

PHOTOS

COULEURS

CADRAN-INFO

Sommaire du N° 11

▪ La Clepsydre	Ansel JM
▪ CADRANS BIFILAIRES avec FIL CIRCULAIRE	Bores MJ/ <i>Collin D</i>
▪ Cadran ornemental	Dallet PJ
▪ Voyage astronomique chez les MAYAS	Gotteland A
▪ ECHAUGETTE	Gagnaire P
▪ URANIE	Gagnaire P
▪ Restauration d'un cadran de 1806	Guyot Y
▪ Retrouver la déclinaison d'un cadran	Kieffer M
▪ géométrie des cadrans inclinés	Pakhomof J
▪ Les cadrans cylindriques	Rouxel B
▪ Les ARCS DIURNES	Savoie D
▪ Les cadrans canoniaux	Schneider D
▪ Cadran de Saint-Parres-aux-Tertres	SSP
▪ Informations diverses	
▪ Informations diverses suite	
▪ Des livres et des revues	
▪ sites sur internet	

CADRAN-INFO

est un moyen de diffusion d'articles gnomoniques rédigés principalement par les membres de la "commission des cadrans solaires" et destinés essentiellement à ceux-ci.

Il vient en complément des publications de la SAF: "L'Astronomie" et "Observations & travaux" qui présentent épisodiquement des sujets concernant les cadrans solaires.

CADRAN-INFO est une formule simple et flexible qui regroupe la majorité des présentations faites lors de nos 2 réunions annuelles ainsi que des articles reçus en cours d'année.

Il paraît en Mai et en Octobre. Il est vendu lors des deux commissions ou adressé sur demande (participation aux frais) sous forme: papier (tirage N&B ou en couleurs) et CD.

Remarques:

- ◆ Les articles sont présentés par ordre alphabétique des auteurs (ou en fonction de la composition du bulletin). Le contenu est sous leur responsabilité.
- ◆ Les articles sont à envoyer à Ph. Sauvageot (directement à son domicile) sur disquette/CDrom PC (logiciel Word, Excel, Access) éventuellement sur papier. Certains sujets pourront être repris dans une parution ultérieure de "L'Astronomie" ou "Observations & Travaux".
- ◆ Les personnes qui souhaiteraient que leurs articles soient réservés exclusivement aux revues "L'Astronomie" ou "Observations & Travaux" devront le préciser dans leurs envois.
- ◆ Toute reproduction totale ou partielle des présents articles ne peut se faire qu'avec l'accord des auteurs.
- ◆ Les articles, documents, photos... ne sont pas retournés aux auteurs après publication.

NOUVEAUTE

A partir de Cadran Info N°11, si des articles font référence à des **logiciels** créés par l'auteur, celui-ci les mettra généralement à **disposition dans la version CD.**

Ph. Sauvageot

Vice-Président de la Commission des cadrans Solaires

La Clepsydre (JM. Ansel)

LE CADRAN SOLAIRE A-T-IL EU UNE PETITE SŒUR ?

Une fois n'est pas coutume, regardons d'un peu plus près un instrument très ingénieux, la clepsydre à tambour, sorte de muse complémentaire du cadran solaire. Elle a été utilisée dans quelques monastères.

Jadis, une fois le Soleil descendu sous l'horizon occidental, il était encore possible de mesurer le Temps par la seule rotation de la planète : avec le nocturlabe , par temps clair , mais aussi en présence de la Lune, sur un cadran solaire pourvu d'une table de conversion.

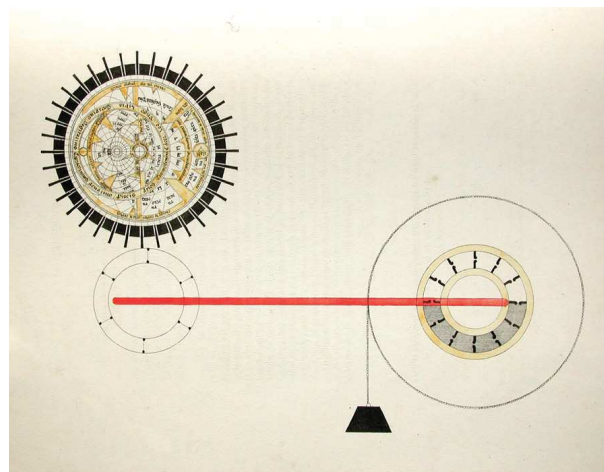
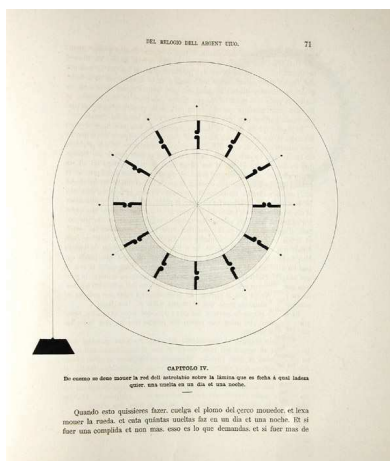


Seulement, la nuit le sommeil est pesant et, à moins de veiller à l'aide d'une chandelle imprécisément graduée, l'on n'était pas sûr de sonner matines au bon moment. Probablement inventée vers l'an mil, elle a fait une nouvelle apparition au XIII^e siècle, quelque peu concurrente des horloges mécaniques ; on l'utilisait encore au XVII^e.

Il semble que la plus ancienne description connue de son principe soit celle faite à la demande du roi Alphonse X de Castille vers 1277 dans le LIBRO DEL SABER (le livre du savoir). Il y est mentionné quelle était connue depuis environ 200 ans !

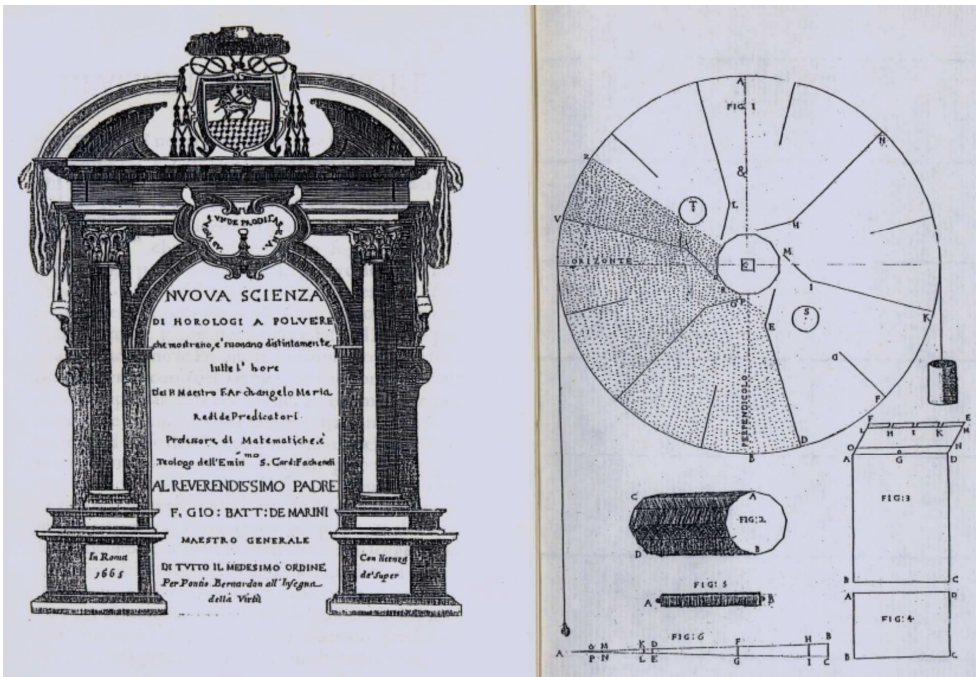
La partie du LIBRO DEL SABER est représentée ici par Rion y Sinobus en 1864; d'après ce texte elle est réalisée en bois et **le fluide en est le mercure** ; sa rotation devait permettre à un astrolabe d'effectuer une rotation par jour.

L'idée serait-elle venue des Arabes ? En effet nous allons le voir, cette « machine » fonctionne comme une noria qui puiserait le fluide sur elle-même pour garder sa rotation.



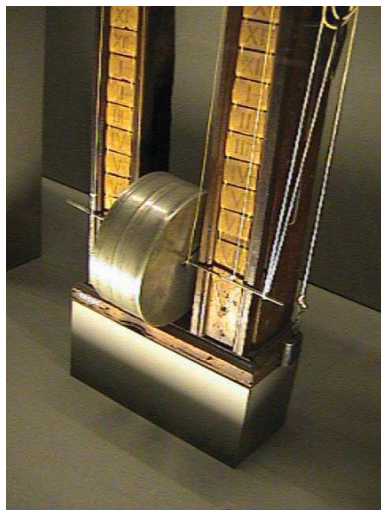
Document collection privée avec l'aimable autorisation de Jan De Graeve

Dans son ouvrage intitulé « Mesure du temps dans les abbayes cisterciennes et plus particulièrement à Villers au XIIIe siècle » André Sterling en fait une description, à la suite de la découverte de fragments d'ardoise gravée. Elle était pourvue d'un cadran gradué en quatre parties, de 24 lettres médiévales chacune, et pouvait fonctionner 32 heures durant, chaque graduation représentant 1/3 d'heure. Le sacristain était seul habilité à lire l'heure et à régler la clepsydre et une consigne disait: si le Soleil est entre le second angle de la première fenêtre et le premier angle de la deuxième fenêtre, le sacristain doit mettre l'aiguille sur la lettre C contre le trou qui la sépare de la lettre B (10h 2/3 du matin)



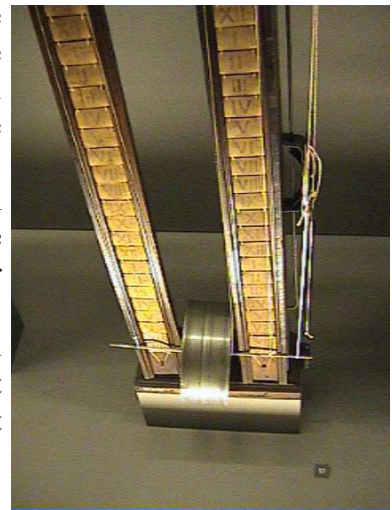
En 1665 paraît à Venise un petit ouvrage sur l'horloge à poudre écrit par F. ARCHANGELO MARIA REDI dont le principe de fonctionnement s'apparente à notre clepsydre. (Document A.Gunela-G. Paltrinieri)

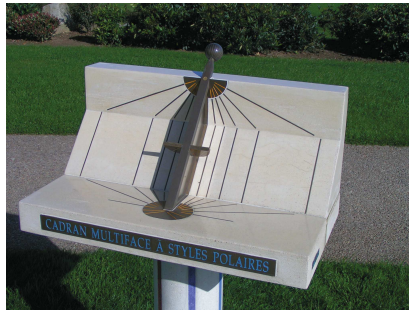
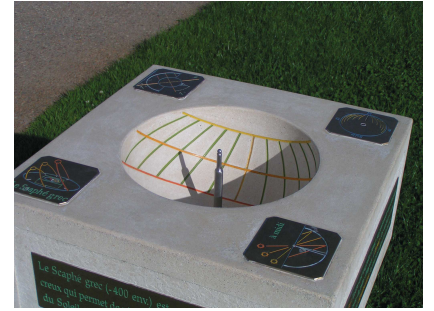
En 1734 le R.P. dom Jacques Alexandre nous décrit l'instrument avec un peu plus de précision au chapitre VIII.



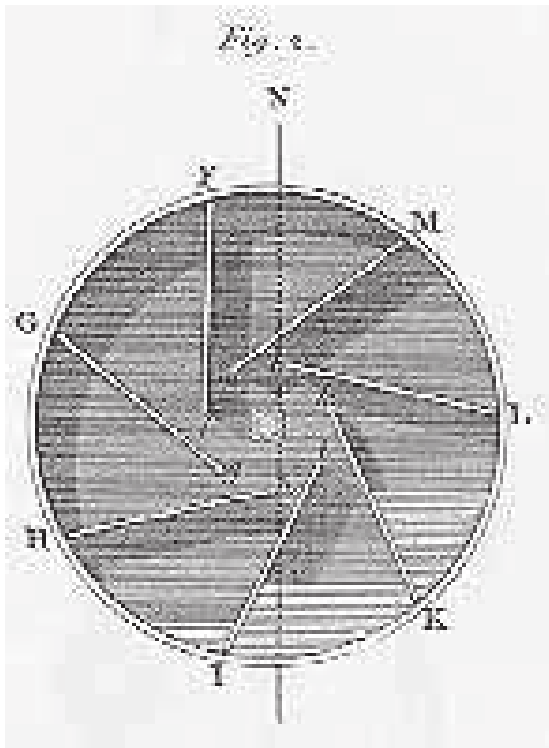
Il précise qu'elle a été inventée au siècle précédent par le Père dom Charles Waily religieux bénédictin de la Congrégation de Saint-Maur.

C'est probablement selon cette description qu'ont été réalisées plusieurs clepsydras par les étaminiers de la Ville de Sens. On peut en voir une petite au Musée du Temps de Briançon et une autre au Musée des Arts et Métiers de Paris.





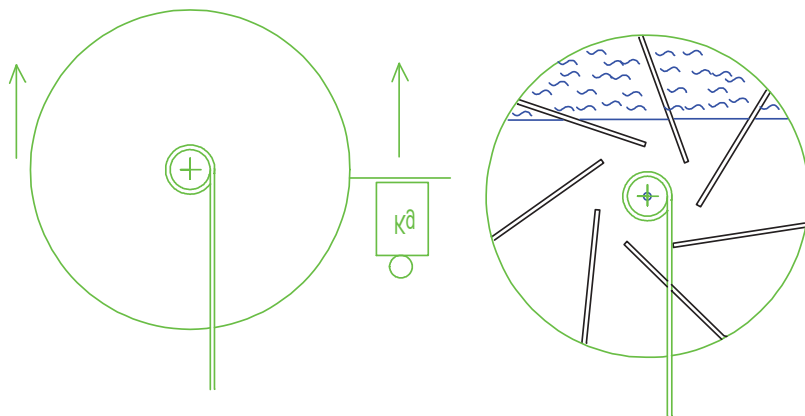
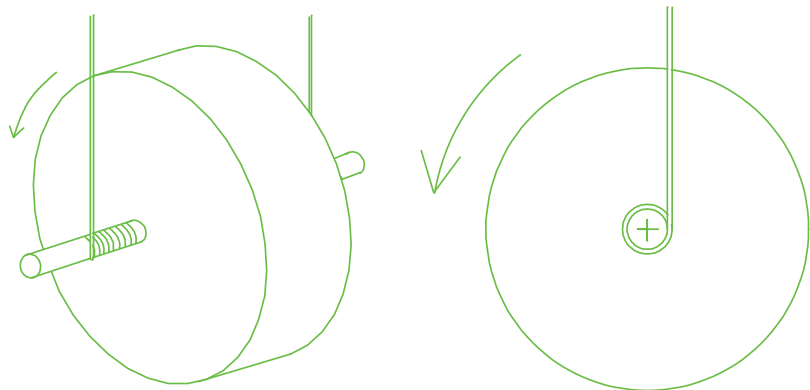
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA CLEPSYDRE A TAMBOUR



« Le tambour » est fait d'une boîte ronde disposée verticalement et pourvue d'un axe comme une roue. L'axe de part et d'autre de la roue est suspendu par deux cordelettes.

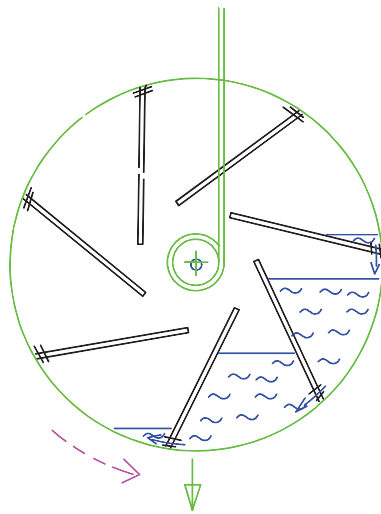
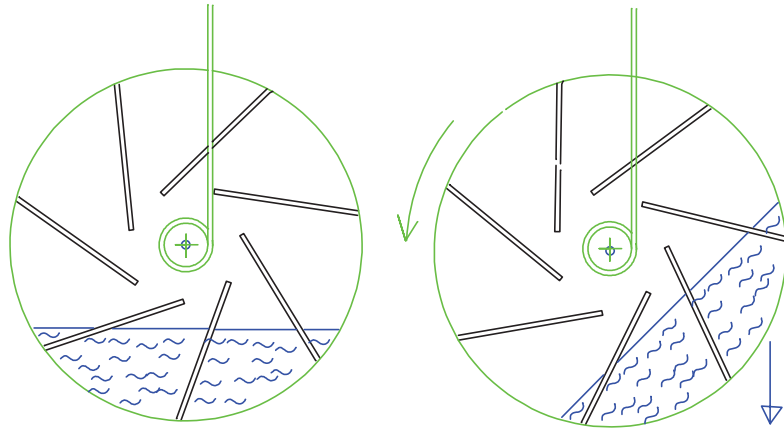
Une fois le tambour remonté par l'enroulement des

cordelettes autour de son axe, celui-ci tend à descendre tel un yo-yo, le point de suspension étant excentré du fait de l'enroulement ; il en découle un surpoids à l'opposé.



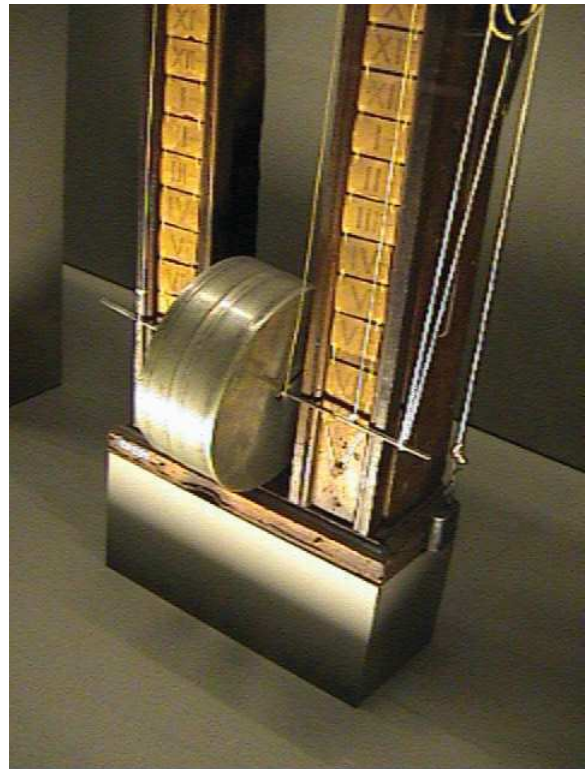
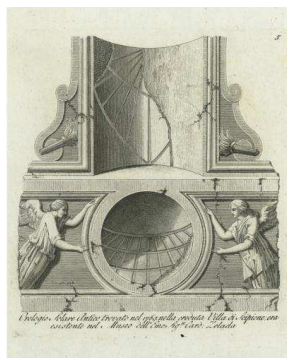
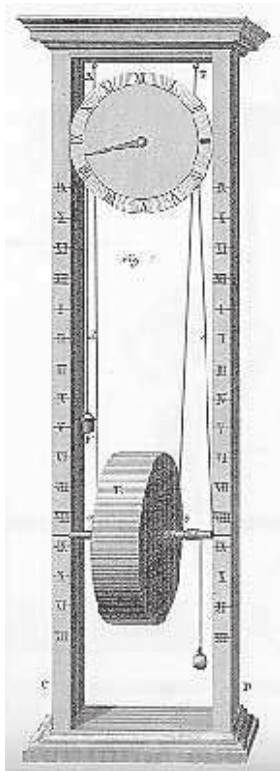
Pour rétablir l'équilibre et stabiliser la suspension, il suffit d'apporter un contreponds ; pour ce faire, l'intérieur de la boîte est compartimenté par 7 cloisons (ce pourrait être 5 voire 12) disposées radialement ; de l'eau en quantité suffisante occupe partiellement la partie basse du tambour.

Dès que celui-ci est libéré, son déroulement intervient et, du fait de cette rotation les compartiments inférieurs contenant l'eau se trouvent emmenés à l'opposé du « trop lourd » ; la situation s'équilibre, le cylindre cesse de se dérouler et reste suspendu.



Seulement, chaque cloison étant percée d'un petit trou calibré situé à la périphérie de la boîte, l'eau contenue dans les compartiments maintenant plus élevés s'écoule par gravité, remplissant à nouveau les parties basses. Le contrepoids s'annule en permanence et avec régularité, les deux couples s'égalisent et le cylindre descend doucement en rotation ; le mouvement est linéaire. C'est le diamètre des trous et la quantité d'eau qui jouent le rôle de régulateurs.

Il suffit alors de placer une règle verticale devant l'axe de la clepsydra pour y graver les heures souhaitées ; pourvue d'un contact ou d'une came quelconque disposée sur l'heure choisie, la clepsydra peut alors réveiller le sacristain assoupi.





La clepsydre de Ludiver ne donne pas l'heure mais démontre seulement l'ingéniosité et la régularité du système. Les 90 cm de la descente s'effectuent en 2 h.40 min. environ, et c'est la devise avec l'oiseau index qui, solidaire du tambour, trace les instants autour du disque gradué qui, lui, reste immobile.

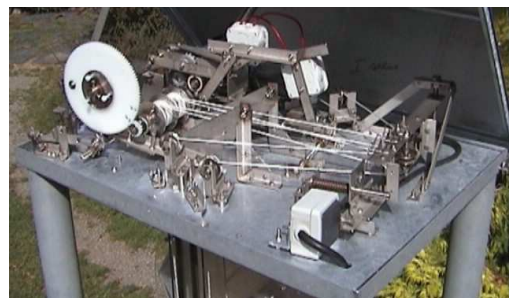
La transparence du verre acrylique dévoile le secret de la clepsydre, il est maintenant possible de voir le temps s'écouler.



L'instrument est simple, d'une précision surprenante et relativement facile à réaliser sauf pour le mécanisme de remontée automatisé qui m'a vraiment occupé, sinon plus!

Petit appel aux lecteurs qui pourraient aider, par leurs connaissances ou découvertes, à compléter les connaissances résumées ici.

Merci



**CADRANS SOLAIRES BIFILAIRES HORIZONTAUX
 AVEC UN FIL CIRCULAIRE ET UN AUTRE RECTILIGNE
 (J. Moreno Bores Traduction : Dominique Collin)**

J. Moreno présente dans cet article une intéressante généralisation des cadrans solaires bifilaires de Michnik, modifiant la forme d'un des fils, qui devient une circonférence placée dans un plan vertical. Il développe les équations qui permettent de dessiner les différentes lignes horaires en ayant recours à un ordinateur et expose les tracés de ces lignes pour les heures temporaires, italiques et babyloniennes.

Récemment le docteur Hidalgo, président de l'association des Amis des Cadrans Solaires, proposa au professeur Hacar de résoudre un cadran solaire bifilaire dans lequel un des fils est un segment horizontal dans la direction nord-sud et l'autre ayant une forme circulaire situé dans le plan vertical est-ouest, centré sur le fil précédent. Ce que fit le professeur Hacar, obtenant les équations paramétriques du cadran et l'équation implicite, éliminant les paramètres par la voie algébrique. Dans cet article, nous résolvons d'autres cadrans semblables mais nous nous limitons à obtenir les équations paramétriques comme étant les plus adéquates pour leur traitement par ordinateur. L'auteur exprime ses remerciements au professeur Hacar, qui lui a appris – entre autres choses – à dessiner des cadrans solaires bifilaires.

PREMIERE VARIANTE

On traite – dans cet exemple – d'un segment horizontal (fil A) dans la direction Est-Ouest (fig. 1) et d'un cercle (fil B) de rayon r, situé dans le plan vertical Nord-Sud. Le fil A passe par le centre du cercle B.

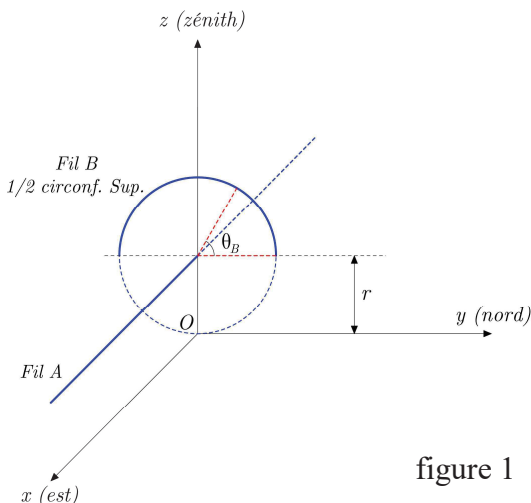


figure 1

Si pour le fil B nous utilisons un cercle complet, les ombres des deux gnomons auront 2 intersections, avec l'ambiguïté qui en résulte. Pour cette raison nous limiterons la construction pratique du fil B au demi-cercle supérieur.

Premièrement, nous exprimerons les équations paramétriques des fils A et B :

$$\begin{cases} x = \theta_A \\ y = 0 \\ z = r \end{cases} \quad \text{fil A}$$

$$\begin{cases} x = 0 \\ y = r \cos \theta_B \\ z = r(1 + \sin \theta_B) \end{cases} \quad \text{fil B}$$

L'équation du plan qui génère les rayons solaires à travers le fil A :

$$\frac{x - \theta_A}{S_x} = \frac{y - 0}{S_y} = \frac{z - r}{S_z}$$

où S_x, S_y, S_z sont les composantes (cosinus directeurs) du vecteur unitaire du rayon solaire.

$$\begin{cases} S_x = -\cos \delta \sin t \\ S_y = -\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos t \\ S_z = -\sin \varphi \sin \delta - \cos \varphi \cos \delta \cos t \end{cases}$$

Dans lesquels :

δ est la déclinaison du soleil (paramètre générique)

φ est la latitude du lieu du cadran

t est l'angle horaire (paramètre générique)

Equation du cylindre (de la section elliptique) qu'engendrent les rayons solaires à travers le fil B :

$$\frac{x - 0}{S_x} = \frac{y - r \cos \theta_B}{S_y} = \frac{z - r(1 + \sin \theta_B)}{S_z}$$

Equation de l'ombre du fil A (intersection du plan horizontal $z=0$ avec le plan précédent) :

$$\begin{cases} x = \theta_A - r \frac{S_x}{S_z} \\ y = -r \frac{S_y}{S_z} \end{cases} \quad \text{Ombre de A}$$

Nous éliminons le paramètre θ_A entre les équations précédentes afin d'obtenir l'équation de l'ombre du fil A sans paramètres (dans ce cas c'est immédiat) :

$$y = -\frac{S_y}{S_z} r$$

Equation de la courbe de l'ombre du fil B (intersection du plan horizontal $z=0$ avec le cylindre précédent) :

$$\begin{cases} x = -\frac{S_x}{S_z} r(1 + \sin \theta_B) \\ y = r \cos \theta_B - \frac{S_y}{S_z} r(1 + \sin \theta_B) \end{cases}$$

Maintenant nous devons éliminer le paramètre θ_B entre les équations précédentes, pour obtenir l'équation de l'ombre du fil B sans paramètres. Comme cette élimination est complexe, nous procédons comme suit :

L'objectif est d'obtenir l'intersection des courbes de chacune des 2 ombres, pour lequel nous devons résoudre le système formé par ses équations. Pour le faire dans l'ordre exprimé, nous devons éliminer y entre la seconde équation de l'ombre du fil A et la seconde des deux dernières équations. Ainsi nous obtenons $\tan \theta_B = S_z/S_y$, d'où nous déduisons que :

$$\sin \theta_B = -\frac{S_z}{\sqrt{S_y^2 + S_z^2}},$$

substituant dans la première des équations paramétriques de l'ombre du fil B :

$$\begin{cases} x = -r \frac{S_x}{S_z} + r \frac{S_x}{\sqrt{1 - S_x^2}} \\ y = -r \frac{S_y}{S_z} \end{cases}$$

qui sont les équations paramétriques du cadran solaire de paramètre δ et t (puisque S_x, S_y, S_z sont des fonctions de δ et t).

