* de Gianni Ferrari



- Mesure d'une orientation ?

« Peut-être pourriez-vous éclairer mes lumières concernant un raisonnement sur la mesure d'une orientation pour une latitude de $43^{\circ} 27' 3,9''$, une longitude de $6^{\circ} 18' 13.8''$ et une déclinaison nulle (cadran méridional).

Aujourd'hui le 15 juillet 2014, je calcule que le lever du soleil dans le plan du mur aura lieu à : 7 h 38 min 33 s, le coucher à 16 h 21 min 27 s.

Ensuite, (en utilisant le principe du calcul de l'orientation d'une façade), sachant que le 15 juillet T Paris = 11 h 56 min 38 s, T lieu = 11 h 40 min 46 s et $\Delta = 21^{\circ} 29'$ environ.

Lors du passage du Soleil dans le plan du mur à 7 h 38 min 33 s, nous devrions logiquement avoir $K = -90^{\circ}$ et $D = 0^{\circ}$. Or si je pose $K = -90^{\circ}$, j'obtiens $D = 3.4^{\circ}$, ou si je pose $D = 0^{\circ}$, j'obtiens $K = -86.2^{\circ}$

Même constat lors du coucher du soleil dans le plan du mur à 16 h 21 min 27 s, nous devrions logiquement avoir $K = 90^{\circ}$ et $D = 0^{\circ}$. Or si je pose $K = 90^{\circ}$, j'obtiens $D = 3.2^{\circ}$, ou si je pose $D = 0^{\circ}$, j'obtiens $K = 93.2^{\circ}$.

En revanche, lors du passage du soleil au zénith, à 11 h 40 min 46 s, je calcule bien $K = 0^{\circ}$ et $D = 0^{\circ}$.

Où est l'erreur? »

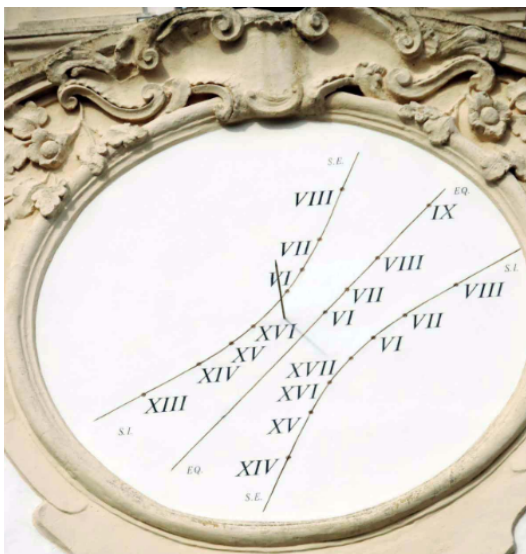
Réponse de Denis Savoie

« J'ai regardé votre problème de mur éclairé : votre erreur vient d'une confusion entre temps universel et temps solaire. Lorsque vous obtenez 7h38m33s pour le passage du soleil dans le plan du mur le matin, il s'agit de temps solaire. Converti en TU cela donne 7h19m18s (l'instant exact est 7h19m 07s). Vous pourrez vérifier qu'à cet instant $K = -90^{\circ}$ c'est à dire un azimut de -90° . Si vous calculez l'azimut à 7h 38min 33s vous obtenez un azimut de $-93^{\circ}25'$. Même raisonnement pour l'après midi le passage ayant lieu à 16h 02min 43s TU.

Cela vous éclaire t il ? ».

- Mystère autour d'un cadran italien

Pendant un voyage en Italie, j'ai découvert un cadran qui demande (pour moi) quelques explications. Même si j'ai quelques idées, j'aurais besoins de l'avis des spécialistes de la CCS.



Le cadran est situé sur un campanile à coté de la cathédrale de GALLIPOLI (Italie).
Latitude Nord : 40,056 °, longitude Est : 17,993 °. Heure solaire de la prise de vue : 17 h le 14/05/2014. Merci de répondre à Gérard Wolff (gwolff@free.fr) et mettre Ph. Sauvageot en copie SVP.

- Mystère autour d'un cadran bifilaire

Alain J. Thomas dit avoir acquis par hasard dans une brocante un cadran bifilaire. « Jusqu'à la semaine dernière, j'ignorais tout de ces cadrans. La lecture de l'article de l'inventeur, H. Michnik (1923), m'a été de peu de secours, étant donné ma totale incapacité en matière de trigo sphérique !