En éliminant δ entre les équations précédentes, on obtient l'équation $F(x, y, t) = 0$, qui correspond à la famille des lignes horaires recherchées. Comme cette élimination est

difficile et complexe par la voie analytique, on a recours aux méthodes numériques suivantes.

a) On a sélectionné les lignes horaires que nous voulons représenter. Par exemple :

$$n_{vrai} = 5 \text{ heures}, 6, 7, \dots, 18, 19,$$

b) on a calculé les angles horaires correspondant à chacune des valeurs de l'étape précédente, sachant que :

$$t = 15(n_{vrai} - 12)$$

c) Selon la précision avec laquelle nous voulons représenter les lignes horaires, nous sélectionnons un ensemble de valeurs de δ (sachant que $-23.44 \leq \delta \leq +23.44$).

d) Pour chacun des angles horaires t précédent, et pour chaque valeur de δ , nous obtenons les valeurs de x, y à partir des équations précédentes du cadran.

e) Nous rejetons l'ensemble des points de l'étape d) pour lesquelles le n_{vrai} correspondant reste en-dehors de la période d'éclairement. C'est-à-dire que nous nous passons des points superflus.

Pour chaque valeur de t , nous obtenons ainsi la représentation graphique de la ligne horaire correspondant aux n_{vrai} heures.

Eliminant t entre les équations du cadran, on obtient l'équation $F(x, y, \delta) = 0$, qui correspond à la famille des lignes d'égale déclinaison recherchées. Comme l'élimination visée est, de nouveau, empoisonnante, on en viendra à bout avec les méthodes numériques de la façon suivante.

a) Nous choisissons les lignes d'égale déclinaison que nous voulons représenter. Par exemple celles du début de chaque signe du zodiaque.

b) Nous cherchons – dans n'importe quelle table incluse dans les textes gnomoniques – les valeurs de la déclinaison moyenne δ correspondant à la date de l'étape (a) précédente

c) Selon la précision avec laquelle nous voulons représenter les courbes d'égale déclinaison, nous choisissons un ensemble de valeurs de t . Le plus pratique est d'utiliser les valeurs qui ont déjà été utilisées dans l'obtention des lignes horaires.

d) Pour chaque valeur de δ , et pour chaque valeur de t , nous obtenons les valeurs de x et y à partir des équations du cadran.

e) Finalement, nous représentons les points (x, y) obtenus pour chaque valeur de δ ,

obtenant ainsi la représentation graphique recherchée de la ligne d'égale déclinaison correspondant à chaque date.

L'élimination numérique des paramètres t et δ peut paraître compliquée, mais si l'on dispose dans une table adéquate ordonnant les dates et les calculs, la résolution pratique peut se réaliser plus facilement en utilisant une heure « électronique » quelconque de celles qui existe sur le marché informatique.

La figure 3 montre l'aspect d'un cadran pour les heures de temps vrai. Nous pouvons facilement relier – que les méthodes connues – l'angle horaire t avec d'autres systèmes horaires distincts. De cette manière, nous obtenons les représentations d'un même cadran comprenant :

- les heures italiques (figure 4)
- les heures babyloniennes (figure 5)
- les heures romaines ou planétaires (figure 6)
- les heures sidérales pour l'hiver/printemps (figure 7)
- Idem, pour l'été/automne (figure 8)
- les heures légales pour l'hiver/printemps (figure 9)
- Idem, pour l'été/automne (figure 10)

Le cadran correspondant au demi-cercle inférieur du fil B se calcule de la même façon. Les équations sont les mêmes que celles qui ont été vues, mais avec changement du signe du radical. Le dessin résultant est très peu « heureux ».

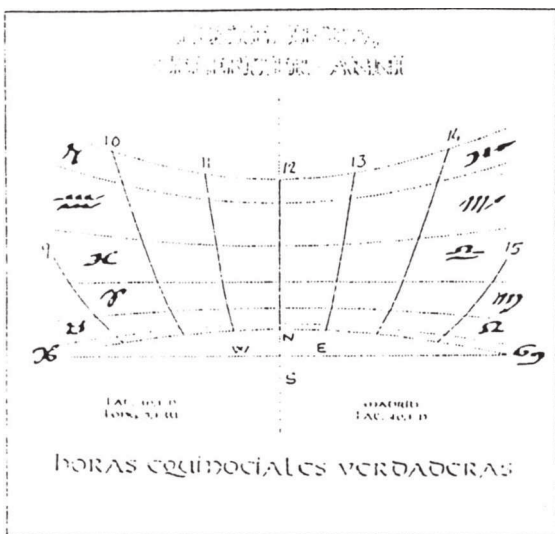


figure 3

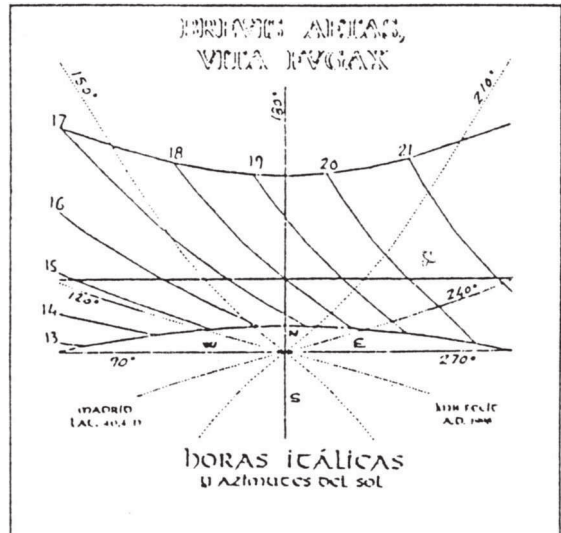


figure 4

Dans quelques uns des cadrans dessinés, nous avons inclus d'autres courbes d'ornement. Les courbes d'égal azimut, d'égale hauteur, etc..., en plus des déclinaisons. Le résultat esthétique est peu satisfaisant, mais notre propos est seulement de montrer que ce type de courbes peuvent s'inclure dans les cadrans solaires bifilaires comme cela se fait fréquemment dans les cadrans solaires conventionnels.

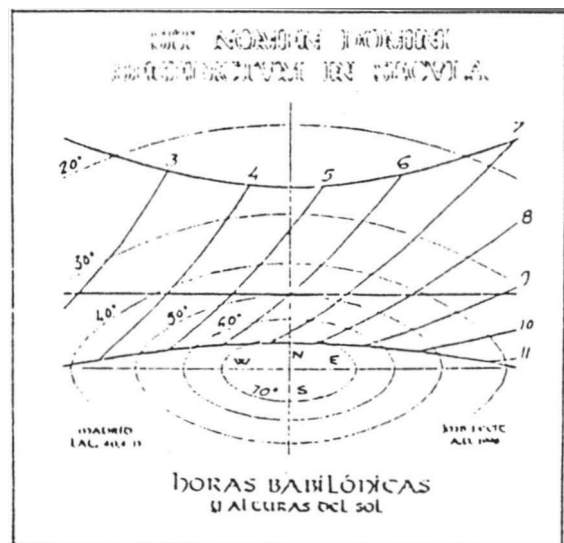


figure 5

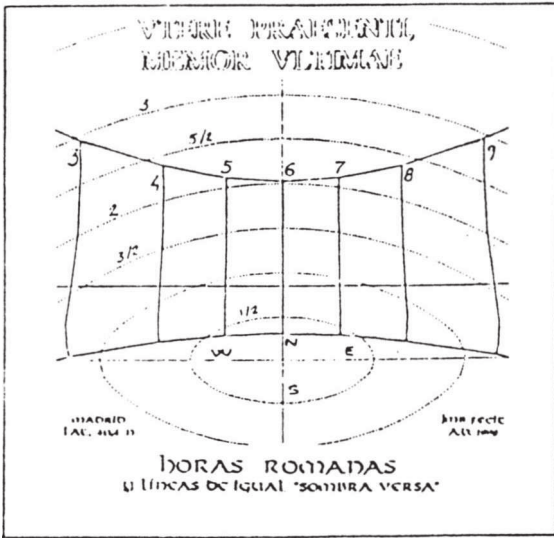


figure 6

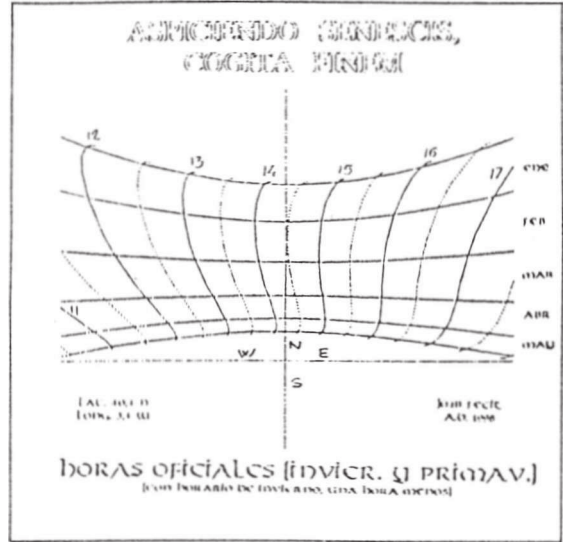


figure 9

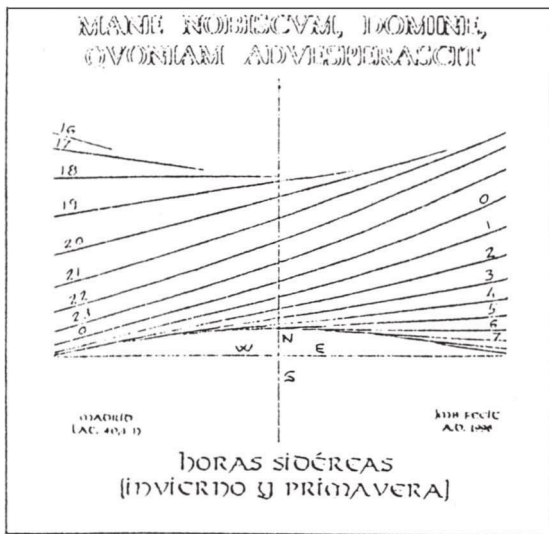


figure 7

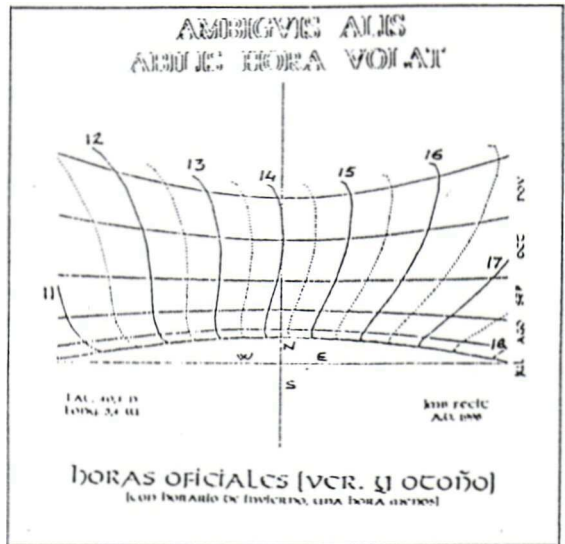


figure 10

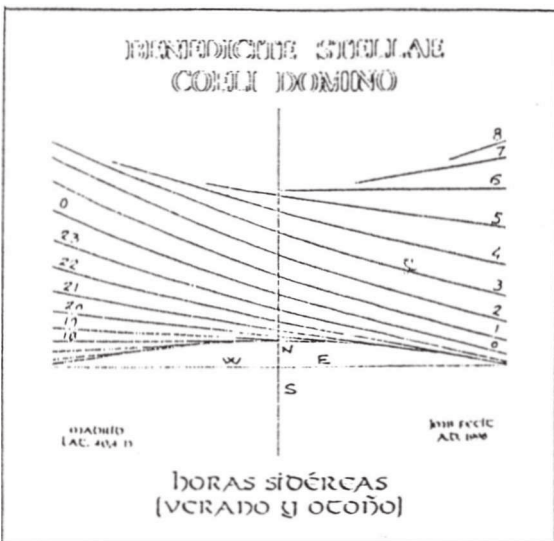
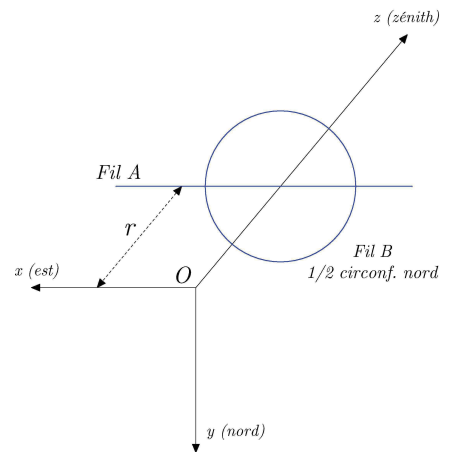


figure 8

SECONDE VARIANTE

Ce cas est très semblable au précédent. Le fil circulaire est horizontal et le fil rectiligne vertical (figure 2). Nous considérons seul le demi-cercle septentrional¹.



¹ Partie nord du cercle horizontal. NdT

Suivant la méthode précédemment exposée, nous calculons les équations du cadran :

$$\begin{cases} x = -r \frac{S_x}{S_z} + r \frac{S_x}{\sqrt{1-S_z^2}} \\ y = -r \frac{S_y}{S_z} + r \frac{S_y}{\sqrt{1-S_z^2}} \end{cases}$$

Le cadran qui en résulte est celui des figures 11 à 18. La figure 11 est celle de la première de couverture où elle se présente comme la conclusion de cette Revue.

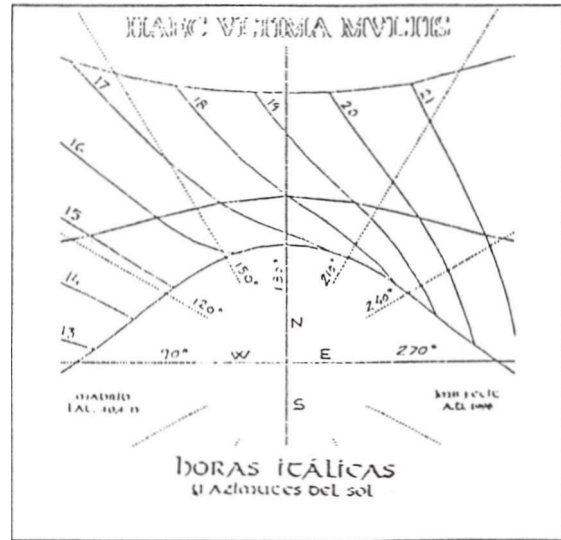


figure 12



figure 13

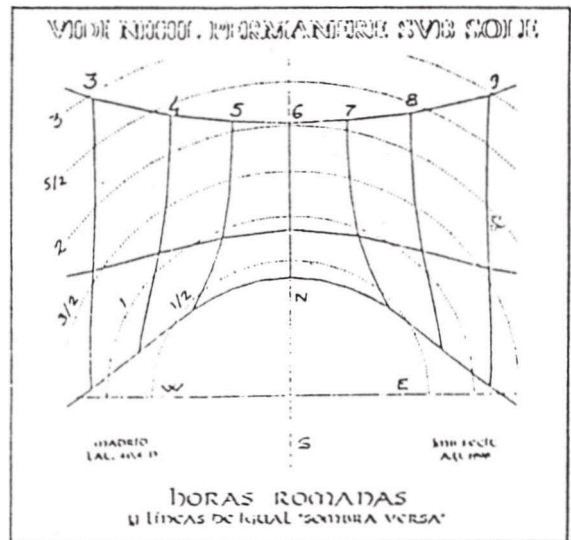


figure 14

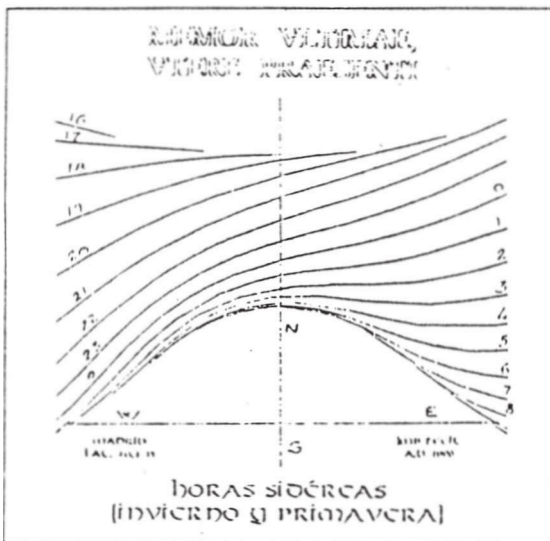


figure 15

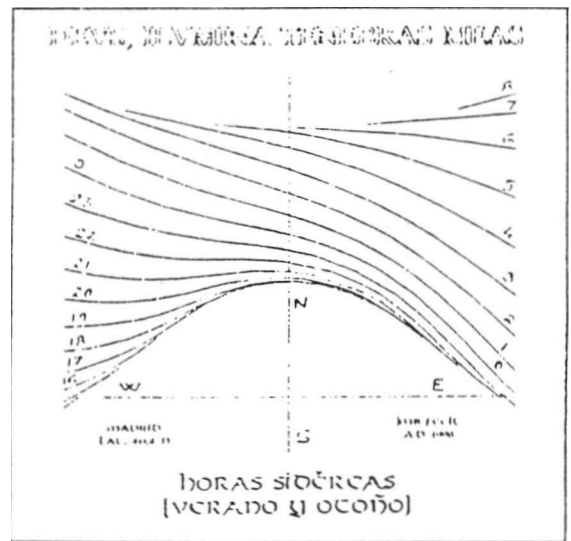


figure 16

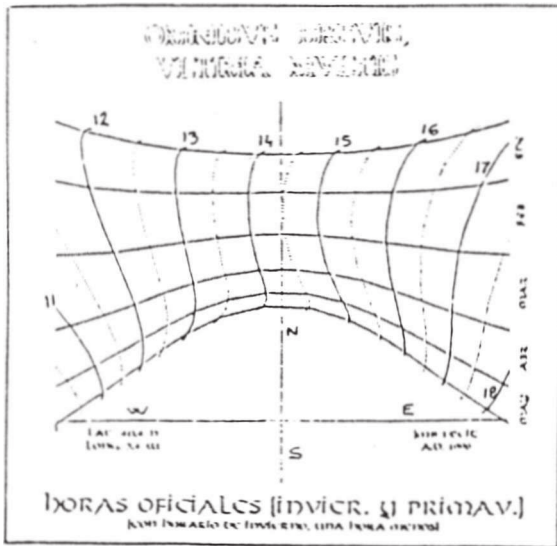


figure 17

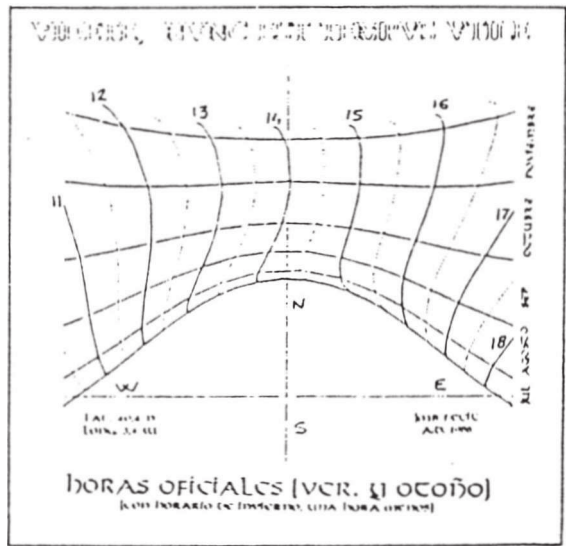


figure 18

Note : la figure 11 est insérée comme page de garde de la dernière de couverture de cette Revue.

Dorment encor les noctambules,
L'Angélus sonne au grand clocher,
Tic-tac, tic-tac fait la pendule
Sur le fronton du vieux marché.

Mais tout là-bas, discrètement,
Sans aucun bruit et sans alarme
On voit serein passer le temps:
Cela ne manque pas de charme.

Il y a là un beau cadran,
Sur son gnomon est une étiole,
Donne l'heure au soleil levant

Lorsque le ciel n'a pas de voile,
Saisissons la ...vite, avec joie,
Car le bonheur ne se renvoie

Poème de G. Camus +,
co-auteur des "Cadrans de Paris" avec Mme A. Gotteland

Cadran ornemental (P.J. Dallet)

Plan, à style polaire, carré.

Le cadran ornemental de bâtiment se trace à partir d'une épure carrée dont on prolonge les lignes. Son contour a la forme que l'artiste réalisateur souhaite lui donner.

Nous le verrons souvent peint sur un mur vertical déclinant assez peu. Il faut remarquer que les murs de maisons exposés SUD à 1/10° de degré près n'existent que dans la proportion de 1 sur 1000 environ. Dans ce cas le cadran est dit « méridional ». Le pourcentage de cadrans « occidentaux » et « orientaux » est le même. Ce cadran peut aussi être horizontal ou incliné et déclinant.

- **Ce cadran ne procure pas le temps moyen.**

Pour pallier ce problème il est d'usage de le combiner à un cadran à style ponctuel. Le style ponctuel pourra par exemple être matérialisé par un disque parallèle au plan du cadran, fixé au milieu du style polaire. Le cadran à style ponctuel procure notamment les arcs des signes du calendrier zodiacal et des HUIT de temps moyen.

Etude théorique du cadran

L'étude du cadran consiste à :

- Placer le cadran dans un système de classification.
- Déterminer quelles indications il produit et aussi quelles sont les indications données à connaître pour le lire.
- Déterminer quels sont les graphismes à utiliser pour chacun des renseignements produits ou donnés.

Explications préalables

Nous utiliserons le système de classification créé pour le logiciel SOLARIUM. Il s'agit pour décrire le cadran, de citer : sa forme géométrique, le système de projection dont il découle, les calculs utilisés, la liste des renseignements qu'il est apte à produire et par quels graphismes.

Vocabulaire de classification.

Pour pouvoir classer il faut adopter des mots désignant des subdivisions. Ces mots manquent en gnomonique ; alors nous avons emprunté ceux qui sont utilisés en histoire naturelle. Ils sont :

Classe : groupe divisé en ordres.

Les classes sont le plus souvent la forme géométrique du cadran dans l'espace, (plan, cylindre, sphère). Ce peut aussi être une forme non géométrique : « tête humaine », « rocailles », etc.

Ordre : groupe divisé en familles.

Exemples :

- Graphismes sur la surface extérieure du volume " : (cas du cadran plan).
- Graphismes dans la cavité du volume " : scaphé.

Familles : groupe divisé en genres. Ce sont les projections prises dans leurs sens utilisés en gnomonique.

Exemple d'un système classification des familles de cadrans :

- 1) A styles polaires.
- 2) A styles ponctuels,

- 3 Bifilaires.
- 4) Analemématiques.
- 5) Astrolabiques.
- 6) De projection stéréographique.
- 7) D'azimut et de hauteur.
- 8) D'azimut et de hauteur genre « indépendant de la latitude »,
- 9) De hauteur.
- 10) De hauteur, genre navicula.
- 11) D'azimut.
- 12) A plusieurs styles plans qui sont des parties de plans horaires.
- 13) Pseudo-cadrans, abaques. Ils permettent à partir de deux coordonnées du Soleil données de jouer le rôle de cadran.

Genre : groupe divisé en types. (rares utilisations du mot « genre »)

Exemple :

Cadran plan, à style polaire, « en forme de cercle ». « en forme de cercle » est un nom de genre de cadran. Ce genre se subdivise en plusieurs types.

Types : groupe divisé en positions (en histoire naturelle on dit espèce)

Exemple :

- Cadran plan à style polaire, carré.
- Cadran plan à style polaire, en forme de cercle, style planté au centre du cercle, temps moyen par des huit pointus.
- Cadran de berger.

Position. : Ce sont les déclinaisons gnomoniques et les inclinaisons. (en histoire naturelle les espèces sont subdivisées en races ou variétés.)

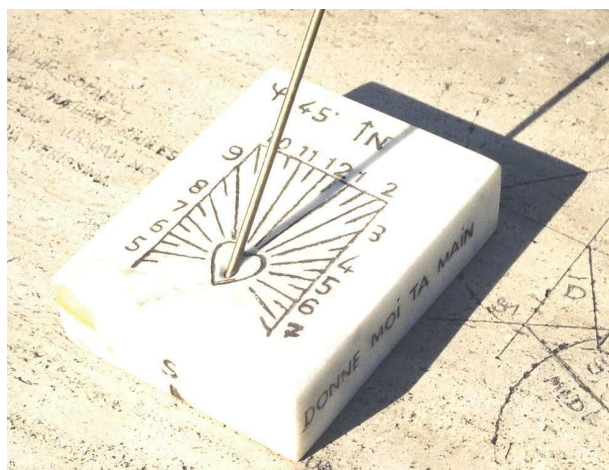
Exemples:

- Cadran méridional.
- Cadran incliné de 70° , déclinant de 10° vers l'EST

Historique.

Les cadrans à style polaire, procurant le temps vrai, remplacèrent les cadrans canoniaux vers le 13^e siècle. Ils disparurent au début du XIX^e siècle et réapparurent à la fin du XX^e non pour donner l'heure mais par intérêt culturel.

Images ou photos



Classification des cadrans ornementaux de bâtiment.

Plan, à style polaire, obtenu par prolongement des lignes d'un cadran carré.
Forme créée par l'artiste selon son idée.
Seul, il ne procure que le temps vrai local ou non.

Rappel de définitions

- **Définition géométrique du plan :**

Le plan est une surface telle qu'une droite qui joint deux de ses points y est contenue toute entière.

L'image de la surface d'une glace bien polie, parfaitement dressée, nous permet de concevoir ce qu'est un plan.

- **Méridienne.**

Une méridienne est la trace de l'intersection d'un « plan passant par l'axe de la Terre et un point du cadran » et la « surface du cadran ». Le point du cadran est le point d'implantation du style polaire. On l'obtient facilement par l'ombre d'un fil incliné passant par une verticale à midi vrai. On fait passer un fil à plomb par un piton, de manière que l'ombre de la partie du fil incliné couvre la partie verticale. Puis on trace la méridienne sur un plan horizontal à l'aide de l'ombre de la partie inclinée. Midi vrai en Temps Universel s'obtient par la formule :

$$TP = 12 + EQ + Lg/15$$

Eq est l'équation du temps en heure décimale.

Lg la longitude en degrés décimaux, comptée négativement à l'EST du méridien origine.

- **Le style polaire**

Style parallèle à l'axe de rotation de la Terre. Ce style se place dans un plan Nord / Sud, avec un angle style / plan horizontal égal à la latitude géographique du lieu d'utilisation du cadran. Il est possible de fixer correctement un style polaire en le plaçant dans un plan méridien et en réglant son inclinaison à l'aide d'un niveau à vernier.

- **La ligne sous-styloire**

Elle est facilement observable sur ce type de cadran. Elle est la projection droite, c'est-à-dire « orthogonale » de ce style.

- **Angle style /cadran.**

C'est l'angle formé entre le style polaire et le plan du cadran.

Soit Phi la latitude, Psi l'angle style /cadran :

Pour un cadran méridional (1⁰/00 des cas)

$$Psi = 90^\circ - |Psi|$$

Pour les cadrans orientaux et occidentaux (1⁰/00 des cas)

$$Psi = 0$$

Pour tout les autres cas : utiliser la formule de calcul de l'angle Psi.

Exemple : pour un cadran vertical, déclinant de 10° OUEST à la latitude de 45° l'angle Psi a pour valeur : -44° 8.2'

- **Angle « ligne sous styloire » / « Ligne méridienne ».**

C'est l'angle formé entre la ligne sous-styloire et la ligne méridienne du cadran.

Nous utiliserons la formule de calcul de l'angle RO. En prenant pour origine une droite descendante passant par le point d'implantation du style polaire, l'angle Ro est formé entre cette ligne et le prolongement de la ligne sous-styloire. Cet angle utilisé en gnomonique générale peut être remplacé par l'angle S :

$$S = Ro - 180^\circ$$

Exemple : pour un cadran vertical, déclinant de 10° OUEST à la latitude de 45° l'angle Ro a pour valeur : 189° 51.1', et S= 9° 51.1'

- **Angle « horaire à la sous style ».**

C'est l'angle horaire du Soleil lorsque l'ombre du style polaire couvre la ligne sous-style.

Exemple : pour un cadran vertical, déclinant de 10° OUEST à la latitude de 45° l'angle Sigma pour valeur : 14° 0.1'

Cette angle sert pour vérifier les tracés d'épures et dans certains algorithmes .

Les indications (ou renseignements) de ce cadran

Les « indications » ou « renseignements » sont ce que révèle un cadran solaire : l'heure, la date, des coordonnées du Soleil, des repères d'instant de début de prière, etc. Parfois l'indication n'est pas procurée par le cadran, mais au contraire, demandée par ce dernier, la date par exemple.

Les types d'heures sont définis ici par l'heure TP à laquelle le Soleil passe au méridien supérieur et la durée de leurs heures en degrés DH

L'angle horaire H se calcule par la formule suivante :

$$H = (\text{heure} - TP) * DH$$

« heure » ayant bien une valeur arbitrairement choisie dans n'importe quel système d'heure.

Les heures :

Heure vraie (Angle horaire en heure de 15°, divisé en 60 minutes.)

$$TP = 12$$

$$Dh = 15$$

Heure vraie arabe (Heure de 15°, divisée non en minutes mais en 15 degrés.)

$$TP = 12$$

$$Dh = 15$$

Heure décimale de la Révolution Française (Angle horaire de 36°, divisé en 100 minutes.)

$$TP = 5$$

$$Dh = 36$$

Heure dite par les médias « Heure du Soleil » (H. Vraie + longitude par modules de 15°.) "

$$TP = 12 + Lg / 15 + \text{Clnt}(-Lg / 15)$$

$$Dh = 15$$

Heure vraie non locale (Cadrans anciens) "

$$TP = 12 + Lg / 15$$

$$Dh = 15$$

Les graphismes de ce cadran.

Chaque graphisme provient d'un algorithme de calcul. L'algorithme détermine point par point les coordonnées du SOLEIL sur la sphère céleste. Ces coordonnées sont transformées pour être disponibles sous trois formes : H et De, h et A, GKS et YGK.

Les significations de ces symboles sont :

H l'angle horaire.

De la déclinaison du Soleil

h l'angle hauteur,

A l'azimut (zéro au SUD, 90° à l'OUEST)

GKS l'angle hauteur sur cadran,

YGK l'angle azimut sur cadran (Azimut du point image du Soleil à partir de la ligne de plus grande pente descendant du pied du style droit)

A chaque fois les coordonnées choisies sont transformées en faisant appel aux formules de Gauss (données ici au paragraphe « Formulaire de base »). Puis le formulaire propre au type de cadran transforme ces coordonnées en coordonnées rectangulaires de dessins à deux dimensions. Des fichiers sont formés. Une procédure de dessin permet des éditions à l'écran ou à l'imprimante. Il est à remarquer que le graphisme varie en fonction de deux choix : l'indication à tracer et la famille du cadran. Il est facile de visualiser comment on détermine un graphisme à l'aide d'un tableau à double entrée.

Exemples :

Indication →	Temps vrai	Temps moyen
Famille du cadran. ↓		
Cadrans à style polaire	Courbes pied du style / contour du cadran	Lignes sinueuses (graphismes équation du temps.)
Cadran à style ponctuel	Courbes entre les lignes de solstices	Lignes en forme de HUIT
Cadrans analemmatiques simples.	Points.	
Cadrans de Projection Stéréographique.	Courbes entre les lignes de solstices	Lignes en forme de HUIT
Cadrans de hauteur.	Lignes sinueuses	Lignes sinueuses
Cadrans d'azimut.	Lignes sinueuses	Lignes sinueuses

- Lignes droites de temps vrai.

Ce sont des segments de droites qui ont pour origine le point d'implantation du style polaire et pour extrémités le cadre du cadran.

Théorie

Formulaire de base :

- **Cosmographie.**

Les coordonnées du Soleil sont mesurées sur une sphère imaginaire dite « sphère céleste » dont l'axe et l'équateur sont les prolongements de ceux de la Terre. Actuellement le pôle céleste NORD de la sphère céleste est très proche de l'étoile Polaire. Les cercles parallèles à l'équateur céleste sont dits des cercles de déclinaison, chiffrés de 0 à 90° de l'équateur céleste jusqu'au pôle céleste NORD. (Inversement, de 0 à – 90°, vers le SUD) Les méridiens allant du pôle céleste NORD au pôle céleste SUD sont des « méridiens horaires ».

L'écliptique est un grand cercle parmi les étoiles suivi en apparence par le Soleil dans son mouvement annuel : 360° en 365.25jours environ. Zéro à l'instant ou débute le printemps. L'obliquité de l'écliptique vaut actuellement 23° 26'. Les coordonnées écliptiques se mesurent en longitude écliptique et en latitude écliptique. Pour le Soleil la latitude écliptique est négligée en gnomonique.

La vitesse de la Terre n'étant pas uniforme sur son orbite la longitude écliptique vraie Lv du Soleil se calcule à partir de sa longitude moyenne en utilisant l'équation de Kepler.

Soit Lv la longitude écliptique nous pouvons calculer la déclinaison De du Soleil :

avec Epsi = 23,439291° en l'an 2000

$$De = \text{Arc-sin}(\sin(Lv) * \sin(\text{Epsi}))$$

L'ascension droite Ad, qui est la projection de la longitude écliptique sur l'équateur céleste :

$$\text{tangente}(Ad) = (\sin(Lv) * \cos(\text{Epsi})) / \cos(Lv)$$

- **Formulaire de base en gnomonique :**

Soient

φ : (ou Phi) la latitude géographique du lieu..

H : l'angle horaire du Soleil. (0° à midi vrai, 90° à 18 heures vraies, etc.

δ : (ou De)la déclinaison du Soleil. (0° à l'équateur céleste, 90° au pôle céleste NORD)

A : l'azimut du Soleil. (SUD : 0°, OUEST : 90° etc.)

GKS hauteur au-dessus du cadran.

YGK, azimut sur cadran.

D : (ou Dg) la déclinaison gnomonique du cadran : 0° : SUD, 90 : OUEST, etc.

Z : l'inclinaison gnomonique du cadran : 0° : HORIZONTAL, 90° : VERTICAL, etc.

Psi : (ou ψ) l'angle style polaire / plan du cadran. (Egal à la latitude pour un cadran horizontal.)

Ro : (ou ρ) l'angle rotation de la ligne sous-styloire. (0° pour un cadran horizontal.).

Sigma : (ou σ) l'angle horaire à la sous-styloire.

Les noms des variables qu'on utilise pour programmer ne sont souvent possibles qu'en recourant à des caractères latins donc nous avons parfois des symboles synonymes. Symboles mathématiques utilisés ici par le fait que les formules sont extraites du listing de SOLARIUM

- Multiplication *
- Division /
- Racine carrée de SQR
- Arc-tangente à deux arguments **Atan2**

- **L'azimut se calcule par la formule :**

$$\text{Tan}(A) = \cos(\delta) \sin(H) / [\sin(\varphi) \cos(\delta) \cos(H) - \cos(\varphi) \sin(\delta)]$$

L'azimut, symbolisé par A en astronomie, se mesure sur l'horizon local, à partir d'un arc de méridien terrestre allant de l'observateur au pôle SUD. Il se mesure dans le sens "horloge" : SUD = 0°, OUEST = 90°, SUD-EST = 315° etc.

Il faut utiliser la fonction arc-tangente à deux arguments, au besoin la créer.

- **L'angle h, hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon, s'obtient par la formule :**

$$\text{Sin}(h) = \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \cos(H)$$

h se compte de -90° à +90°. Si la hauteur est négative il est nuit. La hauteur, symbolisée par h, est un angle qui se mesure, à partir de l'horizon local, de 0 à 90 ° vers le zénith, et de 0 à -90 ° vers le nadir. Les parallèles définis par les angles "hauteur", petits cercles de la sphère céleste locale, sont nommés almicantarats et sont souvent utilisés en gnomonique, parfois tracés sur les cadrans.

- **On obtient YGK par la formule :**

$$\text{Tan}(YGK) = [\cos(h) \sin(A - D)] / [\sin(Z) \sin(h) - \cos(Z) \cos(h) \cos(A - D)]$$

Il faut utiliser la fonction arc-tangente à deux arguments, au besoin la créer.

L'angle YGK est positif dans le sens anti-horloge, son origine est la ligne de la plus grande pente descendante.

- **On obtient l'angle GKS par la formule :**

$$\text{Sin}(GKS) = \cos(Z) \sin(h) + \sin(Z) \cos(h) \cos(A - D)$$

L'angle GKS se compte de -90° à +90°. S'il est négatif le cadran est non-enseulé.

Les algorithmes des graphismes préétablisent les coordonnées du Soleil points par points. Ces coordonnées sont toujours transformées dans les trois systèmes : angle horaire et déclinaison, hauteur et azimut, GKS et YGK, hauteur et azimut au-dessus du cadran.

- **L'angle Psi, style/cadran s'obtient par la formule :**

$$\text{Sin}(\text{Psi}) = \sin(\varphi) \cos(Z) - \cos(\varphi) \sin(Z) \cos(D)$$

Dans la construction des cadrans Psi ne s'utilise qu'en valeur absolue.

- **L'angle Ro rotation de la ligne sous-styloire peut être obtenu par la formule :**

$$\text{Tan}(\text{Ro}) = [-\cos(\varphi) \sin(D)] \text{signe}(\text{psi}) / [\sin(\varphi) \sin(Z) + \cos(\varphi) \cos(Z) \cos(D)] \text{signe}(\text{psi})$$

Si Psi est négatif ne pas oublier d'inverser le signe du numérateur et aussi celui du dénominateur de cette fraction avant de la traiter.

Il faut utiliser la fonction arc-tangente à deux arguments, au besoin la créer pour obtenir l'angle dans le bon quadrant. L'angle est positif dans le sens anti-horloge, son origine est la plus grande pente descendante du cadran passant par le pied du style droit.

- **L'angle Sigma s'obtient par la formule :**

$$\text{Tan}(\text{Sigma}) = \sin(Z) * \sin(D) / [\cos(Z) \cos(\text{Phi}) + \sin(Z) \sin(\text{Phi}) \cos(D)]$$

Sigma se mesure sur la face NORD de l'équatorial à partir de la ligne « midi », en sens horloge.

• **Création de la fonction « arc-tangente à deux arguments », en degrés :**

Soient :

Nf la variable du numérateur de la fraction ;

Df la variable du dénominateur de la fraction.

Nous créons la fonction que nous écrivons **B = Atan2 (Nf, Df)**.

Soit B la variable à laquelle la valeur de l'angle est affectée ;

Ligne 1 : Si Df = 0, Faire B = 90° :Sauter la ligne 2 et poursuivre ligne 3.

Ligne 2 : Calculer la valeur de l'angle B : B = Arc-tan (Nf / Df)

Ligne 3 : si Df < 0 Faire B = 180° + B

Ligne 4 : si B < 0 Faire B = 360° + B

Ligne 5 : affecter la valeur de B à la variable « Atan2 »

Formulaire propre à ce type de cadran :

Dans le cas le plus simple, le disque d'un cadran équatorial est monté sur le style polaire. Les lignes de ce disque sont prolongées jusqu'au plan du cadran permettant de placer un point des lignes horaires. Le second point des lignes d'heure vraie est le point d'implantation du style polaire (C)

Si le cadran est plan et polaire le point C est rejeté à l'infini, les droites d'heure vraie sont parallèles.

Pour ce cadran, la coupe droite du style est en forme de cylindre, diamètre 0.5 % de la diagonale du cadran, environ.

Pour tous les cadrans plans de cette famille si le style polaire n'est pas parallèle au plan du cadran, nous calculons l'angle YCK

YCK est l'angle entre la plus grande pente descendante et une droite d'heure vraie.

La déclinaison du Soleil prise étant par exemple 24 affecté du signe de Psi.

Ombre du style droit :

$$Gk = 1 / \tan (GKS)$$

Coordonnées X et Y d'un point K :

$$x = \sin (Ygk) * Gk$$

$$y = -\cos (Ygk) * Gk$$

Xc et Yc étant les coordonnées du point C à partir d'un système d'axes ayant pour origines le point G pied d'un style droit théorique.

Xc et Yc se calculent très facilement à partir de l'angle Ro, rotation de la ligne sous-stylique et Psi l'angle style polaire / cadran.

$$Yck = \text{Arc-tan2} ((x - Xc), -(y - Yc))$$

Les lignes d'heure sont des droites qui partent du pied du style polaire, pour passer par des points dont les coordonnées sont obtenues sur les côtés du carré. Le côté du carré ayant pour valeur 1, les coordonnées de ces points sont :

$$Y = -0.5 / \tan |Yck|$$

Si |Y| > (1) faire Y = 1, affecté du signe de y

$$X = -\tan (Yck), \text{Signe de Y}$$

Si |X| > (1 / 2) faire X = 1 / 2, affecté du signe de x

Mode opératoire de réalisation.

- Déterminer les coordonnées géographiques, en degrés, du lieu de réalisation du cadran.
- Mesurer la déclinaison gnomonique du mur.

On utilise une planchette horizontale plaquée contre le mur. L'ombre d'un fil vertical et la connaissance de l'azimut du Soleil à l'instant du relevé nous permettent de déterminer l'azimut de la normale au plan. Cet azimut est dit « déclinaison gnomonique du plan ». Cette

méthode, dite « de la planchette » implique que nous disposions du Temps Universel, des coordonnées géographiques, et de l'équation du temps. Il existe d'autres méthodes, parmi lesquelles nous remarquerons la méthode de Bedos de Celle : Elle ne nécessite que la latitude du lieu, l'heure peut être approximative. L'angle horaire du Soleil s'obtient par la formule :

Soient :

ha la hauteur du Soleil corrigée pour la réfraction atmosphérique.

Phi la latitude

De la déclinaison

Az l'azimut chiffré de -180° à $+180^\circ$, zéro au SUD.

AH l'angle horaire

$Co = (\sin(ha) - \sin(\Phi) * \sin(De)) / (\cos(\Phi) * \cos D(De))$

Si $|Co| > 1$ faire $Co = 1 * \text{Signe}(Co)$

$aH = \text{Arc-cosinus}(Co) * \text{signe}(Az)$

Remarque : $|Co|$ signifie Valeur absolue de la variable Co.

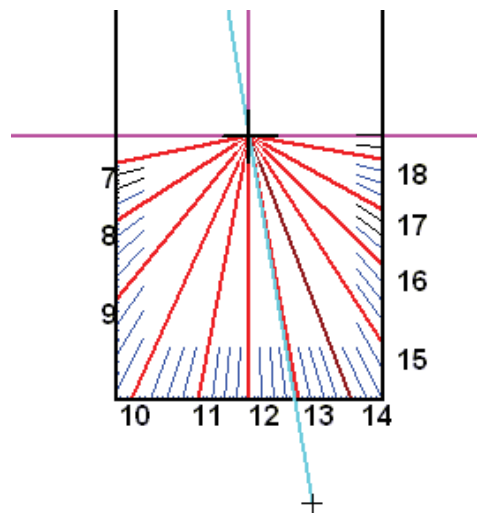
- S'assurer que le mur est bien vertical ou éventuellement mesurer son inclinaison. L'inclinaison d'un mur vertical est 90°
- Calculer l'angle « Rotation de la ligne sous-styloire » Ro et l'angle « style / cadran » Psi
- Choisir sur le plan du futur cadran le point où sera implanté le style polaire.
- Creuser le trou de fixation du style polaire.

Le style polaire sera un tube en métal inaltérable, de l'acier inoxydable par exemple. Il peut être gainé de cuivre pour s'accorder au caractère du bâtiment. Son diamètre sera de l'ordre de 1% du côté du carré du poncif.

Il est nécessaire de construire préalablement un « canon de perçage ». Pour respecter les deux angles. Un jeu permettra le remplacement facile des styles, et leur ajustement précis à l'aide de jambes. La meilleure solution, pour un mur, semble être de placer dans le mur seulement un manchon en acier inoxydable ne dépassant le mur que de 10 cm environ. Le style en cuivre rouge par exemple s'emmanchant ensuite dans ce support, comme un manche d'outil.

- **Dessiner le poncif du cadran.**

Pour un cadran vertical, le centre du cadran, point d'implantation du style polaire est situé au milieu du côté haut du carré. Le carré étant juste contenu à l'intérieur des contours du futur cadran.



Vertical, déclinant de 10° OUEST centre de la France.

Le carré se dessine sur un papier calque. Les lignes sont prolongées à la règle jusqu'au contour réel du cadran.

Réalisations.

Plusieurs solutions de réalisations s'offrent aux amateurs.

- **Pierre gravée**

Le style étant en place :

Le poncif se colle sur la pierre avec de la colle en bâton. Les lignes sont gravées à l'aide de disque à tronçonner au diamant.

- **Mortier gravé.**

Nous perçons le papier à l'aide d'une roulette dentée. Pour que le papier ne se déchire pas nous ne conserverons qu'une dent sur deux de la roulette. Les roulettes sont commercialisées dans les merceries sous le nom de « roulette de couturières.

Les barbes des trous du papier sont ensuite poncées, le papier est paraffiné.

Le style étant en place :

Nous plaçons le poncif sur le plan du cadran. A l'aide d'une brosse de peintre en bâtiment et de pigments colorants à mortier en tamponnant les trous nous reportons les lignes du cadran.

Les lignes sont ensuite gravées à l'aide de disque à tronçonner au diamant. Puis nous les comblons de mortier coloré. Les chiffres et les lettres peuvent être creusés au ciseau de graveur.

- **Par peinture à fresque.**

Cette méthode implique une compréhension du mécanisme de la fresque.

Un pigment est un produit chimique ayant une couleur insoluble dans le milieu où il est incorporé. Il s'oppose au colorant qui lui se dissout dans son support.

La chaux éteinte, en pâte, provient de la chaux vive obtenue en cuisant du calcaire, et non du gypse qui est du sulfate de calcium. La chaux des maçons contient du plâtre, produit de la cuisson du gypse. Elle est inutilisable pour la réalisation des fresques. En effet dans une peinture à fresque les pigments, sont liés par du calcaire. Le calcaire qui les fixe se forme à partir de la chaux apportée par l'eau de chaux secrétée par le mortier frais et le dioxyde de carbone contenu dans l'air. La chaux est très légèrement soluble dans l'eau, la solution, parfaitement limpide porte le nom d'« eau de chaux »

Le mortier se réalise en mélangeant de la chaux et du sable. Le volume de la chaux doit être égal au volume libre existant entre les grains de sable, soit ½ litre de chaux pour 1 litre de sable sec. Des essais permettent d'ajuster ces proportions.

La dernière couche de mortier, épaisse d'environ 2 millimètres est réalisée avec du sable de grosseur dite « tamis farine »

Nous perçons le papier à l'aide d'une roulette dentée. Pour que le papier ne se déchire pas nous ne conserverons qu'une dent sur deux de la roulette. Les roulettes sont commercialisées dans les merceries sous le nom de « roulette de couturières ». Les barbes des trous du papier sont ensuite poncées, le papier est paraffiné.

- **Le style étant en place :**

Nous plaçons le poncif sur le mortier frais. A l'aide d'une brosse de peintre en bâtiment et de pigments colorants à mortier en tamponnant les trous nous reportons les lignes du cadran.

Au pinceau d'artiste peintre nous peignons les lignes et caractères. La peinture est simplement un mélange de consistance crémeuse de pigments et d'eau de chaux. L'eau de chaux s'obtient en filtrant un lait de chaux. Ne pas oublier que les peintres utilisent de nombreux outils : règles, fil à plomb, gabarit à lettres etc.

Les pigments.

Dans tous les cas ce sont les mêmes qui seront utilisés. Il doivent être testés pour trois résistances :

Résister à la décoloration par l'exposition au soleil. On peint un panneau test, on cache la moitié des parties peintes et on expose au soleil durant 6 mois .

Résister à la décoloration par le milieu alcalin qu'est la chaux : dans un petit récipient on mélange à un litre de pigments un volume égal de soude. En 12 heures on connaît la résistance.

Résister aux pollutions atmosphériques. On peint un panneau test, on l'expose aux intempéries durant 6 mois. Par la pollution au plomb par exemple les sulfures ou séléniures deviennent de la galène noire. Un panneau test bien protégé est conservé pour permettre les comparaisons.

- **Pigments toujours utilisables :**

Les pigments vendus pour être des colorants à mortiers : les ocres rouge, jaune et noir, l'oxyde de chrome vert. Ce sont des pigments minéraux naturels. Minéraux parce qu'ils sont étudiés par la chimie minérale, naturels par opposition à pigment de synthèse.

Pour bleu nous disposons d'un excellent pigment minéral de synthèse : le bleu cobalt, qui est un aluminat de cobalt.

Jaune : le pigment minéral de synthèse : vanadate de bismuth

Les rouges : nous pourrions utiliser des pigments découlant de la chimie organique du pétrole : le rouge DPP et le dibromoanthracène.

Magenta : le pigment organique magenta de quinacridone.

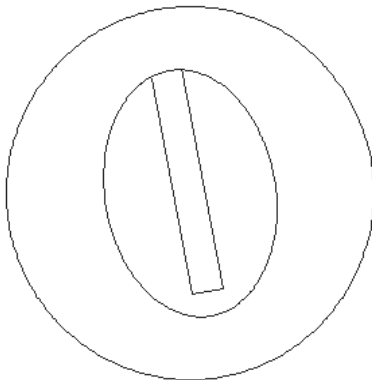
- **Les liants**

Pour peindre la pierre gravée nous pouvons simplement utiliser l'anti-rouille « rustol », nous composons notre peinture par un volume de ce liant pour un volume de pigment. Le mélange se fait dans un petit récipient (pot à yaourt du commerce en verre) au moment de l'emploi. Les pierres sont poncées 24 heures après avoir été peintes pour enlever la peinture débordant des canaux. Pour les pierres polies on utilise pour poncer un os de seiche d'oiseleur.

- **Par petits morceaux de carrelage collés.**

Cette méthode permet la réalisation de cadrans gigantesques. Seules les lignes sont carrelées. Le reste du cadran est recouvert d'un enduit de finition ordinaire après la pose et la protection de lignes. Les coordonnées des points, calculés normalement sont reportées sur les murs à l'aide de mètres métalliques. L'un est horizontal, fixé au bâtiment, et sert d'axe des x. L'autre, mobile, monté en fil à plomb coulisse sur le premier. En se déplaçant sur des échafaudages il est simple, facile et peu coûteux de placer les points des lignes d'un cadran. Les morceaux de céramique se posent sur les lignes tracées par les méthodes ordinaires de carreleur. La longévité d'un tel cadran est un succès.

Couplage d'un style ponctuel.



A l'origine il était préconisé d'enfiler une sphère percée par son diamètre sur le style polaire. Le diamètre de cet objet doit donc être de l'ordre de 3% du côté du carré. Cette sphère est très difficile à réaliser. Lourde si le style est grand. Son ombre est une ellipse inesthétique.

Il est nettement préférable de la remplacer par un disque parallèle au plan du cadran. Ce disque est réalisable à l'aide d'un outillage d'amateur : perceuse, scie à chantourner. Donc peu coûteux et facilement réalisable par des professionnels. L'ombre de ce disque sera sur la table du cadran un disque toujours bien visible si le ciel n'est pas nuageux.

Disque de style ponctuel couplé.

Exemple pour un cadran vertical, déclinant de 10° OUEST à la latitude de 45°

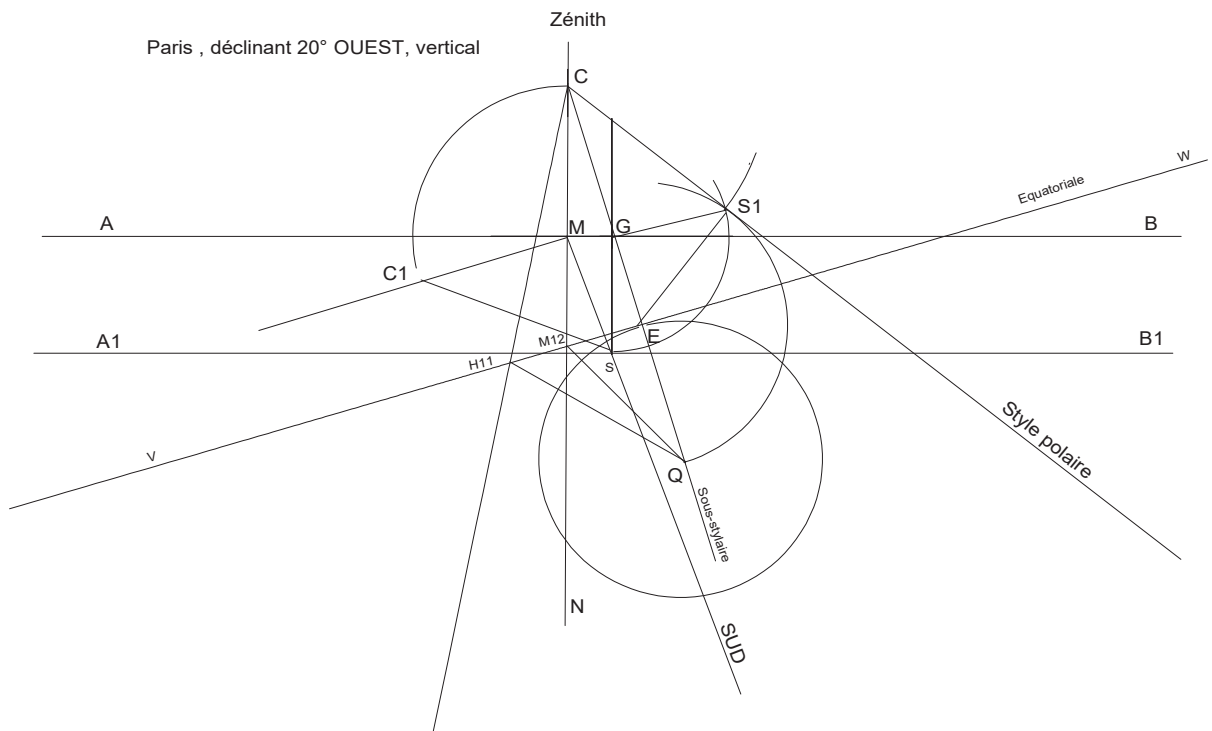
Nous découpons dans une feuille de même métal que le style polaire un disque de diamètre égal à 3 fois celle du style polaire. Puis à l'intérieur une ellipse pour le passage du style polaire. Cette ellipse est dite « Trou du style ». Nous laissons une languette qui servira à fixer le disque au style polaire par des vis. Une fois le montage réalisé nous déterminerons la distance « disque / plan du cadran » dite « Style droit » qui servira à calculer le tracé du cadran à style ponctuel.