Je ne comprends que très partiellement l'inscription gravée sur ce cadran. L'inscription initiale $H' = H \sin \varphi$ rappelle probablement la caractéristique de ces sortes de cadrans si on désire que la rosace des heures soit formée de rayons équidistants. Il en résulterait une latitude N comprise entre 49° 00 min 28 s et 48° 56 min 17 s, soit quelque peu au nord de Paris. La justification de ces deux cas de figure, tellement similaires, m'échappe.

La ligne φ SCHTR = 49 semble indiquer que l'appareil aurait en effet été calibré pour une latitude de 49° N. Il faudrait dans ce cas un rapport $H'/H = 0,755$.

Tel que je l'ai trouvé $h = 20$ mm et $h' = 24$ mm, ce qui correspondrait à la latitude de la Lituanie ! Mais ça ne prouve rien. Les petits piliers qui supportent les fils devaient coulisser dans le socle, car ils comportent un collier de blocage à vis ; ce devait être destiné au réglage de la latitude.

EQ.T+ doit désigner l'"équation du temps", mais dans quel but figure-t-elle puisque la fameuse "courbe en 8" est gravée sur l'appareil ?

L'échelle courbe en haut, graduée de +3 à -1 (heures), permet simplement d'ajuster la rosace en la faisant tourner, pour faire une correction automatique

d'heure locale et de longitude au point de mesure.

Les abréviations S.A.M., S.C.A.M., et "OD" me sont obscures. Toutefois, en considérant "7.5 mn = 1.5 div", on peut comprendre que 1.5 division = 7,5 mn, soit 1 division pour 5 mn, ce qui est précisément le cas de la rosace du cadran.



Dans un autre ordre d'idées, il resterait à deviner l'origine de cet appareil. Je n'ai rien trouvé d'identique sur internet. Il semble bien que "SI" doive être compris "si", ce qui indiquerait en effet une inscription en français, mais "SCHTR" est par contre certainement germanique ; or je n'ai trouvé aucun mot allemand ou hollandais commençant par schtr. Resterait la possibilité d'une abréviation, que je n'ai pas identifiée⁴.

Quant à la qualité de l'objet, elle est le résultat d'un travail d'artisan précisément outillé, voire d'une fabrication industrielle. La rosace n'est pas en inox mais plutôt en aluminium. Le laiton est omniprésent. Ces éléments amèneraient volontiers à une production d'avant guerre. Compte tenu de la date de l'invention de ce type de cadran, la fourchette serait assez étroite. La trace germanique "schtr" indiquerait-elle une sorte de prototype franco-allemand ? Voire une collaboration avec Michnik ?

Je joins aussi une photo de détail.... et demeure évidemment impatient de vous lire !

Nota :

- D'autre part, expérimentalement, il se pourrait que $OD = H' \cotg \varphi$, qui vaut env. 18 mm, représente la distance entre le centre de la rosette et l'aplomb de la croisée des fils. J'avoue ne pas savoir le démontrer.

- Il apparaît que le filetage des 4 vis de réglage des coins sont au pas métrique ISO, ce qui amène après 1947 contrairement à ce que je pensais, et même probablement plutôt après 1960 ?

° Réponse de D. Collin

Je vais essayer de répondre le plus simplement possible à votre question. Dans le cas d'un cadran solaire horizontal bifilaire :

- si le fil le plus bas, parallèle au plan du cadran, orienté dans la direction est-ouest est à une hauteur a ,

- et si le deuxième fil, placé au-dessus, parallèle au plan du cadran, orienté dans la direction nord-sud est à une hauteur b ($b > a$)

et si les hauteurs des fils sont dans le rapport : $a/b = \sin(\varphi)$, [1]

alors les lignes horaires de ce bifilaire forment avec la ligne méridienne le même angle que l'angle horaire du Soleil. Autrement dit, le bifilaire forme un faisceau de lignes horaires homogènes. Le rapport a/b ne dépend que de la latitude du lieu.

Si votre cadran est portatif, alors les lignes horaires sont espacées de 15° , et pour que le cadran marque les bonnes heures du lieu où il se trouve, il faut que les fils tendus au-dessus de lui soient dans le rapport $a/b = \sin(\varphi)$... Certainement, en pratique, un seul fil est à régler : un fil est de hauteur constante (fixe), le deuxième doit être déplacé verticalement suivant le respect de la relation [1]. J'imagine, car, je n'ai pas de photo de votre bifilaire, ni d'autre description...