Le poncif de ce cadran réalisé sur papier calque sera posé sur celui du cadran à style polaire pour être complété par les lignes de ce dernier. Il est possible aussi de tracer sur le poncif du cadran à style ponctuel les lignes de temps vrai jusqu'à leurs intersections, le pied du style polaire.

Remarque : Il est possible de coupler au style polaire non seulement un style ponctuel, mais plusieurs.

Rappel du tracé par épure d'un vertical sud.

Nous n'utilisons plus les épures depuis que l'automatisation des calculs existe. Pour une bonne compréhension des cadrans de ce type et ne pas perdre ce savoir-faire voici un exemple.



- Le plan est à voir vertical au-dessus de la ligne AB, horizontal en dessous.
- Le point C est le centre du futur cadran. C'est le point d'intersection des lignes d'heure vraie du cadran. C'est aussi le point d'implantation du style polaire. Un style polaire est une droite parallèle à l'axe de la Terre.
- La droite A1 B1 est parallèle à AB. La distance qui les sépare est égale à GS un style droit qui ne sera pas conservé. (Sauf si un cadran à style ponctuel est couplé)

- La droite CN est la méridienne de cadran. Une méridienne est la trace de l'intersection d'un « plan passant par l'axe de la Terre et un point du cadran » et la « surface du cadran ».
- Nous traçons la droite MS, direction du SUD.
- L'angle SMN est la déclinaison gnomonique du cadran, par exemple 10°.
- A partir du point S nous traçons le segment de droite SC1. L'angle M S C1 est égal à Phi la latitude géographique du lieu. Le triangle M S C1 sera contenu dans le plan méridien passant par le point C du cadran. Le segment de droite M C1 est égal à MC, en reportant ce segment sur la verticale M Zénith nous pouvons placer le point C sur cette droite.
- Nous traçons la ligne sous-styloire CG, et nous la prolongeons.
- Nous pouvons maintenant construire le triangle sous-styloire C G S1. Le segment C S1 est égal à C1 S, et G S1 est égal à GS .
- C S1 est le style polaire du cadran. Nous pouvons placer sur ce style un cadran équatorial dont le rayon sera S1 E. Rappelons qu'un cadran équatorial est un disque parallèle et semblable au disque équatorial terrestre. Attention : ne pas tenir compte des acceptions du « cadran équatorial » différentes. La ligne VW perpendiculaire à la sous-styloire est la ligne « équatoriale » du cadran. Elle est la charnière de rabattement du cadran équatorial.
- Nous pouvons maintenant rabattre le centre du cadran équatorial S1 sur la sous-styloire, au point Q.
- Sur le cadran équatorial la ligne de midi sera Q M12.
- 15 degrés à l'OUEST de midi, sur le cadran équatorial, nous pouvons tracer la ligne de 11 heures Q H11. En traçant la ligne C H11 et en la prolongeant nous obtiendrons la ligne de 11 heure du cadran.
- Nous répétons cette dernière opération pour toutes les heures du cadran et le cadran sera fini.

Tracés des arcs des signes du calendrier zodiacal du cadran à style ponctuel couplé.

Nous utiliserons la méthode dite « poncif du cadranier » .

- Sur le côté d'un calque nous redessignons le style polaire C S1
- Puis nous le complétons pour obtenir le triangle C S1 E.
- De part et d'autre de S1 E nous traçons les angles 11°28,3', 20°9', et 23°26,9' que nous prolongeons.
- Nous fixons le point C du calque au point C du cadran, nous plaçons le prolongement de la ligne S1 E aux intersections des lignes d'heures et de la ligne équatoriale. Sur les lignes d'heures nous reportons les points des arcs de déclinaison.

Il faut une heure pour construire toutes les lignes de déclinaison d'un cadran ayant la taille d'un journal.

Inscriptions à ne pas oublier

La date de réalisation du cadran : On inscrit l'année et l'ère D pour notre calendrier ce qui signifie « ère Dionysienne » ou H si l'année est indiquée par le calendrier de l'Hégire.

Exemple « 2004 D »

Penser à mettre une devise.

Exemple :

A CHAQUE JOUR SUFFIT SA PEINE
AD MORTEM FESTINAMUS Nous nous hâtons vers la mort
DE LA DISCUSSION JAILLIT LA LUMIERE

DOCEO HORAS : J'enseigne les heures
TARDIOR EGENTI : L'heure est plus lente pour le miséreux.
VERITAS TEMPORIS FILIA : La vérité est fille du temps

Les décors : sur les cadrans peints à fresque il est d'usage d'illustrer le cadran en s'inspirant de la flore, de la faune ou même des minéraux propres à la localité.

Rédiger une fiche d'inventaire, faire une photo et expédier les deux pour prise en compte dans l'inventaire:

M. Serge Grégori, 14, rue Carnot, 78 780 MAURECOURT

Exemple de documentation

Cadran (nom ou N°)

Latitude :N, S.	Famille
Longitude E, W.	Type :
Département :	Position :
Commune	Style
Localité :	Inscriptions :
Emplacement :	Devise.....
Matériaux de fabrication : ...	Particularités :
Dimensions :	Méthode de tracé :
Date de réalisation :	Divers
Forme géométrique	Auteur de la fiche
Renseignements procurés par le cadran :	

Aspect législatif.

Quels droits existent sur un cadran ?

- Le droit de propriété.
Il permet au propriétaire de jouir du cadran d'en disposer comme bon lui semble.
- Les droits d'auteur.
Ce sont les droits du concepteur du cadran solaire. Ils relèvent du « code de la propriété intellectuelle ».

Exemple de texte extrait du Code de la Propriété Intellectuelle à titre de citation :

Art.123-1 du Code de la Propriété Intellectuelle :

L'auteur jouit, sa vie durant, du droit exclusif d'exploiter son œuvre sous quelque forme que ce soit et d'en tirer un profit pécuniaire.

Au décès de l'auteur, ce droit persiste au bénéfice de ses ayants droit pendant l'année civile en cours et les soixante-dix années qui suivent.

L'artisan réalisateur a but lucratif du cadran est payé pour ses travaux. Si aucune partie de l'ouvrage n'est « œuvre de l'esprit » de l'artisan, ce dernier n'a aucun droit d'auteur. S'il utilise un logiciel il doit avoir une licence de l'auteur du logiciel, même si cette dernière est gratuite. C'est pour lui une assurance qu'il n'aura aucun problème juridique avec l'auteur du logiciel. L'auteur d'un logiciel dispose de droit d'auteur sur son logiciel mais d'aucun droit sur les œuvres qui sont réalisées grâce à ce logiciel.

Quels profits pécuniaires peut-on percevoir consécutifs à ces droits ?

Pour toutes publications il est d'usage de demander les autorisations à l'auteur et au propriétaire.

Des droits sur les photos du cadran, vendues. Par exemple si une photo de cadran est publiée dans un livre l'éditeur donne un ouvrage à l'auteur et un autre au propriétaire.

Les cartes postales : il est d'usage d'en donner quelques-unes à l'auteur et au propriétaire du cadran.

Les auteurs d'album de photos gagnent leur vie avec ces ouvrages aussi bien qu'avec d'autres, si les cadrans sont très beaux.

Photos pour un inventaire personnel, non publiées.

Elles sont autorisées si le cadran est visible de la voie publique. Parfois le propriétaire s'y oppose...Ce n'est pas prohibé.

Conclusion.

Ces cadrans sont les plus connus et aussi les plus simples. Il arrive assez souvent que le commun des amateurs de cadrans ignore même qu'il existe d'autres types de cadrans...

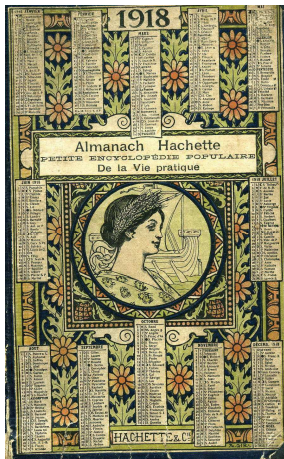
Cependant il existe d'autres cadrans

- Anciens :
égyptiens, romains, grecs.
- Contemporains :
cadrans de bergers de Pyrénées, analemématiques, les astrolabes.

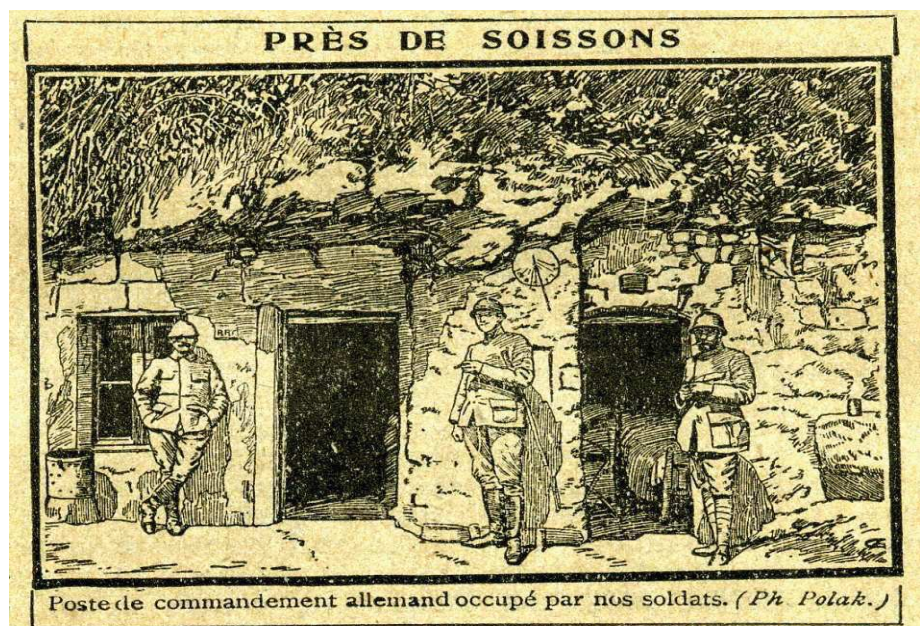
Ils sont là pour prouver que ces beaux cadrans ne sont pas seuls au monde.

©Dallet P.J. mardi 4 janvier 2005

Un cadran solaire dans la guerre



Le cadran solaire du poste de commandement allemand occupé par nos soldats et présenté à la page 109 de **L'Amanach Hachette de 1918** -petite encyclopédie populaire de la vie pratique- n'est pas passé inaperçu à l'attentive lecture de Gérard Baillet:



Voyage astronomique chez les Mayas (Andrée Gotteland)

Avec la collaboration de Martha A. Villegas V. (Mexique)

L'empire maya

De 320 jusqu'au VI^e siècle av. J.C., l'empire maya se crée. Les villes maya de "Tikal", "Uaxactún", "Copan", "Palenque", "Tonina", "Oxkintok", "Quiriga" et "Edzná" sont fondées.



Les Mayas édifièrent de monumentaux temples pyramidaux et des Cités-États commençaient à se former. Ils utilisèrent l'écriture, le calendrier astronomique et le jeu de balle sacré, à mesure que se développait le commerce de longue distance. Leurs importantes connaissances mathématiques et astronomiques sont parvenues jusqu'à nous. Ce savoir a été transmis à la postérité sous la forme de très nombreuses inscriptions, monuments en pierre et manuscrits ou codex.

L'exubérance de la nature au cœur de laquelle ils vivaient, alliée à une observation passionnée du mouvement des astres a tendu vers l'extrême sensibilité interprétative de ces peuples, dont les œuvres énigmatiques n'ont cessé de surprendre les chercheurs.

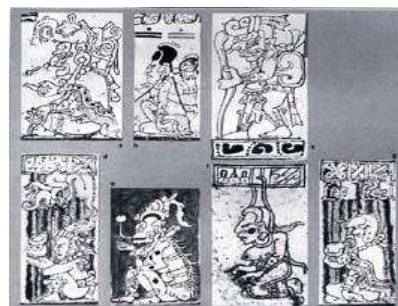
Mais, en 1492, Christophe Colomb découvre l'Amérique, en 1500, l'espagnol Cortez conquiert le Mexique et, en 1521, le conquistador espagnol Francisco Pizarro fait une expédition chez les Incas.

Le Panthéon maya

Trois entités ont dominé la vie des mayas : le Soleil, la pluie et le maïs. On pense qu'ils étaient des adorateurs du temps et qu'ils appelaient abusivement "dieu" toute forme anthroposopique de glyphe, donnée à des périodes ou à des chiffres. Ils portèrent une grande importance à l'écoulement du temps, à son comput et à son découpage.

Les divinités mayas

Les divinités de la pluie et de la terre, liées à l'activité vitale de l'agriculture, possèdent des traits propres aux serpents et aux alligators, souvent mêlés à des traits humains. La personnalité du dieu "Chac" éclate en quatre individus, chacun correspondant à l'un des quatre points cardinaux. Afin de donner un ordre, au cours de l'existence, ils se fondaient sur un schéma divinatoire, basé sur les cycles astronomiques, reliés avec le calendrier rituel de 260 jours.



Les divinités mayas

Leur culte public se déroulait avec beaucoup de faste, à l'occasion de cérémonies religieuses, organisées régulièrement ou à intervalles de plusieurs années. On peut regrouper les divinités mayas en familles célestes : (13 dieux du monde supérieur terrestre), souterraines (9 dieux d'inframonde), et d'autres comme le dieu du vent, du Soleil, des chiffres, du maïs, etc...

Le dieu suprême s'appelait "Itzamna", dieu des cieux, du jour et de la nuit. Il était intimement lié au dieu Soleil "Kinich Ahau" et à la déesse de la Lune, "Ixchel".

Il y avait le dieu de la terre et des cavernes, le dieu de la pluie, "Chac". Existaient aussi le dieu de l'Étoile Polaire et de Vénus, relié avec le dieu de la guerre. Plus tard a surgi, sous l'influence Toltèque, "Kukulcan", "le serpent emplumé", le serpent étant symbole très important dans toutes les cultures précolombiennes. On le retrouve dans de nombreux monuments mayas.

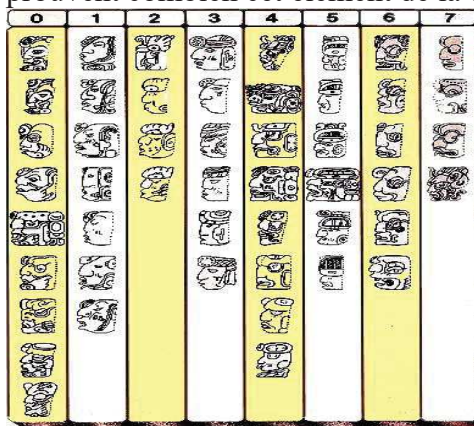


Le dieu "Chac"

"Quetzalcóatl" était un dieu, surtout vénéré par les Aztèques. Mais nous avons trouvé, dans plusieurs sites mayas, le nom de ce dieu, qui sera décrit dans le site de la "Ciudadela de Teotihuacán".

L'écriture

Les mayas ont développé l'écriture la plus sophistiquée de tout le continent américain. Dans les sites archéologiques, un grand nombre d'inscriptions furent mises à jour qui prouvent combien cet élément de la culture maya était significatif.



"Itzamná", dieu de ciel, du jour et de la nuit, est considéré comme l'inventeur de l'écriture. Il se présente sous l'aspect d'un vieillard édenté, au nez crochu.

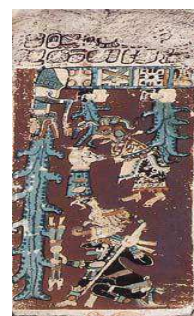
Les hiéroglyphes accompagnent souvent les figures. Les glyphes constituent un des plus anciens systèmes d'écriture du Nouveau Monde. Ils se servaient d'environ 800 hiéroglyphes, ou glyphes. Un glyphe maya représente, soit un mot entier, soit les sons qui le composent. Chacun des vingt jours, chacun des dix-huit mois porte un nom auquel correspond un glyphe. Il y a aussi des glyphes pour désigner chacune des périodes de temps "kin", "uinal", "tun".

Les codex



Codex de Madrid

Ce sont des livres, pliés en accordéon, lus de gauche à droite, de bas en haut. Les codex sont des documents écrits dont les supports sont une trame fabriquée à partir de fibres de l'écorce d'un ficus, recouverte d'une mince couche de chaux. Ils sont formés d'une bande de papier, longue de plusieurs mètres, pliée en accordéon. Le texte, accompagné de dessins, est peint au recto et au verso.



Codex de Dresde

Malheureusement, la plupart des codex datant d'avant l'arrivée des Espagnols ont disparu. Ces manuscrits mayas, écrits en hiéroglyphes, intéressent les chercheurs. Certains codex donnent des tables lunaires. Trois manuscrits ont été retrouvés, celui de Dresde, de Madrid et le Borbonicus qui concernent le calendrier.

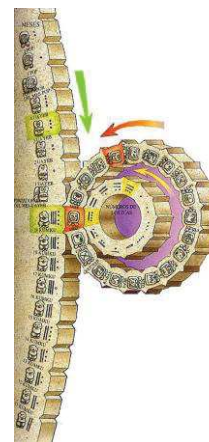
Dans le Codex de Dresde, se trouvent des tables de lunaison qui prévoient les éclipses, depuis le VII^e siècle jusqu'à l'an 2392, et des tables de corrections du cycle de Vénus, les mayas sachant que Vénus apparaît comme une étoile du matin, pendant 236 jours et demeure invisible pendant 90 jours, puis disparaît à nouveau pour huit jours, ce qui donne un total de

584 jours. Ils savaient aussi que ce calcul entraînait l'existence d'une toute petite fraction qui devait être corrigée.

Le calendrier

Le mouvement des astres et le comput du temps furent l'une des préoccupations majeures des peuples mésoaméricains, soucieux de connaître leur avenir et de maîtriser les flux cosmiques. Leur croyance dans un cycle perpétuel de créations et de destructions successives les conduisit à calculer précisément le temps écoulé entre chaque ère.

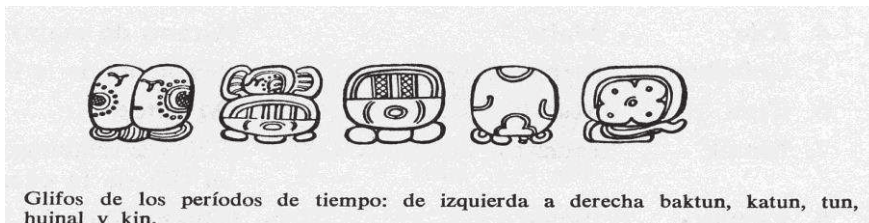
Les mayas créèrent leur calendrier sur la base d'observations astronomiques, effectuées à l'œil nu, et établirent des séries de jours et des cycles qui se renouvelaient, étroitement imbriquées les uns dans les autres. Depuis des lieux bien définis, ils fixaient l'horizon, de préférence à l'aube ou au crépuscule et scrutaient le lever et le coucher des corps célestes. De plus, ils bâtirent des édifices dont la situation était choisie tout exprès pour observer les cieux



L'agriculture dominant toutes les activités humaines, pour respecter le cycle des semailles et des récoltes, ainsi que la culture du maïs, il leur fallait connaître les saisons, en fonction des précipitations, observer les astres, évaluer le nombre de jours de l'année, prévoir le retour des événements saisonniers, donc disposer d'un calendrier. Ils utilisaient deux calendriers, un rituel et un solaire, l'un de 260 et l'autre de 365 jours, qui coïncidaient toutes les 52 années.

L'année

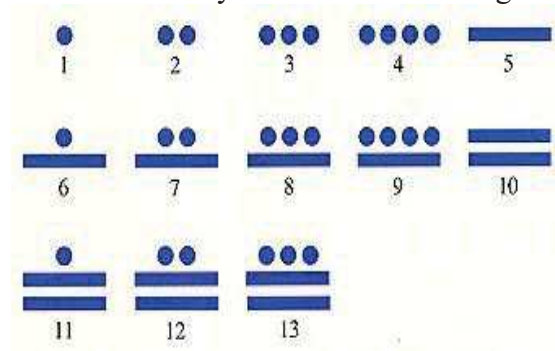
L'année maya se compose de 18 mois de 20 jours, plus 5 jours additionnels. Cette période de 360 jours, nommée "Tun", forme la base du calendrier, mais il en existe de multiples. Ainsi 20 "tun" font 7.200 jours, soit un "katun", 20 "katun" font 144.000 jours, soit un "baktun" et ainsi de suite, jusqu'à une période de temps pouvant couvrir 23.040.000.000 jours, soit un "Alautun".



Ils conjuguèrent des visées et des mesures d'angles, à un moment précis, l'instant où le Soleil apparaît ou disparaît, à un jour donné de l'année. On devait ainsi parvenir à déterminer la révolution apparente de Vénus. Pour représenter l'année, ils traçaient un cercle divisé en dix-huit figures correspondant aux dix-huit mois et, pour ceux-ci, un autre cercle marqué de vingt figures relatives à chacun des jours. Le monde inclut également le monde souterrain, l'inframonde et la voûte céleste, semée d'étoiles. Après avoir disparu à l'Ouest, le Soleil parcourt l'inframonde, avant de se lever le lendemain à l'Est. Les points, correspondant aux levers et aux couchers du Soleil à l'horizon, se déplacent au cours de l'année entre les deux positions des solstices d'été et d'hiver. Au début du printemps et de l'automne, les jours d'équinoxe, le Soleil se lève et se couche en un point situé au milieu de ces deux points. Les droites qui relient les quatre positions du Soleil constituent les quatre faces du monde : Est, Nord, Ouest et Sud, auxquelles ils attribuent quatre couleurs et qualités différentes.

L'arithmétique

Les habitants de la forêt vierge connaissaient le zéro et ne craignaient pas les grands nombres. Leur système numéral est vigésimal et non décimal.



Au lieu de changer de colonne à 10, les Mayas ne changeaient qu'à 20. Leurs textes se présentaient sur des stèles de pierre, des panneaux de bois, des poteries, ainsi que sur des codex. Il est possible de lire avec certitude les nombres, le nom des jours, des mois et des divinités, ainsi qu'une série de signes, tels que les couleurs, les points cardinaux, etc....

L'astronomie

Toute l'astronomie des peuples du Mexique est astrale et repose en particulier sur l'opposition du jour et de la nuit. Le jour est le domaine du Soleil, symbolisé par un aigle qui tient un serpent dans son bec. C'est lui qui combat les ténèbres du ciel nocturne. Il est personnalité, soit par le serpent étoilé, soit par le jaguar



Les Mayas avaient calculé la révolution synodique de Vénus en 584 jours, là où la science moderne l'a établie en 583, 92 jours.

Pour eux, l'univers entier était sacré. Il s'étayait sur un arbre cosmique qui permettait de faire communiquer trois montagnes : celle des défunts, celle des hommes, ainsi que celle du ciel, des dieux, des étoiles, des planètes et de la Voie lactée.

Les mayas n'avaient, ni lentille pour observer les astres, ni instrument pour calculer les angles, ni horloges pour mesurer les heures, minutes et secondes. Ils eurent une idée juste de la révolution de la terre et de Vénus autour du Soleil et firent des observations sur quelques étoiles, telles que "Aldebaran", Taureau, Orion ou les Pléiades, ainsi que sur les planètes, comme Mars et Jupiter. Ils établirent les points cardinaux et eurent une conscience claire de leur univers qu'ils formulèrent en termes philosophiques et religieux. Les éclipses solaires étaient craintes comme des événements susceptibles de diminuer l'énergie vitale divine. Ils pouvaient également prévoir les éclipses lunaires.

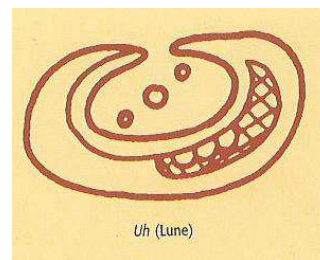
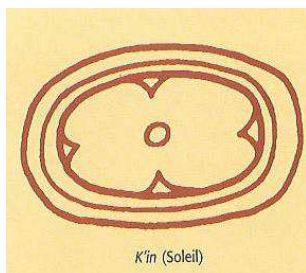
Le ciel et la terre furent créés l'année du Lapin. Ils savaient aussi qu'auparavant, il y avait quatre sortes d'hommes, quatre sortes de vies et que chacune avait vécu dans un Soleil (ère).

Le ciel

Certains mayas croyaient aussi que le ciel était stratifié et que chacun de ses quatre angles était soutenu par une divinité d'une musculature impressionnante, appelée "Bacab". Le pendant du crocodile était un serpent bicéphale, une notion sans doute attribuable au fait que le vocable maya désignant le ciel ressemble au mot serpent.

Le Soleil et la Lune

Parmi les divinités célestes, le Soleil et la Lune détenaient une place prépondérante.



Tout un cycle de légendes se rattachait à eux. Avant qu'ils soient transférés dans les cieux, les deux astres vivaient comme des conjoints sur la terre.

Les Mayas les vénéraient comme les inventeurs du calendrier et des caractères hiéroglyphiques. Ils disposaient d'un glyphe pour chacun d'eux. En étudiant le déclin du

Soleil et de la Lune, ils prédisaient les phases de cette dernière, les solstices et les équinoxes, ainsi que les éclipses de Lune et de Soleil. Le cratère, découpé en dents-de-scie, culminant au Pico del Fraile, à 4.690 m, illumine son cirque noirâtre de deux miroirs d'eau aux couleurs changeantes : le lac de la Lune et le lac du Soleil. Ils établissaient ainsi des tables d'éclipses et prévoyaient exactement celles qui devaient se produire.

Le Soleil

La plupart des villes maya étaient au Sud de cette latitude, ce qui signifie qu'elles pouvaient observer le Soleil directement au-dessus d'elles, quand celui-ci passait au-dessus de leur latitude. Ceci se produisait deux fois par an, autour du jour des solstices. Les mayas pouvaient facilement déterminer ces dates, parce qu'à midi local, elles ne donnaient aucune ombre. L'intérêt des mayas était d'observer les passages au Zénith quand le Soleil passait au-dessus des latitudes de ce pays. Sur une base annuelle, ce dernier voyage au moment du solstice d'été, ou à la latitude de 23-1/3 degrés Nord.

Le premier Soleil se nommait Soleil d'eau. Son signe était : "4 Soleil". Alors, il advint que tout fût emporté par les eaux. Les hommes se transformèrent en poissons. Ensuite, fut instauré le deuxième Soleil. Son signe était : "4 Jaguar". Alors, le ciel s'écroula.

La Lune

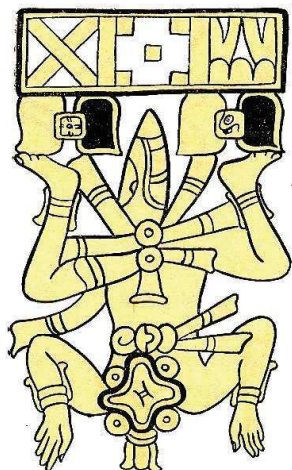
Les mayas observaient aussi la Lune. C'était une surface ovale dont les hachures figurent les tâches lunaires.

Les planètes

Les mayas savaient que l'Étoile du matin et celle du soir sont une seule et même planète.

La planète Vénus

Celle-ci leur donnait une année de 584,92 jours. En tant qu'étoile double du matin et du soir, elle a occupé une place importante dans les spéculations des prêtres mayas et a contribué à la personnalité complexe du dieu "Quetzalcóatl".



Représentée par le symbole d'une fleur, d'un pétale, ou d'une natte de jonc, comme à "Chichen Itza", elle était considérée par les mayas comme un messenger de malheur, une créatrice de guerres et de mauvais présages. La détermination de sa position exacte s'imposait afin d'écarter à temps les catastrophes, grâce à des cérémonies appropriées.

Les mayas avaient subdivisé les jours du cycle de Vénus en quatre périodes : 236 jours de visibilité à l'Est, en tant qu'étoile du matin, 90 de course derrière le Soleil, 250 d'apparition à l'Ouest, comme étoile du soir et 8 de trajectoire invisible entre la terre et le Soleil. Il est presque certain qu'ils connaissaient aussi l'orbite de Mars

Venus-Representation
Codex Dresde

La terre

Treize ciels superposés s'étagent au-dessus de la terre, neuf "enferts" constituent le monde des ténèbres. À chaque angle, un point cardinal était représenté par une couleur : rouge pour l'Est, blanc pour le Nord, noir pour l'Ouest et jaune pour le Sud, le vert étant attribué au centre. La forme aplatie de la terre représentait le dos d'un crocodile géant reposant dans un bassin rempli de nénuphars.

Les prêtres astronomes

Le rôle des prêtres mayas était étroitement lié au calendrier et à l'astronomie. Ils étudiaient les ciels et les mouvements lunaires et planétaires, de manière suivie, durant plus de mille ans, surtout pour des raisons religieuses et rituelles. Pour tracer les mouvements complexes du Soleil, des étoiles et des planètes, ils avaient construit des temples-observatoires qui servaient à ces études et des gnomons mesurant les ombres portées. Consignant leurs observations, de génération en génération, le moindre phénomène céleste était guetté par eux, puis interprété comme une volonté divine. Ils cherchaient des signes dans les ciels, en observaient l'horizon.

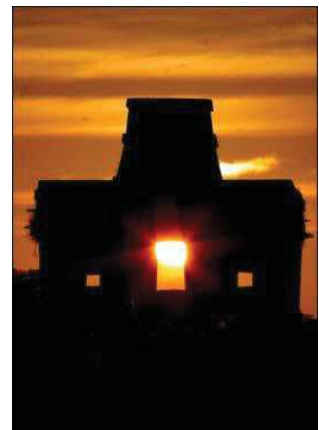


Faisant de savants calculs, ils les notaient dans leurs chroniques ou "codex" et dressaient ensuite des calendriers pour consigner le mouvement des astres et le passage du temps. Contrôlant l'apprentissage et les rituels, ils étaient responsables de la computation du temps, des festivals, des cérémonies, des jours et des saisons fatidiques, ainsi que de la divination, des événements, du traitement des maladies, de l'écriture et des généalogies. Ces prêtres rédigeaient des almanachs astrologiques qui régissaient la vie quotidienne du royaume. Tous leurs écrits font référence aux astres, chacun étant personnifié. Il semblerait même qu'ils possédaient un zodiaque dont quelques bribes (un scorpion, un serpent et une tortue) ont été identifiés.

La Pyramide de "Las Serpientes Emplumadas", située sur la terrasse la plus élevée de Xochicalco commémore une réunion de prêtres astronomes.

Les instruments

La connaissance astronomique des Mayas a été utilisée pour le calendrier et certaines positions privilégiées étaient parfois rappelées, grâce à un système de visées. Pour la connaissance astronomique des Mayas a été utilisée pour le calendrier et certaines positions privilégiées étaient parfois rappelées, grâce à un observateur le Soleil et fixer des repères, ils utilisaient des encadrements des portes et des fenêtres, des bâtons croisés, plantés dans le sol et construisaient des monuments, placés de telle façon qu'on pouvait s'en servir comme observatoires. Dans une pièce d'un temple, l'observateur, situé à bonne hauteur, repérait la position de l'astre par rapport à un point fixe qui lui était donné par l'intersection de ces deux bâtons. Ils pouvaient aussi utiliser une branche fourchue. Beaucoup de monuments de pierre furent érigés pour servir aux astronomes dans leurs calculs. Lorsque le Soleil était au zénith les objets placés à la perpendiculaire ne projetaient aucune ombre.



Dzibilchaltún aux équinoxes

Les pyramides

Souvent comparées à la pyramide égyptienne, les pyramides mayas s'en différencient par de multiples aspects. Elles peuvent avoir un plan carré, circulaire comme à "Cuiculco" ou

ovale à "Uxmal". À son sommet, le temple forme l'édifice principal, au sein duquel se déroulent des rites qui varient selon sa fonction. Mais ces pyramides ne sont pas accessibles au commun des fidèles et peuvent aussi évoquer, par leur décor ou le nombre de marches ou de degrés, le cosmos et le cycle du temps, comme à "El Tagin" ou "Chichen Itza".

Les observations

Les observations astronomiques des mayas et leur système de comput ont provoqué l'admiration de tous les spécialistes modernes de ces questions. Leurs connaissances astronomiques étaient étonnamment avancées et leurs calculs exacts. Ils ne différaient des observations modernes, que de quelques minutes par année et savaient quelles corrections opérer pour que leur année de 365 jours suive le temps exact, mis par la terre pour tourner autour du Soleil. Ces observations apparaissent dans les stèles, les linteaux, les peintures, les codex et les escaliers à hiéroglyphes. Les routes d'une ville mènent souvent dans la direction des quatre points cardinaux.

Beaucoup de temples étaient bâtis selon une orientation astronomique définie. Dans la zone maya, les marches de la façade font face à la position du Soleil couchant, à l'équinoxe de printemps. Dans les Hautes terres, le temple faisait face au Soleil, le jour où celui-ci passait au zénith. C'est pourquoi beaucoup d'édifices du haut pays ont une orientation de 17° à l'Est de la direction Nord.

Les observatoires

Des monuments ou groupes de monuments, destinés à servir d'observatoires, comme à "Uaxactún", ont été découverts dans diverses localités, toutes comprises dans un rayon de l'ordre de 100 à 110 km de ce site. C'est le cas, par exemple, d'"Oxpermul", d'"El Paraiso", de "Naachtún", de "Balakbal". Il en est de même à "Calakmul", Uxul", "Nakum", "El Palmar", "Benque", "Viejo", "Ixkún", "Htzcap Ceel".

Un observatoire peut être simplement un groupe de pyramides disposées, selon des angles calculés, comme à "Uaxactún", ou bien une tour d'où il est possible d'effectuer des mesures, sans être gêné par les arbres de la forêt, tour carrée comme à "Palenque" et "Chiapas", ou ronde comme à "Chichén-Itza".

Ces monuments étaient destinés à fixer la position du Soleil, lors des équinoxes et des solstices. Par exemple, la pyramide E-VII a été construite à l'Est d'une place. De son sommet, des lignes aboutissent à l'extrémité Nord-Est du temple E-I, ainsi qu'à l'axe médian du temple

E-II, situé directement à l'Est, et, à l'extrémité Sud-Est du temple E-III.

La visée médiane, jalonnée par deux stèles et par la porte centrale du temple E-II, correspond au lever du Soleil, les 21 septembre et 21 mars, c'est-à-dire lors des équinoxes d'automne et de printemps. La ligne de visée, orientée au Nord-Est, permettait d'observer le lever du Soleil, le 21 juin, solstice d'été, tandis que celle, orientée au Sud-Est, coïncidait avec celui du 21 décembre, solstice d'hiver.

Cet ensemble d'édifices permettait donc de déterminer le jour le plus long et le jour le plus court, ainsi que les deux positions intermédiaires du Soleil. La classe sacerdotale devait sans doute une partie de son prestige et de son pouvoir, au fait qu'elle pouvait, grâce à un calendrier fondé sur l'observation et le calcul, fixer les phases du travail agricole indispensable aux bonnes récoltes, donc à la vie même du peuple.

Les jeux de Balle

Plus qu'un sport, les jeux de Balle ou de Pelote étaient un rite à dimension cosmique dont l'enjeu était la vie humaine. Symboliquement, les joueurs soutenaient le disque solaire pendant sa trajectoire diurne et nocturne, évitant qu'il ne touche la terre. Ce jeu peut être mis en corrélation directe avec les activités astronomiques. Le mouvement de la "pelota" était

comparé à celui du Soleil. Les joueurs de balle étaient sans doute considérés comme des dieux qui se livraient dans l'inframonde à des combats cosmiques.

Le terrain de jeu était souvent orienté du Nord au Sud, l'aire du jeu figurant le Cosmos. La balle de caoutchouc plein, renvoyée d'un camp à l'autre, dure et pesante, symbolisait le Soleil et des planètes, en particulier celui de Vénus, au cours de son passage de neuf jours dans le monde souterrain, avant qu'elle ne réapparaisse comme étoile du matin. Les joueurs pouvaient aussi matérialiser le lever et le coucher du Soleil. Une équipe représentait l'ombre, l'autre la lumière. Chaque joueur s'identifiait à une divinité distincte dont il avait revêtu, pour la circonstance, les attributs symboliques. Le chef des vainqueurs était décapité à la fin de la partie, car ses exploits lui donnaient le privilège d'accéder au monde cosmique.

Le voyage astronomique

Notre voyage s'est déroulé à travers le Mexique. Nous y avons admiré plusieurs sites archéologiques. Depuis, nous avons recherché les sites astronomiques des mayas.

Mexico

Les origines de Mexico remontent à l'année 1325, quand les "Mexicas" découvrent l'îlot au milieu du lac de "Texcoco". Plus petite région administrative du pays, située dans la vallée de l'"Anáhuac" à 2.200 m d'altitude, elle est très certainement une des villes les plus grandes et les plus peuplées du monde. Capitale et cœur de la nation, elle est le siège du Gouvernement. Il y règne une intense activité culturelle et économique.

La Pierre du Soleil de Mexico

Dans les salles d'exposition du Musée National d'Anthropologie de Mexico, on trouve des collections d'objets de toutes les civilisations préhispaniques du Mexique. Dans la "Sala Mexica", on peut voir le disque de la Pierre du Soleil, une curieuse pierre ronde qui a servi de calendrier. Datant de 1479, elle a précédé, d'un peu plus d'un siècle, le calendrier grégorien.



Ce disque aussi appelé : "Calendrier aztèque" ou "Pierre du Calendrier" résume, avec ses hiéroglyphes, toute la cosmologie. Les Mayas l'implorait pour que le Soleil revienne, au moment du solstice d'été.

Gigantesque monolithe de basalte, il fut mis à jour, lors du réaménagement de la place principale de Mexico, en 1970. Pesant plus de 24 tonnes, d'un diamètre de 3,65 m et d'une épaisseur d'1,20 m, avec d'autres monuments aztèques, il avait servi de matériau de remplissage pour la construction de la ville coloniale.

La pierre est considérée comme un monument solaire qui montre des éléments reliés au passé. Au centre du disque, il y a un visage, mais les chercheurs ne se sont

▲ La Pierre du Soleil

pas mis d'accord sur ce qui est représenté au centre du relief. Ils pensent qu'il s'agit d'un dieu du centre de l'Univers. Certains pensent que ce centre représente un cœur.

Le cercle, près du visage du centre, est un ensemble qui forme le signe "Nahui Ollin", comme un X, constitué de quatre rectangles et quatre petits disques, ce qui signifie : "quatrième mouvement", le nom du "cinquième Soleil", la cinquième époque. Les quatre époques antérieures sont représentées dans des rectangles. On pense aussi que la figure en X désigne les quatre directions du ciel, les extrêmes solsticiaux. Dans ce cercle, il y a d'autres symboles et trois dates. L'anneau suivant est occupé par les vingt signes du jour, commençant au sommet et se poursuivant vers la gauche. Les autres symboles représentent l'Univers et la chaleur du Soleil, répandu dans toutes les directions. L'autosacrifice est une dévotion au dieu, symbole du sang. Il représente la continuité de l'existence et le ciel nocturne avec des étoiles.

Cette pierre peut avoir fonctionné comme base des systèmes du calendrier solaire et rituel et comme point d'origine d'observations astronomiques compliquées.

Le temple principal de "Tenochtilán"

Ce temple s'élevait sur une plate-forme qui constituait le plan terrestre, surmonté de treize niveaux célestes, représentés par une pyramide. Au sommet, le monde de la dualité, "l'Oméyocan", était consacré à "Huitzilopochtli", le Soleil et "Tlaloc", la pluie. Le plan terrestre reposait sur neuf niveaux inférieurs, le "Mictlan", le monde des ténèbres. Placé à l'intersection de deux axes, Nord-Sud et Est-Ouest et sur le plan de contact entre les univers infra et supra terrestres, ce temple était donc au cœur même du système cosmogonique. Il était consacré à la Lune, à la terre, à "Quetzalcóatl" et aux puissances telluriques.

La dalle de porphyre de "Tlalteloco"

Une très grosse pierre se dressait jusqu'à mi-hauteur de l'escalier du grand temple et servait aux astronomes à calculer les éclipses du Soleil, passées et à venir.

L'ensemble A de "Teotnango"

Cet ensemble, constitué d'un mur de soutènement, d'un relief de jaguar et d'un glyphe "nahua", commémore une éclipse de Soleil, en l'année 11 "calli" ou Onze Maisons, c'est-à-dire en 1477.

Le temple de Vénus de "Cacaxtla"

Ses peintures comportent des frises aquatiques ondulantes et un grand coquillage surmonté du glyphe C, posé sur le nombril. Ce sont autant de symboles associés à Vénus dans son aspect antagoniste féminin et masculin, étoile du soir et étoile du matin.

La pyramide des Fleurs de "Cacaxtla"

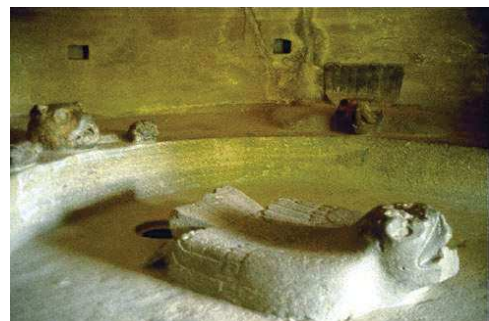
Elle est à neuf étages et s'élève à 21 m de hauteur sur une vaste plate-forme de 135 m sur 100 m. Le 29 septembre de chaque année, lorsque l'on se trouve au sommet de cette pyramide, le Soleil semble émerger de la bouche du volcan de la "Malinche". L'archéologue Mari Carmen Serra Puche, responsable du projet "Xochitécatt", signale qu'à cette date, les femmes se réunissaient autrefois au sommet de la pyramide pour célébrer le phénomène astronomique.

Le temple des Guerriers de "Malinalco"

À l'intérieur du sanctuaire de ce temple, l'entrée en forme de gueule de reptile et le décor

extérieur, avec ses jaguars, ses serpents d'obsidienne et ses tambours, révèle que ce temple servait au culte solaire des guerriers "Aigles et Jaguars".

Chaque année, le 21 mars, des centaines de personnes y viennent admirer l'incroyable équinoxe de printemps. Un rayon de lumière en traverse l'entrée, révélant l'image d'un aigle sur le sol.



L'intérieur du temple des Guerriers

Le temple du Soleil de "Malinalco" destiné aux festivités de l'An nouveau. Les 12 février et 29 octobre, à 260 jours d'intervalle, durée du calendrier rituel, cette structure permet d'observer le Soleil se lever dans une entaille naturelle de la montagne, située de l'autre côté de la vallée.

L'ancien temple de "Malinalco"

Ce temple se trouve à l'extrémité Sud où quatre petites ouvertures, orientées vers les points cardinaux devaient en faire un observatoire.

Le site de "Teotihuacán"



Large de 40 à 95 m, une artère de plus de 2 km de long rend visible l'axe, presque exactement Nord-Sud, selon lequel s'organise et se répartit le centre cérémoniel de la ville. Ce site est bordé de plates-formes pyramidales. Tous les édifices, palais et ensembles d'habitations, se conforment à l'orientation Ouest-Est de la pyramide du Soleil qui représente l'axe suivant lequel le Soleil se couche. Trois pyramides massives, aujourd'hui à demi en ruine, jouxtent l'Avenue des Morts.

C'est aux environs du II^e siècle av. J.C. qu'a dû commencer l'érection de celles du Soleil et de la Lune.

L'Allée des Morts de "Teotihuacán"

Bordée d'importants édifices du gouvernement, temples et quartiers résidentiels, cette allée s'étend sur 2 km à 16° Nord-Est. L'alignement est de grande portée pour des raisons astronomiques. Elle est orientée à 15° 3' Est du Nord magnétique.

La "Ciudadela" de "Teotihuacán"

C'est une énorme place, où les allées Est-Ouest, en se croisant avec l'Allée des Morts, divisent la ville en quatre grands quartiers. Dans la Citadelle, se trouve un des édifices les plus ornés de "Teotihuacán" : le Temple de "Quetzalcoatl", décoré de Serpents emplumés. L'édifice a sept plans superposés, chacun d'eux étant orné de serpents à sonnettes. À la moitié de leurs corps, ils ont un masque qui peut représenter "Tlaloc", le dieu de l'eau.



Les corps des serpents ont des coquillages et des escargots autour d'eux et les têtes de quelques-uns d'entre-eux émergent sur les côtés de l'escalier. Le front du temple est orienté vers l'Ouest, symbole de sacralité.



"Quetzalcoatl"

"Quetzalcoatl" est le plus populaire de tous les dieux, celui dont la personnalité est la plus complexe, puisqu'elle inclue plusieurs divinités, aux attributions très variées. Dans certaines cultures, il était, probablement, une des divinités suprêmes.

Il incorporait de multiples aspects : dieu créateur, dieu du vent, serpent emplumé, héros culturel, ainsi que la personnification de la planète Vénus. Dans des époques lointaines, il représentait l'eau céleste, les nuages et l'époque de pluie.

La Pyramide de la Lune de "Teotihuacán"

Cette célèbre pyramide domine une grande place, à l'extrémité Nord de l'Allée des Morts.



C'est sans doute de son sommet, égal en hauteur à celle du Soleil, qu'elle a été construite sur un emplacement plus élevé. On y a la meilleure vue d'ensemble sur "Teotihuacán".

Avec son avant-corps à quatre niveaux, large de 150 m sur 140 m, elle se découpe sur la montagne. Le dieu "Tlaloc", le dieu de la pluie, est représenté le long du bas des murs, dans une zone septentrionale où l'on peut voir l'eau.

La grande Pyramide du Soleil de "Teotihuacán"

Celle-ci se dresse sur le côté Est, dans l'axe du Soleil couchant, au soir du solstice d'été.

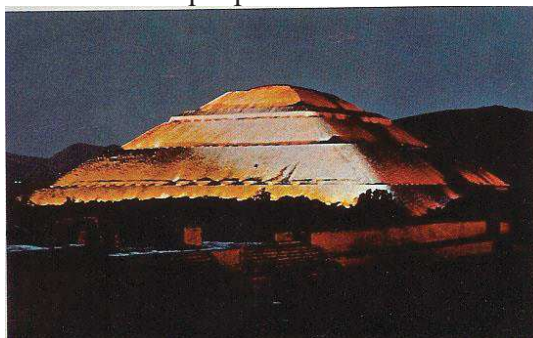
Construite vers 150, elle était la plus grande construction de l'Amérique précolombienne.

Érigée, en l'honneur de la divinité solaire, régnant sur le ciel, c'est la plus grande du site. Un gigantesque édifice, presque carré, couvre 225 m sur 222 m, donc 5 ha. Elle a 60 m de haut et se dresse à l'Est de l'avenue des Morts.

Une majestueuse chaussée traverse la cité du Nord au Sud et relie la pyramide du Soleil à celle de la Lune. Sa face occidentale est précédée d'une plate-forme. De grands escaliers permettent d'accéder au sommet, où se dressait un sanctuaire.

À partir d'une base presque carrée, ses quatre degrés, revêtus de pierre taillée, qui en précisent les arêtes, s'élève jusqu'à 63 m, en une progression oblique de 45 degrés. Sur la face Ouest, l'abrupt escalier rejoint le sommet qui portait jadis un temple. Avec ses quatre corps superposés, elle atteint une hauteur de 225 sur 222 m. La pyramide est orientée de telle façon que sa façade principale se trouve au point de l'horizon où disparaît le Soleil. Les jours où il est à son zénith, il passe exactement à la verticale de son centre. Il en résulte une déviation vers l'Est de son axe principal de 17° par rapport au Nord astronomique. Tous les bâtiments du centre cérémoniel ont la même orientation.

Cette pyramide permet ainsi une bonne observation de la course de l'astre, de l'aube au crépuscule, des équinoxes et du point de la voûte céleste où se lève l'amas stellaire des Pléiades. Le Soleil se couche juste devant elle, le jour du solstice d'été. On se perd en conjecture sur la signification de la grotte, située sous cette pyramide. Dans certains codex, les grottes apparaissent souvent comme un symbole de la création, de la vie. En l'absence du temple d'origine, le sommet est le point de ralliement de milliers de passionnés d'ésotérisme qui, vêtus de blanc, viennent se baigner d'énergie cosmique, lors des éclipses, solstices et autres conjonctions des planètes.



Le Temple du Soleil de "Tula"



Il se trouve devant la place centrale. On pense qu'il y avait des atlantes à son sommet.

◀ Le Temple du Soleil

Le Temple de l'Étoile du matin de "Tula"

Il est dédié à Vénus. En forme de pyramide, il adopte un plan carré de 40 m de côté et se dresse à une hauteur de 10 m. Quatre atlantes s'élèvent sur sa plate-forme supérieure, face au Sud. Ils représentent le roi-prêtre "Quetzalcoalt", en sa qualité d'Étoile du matin.

Le temple de "Tlahuizcalpantecuhtli" de "Tula"

Situé sur la place centrale, le temple de la planète Vénus est le principal monument du site. Précédé d'une vaste salle hypostyle, il est surmonté de plusieurs monolithes, appelés "atlantes" et de piliers.

Au premier niveau, côtés Nord et Est, se trouvent des bas-reliefs de vautours et d'aigles dévorant des cœurs humains et des processions de jaguars et de coyotes. Ces figures mystiques alternent avec d'autres qui représentent la planète Vénus, une des formes prises par "Quetzalcóatl" et à laquelle l'édifice était consacré. Des atlantes arborent un panache en forme de papillon, un propulseur à la main droite, une bourse à onguents à la main gauche et, au dos, une grande broche circulaire où figure un Soleil. Ces atlantes soutenaient jadis la toiture du temple supérieur de la pyramide, dédiée à l'Etoile du Matin.

Le fragment de mur de "Tula"

Un fragment de mur protégeait le centre cérémoniel dont la décoration est semblable sur ses deux faces. Il est couronné de créneaux en forme de coquilles tronquées, symboles de "Quetzalcóatl", dans sa représentation de la planète Vénus.

Le Congrès de Xochicalco

En 750, un important Congrès fut organisé à "Xochicalco" et réunit astronomes et savants pour discuter de l'adoption d'un nouveau calendrier, le plus ancien et le plus répandu étant le calendrier rituel de 260 jours.



La pyramide de "Quetzalcóatl" de "Xochicalco"

Cette pyramide fut construite pour commémorer le nouveau cycle du calendrier. C'est le monument le plus admirable de "Xochicalco". L'ornementation du "Talud" comprend huit serpents à plumes et comporte plusieurs personnages, aux traits mayas. La répétition du glyphe "9 œils de reptile", avec un symbole du feu nouveau, indique le début du cycle calendaire.



Sur la partie supérieure se dresse un petit temple. Immortalisé sur cette pyramide, on le voit dans des frises qui courent sous le corps sinueux du serpent à plumes.

L'observatoire de "Xochicalco"

Une grotte artificielle servait d'observatoire solaire. Le couloir intérieur de gauche conduit à une chambre, éclairée par une ouverture hexagonale dans le plafond. Lors des solstices d'été, les astronomes observaient le ciel à travers cette ouverture, afin de déterminer la trajectoire du Soleil. Elle permettait de suivre l'oscillation de sa course vers le tropique du Cancer. Du 30 avril au 15 août, les rayons du Soleil pénètrent à midi à travers l'hexagone qui se réfléchit sur le sol. Les meilleures dates d'observation du phénomène sont les 13 et 14 mai et les 28 et 29 juillet quand le Soleil est au zénith. On peut voir l'ombre d'une personne qui se tient au milieu du rayon de lumière.

La place de la Stèle aux Deux Glyphes de "Xochicalco"



Cette place est délimitée par trois pyramides. Un petit autel central où se dressait une stèle, aujourd'hui très érodée, sépare deux temples. Celui de gauche servait de point de visée. Le Soleil se lève à chaque angle de l'édifice aux solstices et, en son centre, aux équinoxes.

Le monticule de la "Cruz" de "Paquimé"

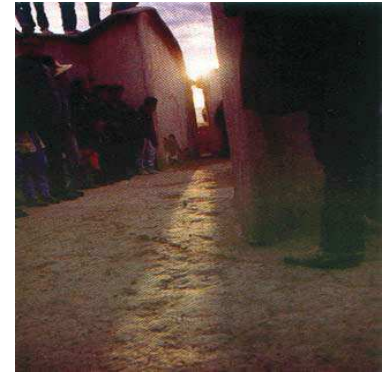
Celui-ci adopte une orientation astronomique, sans doute en raison de l'activité agricole de "Paquimé", développée suivant un système de terrasses.

Le site archéologique d' "Alta Vista"



Le site archéologique

Ce site se trouve dans les environs de Zacatecas, près de "Chalchihuites". Ce n'est certainement pas par hasard qu'il a été choisi pour une observation astronomique. Il se trouve à environ 4 km de la position du Tropique du Cancer, où coïncident le solstice et la position zénithale du Soleil. Les angles des principaux édifices correspondent avec les points cardinaux.



Labyrinthe aux équinoxes

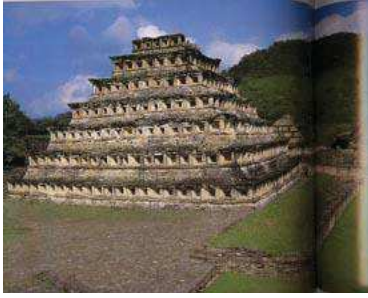
Aux équinoxes, le Soleil se lève à la pointe d'un pic, situé à l'extrémité de la vallée du Colorado et le premier rai de lumière passe entre deux murs du labyrinthe. À celui d'été, un couloir, dont les parois se divisent en de nombreux pans de mur, forme une ligne de visée vers un couloir rocheux au-dessus duquel se lève le Soleil.

Le centre d' "El Tajín"

Ce centre présente des pyramides, des palais en ruine et des terrassements souvent recouverts d'une végétation luxuriante. On y a découvert 168 édifices. Grand centre de jeu de balle, les habitants vénéraient plus particulièrement le dieu du Vent

La Pyramide des Niches d' "El Tajín"

Ce monument massif de six étages s'élève de 25 mètres sur une base carrée de 35 mètres de côté. Les parois sont creusées de niches qui ont donné son nom au monument. C'est une pyramide à sept corps échelonnés dont les façades extérieures sont percées de 365 niches carrées qui ornent ses sept gradins. C'est le plus ancien monument du site qui date sans doute du VI^e siècle, mais il fut détruit par le feu vers la fin du XI^e siècle.



Énigmatique temple-colline, dressé vers quelque divinité solaire parmi le moutonnement des collines couvertes de jungle du pays "totonaque", cette pyramide reste unique en son genre et devait servir à un culte solaire

Elle est une allusion évidente aux 365 jours de l'année solaire. Aujourd'hui, des cérémonies traditionnelles se tiennent encore tous les ans devant la pyramide pendant l'équinoxe de printemps. Les frises et les panneaux ont été transportés au Musée du site.

L'édifice 12 d'"El Tajín"

Derrière la Pyramide des Niches, l'édifice 12 est décoré de niches, soutenues par des colonnettes. On peut encore voir les restes de peintures bleues à la base de l'escalier, cette couleur étant associée au Dieu de la pluie, l'une des trois divinités honorées à "El Tajin" avec le dieu du vent et Vénus.