Quand à la relation, je vous cite, $OD = H' \cotan(\varphi)$, dans l'immédiat, je ne vois pas à quoi elle correspond. (H et H' jouent le rôle de a et b, hauteur des fils).

Le mot « schtr » reste également un mystère.

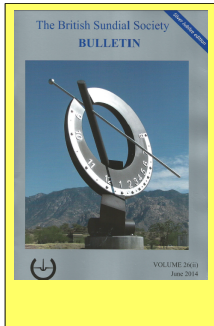
⁴ SCHTR : Je n'ai pas trouvé de nom de famille ou de lieu comportant "schtr", qui semble bien imposer le nom de Schtroumpf. Un pavillon nommé "villa des schtroumpfs" quelque part ? Impossible à vérifier. Les Culliford (vrai nom du dessinateur Peyo, inventeur des Schtroumpfs) n'apparaissent pas dans les annuaires téléphoniques des Pages Blanches ; un seul Culliford est né à Paris en 1966-1990 ; il semble ne plus y être.

L'éphémère parc d'attraction de Big Bang Schtroumpf créé en 1989 à Maizières-les-Metz pourrait constituer une piste, avec sa latitude d'environ 49° (lat. $49^\circ 13'$, long. $6^\circ 09'$) ; ce cadran aurait pu y être exposé ? Mais ça ne ressemble guère à une attraction grand public.



◦ Gnomonique du monde

– **Sommaires des dernières revues ou bulletins :**



VOLUME 2 (ii) – Juin 2014 (sur papier) de la BRITISH SUNDIAL SOCIETY

Editorial ; 2 Use Or Ornament? - *Haniet James* ; 7 A Decorative Tile Dial - *John Davis* ; 8 The Decorative Arts of the Portable Dialmaker - *Mike Cowham* ; 15 Reader's Letter – *Brightmer* ; 16 John Carmichael—Sundial Maker in Arizona - *Douglas Bateman* ; 21 Lewis Carroll's Sundial - *Kevin Kamey and John Davis* ; 22 Painting with Light—A sculptor's take on sundialling - *Tim Chalk* ; 28 Some Kindersley Sundials - *Lida CardozaKindersley* ; 32 In the Footsteps of Thomas Ross. Part 8: The Haddington Bowl - *Dennis Cowan* ; 34 Solar

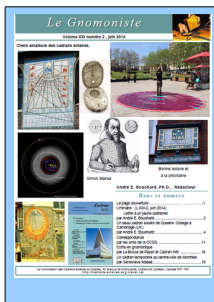
Obelisks of Russia - *Valery Dmitriev* ; 35 Lettering on Sundials - *Ben Jones* ; 39 Postcard Potpourri 30. Sterling Forest Gardens, Tuxedo, NY State, USA - *Peter Ransom* ; 40 Inspiration and Design of Portable Sundials - *Jackie Jones* ; 43 A Vertical Decorative Dial ; 44 Restoration of the Sundial at All Saints' Church, Isleworth - *Patrick Powers* ; 47 The Slaughter Park Sundial - *Dennis Cowan* ; 48 Engraved Decoration on English Horizontal Dials - *John Davis*



La BUSCA de PAPER N° 77 printemps 2014 (sur papier et CD) de la Societat Catalana de Gnomonica SCG

Editorial 3 ; SCG 2.o. perj.Claramunt 3 ; inventari 5.000 per C.Bou 4 ; Poema "Jo, el rellotge de sol", per J. M. Puig i Tomabell 6 ; Quadrants solars universals "Cartesius", per R. Anselmi 7 ; Per a navegants. Recursos a la xarxa 9 ; Intents de construir un rellotge de sol amb petxines, per E. Del Favero 10 ; Correus de socis i amics 16 Aclariment sobre el rellotge de sol de Santa Pola, per R. Soler i Gayà 17 ; Josep Danès i Torras, arquitecte, per

E. Farré18 ; Publicacions rebudes 21 ; Recordant en Josep Ma Val Soriano, per F. Clara 22 ; Una cronologia de la Cronometria (XVI). per E. Farré 23 ; Un rellotge a migdia declinant a llevant?. per P. Novella 26 ; El rellotge de sol se'n va a la guerra (I), per M. Barnfield 28 ; L'any2012en imatges 31.