L'édifice C d'"El Tajin"

En montant vers cet ensemble, on voit, devant soi, cet édifice, une grande structure représentant deux rangées de grecques finement ouvragées. Ce sont des représentations stylisées du serpent à plumes "Quetzalcóatl".

La Salle 5 du Musée d'Antropologie de "Xalapa"

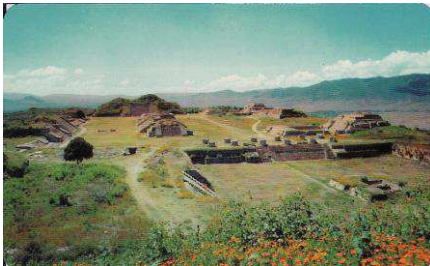
Une étonnante sculpture du messager du Soleil, en trois pièces assemblées, figure un homme immolé, lors d'une cérémonie du culte de cet astre. Le trou dans la poitrine est le symbole de l'extraction du cœur et la corde blanche, celui du sacrifice. Les "Chuateto", "femmes-guerriers", mortes en couches, accompagnaient la course du Soleil, du zénith au couchant, et, dans leurs coiffures, elles portent souvent son emblème et celui de la terre, sous la forme d'une tête d'aigle et d'une tête de chauve-souris.

Les trois pyramides de "Cempoala"

À gauche du chemin principal, se trouvent trois pyramides. Celle de gauche est dédiée à "Tlaloc", le dieu de la pluie, celle de droite à la Lune. Celle du centre, dédiée au Soleil, est ornée de récipients circulaires destinés à recueillir le sang des sacrifiés, offrande religieuse, destinée à ce Soleil.

Le site de "Monte Alban"

C'est probablement la zone archéologique la plus spectaculaire du Mexique et une des plus impressionnantes du monde. Elle comporte les premiers fragments d'écriture du Mexique.

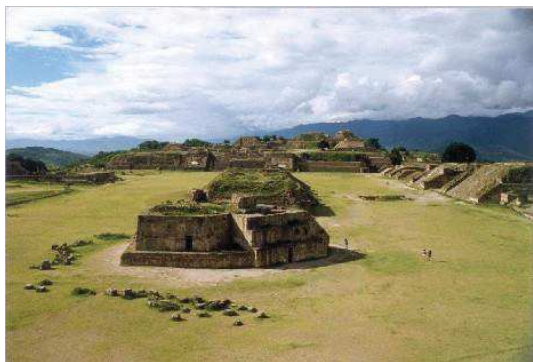


Ce site des Dieux était le "nombril" des civilisations du Mexique. Artificiellement nivelé au sommet d'une montagne, il est situé à 2.000 m au-dessus du niveau de la mer.

La Grand-Place centrale mesure environ 300 m sur 200 et les versants de cette montagne, ainsi que ceux des montagnes environnantes, contiennent des groupes additionnels.

On constate qu'ils n'obéissent pas à l'orientation générale des édifices du site. C'est à Monte-Alban que l'on a retrouvé les toutes premières traces du plus ancien calendrier rituel, de 260 jours. Ce site a été inscrit au patrimoine mondial de l'humanité en 1987.

L'observatoire du Monticule "J" de "Monte Alban"



Au centre de la "Gran Plaza", c'est le plus intéressant des édifices centraux. Un passage voûté traverse le bâtiment et aboutit au sommet. Pour cette raison, il a été baptisé "l'observatoire".

L'ouverture au sommet a dû être percée pour permettre les calculs astronomiques. Orienté Sud-Ouest, selon les quatre points cardinaux, il accuse une forme étrange en pointe de flèche. Son plan en proue de navire semble indiquer une fonction de visée. Sa disposition

exceptionnelle forme un angle à 45° par rapport aux autres édifices de la place. Pourtant, il est difficile de se représenter à quoi pourrait correspondre l'axe en question qui est de 38° environ par rapport au Sud. Il permettait d'observer la course de l'étoile "Capella", de l'endroit où elle se lève jusqu'à son passage au zénith.

Le système IV de "Monte Alban"

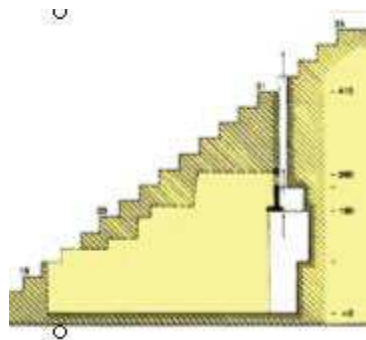
Le mot "système" est utilisé pour indiquer qu'il ne s'agit pas d'une seule construction, mais plutôt d'un groupement. Sur une stèle de 5 m de haut, qui était bien plus grande à l'origine, on voit, sur la face Ouest, des glyphes-calendriers. Certains guides l'appellent le sablier, mais on ignore quelle était sa fonction.

L'édifice "7 Venado" de "Monte Alban"

Cet ensemble est constitué de quatre structures groupées autour d'une place, chacune étant orientée vers un des points cardinaux.

Le Groupe oriental de "Monte Alban"

Le complexe, formé de plates-formes orientales, situé au centre de la place, montre les préoccupations astronomiques des dignitaires. Du haut de ces monticules, les prêtres observaient les mouvements du Soleil vespéral, face à eux. Le puits de lumière de l'édifice P a une profondeur de 4, 10 m. On y observe les passages zénithaux les 8 mai et 15 août.



Le Patio des Intempéries d'"Oaxaca"

À "Lamblase", à 27 km à l'Est d'"Oaxaca", la structure 190, est ainsi appelée, à cause de deux grands masques identiques représentant "Cosijo", dieu de la pluie, du tonnerre et de l'éclair. Chaque figure porte un récipient rempli d'eau, à la main droite, et, dans la main gauche, des éclairs et des tonnerres.

Le temple du Soleil de "Palenque"

Ce temple apparaît aujourd'hui comme enchâssé dans une végétation luxuriante et mystérieuse. Érigé sur un tertre, de petites dimensions, il comporte un vestibule voûté, ouvert par trois portes et un sanctuaire flanqué de deux cellules.

Le sommet de l'édifice est orné d'un motif décoratif, fait de deux murs percés de niches, s'inclinant l'un vers l'autre, que les archéologues appellent "colombier". Il reste de nombreuses traces de décoration en stuc, en particulier sur des bas-reliefs représentant des offrandes au Dieu-Soleil, figuré par un trophée d'armes, la face du Soleil formant bouclier. Le

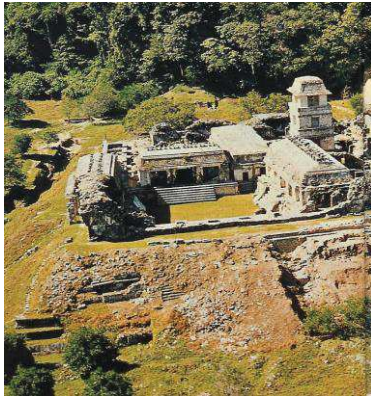
panneau du centre représente aussi le Soleil. Celui-ci figure, dans un panneau, à l'intérieur du sanctuaire et sur le mur du fond. Finement sculpté dans le calcaire, il est considéré comme une des meilleures œuvres de sculpture maya. Au centre apparaît, sur une sorte d'autel, supporté par deux lances croisées, le masque du Soleil, symbolisé par une double barre cérémonielle, couronnée de deux têtes de serpent, avec, en son centre, un masque de jaguar.

Le roi "Pakal", le roi au pied-bot, nommé aussi "Bouclier-Soleil" ou "Ara blanc", à gauche, et son fils "Chan Bahlum", à droite, procèdent à une offrande à l'astre solaire. En 692, ce dernier décida de célébrer, par une cérémonie, la consécration du temple à un moment où trois planètes se trouvaient en conjonction avec le Soleil. Ce temple fut consacré alors que Jupiter et Saturne étaient en alignement.



Templo del Sol, Grupo de las Cruces, Palenque Chiapas.

La Maison du Palais de "Palenque"



De l'autre côté du mur de ce long bâtiment, dans la salle I, il y a un relief en stuc d'un personnage aux yeux croisés avec les symboles de la Lune et de Vénus, de chaque côté, et se termine en serpents.

La tour, carrée de trois étages, s'élève dans une cour du palais. Elle est une sorte d'emblème. Sur le mur du troisième niveau, le symbole astrologique de Vénus a été taillé, ce qui semble indiquer que cette tour aurait pu être utilisée par les astronomes pour servir d'observatoire, comme le "Caracol" de "Chichen Itza". Elle offrait une perspective imprenable du Soleil se couchant sur la tombe.

Le Groupe de la Croix de "Palenque"



Le roi "Pacal" fit construire trois grands temples, celui du Soleil, de la Croix et de la Croix Feuillue. Placés au sommet de structures pyramidales et surmontés de crêtes faitières, ces édifices n'ont pas été construits par hasard.

Chacun d'entre eux est orienté, selon des critères précis, liés à la cosmologie et à l'idée religieuse des mayas. Les bas-reliefs qui

en tapissent les murs sont des références manifestes à la course du Soleil, ou l'aspect nocturne est incarné par le jaguar.

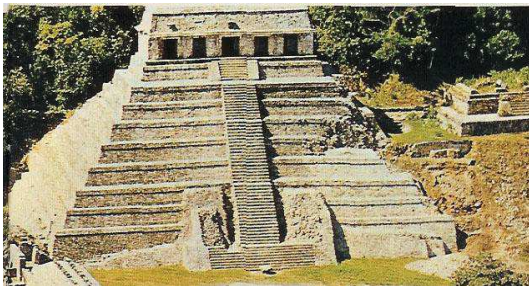
Le temple de la Croix de "Palenque"

Au Nord de la place, s'élève une haute structure. De chaque côté de l'entrée du sanctuaire, deux panneaux sculptés représentent deux hommes. On suppose que le premier est le gouvernant Jaguar-Serpent, le second une divinité des mondes souterrains.

Le temple des Inscriptions de "Palenque"

Cette grandiose pyramide est la plus énigmatique de "Palenque". À huit corps superposés, elle fut élevée à la fin du VII^e siècle.

Du sanctuaire, érigé au sommet de la pyramide, un escalier descend à une crypte, découverte, en 1952, par un archéologue mexicain. Sur les murs, neuf prêtres symbolisent les mondes souterrains de la cosmogonie maya.



Ses 69 marches font référence aux 69 années de règne du roi "Pacal". Son sarcophage était recouvert d'une énorme dalle sculptée qui commémore l'instant où le roi sombre dans la mort. On le voit renversé sur la tête du monstre quadripartite, happé par les mâchoires de l'inframonde. De son ventre naît l'arbre cosmique, aux trois bras, terminés par

des têtes de serpent et surmonté de l'oiseau céleste. Des narines de "Pacal", émerge la vision du serpent bicéphale, symbole du pouvoir royal et du monde terrestre, chemin emprunté par le Soleil d'Est en Ouest

La tombe de "Pacal" de "Palenque"

Dans le Temple des Inscriptions, cette tombe du fameux roi "Pacal", qui reposa là, pendant des siècles, est alignée sur le Soleil. Au solstice d'hiver, celui-ci se couche derrière la haute corniche qui se profile derrière la pyramide de "Pacal", au centre de la voûte du temple.



Pas à pas, le Soleil s'avance dans le ciel, pénètre dans le temple et en éclaire le mur du fond. Puis, dans sa course vers l'horizon, il semble descendre les marches du temple pour se poser sur la tombe. La mort de "Pacal" et son entrée dans le monde souterrain font écho, par l'alignement de son tombeau, à la mort du Soleil et à sa plongée dans l'univers des ténèbres. Il est fort probable que la descente de son corps jusqu'à la crypte qui contenait son sarcophage, ait été vue et vécue comme une descente aux enfers et que la pyramide, elle-même, ait pu apparaître comme une image de l'inframonde.

Le couvercle du sarcophage est entouré d'une bordure céleste qui doit être lue verticalement, avec les symboles du ciel, des étoiles, du Soleil et de la Lune. Au centre, le roi meurt et passe dans l'inframonde.

Le site "d'Izapa"



"Izapa", "le lieu où le temps a commencé", est situé, près de la côte du Pacifique et du Guatemala, à la latitude de 14,8° N et la longitude de 92,2° W.

Son importance est due à quelques investigateurs qui ont considéré cet endroit comme l'origine du calendrier rituel. Le chiffre du calendrier, 280 jours, correspond au nombre de jours qu'il y a entre les deux passages du Soleil au zénith à "Izapa", les 13 août et 29 avril.

Le Volcan Tajumulco "d'Izapa"

On peut voir du site d' "Izapa", sur le cône de ce volcan, la plus haute montagne d'Amérique centrale, indiquer le lever du Soleil au solstice d'été, le 22 juin.

La colonne "d'Izapa"

Le passage zénithal du Soleil à midi à "Izapa" a été mesuré par une colonne, près de la principale pyramide du Groupe F

La colonne ▶



Les Stèles 2 et 4 "d'Izapa"

La Stèle 2



Stèle 2

Un homme-oiseau tombe, tête la première, vers un arbre dont la frondaison se divise, comme pour le recevoir. Cet arbre pousse sur un crocodile qui constitue le bas du monument. Deux bandes obliques, encadrant un "U", doivent représenter le ciel, d'où descend l'homme oiseau, métaphore du coucher du Soleil.



Stèle 4

La Stèle 4

Un homme-oiseau descend au-dessus d'un autre personnage ailé qui brandit une hache, debout sur un motif qui représente le ciel.

Le Museo del "Pueblo Maya" de "Mérida"

Ce musée illustre largement la culture maya. Sa cosmogonie est représentée par le fromager sacré, support du monde maya. Ses dieux principaux, ses calendriers et son écriture, dont on a déchiffré 800 signes, sont expliqués dans la première salle.

Le Temple des Sept Poupées, près de Mérida, à "Dzibilchaltún"

Celui-ci est surmonté d'une tour et son orientation a été calculée pour que le Soleil se lève dans l'alignement des portes Est et Ouest, qui le percent le jour des équinoxes. Un gigantesque masque d'ombre, celui de "Chac", le dieu de la pluie, apparaît juste au moment où les premiers rayons du Soleil traversent le temple, lors des équinoxes de printemps et d'automne.

Le site de "Chichen Itza"

"Chichen Itza", située entre "Mérida" et "Cancun", dans le Nord Yucatan, comporte des ruines majestueuses, sous un Soleil implacable. Son nom : "Le puits de la tribu Itza" ou "Au bord du Puits des Itzaes" ou "Aux bords du puits des sorciers de l'eau", ou "Bouche du puits" est une des plus importantes cités mayas. Elle étend ses ruines sur 2 km, du Nord au Sud.



On peut y voir cohabiter des représentations du Dieu maya "Chac" et de "Quetzalcóatl", le serpent à plumes de l'"Altiplano", devenu "Kukulcan" en maya.

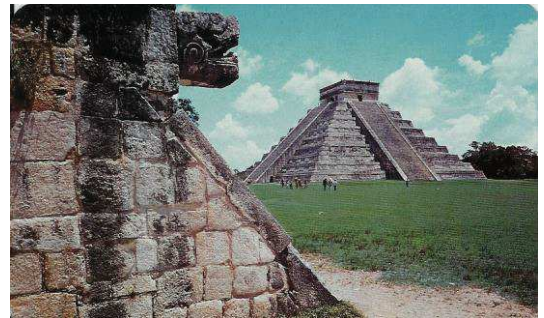
Les édifices de "Chichen Itza" sont dispersés sur une grande surface d'1,5 x 3. Ses chambres voûtées et meurtrières sont orientées dans certaines directions astronomiques, le Sud, l'Ouest, le coucher de la Lune, aux équinoxes et aux solstices.

La pyramide "El Castillo" de "Chichen Itza"

C'est la plus astronomique de toutes les pyramides, aussi bien en Égypte qu'au Pérou et au Mexique. Elle se dresse sur la Grand-Place. Pyramide parfaite, son architecture est une représentation du calendrier maya. Composée de trois structures superposées, elle est formée de neuf terrasses en talus avec rectangles en relief.

Sa hauteur diminue sur les degrés supérieurs pour accentuer l'effet de hauteur. Quatre escaliers, de 91 marches, étaient, chacun, bordés de rampes en forme de serpents. La façade principale se distingue par ces rampes qui prennent, au milieu du sol, la forme de tête de serpents. Les 364 marches, additionnées à celles du temple, symbolisent les 365 jours de l'année solaire.

Il est extrêmement difficile d'obtenir des mesures précises de cette pyramide à cause de la quantité de pierres tombées un peu partout. Sa base carrée et d'une trentaine de mètres de hauteur, est composée de 9 degrés. Accessible par quatre escaliers, orientés vers les points cardinaux, elle semble établie suivant le calendrier aztèque. Il y a quatre faces représentant les quatre saisons, sur chacune desquelles monte un escalier de quatre-vingt-onze marches, soit 91 jours.



L'année aztèque comprenant dix-huit mois, les 18 demi-degrés de chaque face de la pyramide, ou trois cent soixante-quatre jours, soit 4 saisons de 91 plus le 365^e jour de l'année, représente la structure sommitale. L'escalier Nord, de 91 marches, est bordé de rampes qui se terminent, à la base, par une tête de serpent. Si l'on ajoute la plate-forme terminale, au nombre total de marches, on obtient : 365, soit : $91 \times 4 = 364 + 1 = 365$. C'est le nombre de jours d'une année solaire, dont l'importance est grande au Mexique, alors que chez les mayas, la pyramide à quatre escaliers symbolise l'achèvement du "Karun", période de 20 ans.

Le Soleil, à son coucher, commence par éclairer la tête du serpent, située au bas d'une des rampes. Continuant sa course, apparaissent, sur la rampe, les ombres projetées par les gradins de la pyramide. C'est le serpent à sonnettes qui, avec ses triangles caractéristiques, illumine pour disparaître rapidement.

Chaque face est ornée de 52 panneaux plats qui symbolisent les 52 années d'un cycle maya. Les 21 mars et 21 septembre, c'est-à-dire au moment des équinoxes de printemps et d'automne, un rayon de Soleil tombe sur la pyramide. Au fur et à mesure que passe le Soleil, se dessine, sur l'escalier noir, le corps de "Kukulcan", le serpent à plumes. L'ombre et la lumière forment, sur la rampe de l'escalier Nord, une succession de triangles d'ombre et de

lumière qui évoquent un serpent en mouvement. Avec une précision géométrique, que ces triangles arrivent à l'énorme serpent à plumes qui repose au pied de la pyramide.

Les prêtres mayas interprétaient ce phénomène comme l'annonce du temps des semailles, au printemps, puis des récoltes, en automne. Calculé il y a plus de mille ans, c'est l'un des témoignages du développement scientifique, atteint par cette civilisation. Il dure ainsi environ trois heures entre l'apparition du premier triangle et la disparition du premier.

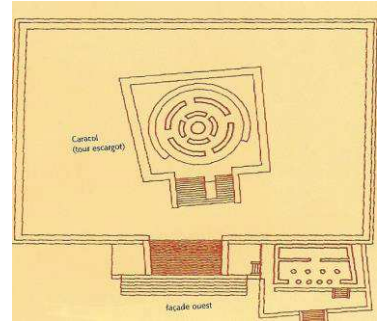
L'observatoire, "El Caracol" de "Chichen Itza"

Au Sud du site de "Chichen Itza", "El Caracol", de l'espagnol, escargot, semble avoir été un observatoire astronomique, comme il y en avait dans les villes et les centres les plus importants.



L'observatoire

L'édifice est aligné sur les extrêmes Nord de Vénus et servait plus particulièrement à l'observation de ses mouvements. Une ligne de vue diagonale, depuis les fenêtres de la tour, coïncide avec la position de cette planète, lorsqu'elle atteint sa déclinaison Sud maximale.



Plan de l'observatoire

"El Caracol" est formé d'une tour de 11 m de diamètre avec un escalier en colimaçon qui débouche sur une chambre d'observation, à 24 m de hauteur, avec ses orifices de visées. Sur deux plates-formes quadrangulaires superposées, s'élève une tour ronde de 12 m de diamètre, en dégradé, montée sur deux plates-formes superposées. Sa chambre d'observation présente des meurtrières de visée qui permettent des calculs d'angle d'une grande exactitude.

Le mur extérieur est percé de quatre portes orientées vers les points cardinaux, tandis que les quatre ouvertures du mur mènent à la chambre centrale. Au milieu de cette dernière, se dresse le pilier massif qui contient l'étroit escalier en colimaçon auquel le monument doit son nom.

En haut de la tour, plusieurs fenêtres ont été percées. Il n'en reste que trois, orientées de façon à permettre l'observation de Vénus au coucher du Soleil, aux équinoxes. Elles facilitaient le repérage des positions du ciel les plus significatives. Les terrasses et plates-formes de base sont rigoureusement orientées en fonction d'événements astronomiques précis. L'escalier intérieur en colimaçon conduit à une petite chambre, percée de sept orifices destinés à l'observation du ciel. Chaque côté de la pyramide porte 52 panneaux, nombre correspondant à ceux des années du cycle Toltèque. Les prêtres-astronomes mayas cherchaient des signes dans les cieux pour tracer les mouvements complexes du Soleil, des étoiles et des planètes. Ils établissaient leurs trajectoires, croyant que ces dernières déterminaient leur destin et probablement servaient à définir les équinoxes, éclipses, solstices et autres positions des astres, surtout Vénus, Mars, "Aldebarán", ainsi que l'apparition des Pléiades. Ainsi, ils consignaient leurs mouvements et le passage du temps dans les codex avec une précision surprenante qui étonne encore nos meilleurs scientifiques.

Dans cet observatoire, les Mayas avaient obtenu des résultats que nous pouvons, aujourd'hui encore, contrôler, grâce aux vestiges de l'édifice. Il apparaît que ces mesures comportent une marge d'erreur qui est, au maximum, de 2 degrés d'angle, mais qui se réduit fréquemment à quelques secondes d'arc.

Le Temple des Jaguars de "Chichen Itza"

C'est un temple plus petit et plus ancien que l'observatoire "El Caracol".



On y a trouvé un trône en pierre rouge, incrusté de disques de jade, représentant un jaguar.

Sur ce trône, repose un disque solaire en mosaïque de turquoise. Le Soleil est représenté assis sur un trône semblable à celui qu'on a découvert sous le "Castillo".

On peut donc conclure que le plus ancien sanctuaire construit au début de la période post-classique était consacré au culte solaire, alors que le plus récent était placé sous l'invocation du "Kukulcán-Quetzacoatl", dont une des formes est l'Étoile du Matin.

La Terrasse de Vénus de "Chichen Itza"

Dans la partie supérieure, les têtes de quelques serpents à plumes s'avancent au-dessus des balustrades. Sur les murs, est représenté l'homme-oiseau-serpent, symbole de "Quetzalcóatl" ou "Kukulcan". Sur un mur se trouve le signe de "Pop", le premier mois de l'année maya, tandis que, sur un autre, sont gravées des inscriptions qui ont une signification chronologique et astronomique qui peuvent indiquer le début du calendrier solaire avec celui du cycle de Vénus.

Le temple des Guerriers de "Chichen Itza"

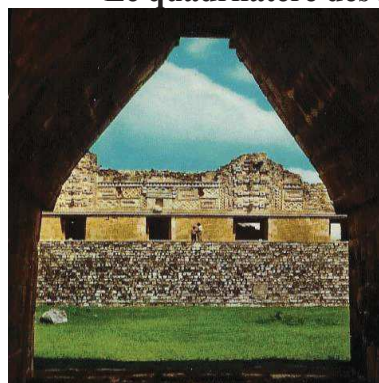


La situation et le plan de ce temple sont directement inspirés du temple dédié au dieu de la planète Vénus et de l'étoile du matin.

Le Palais du Gouverneur d'Uxmal

Ce Palais, de vingt-quatre pièces s'ouvre à l'Orient. Ce fût sans doute la résidence du Seigneur "Chac", coiffé de plumes de "quetzal" qui trône sur un trapèze formé de barres-serpents bicéphales. Ses masques y sont au nombre de 103, disposés selon un mouvement ondulant, évoquant le Soleil. Une ligne de visée, tracée depuis la porte centrale du palais, aboutit à un monticule solitaire, situé à 6 km. Des calculs ont permis de déterminer que Vénus y apparaissait comme Étoile du matin.

Le quadrilatère des Nonnes d'Uxmal



Celui-ci se compose de quatre édifices, nommés selon les quatre points cardinaux et situés à différents niveaux autour d'une cour dont l'acoustique est extraordinaire. La façade de l'édifice Nord présente une frise, composée de colonnes avec quatre masques de "Chac", entre lesquelles apparaissent des serpents à deux têtes.

L'édifice de l'Est est couvert d'un treillage décoré d'un serpent à plumes et de symboles relatifs à l'astronomie. Sur la gauche se trouve le temple de Vénus, avec ses piliers monolithiques et sa frise portant des représentations de cette planète.

Les observatoires de "Mayapan"

Des bâtiments circulaires rappellent le "Caracol" ou l'observatoire de "Chichen Itza". Une structure très haute devait servir d'observatoire. À l'intérieur, elle comportait quatre escaliers menant au sommet et orientés selon les quatre points cardinaux. On y trouve des restes de peintures.

La pyramide aux Cinq Étages d' "Edzna"

Sur la plate-forme de l'acropole, se trouve, au Sud, la Maison de la Lune.

La Petite Acropole d' "Edzna"

C'est le complexe le plus ancien de ce site. Sur une plate-forme de 75 m de côté, quatre édifices font face aux quatre points cardinaux.

Le Temple des Masques d' "Edzna"

Au pied de l'Acropole, ce temple est orné de deux superbes masques du dieu solaire, modelés en stuc et polychromes. Encadrant l'escalier qui mène au temple, ils représentent le Soleil, sous son aspect diurne et nocturne, au moment de son lever à l'Est et de son coucher à l'Ouest.

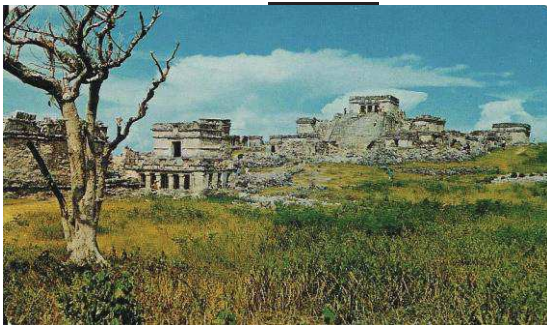
Le Temple-Palais de "Dzibilnocac"

Ce temple cosmique, accessible par un escalier raide, est couvert, sur ses quatre faces, de serpents stylisés et de masques de "Chac", la porte formant la bouche béante du monstre terrestre.

L'observatoire de l' "Isla Mujeres" de "Cancùn"

Située à quelques kilomètres au Nord de Cancun, à 7 km de l'embarcadère de "Porto Juárez", cette île a été baptisée : "Ile aux femmes", parce qu'on y vénérât la déesse "Ixchel" et d'autres idoles féminines. Dans la partie Sud de l'île, sont les ruines d'un observatoire maya, sans doute un ancien sanctuaire.

Le site de "Tulum"



Tulum "clôture", en langue maya, fait probablement référence à la muraille qui entoure le site.

Son nom originel, "Zama", aube, s'inspirait certainement de son orientation qui lui permettait de voir chaque jour se lever le Soleil.

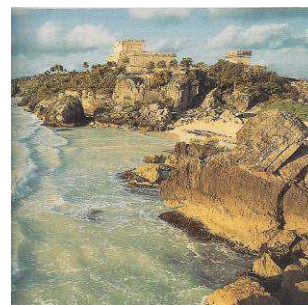
Le Temple du Dieu de "Tulum"

Dans l'unique chambre, il y a des traces d'une peinture murale où plusieurs déités sont en attitude d'offrande. Elles sont entourées d'une bande céleste symbolisant le ciel de la nuit et de représentations du Soleil, de Vénus et des étoiles, ainsi que de serpents entrelacés. Sa façade montre la représentation d'un dieu qui descend des cieux, peut-être le Soleil couchant et celle d'une petite construction, décorée de niches et de figures de stuc, dont l'une représente le dieu solaire.

Le Temple "El Castillo" de "Tulum"

Ce temple à six corps est la structure la plus élevée du site. Il est consacré à "Ixchel", déesse de la fertilité, de la maternité et de la Lune.

En 1997, on y découvrit plus de 3.000 figurines de jade, toutes offertes à "Ixchel". On suppose que certaines de ces offrandes ont été apportées par la mer de lieux aussi lointains que "Muyil", un important centre cérémoniel dédié à la déesse.



Le Temple El Castillo ▶

La "Estructura 20" de "Tulum"

Dans la résidence d'un haut dignitaire, la "Maison du "Chulutin", une petite plate-forme supporte la stèle 2 qui porte l'inscription calendaire correspondant à 1261 de notre ère.

La pyramide des masques solaires de "Kohunlich"

Celle-ci se trouve à l'extrémité du site de "Chemutal", près du "Bélise". Modelés en stuc et peints, les masques ornent les quatre degrés, de part et d'autre des escaliers d'une pyramide du classique ancien.



Les figures des degrés 2 et 3 sont des visages anthropomorphes, avec le signe "kin" du Soleil, dans les yeux et des incisives, taillées en T, qui sont vues à l'intérieur d'une gueule de serpent représentant, sans doute, le ciel. Cette gueule est formée par deux mâchoires verticales, réunies par une bande céleste. On reconnaît le signe "lamat", étoile, sous le masque de gauche du troisième degré. Les masques de cette pyramide représentent les apparitions solennelles du Soleil.

Bibliographie

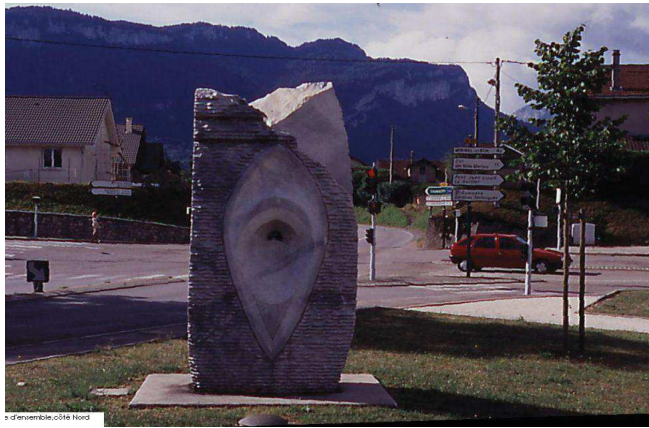
- Jonathan Norton Léonard, *L'Amérique Précolombienne*, Collection Time-Life, 1968
- Ignacio Bernal, *The Mexican National Museum of Anthropology*, Ediciones Lara, 1972
- Instituto Nacional de Antropología e Historia, *The Oaxaca Valley*, 1973
- Sélection du Reader Digest, *Les derniers mystères du monde*, 1976
- G. Annequin, *La civilisation des Mayas*, Éditions Famot, 1977
- Richard Bloomgarden, *Le Guide facile de Palenque*, 1979
- Alberto Ruz, *Official Guide, "Chichen Itza"*, 1981
- Richard Bloomgarden, *Les pyramides de Teotihuacan*, 1982
- Richard Bloomgarden, *Le Guide facile de "Monte Alban"*, 1982
- Jacques Soustelle, *Les Mayas*, 1982
- Henri Stierlin, *L'Art Aztèque et ses origines*, Seuil, 1982
- Hanns J. Preem et Ursula Dyckerhoff, *Le Mexique ancien*, Bordas, 1987
- Richard Bloomgarden, *Le Guide facile de "Chichen Itza"*, 1988
- Christian Durand, *Amérique centrale*, Akoulyo Édition 1988
- GEO, *Un nouveau monde, La Terre, Mexico capitale de la Terre*, n° 156, février 1992
- Guy Rachet, *Dictionnaire de l'Archéologie*, Robert Laffont, 1994
- Daniel Dreux, *México, Terre de Magie*, Imprimerie Fot, 1998
- Guy Rachet, *Dictionnaire de l'Archéologie*, Robert Laffont, 1994
- Ch. Nitschelm, *L'astronomie de la Préhistoire à nos jours*, Burillier, 2000
- Le Guide Vert, *Mexique*, Michelin, 2001
- Paul G. Bahn, *Archéologie*, Delachaux et Niestlé, 2002
- Mexique, *Guide Neos*, Michelin, 2002
- Mexique, *Guides Bleus*, Hachette, 2003

Echauguette de Chartreuse à Entre-Deux-Guiers (1) (P.Gagnaire)

“Comme tout ce qui est massif, la montagne de Chartreuse dissimule une quantité incroyable de plis troublants ou attirants...//... comme si une main immense avait particulièrement froissé la terre, à cet endroit, réalisant une complication géologique propice à l’enfouissement des pensées, à la dissimulation des corps et à un éloignement du monde dans une proximité du ciel.”

Pierre Péju. La petite Chartreuse. Ed. Gallimard. 2002

A l’approche du XXIème siècle, le Parc naturel régional de Chartreuse avait organisé son Symposium “Sculptures en Chartreuse”, sur le thème “Le Passage”. Six villes situées à la périphérie du Parc (des villes-portes) y participèrent dont Entre-deux-Guiers. (1) (2).



Vue d'ensemble coté Nord

C’est ainsi qu’en septembre 2000, en conclusion de ces rencontres, le sculpteur italien Sylvano Cattai y créa une œuvre en marbre gris de Savoie (carrière de Villette), de 3,50 mètres de haut, sculptée en plein air et en public, avenue du 8 Mai 1945, devant la Bibliothèque municipale. Il s’agit d’une porte solaire, ou échauguette solaire, dont nous allons faire précéder l’analyse gnomonique par un résumé des nombreuses informations que les Bulletins municipaux donnaient à propos de ce symposium de Chartreuse.

Elles mériteraient d’être reprises en totalité et nous espérons que notre présent condensé en laissera subsister les principales richesses.

LES SYMPOSIA “SCULPTURES EN CHARTREUSE”

Ces réunions annuelles d’artistes, venus de pays et d’horizons esthétiques différents, pour créer chacun une œuvre laissée sur place, se définissent par un projet, une intention et un thème.

- a) le projet est d’enrichir le massif de Chartreuse par de nouvelles présences artistiques contemporaines, autres que religieuses, mais magnifiant des valeurs humaines et spirituelles.
- b) l’intention du groupe des neuf initiateurs du projet était de participer et de faire participer, par la réalisation d’œuvres artistiques, au développement des valeurs spirituelles décelées au contact du massif : intelligence, authenticité, richesse des relations humaines, sensibilité artistique, émotion esthétique ...
- c) le thème choisi en 2000 était “le passage” envisagé comme porte entre passé et avenir ; entre ténèbres et lumière. Le passage est éphémère d’où sa précarité, son originalité, sa fascination ; mais il est imposé d’où sa grandeur et sa noblesse, surtout s’il est purification, ascension.

L'organisation des symposia repose sur une association, ARTCADE, et une entreprise, ARTESPACE. Pendant la durée du symposium chacun a pu voir les sculpteurs travailler, s'entretenir avec eux ; ils ont accueilli des écoles et des collèges, animé des expositions et donné des conférences.

L' ECHAUGUETTE D'ENTRE-DEUX-GUIERS

Ce monument se présente comme une double dalle de pierre de 3,5 mètres de hauteur et 1,4 mètres de largeur, plantée verticalement sur un socle à ras du sol. Les deux plaques sont adossées l'une à l'autre, en symétrie croisée, avec un mince hiatus entre elles, comme pour donner l'impression qu'il s'agirait d'une double porte. Chacune est percée d'un orifice, d'allure circulaire dans la face Nord et rectangulaire dans la face Sud. Mais, à y regarder de plus près, on s'aperçoit que l'ouverture du côté Nord creuse une sorte de cône dans la pierre tandis que celle du côté Sud se réduit à une longue meurtrière verticale, pas plus large qu'une archère médiévale.



Face Nord



Face Sud

Le décor de ces ouvertures est remarquable et leur donne un sens évident. L'ouverture Nord est entourée d'une sculpture qui évoque un œil stylisé, grand ouvert, placé verticalement avec les commissures des paupières en haut et en bas, la caroncule lacrymale en haut. L'ouverture Sud est, en fait, une fenêtre aux volets mi-clos.

On peut placer son visage dans le cône Nord qui, du reste, a été conçu pour cela ; on dispose même d'un appui pour les mains. Alors, le regard traverse l'échauguette et ressort par l'archère Sud, visant ainsi une assez vaste zone du paysage qui se déploie au-delà du monument. Regard baissé, on verra le carrefour routier tout proche ; regard levé, on passera par-dessus les crêtes des Falaises occidentales de la Chartreuse, en plein ciel. (3). Il est certain que le sculpteur n'a pas voulu créer un strict canon de visée aboutissant, impérativement, en un point unique, rigoureusement sélectionné, du paysage, mais qu'il a voulu y découper une sorte de tableau aux limites fluctuantes selon les choix de l'observateur.

Nous devons donc nous appliquer à déterminer les bornes extrêmes, horizontales et verticales, de cette fenêtre paysagère afin de voir s'il s'y produit des spectacles célestes remarquables qui satisferaient à l'obligation thématique du passage, imposée par le symposium. Voici nos conclusions, avec cette réserve qu'elles ont été obtenues avec des

instruments d'amateur et, même, de simple touriste, et mériteraient donc d'être confirmées par de plus compétents que nous.



Visée basse à travers le canon de l'échaugette

1- la fourchette des hauteurs :

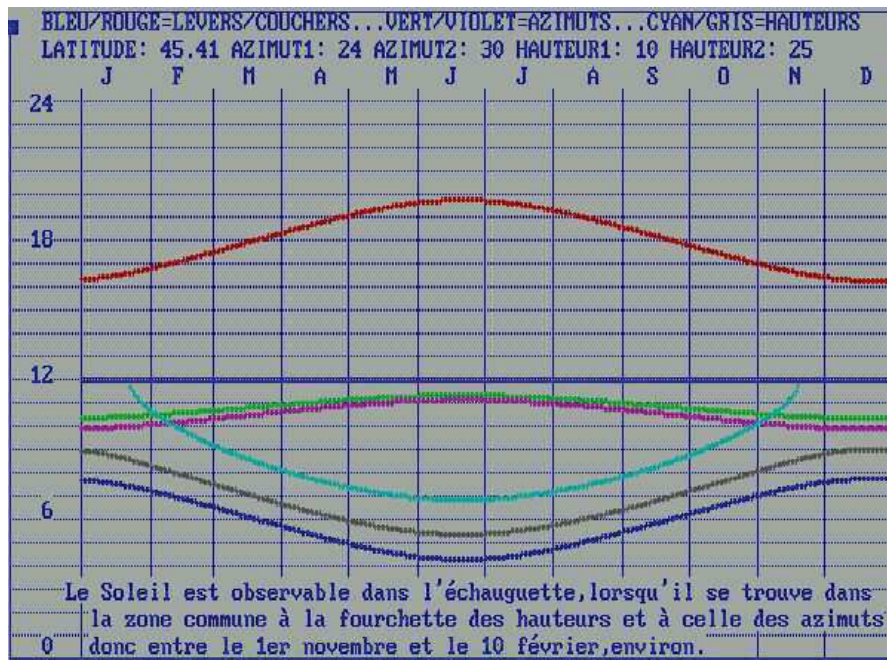
On peut raisonner de la façon pragmatique suivante. Il nous semble évident que sa limite inférieure horizontale, pour être opérationnelle, ne peut pas se placer plus bas que lorsque le regard superpose le bord inférieur de la fenêtre de visée avec la ligne de crête de la montagne ; autrement dit, on n'observe que le ciel, depuis la cime des arbres jusqu'au point le plus haut qu'on puisse apercevoir. Cette hauteur minimale est de 10° . (4) En revanche, il n'est pas facile d'estimer la hauteur maximale ; nous la situerions à une quinzaine de degrés au dessus de la minimale mais, en se contorsionnant, peut-être pourrait-on pousser plus haut. Retenons que l'éventail des hauteurs va de 10° à, au moins, 25° , sous réserves pour cette dernière valeur qui serait à considérer comme une minimale.

2- la fourchette azimutale :

Elle est, incontestablement, bien plus fermée que la fourchette des hauteurs. L'archère Sud, largement fendue de haut en bas, n'offre plus qu'un léger débattement vers la gauche et vers la droite, d'où l'importance de bien estimer l'axe médian de la visée, ce qui se révèle ardu. Cependant, il semble que le paysage visé, lorsque le regard s'abaisse jusqu'aux sommets des formations montagneuses, est centré sur la crête de La Sarriette, dans le 153 du compas, soit sous l'azimut -27° , compté depuis le Sud, en sens anti-horloge. Nous pensons bien faire en ne lui ouvrant pas plus que 3° de tolérance latérale : donc de -24° à -30° . Mais nous ne pouvons manquer de signaler, dès à présent, que le monastère de la Grande Chartreuse se trouve précisément dans l'azimut -25° . Ce n'est certainement pas fortuit, même si les reliefs du terrain occultent ce haut lieu. Avec "le passage" comme thème imposé, le sculpteur aurait-il pu ignorer cette janua coeli ? Bien plus, n'a-t-il pas porté tout son effort à la cadrer rigoureusement ? On pourrait en voir une preuve en considérant le graphique en annexe GuetE2G_1 : on y voit combien l'étroitesse de la fourchette azimutale suffit à resserrer la large tolérance de la fourchette des hauteurs ; sans nul doute, le sculpteur s'est imposé, prioritairement, de définir sa cible par un azimut rigoureux.

3- les passages du Soleil dans la fenêtre.

Le « Tableau des heures de passage du Soleil » (annexe GuetE2G_2) et le graphique ci-dessous, montrent qu'il est possible d'observer les passages du Soleil dans la double fourchette des azimuts $-24^\circ / -30^\circ$ et des hauteurs $10^\circ / 25^\circ$, pendant une très longue période hivernale qui s'étend, approximativement, de début novembre (Toussaint et Jour des morts) jusqu'aux premiers jours de février (Purification).



Annexe N° 1: GuetE2G_1: on voit combien l'étroitesse de la fourchette azimutale suffit à resserrer la large tolérance de la fourchette des hauteurs : sans nul doute, le sculpteur s'est imposé, prioritairement, de définir sa cible par un azimut rigoureux.

Naturellement, l'échauguette n'est pas un instrument d'astronomie et il faut consentir à orienter son visage et son regard du bon côté. Mais, ainsi, plusieurs spectateurs peuvent se succéder : le temps de chacun n'est pas chichement mesuré, ni un jour donné (24 minutes), ni dans la succession des jours. Cependant, on peut se demander quel intérêt présente l'observation du Soleil, deux ou trois heures après son lever. Astronomiquement parlant, la réponse est : aucun. Mais, quand il passe dans l'échauguette, il passe aussi au dessus du monastère de la Grande Chartreuse et l'évènement est plein de résonances spirituelles. Bien des astrolabes arabes comportent un graphique des azimuts de la Qïbla : ici la démarche est du même ordre.

4- Les passages des étoiles, des planètes et de la Lune.

La fenêtre de visée permet aussi l'observation d'astres de déclinaison convenable, Lune basse ou étoiles. On peut admettre que de telles déclinaisons devraient être inférieures à -14° environ, pour une observation confortable.

1°) Voici, parmi les étoiles brillantes, quelques exemples d'astres qui se trouvent dans la fourchette des hauteurs, environ deux heures avant leur culmination et qui pourraient donc se placer aussi dans la fourchette des azimuts définie par l'envergure horizontale de l'échauguette :

- Antarès : $D = - 26^{\circ}26'$: hauteur 10° atteinte 2 ½ heures avant culmination ; hauteur 25° jamais atteinte.

- Epi de la Vierge : $D = - 11^{\circ}11'$: hauteur 10° atteinte 4 heures avant culmination; hauteur 25° atteinte 2 ½ heures avant culmination. C'est, ici, un cas limite et douteux, en haut de la fenêtre.

- Fomalhaut : $D = - 29^{\circ}36'$: hauteur 10° atteinte 2 heures avant culmination, hauteur 25° jamais atteinte. L'étoile doit passer au ras des arbres, plutôt dans le col.

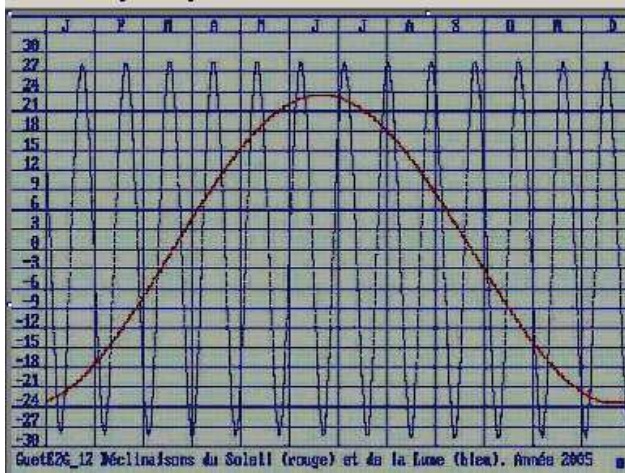
- Sirius : $D = - 16^{\circ},43'$: hauteur 10° atteinte 3 h 40 avant culmination, hauteur 25° atteinte 1 h 30 avant culmination.

Ces passages d'étoiles sont visualisés sur les 5 graphiques : GuetE2G_7 à GuetE2G_11, voir annexe N° 3. Il faut bien entendre que la présence de l'étoile dans la seule fourchette des hauteurs, de 10° à 25° , n'implique pas qu'elle serait également dans la fourchette des azimuts, de 24° à 30° , pendant tout ce temps. La fourchette des hauteurs ne manifeste que les bornes horizontales de l'échauguette ; c'est la fourchette des azimuts qui en matérialise les bornes verticales.

Une étoile qui passe dans l'échauguette, y passe tous les jours, mais à des heures sans cesse différentes puisque les étoiles "tournent" en 23 heures et 56 minutes, alors que le Soleil moyen "tourne" en 24 heures. Ainsi, et par exemple, au bout d'un mois l'étoile a pris 2 heures d'avance sur son temps de passage le premier jour du mois. Les 4 graphiques en annexe (GuetE2G_14 à GuetE2G_17) permettent de suivre cette évolution pour chacune des étoiles retenues. Bien entendu, une étoile n'est pas visible si le Soleil est au dessus de l'horizon en même temps qu'elle. Notre annexe GuetE2G_19 montre un passage de Sirius le soir de Noël, mis en évidence par le logiciel Solarium cité en bibliographie.

2°) Pour les planètes, ici tout calcul serait fastidieux ; les belles vagabondes, bien qu'elles ne s'écartent guère de l'écliptique, ont des mouvements bien complexes, mais, avec des éphémérides, il serait possible de prédire assez exactement, les jours et heures de leurs passages éventuels dans la fenêtre. On s'intéressera, naturellement, aux plus remarquables : Mars, Jupiter, Vénus. Toutefois, de ce point de vue, 2005 ne sera pas une bonne année pour l'échauguette. Cependant, pour ne pas rester muet sur le sujet, nous signalerons, timidement, un passage-éclair de Jupiter dans l'angle supérieur gauche de la fenêtre, le 23 décembre vers 6 h. 30 m. Voir l'annexe GuetE2G_20.

3°) Le passage de la Lune, encore plus complexe et plus volumineux à établir, ne peut être traité ici, mais nous donnons ci-dessous (GuetE2G_12), le tableau de ses déclinaisons en 2005 pour qui voudrait faire le calcul pour une date particulière.

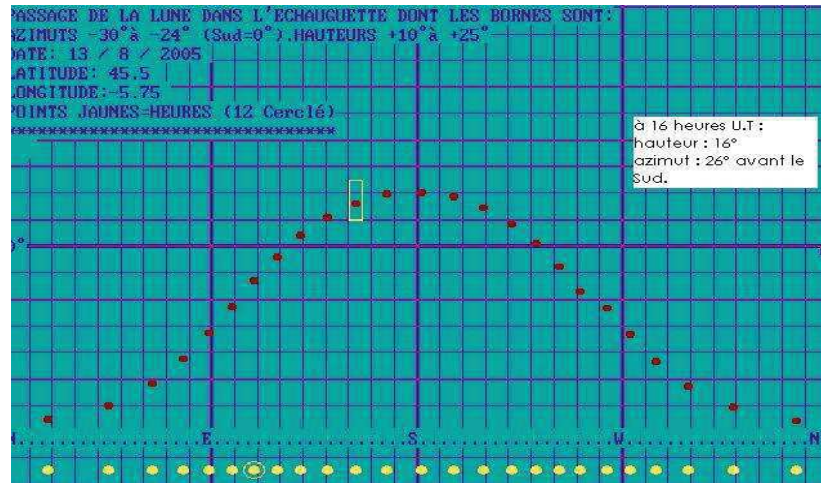


GuetE2G_12 : Déclinaisons de la Lune en 2005

Les quatre ouvrages de calcul astronomique et les éphémérides cités en bibliographie seront pour lui des guides sûrs. Il prendra garde au fait que la Lune, passant dans l'échauguette, ne doit pas seulement satisfaire aux conditions de hauteur et d'azimut, (donc d'angle horaire et de déclinaison), comme le Soleil ou les étoiles, mais elle doit, en plus, présenter une phase déjà, ou encore, suffisamment éclairée, ce qui exclut une bonne huitaine de jours, à cheval sur la Nouvelle Lune.

En revanche, la présence du Soleil dans le ciel ne suffit pas à éteindre la Lune.

Notre graphique ci-dessous (GuetE2G_18) donne une idée de ce qu'il faudrait faire, chaque jour. Mais, en première approche, on considèrera, chaque mois, les jours où la déclinaison de la Lune est plus basse que -14° et, ici encore, on fera tourner la carte céleste de "Solarium", le logiciel de notre savant collègue, Pierre Dallet, cité en bibliographie : l'animation montre si la Lune passe ou non dans la fenêtre et, si oui, à quelle heure U.T. cela se produit



GuetE2G_18 : Graphique d'un passage de la Lune dans l'échauguette, le 13 août 2005, jour de son Premier Quartier.

A Paris la lune se lève à 13 h. 52 ; culmine à 18 h. 05 ; se couche à 22 h. 11 (temps U.T.). On peut admettre, sans nuances, qu'à Entre-deux-Guiers, à 16 heures U.T. son azimuth vaut 26° avant le Sud et sa hauteur 16° : elle passe donc dans l'échauguette vers 16 heures U.T. Et l'on consentira une large tolérance de + ou - un quart d'heure ! Mais, souvent, de tels passages seront observables plusieurs jours chaque mois.

CONCLUSION

Ce monument de Sylvano Cattai qui recourt à la gnomonique pour présenter des symboles liés au thème du passage, répond bien à l'obligation imposée par le symposium de l'an 2000 "Sculptures en Chartreuse", même s'il ne permet pas le suivi de la course du Soleil toute l'année. En effet, l'artiste a réuni dans son monument plusieurs de ces expressions artistiques qui renvoient au thème choisi, surtout dans sa dimension spirituelle. Ainsi, la contemplation attentive de l'échauguette permet d'y découvrir les éléments symboliques suivants :

- * la structure en forme de porte, que l'archère de visée transforme en porte étroite, celle qu'il faut franchir, avec peine, pour accéder à la justice ou à la vérité ou à la sainteté.
- * le canon de visée qui présente un passage du cercle au carré, passage du monde spirituel au monde matériel. Ce passage fonctionne aussi dans l'autre sens, quand le Soleil le traverse et projette une petite tache de lumière sur le sol, dans la grande ombre portée du monument.
- * le regard qui s'élève : curiosité, vigilance, espoir.
- * la Terre, réunie au ciel par la montagne.
- * le Soleil qui, du plus bas de sa courbe annuelle, va bientôt repartir vers les hauteurs, image du renouveau, de la renaissance et de toutes les résurrections.

- * les fêtes religieuses dont les dates tombent dans le trimestre hivernal de fonctionnement et qui évoquent ou célèbrent des passages : Toussaint, Noël, Circoncision, Purification ...
- * la direction du monastère, lieu privilégié de passage du monde profane au monde sacré.
- * le caractère énigmatique du monument qui ne comporte aucun texte explicatif. Donc l'obligation de réfléchir, d'analyser ; une quête sûrement, une initiation peut-être.

Tous ces symboles et, sans doute, bien d'autres (5), que nous n'avons pas su y voir, confèrent à ce monument une charge esthétique et intellectuelle qui confirme bien ce que nous répétons souvent, que la gnomonique est, avant tout, un passage vers la beauté et l'ordre du monde.

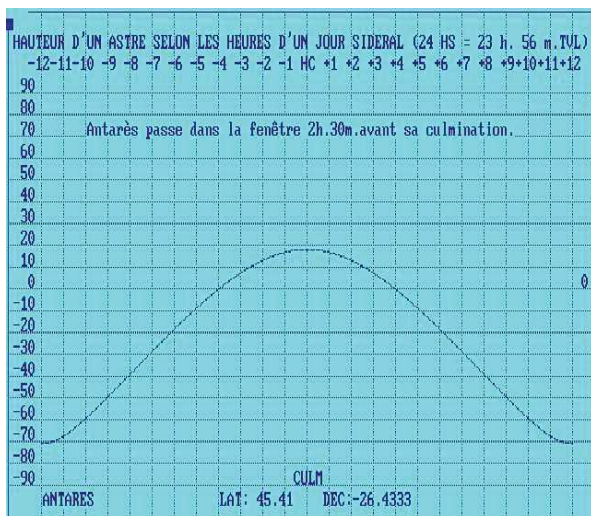
Annexes :

GuetE2G_2 : Tableau des heures de passage du Soleil dans les fourchettes d'azimuts et de hauteurs définies: temps vrai local.

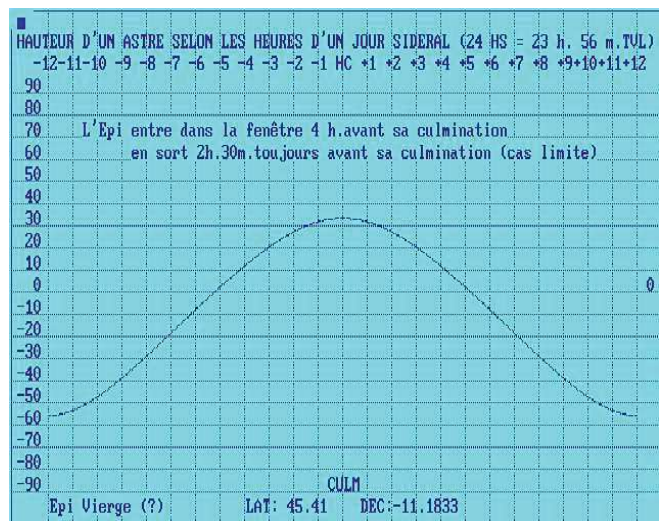
Déclinaison du Soleil	Dates approximatives	Passage par l'azimut -27°	Passage par la hauteur 10°	Passage par la Hauteur 25°
23°44 Solstice Eté	21 juin	11 h. 14 m.	5 h. 21 m.	6 h. 56 m.
20°15	21 juillet, 21 mai	11 h. 09 m.	5 h. 35 m.	7 h. 02 m.
11°47	21 août, 21 avril	10 h. 56 m.	6 h. 11 m.	7 h. 36 m.
0° Equinoxes	21 septembre, 21 mars	10 h. 40 m.	6 h. 57 m.	8 h. 28 m.
- 11°47	21 octobre, 21 février	10 h. 25 m.	7 h. 49 m.	9 h. 40 m.
- 20°15	21 novembre, 21 janv	10 h. 12 m.	8 h. 38 m.	Culmination à 24°44
-23°44 Solstice Hiver	21 décembre	10 h. 07 m.	9 h. 01 m.	Culmination : 21°15

On voit que les dates extrêmes où la fourchette des hauteurs contient l'azimut imposé, se situent, à peu près, entre le 1^{er} novembre et le début de février, avec une déclinaison du Soleil inférieure à - 14°. On passe du temps solaire, vrai, local, au temps légal d'hiver en appliquant au premier les corrections procurées par le graphique de l'annexe GuetE2G_13.