LE GNOMONISTE volume XXI-2 Juin 2014 de la COMMISSION DES CADRANS SOLAIRES DU QUEBEC à télécharger sur le site : ([HTTP://CADRANS SOLAIRES.SCG.ULVAL.CA/](http://CADRANS_SOLAIRES.SCG.ULVAL.CA/))

La page couverture 1 ; Liminaire: (L:XXI-2, juin 2014) ; Lettre à un jeune cadranier par André E. Bouchard 2 ; Un beau cadran solaire de Queens' College à Cambridge (UK) par André E. Bouchard 4 ; Correspondance par les amis de la CCSQ 11 ; Écrits en gnomonique par La Busca de Paper et Cadran Info 16 ; Un cadran temporaire au centre-ville de Montréal par Geneviève Massé 18.

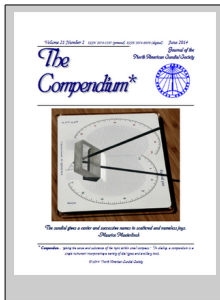


OROLOGI SOLARI N° 4 AVRIL 2014 CGI – Coordinamento Gnomonico Italiano à télécharger sur le site : WWW.ROLOGISOLARI.EU

6 L'orologio anaforico di Vittimo (parte 2), Alberi Auber Paolo ; 15 Gli orologi solari a riflessione Anselmi Riccardo ; 22 Globo parallelo, proiezione gnomonica diretta e riflessa (parte 2), Ferro Milone Francesco ; 27 Un nou tipus de rellotge de sol, Girbau Joan 32 Un n.uovo tipo di orologio solare, Gibau Joan (trad. Anselmi Riccardo -Nicelli Alberto) ; 37 La meridiana lavagna, Grossa Roberto ; 44 La meridiana di Carneio (NO), Gunella Alessandro 47 L'Ora di Basilea, Magnani Silvio ; 55 Sfere armillari del terzo millennio, Opizzo Yves

(trad. dal francese di Ghia Luigi Massimo ; 74 L'arpa celeste di Teofilo Bruni, Severino Nicola ; 80 Il mio primo orologio solare Zanchi Franco ; 85 Rassegna riviste di gnomonica, GuneUa Alessandro ; 91 Notizie

gnomoniche, Ghia Luigi Massimo ; 96 Gnomonica nel Web, Casalegno Gianpiero ; 96 Quiz, Nicelli Alberto.



The COMPENDIUM vol 21-2 juin 2014 (sur CD) de la NORTH AMERICAN SUNDIAL SOCIETY

1 Maeterlinck On Sundials, Maurice Maeterlinck (1906) ; 2 Sundials for Starters- Outreach, Robert L. Kellogg ; 5 Wandering-Gnomon Sundial Design, Fred Sawyer ; 12 The Last Schilt Heliochronometer, Fred Sawyer ; 13 The Schilt Criterion, Alessandro Gimella ; 17 A Note On Schilt's Theorem, Willy Leenders ; 18 Locating The Schilt Point, Fred Sawyer ; 22 City Of Sundials, Gisborne Herald ; 23 Creating Large Curved And Linear Figures On The Ground, Arthur L. Kaufman ; 29 Digital Bonus... ; 30 Sciothericum Telescopicum (except), William Molyneux (1686) ; 31 Sundials For Indicating Ultraviolet Exposure, Jeffrey L. Kretsch ; 35 Declining & Inclining Sundials - An Unusual Approach, Ortwin Feustel ; 40 The Tove's Nest.



Zonnetijdingen 2014 (sur papier) de la Zonnewijzerkring Vlaanderen VZW

N° 70 : Voorwoord 3 ; Het Zutphense kwadrant (deel 1) 4 ; Zonnewijzers voor revolutioaire uren (deel 2) 9 ; Drie bijzondere zonnewijzers 15 ; Kringleven 17.

(avant-propos, *Le quadrant Zutphen (partie 1)*, *Les cadrans solaires aux heures révolutionnaires (partie 2)*, *Trois cadrans solaires spéciaux, vie du Cercle*)



Toutes les sociétés gnomoniques étrangères peuvent faire paraître des informations dans cette rubrique.

This heading is open at every gnomonic society.

Pour utilisation personnelle, des articles peuvent être numérisés et envoyés à nos membres, par mails, téléchargement ou par courrier (Prix de la page au tarif de la SAF + frais d'envoi suivant poids.)



° Littérature gnomonique

- **Traité du nocturlabe** (édité par l'auteur)

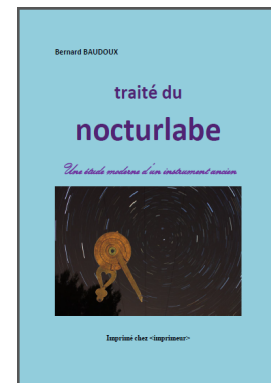
bernard.baudoux@euphony.net

Notre collègue Bernard Baudoux publiera en ce début d'automne, un *traité du nocturlabe*.

Présentation de l'ouvrage :

« Pourquoi un livre sur cet instrument qui a disparu de notre vie quotidienne ? Pour plusieurs raisons. J'en avancerai deux. La première est qu'il était tout à fait ingénieux, il permettait de déterminer l'heure en pleine nuit quand les cadrans solaires se taisaient, ceci en fait un complément intéressant.

En deuxième lieu, il n'existe à ce jour et à notre connaissance, aucun livre qui lui soit entièrement dédié, il y avait donc là une lacune à combler.



Le nocturlabe a eu son heure de gloire principalement aux XVI^e et XVII^e siècles. Il avait pour principe de tirer parti de la rotation apparente des étoiles autour du pôle céleste afin de déterminer l'heure en fonction de la date du jour. Le réglage sur cette date permettait ainsi de lire une heure « solaire » et non une heure sidérale comme on pourrait s'y attendre avec les étoiles. Afin de ne pas confondre les deux, l'heure sidérale est expliquée.

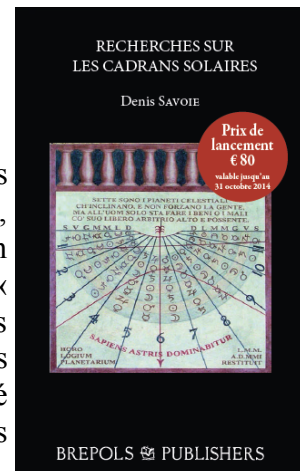
Le livre d'environ 125 pages de format B4 aborde : l'histoire, la description et la fabrication de l'instrument ainsi que son utilisation. Pour la première fois un recensement est fait précisant, précisant lieux d'exposition ou de passage.

- Recherches sur les cadrans solaires (éditions BREPOLs)

En 240 pages avec illustrations en couleur, Denis Savoie, analyse en détail le fonctionnement de quelques cadrans solaires remarquables du monde entier, de l'Antiquité jusqu'au début du XXI^e siècle.

« Les cadrans solaires ont connu plusieurs âges d'or depuis l'Antiquité. Beaucoup ont disparu mais il en subsiste un certain nombre dont l'usage et le fonctionnement font aujourd'hui l'objet de multiples recherches historiques et scientifiques.

Cet ouvrage apporte de nouveaux éclairages sur ces instruments qui ne cessent d'étonner par une simplicité apparente, derrière laquelle se cachent des connaissances en astronomie et en mathématiques d'un haut niveau. Qu'ils soient emportés comme « montre » de voyage, qu'ils ornent des palais princiers ou des mosquées, voire qu'on les érige en observatoires, les cadrans solaires n'ont pas seulement eu le rôle d'horloge solaire : ils ont accompagné les progrès de la science tout en contribuant au prestige de leurs possesseurs.



A commander à ►

Prix de lancement jusqu'au 31/10/2014 : 80€
(hors taxe et frais de port).

BREPOLS PUBLISHERS
Begijnhof 67 – 2300 Turnhout – Belgique
Tél: +32 14 44 80 20 – Fax: +32 14 42 89 19
info@brepolis.net – www.brepols.net



◦ Articles à paraître dans le prochain Cadran Info

Prévus pour le numéro de mai 2015:

- Cadrans solaires en forme de calice (surface de révolution) par D. Collin
- Le dipléidoscope par D. Collin
- Lignes babyloniennes et italiennes à partir de l'ouvrage de J. Drecker.
- Le cadran portatif de Barton (sous réserve) par E. Daled
- Un cadran avec un style de 33 m sur un rond-point par D. Savoie.



à vos plumes

Informations arrêtées le 15 août 2014
Merci à Dominique Collin pour sa relecture attentive.



Photo de Jérôme Bonnin

Faces externe et interne d'un médaillon antique