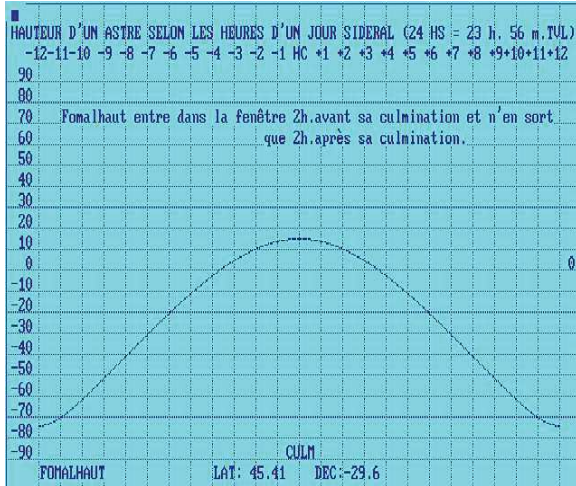
GuetE2G_7 à GuetE2G_13 : Passage des astres et **GuetE2G_13 :** Tableau du retard du temps solaire vrai sur le temps légal.



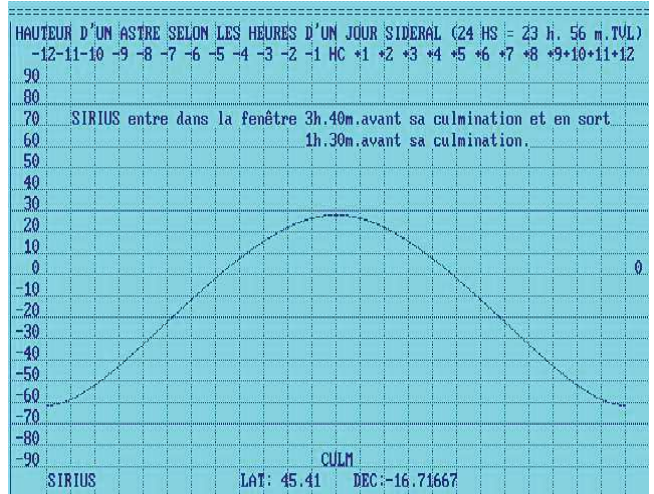
GuetE2G_7 : Graphique des passages d'Antarès



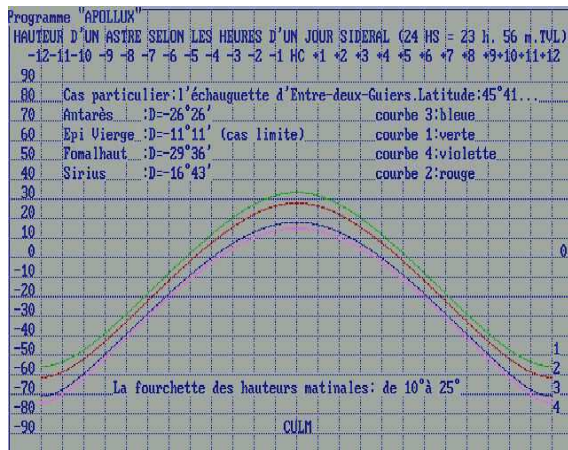
GuetE2G_8 : Graphique des passages de l'Epi de la Vierge



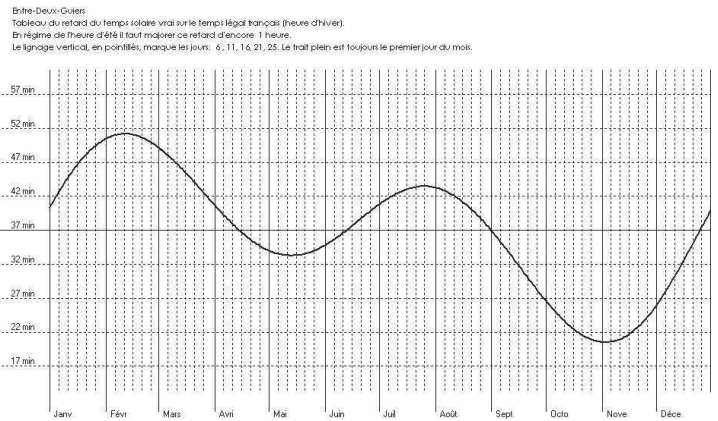
GuetE2G_9 : Graphique des passages de Fomalhaut



GuetE2G_10 : Graphique des passages de Sirius

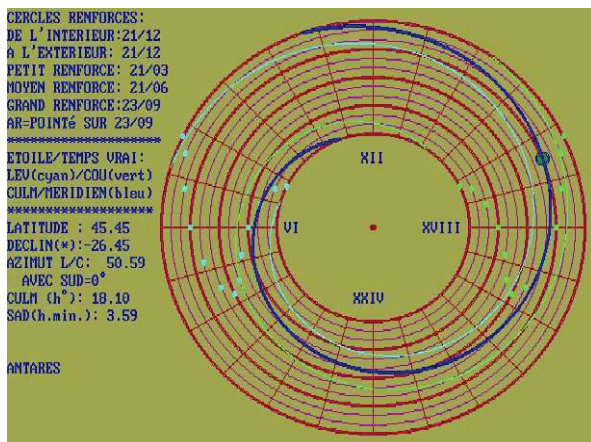


GuetE2G_11 : Graphique récapitulatif des 4 astres

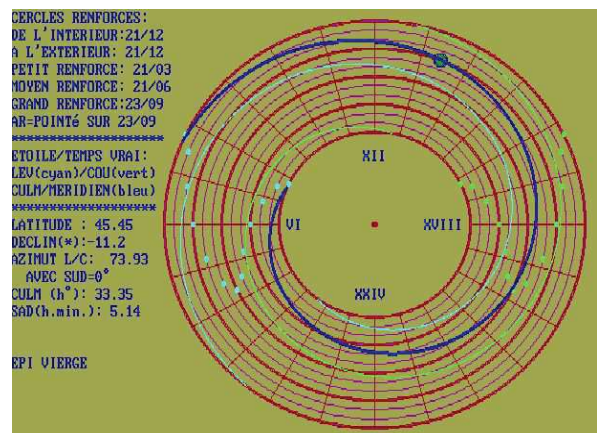


GuetE2G_13 : Tableau du retard du temps solaire vrai sur le temps légal, à Entre-deux-Guiers

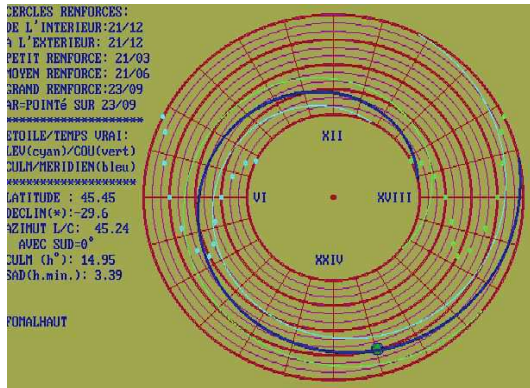
GuetE2G_14 à GuetE2G_17 : Graphiques des Levers / Couchers / Culminations



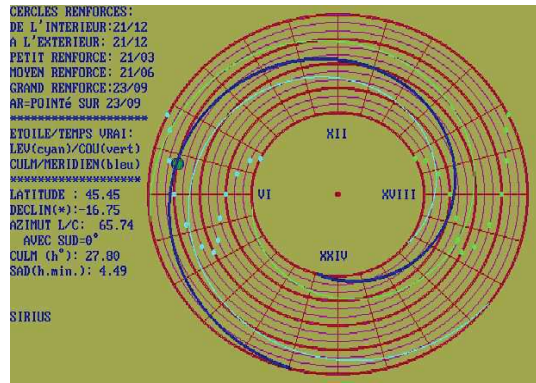
GuetE2G_14 : Graphique Lever/Coucher/Culmination pour Antares



GuetE2G_15 : Graphique Lever/Coucher/Culmination pour l'Epi de la Vierge

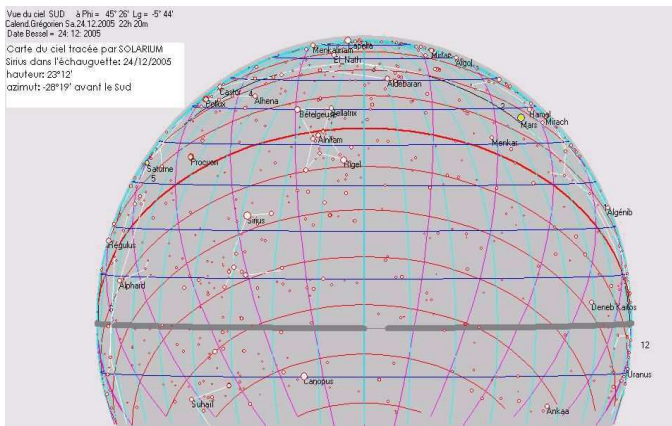


GuetE2G_16 : Graphique Lever/Coucher/Culmination pour Fomalhaut



GuetE2G_17 : Graphique Lever/Coucher/Culmination pour Sirius.

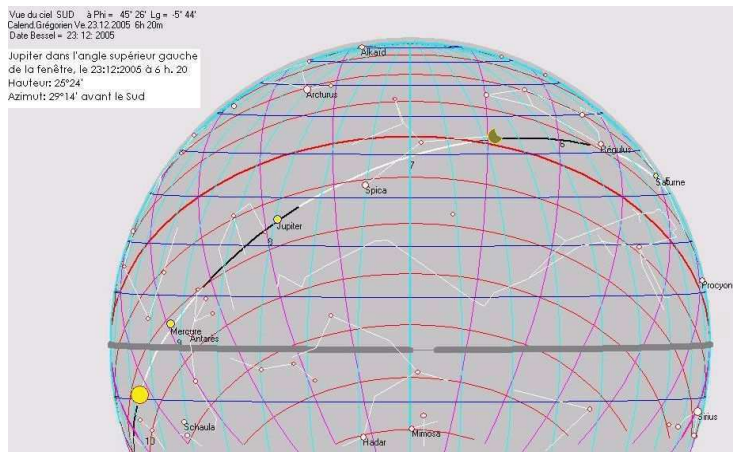
GuetE2G_19 et GuetE2G_20: carte céleste de "Solarium"



◀ GuetE2G_19 : Sirius dans l'échauguette, la nuit de Noël, juste avant la messe de minuit. (Il faut ajouter 1 heure pour passer de l'heure U.T. à l'heure de l'horloge).

La carte du ciel, en animation arrêtée, est obtenue par le logiciel SOLARIUM, cité en bibliographie.

GuetE2G_20 : Jupiter au ras de l'échauguette le 23 décembre 2005 vers 6 h. 20 m. U.T.



N.B : Les tables et graphiques présentés ici sont traités avec une approximation qui ne gênera pas le touriste, mais qui interdirait de les prendre comme des travaux d'astronomie rigoureuse. Notre prétention se situe bien en deçà de la précision des observatoires.

Les cartes et plans consultés ne peuvent être reproduits licitement : le lecteur devra donc les consulter par lui-même. Qu'il veuille bien nous excuser.

Notes appelées dans le texte

(1) Ce village d'Isère tire son nom du confluent du Guiers Mort et du Guiers Vif dont la réunion, sur son territoire, donne naissance au Guiers. Jusqu'en 1860, le Guiers Vif et le Guiers formèrent une frontière naturelle entre la France et la Savoie, frontière bien fragile dont se jouèrent les contrebandiers, dont le fameux Mandrin, et qui vit se développer, sur ses rives, des villages coupés en deux, mais, bien souvent, davantage unis par la rivière que séparés par elle. De nos jours encore, il existe un Saint-Pierre d'Entremont-Isère et un Saint-Pierre d'Entremont-Savoie ; et aussi, un Pont-de-Beauvoisin-Isère et un Pont-de-Beauvoisin-Savoie ; toutefois, Saint-Genix-sur-Guiers ne porte que ce seul nom sur ses deux rives. En revanche, certaines cités, riveraines et jumelles, portent deux noms, mais un mince pont sur le Guiers y joue, depuis toujours, le rôle de trait d'union : ainsi pour Les Echelles et Entre-deux-Guiers.

(2) Les cinq autres villes étaient : Saint-Laurent du Pont, Saint-Etienne de Crossey, Voreppe, Le Fontanil et La Tronche.

(3) Les géographes nomment ainsi les deux petits chaînons secondaires situés à l'ouest du massif du Grand Som : la barre du Pertuis puis, en retrait, la longue falaise des rochers d'Arpison.

(4) Sous l'azimut médian de -27° , compté depuis le Sud, en sens anti-horloge, on relève exactement la crête de La Sarriette, située à 5000 mètres de distance et à une altitude de 1275 mètres. Comme l'échauguette se trouve à une altitude de 380 mètres, la ligne de visée s'élève d'un angle égal à : $h = \text{ATN}(895/5000) = 0.179 = 10^\circ 148 \dots$

(5) Ce point est, du reste, sans importance : c'est à chacun, devant une œuvre d'art, de ressentir ou d'imaginer les symboles dont elle est chargée.

Sources et documents

- Bouiges Serge : Calculs astronomiques pour amateurs Ed. Masson 1986
- Meeus Jean : Calculs astronomiques à l'usage des amateurs Ed. Société Astronomique de France 1986
- Meeus Jean : Astronomical algorithms Ed. Willmann - Bell 1991
- Sérane Guy : Astronomie et ordinateur Ed. Dunod 1987 (!) choisir une édition récente
- Ephémérides astronomiques de la SAF, pour 2005 : pages 32 à 45 L'Astronomie vol. 118. hors série 2004 Bulletin de la Société Astronomique de France
- Plan de la ville d'Entre-deux-Guiers 2001 Ed. Cartagène 2001
- Carte au 1/33^{ème} "Chartreuse, Promenades et randonnées" 2001 Conception et réalisation Cartagène par adaptation partielle des IGN au 1/50000^{ème} Diffusion : Parc Naturel régional de Chartreuse Ed. Cartagène 2001
- Cartes au 1/25000^{ème} de l'IGN : Chartreuse Nord et Chartreuse Sud : 3333OT et 3334OT.
- "Entre-deux-Guiers-INFOS". Bulletin municipal de la Mairie d'Entre-deux-Guiers Numéros : 29 de Juin 2000, 30 de Juillet 2000, 31 d'Août 2000, 32 de Septembre 2000
- site internet : [http://www.artespace.com/symposium/...](http://www.artespace.com/symposium/)
- "SOLARIUM" logiciel de Pierre Dallet : téléchargeable à www.ens-lyon.fr/RELIE/Cadrans
- Photos de l'auteur, avec l'aimable autorisation de la Mairie d'Entre-deux-Guiers.

Remerciements

SUUM CUIQUE ...

Il nous est d'autant plus agréable de remercier : La Mairie d'Entre-deux-Guiers, La Bibliothèque municipale d'Entre-deux-Guiers, pour leur aide et leur très grande gentillesse, que des organismes ayant, pourtant, pour vocation de promouvoir le symposium et ses créations, nous ont opposé un mutisme obstiné ; tels : Le Parc naturel régional de Chartreuse, L'association ARTCADE

M.A.J :25/11/2004

La colonne d'Uranie (P. Gagnaire)

Depuis bientôt un siècle et demi, bon nombre de Lyonnais croient, répètent et propagent la triste histoire d'Uranie. Lors de la reconstruction de l'Opéra de Lyon (1826-1834), l'architecte, Antoine-Marie CHENAVARD (1787-1883), se serait aperçu, un peu tardivement, qu'il ne pourrait jamais installer harmonieusement les statues des neuf Muses, à l'attique de son Grand Théâtre dont la façade, au rythme quaternaire très marqué, n'accueillerait que huit socles. Il aurait, alors, écarté la douce Uranie, qui, à vrai dire, n'a guère d'affinités avec l'art lyrique, et l'aurait perchée, place des Cordeliers, sur la Colonne du Méridien, rebaptisée ainsi Colonne d'Uranie (1).



Photographie de FROISSARD

Sans doute, CHENAVARD n'a pas été ménagé par les critiques d'art; ainsi Henri d'HENNEZEL, exécute-t-il le monument en dix lignes méprisantes. Il parle de "cet énorme cube de pierre..." et de sa froide façade "où huit Muses attendent désespérément leur neuvième Sœur qui ne viendra pas..." (2). Mais le grief fait ici à CHENAVARD relève de la légende plus ou moins malveillante; il se heurte, en effet, à trois impossibilités matérielles.

D'une part, la Colonne du Méridien était déjà surmontée, depuis le 18 novembre 1768, d'une Uranie due au ciseau du sculpteur Clément JAYET (1731-1804) (3).

Ensuite, les huit Muses du Théâtre n'y furent installées qu'en 1862, soit presque trente ans après la fin des travaux (4). Pour ne pas se hasarder à contester cette date tardive, outre les témoignages d'époque, il suffit de vérifier les états-civils des quatre sculpteurs attributaires, chacun, de deux statues:

- BONNET Guillaume..... (1820-1873) pour CALLIOPE et THALIE
- BONNASSIEUX Jean-Marie..... (1810-1892) pour CLIO et MELPOMENE
- FABISCH Joseph-Hugues (1812-1886) pour POLYMNIE et EUTERPE
- ROUBAUD François-Félix..... (1824-1876) pour ERATO et TERPSICHORE.

Dans les années 1826/1834, tous étaient des jeunes gens!

Enfin, la Colonne du Méridien et son Uranie de 1768 furent abattues, en 1858, lors de la vaste opération d'urbanisme du Préfet VAISSE qui perça la Rue Impériale (actuelle Rue de la République) et fit élever, par l'architecte René DARDEL, le Palais du Commerce que Napoléon III et l'Impératrice Eugénie vinrent inaugurer le 25 août 1860.

Ainsi, pas de nouvelle Uranie, ni en 1826/1834, ni en 1862, et plus de Colonne du Méridien! Tout est faux dans la légende lyonnaise!



Photographies de FROISSARD



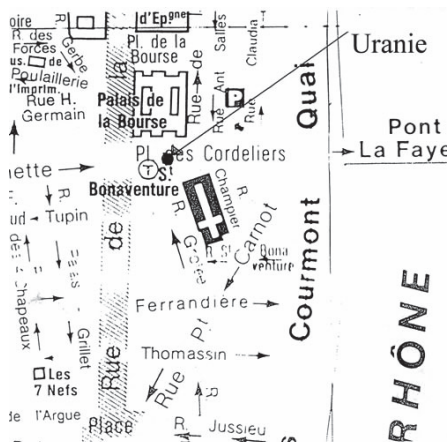
Mais, nous n'abandonnerons pas nos quatre sculpteurs de Muses sans avoir rappelé que la statuaire mariale devait apporter la célébrité à deux d'entre eux, puisque BONNASSIEUX s'illustra en fondant (1854-1860) la gigantesque statue de Notre-Dame de France, au Puy-en-Velay, dans le

bronze de 213 canons russes pris à Sébastopol, tandis que FABISCH, en 1864, sculptait, dans un bloc de marbre de Carrare, de 1,80m.de hauteur, la statue de la Vierge de Lourdes, installée à la grotte de Massabielle.

Que nous enseigne donc CLIO, Muse de l'Histoire, sur la destinée de sa petite sœur des Cordeliers (5) ?

LE MONUMENT DU MERIDIEN

En 1748, la Place des Cordeliers fut construite sur un ancien cimetière dont une croix perpétua le souvenir.



Plan actuel de la Place des Cordeliers devant l'église Saint-Bonaventure.

En 1764, les habitants du quartier se plaignaient de la rareté des puits et de la médiocrité de leur eau, aussi le Consulat décida-t-il de faire élever au milieu de la place, une fontaine qui fut conçue comme un monument à usages multiples: pompe, colonne, statue, cadran solaire.

C'est l'architecte Pierre-Gabriel BUGNIET qui fut chargé, le 31 décembre 1764, de composer les plans et d'assurer l'exécution du monument, sous la direction de BERTAUD (6). Il devait mourir, très âgé, à Charly le 5 novembre 1806. Sa tombe n'a pas été retrouvée.

Les travaux durèrent de mai 1765 à avril 1770 et coûtèrent, au total, la somme de 12 599 livres.

Ce monument connut toute une suite de malheurs; Uranie, installée en 1768, eut à pâtir du vandalisme de la

Révolution Française, de la Révolte des Canuts en 1834, puis de la Révolution de 1848. En 1849, le 9 avril, lors de la commémoration de la Révolte de 1834, un drapeau rouge fut attaché à la tête, déjà fragile, de la pauvre Uranie qui se détacha et roula sur le pavé. C'est sans le moindre regret que le Préfet VAÏSSE fit démolir l'ensemble qui, en ses jeunes années, s'analysait comme suit:

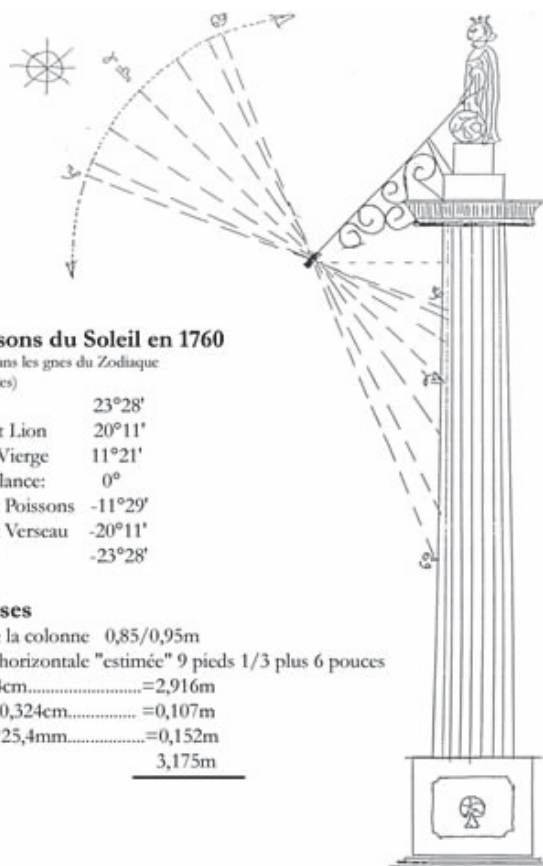
a) la colonne

C'était une colonne à base, avec des cannelures d'ordre ionique mais coiffée d'un vaste chapiteau d'inspiration dorique. Elle s'élevait sur un stylobate de plan carré qui abritait le mécanisme de la pompe dont les deux corps déversaient l'eau, à travers des têtes d'animaux marins, dans deux vasques semi-circulaires.

b) la statue

L'Uranie du sculpteur Clément JAYET, bien que mesurant 9 pieds de hauteur (soit: $9 \times 0,324 = 2,916$), était posée non pas sur le tailloir, directement, mais sur un socle cylindrique à deux étages. Elle portait la hauteur totale du monument à 20m.862 (7). Son prix s'élevait à 800 livres, bloc de pierre de Seyssel inclus. JAYET sculptera aussi le chapiteau pour la somme de 300 livres. Ces 1100 livres lui furent payées sans rabais.

Les photographies, assez imprécises, même celles de FROISSARD, montrent une femme enveloppée dans une longue tunique, soutenant, des deux mains, une tige



Déclinaisons du Soleil en 1760

à son entrée dans les signes du Zodiaque

(Bedos de Celles)

Cancer	23°28'
Gémeaux et Lion	20°11'
Taureau et Vierge	11°21'
Bélier et Balance:	0°
Scorpion et Poissons	-11°29'
Sagittaire et Verseau	-20°11'
Capricorne	-23°28'

Hypothèses

a) Rayon de la colonne	0,85/0,95m
b) Distance horizontale "estimée" 9 pieds 1/3 plus 6 pouces	
soit $9 \times 0,324\text{cm}$	=2,916m
+ $0,33 \times 0,324\text{cm}$	=0,107m
+ $6 \times 25,4\text{mm}$	=0,152m
	<u>3,175m</u>

métallique de six mètres de long, le style polaire, terminée par un disque à oeilleton que la malice populaire ne tarda pas à surnommer "la poêle à frire". Ce disque mesure 18 pouces de diamètre soit 45,72 centimètres et a coûté 38 livres.

Ce style polaire, parfaitement inutile, comme nous le verrons plus loin, était stabilisé par deux jambes d'appui, scellées en chevron dans le piédestal, puis par deux volutes en fer forgé, scellées dans le tailloir, enfin par une ultime volute scellée juste au dessus de l'astragale.

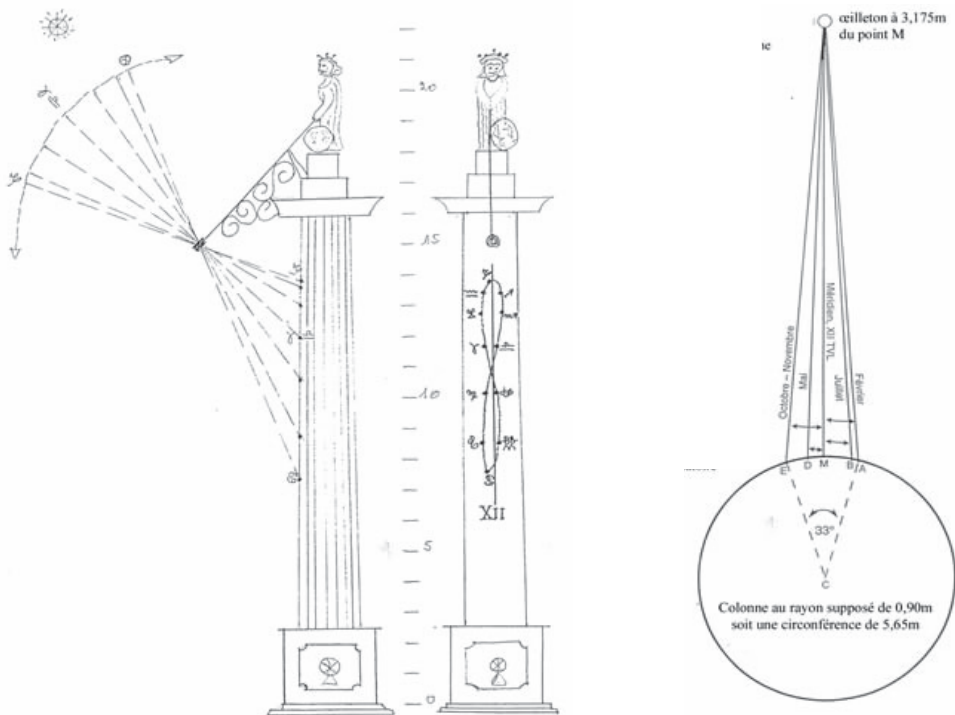
c) le cadran solaire

D'après un paragraphe assez obscur et embrouillé de Paul SAINT-OLIVE⁵, cité par GARDES, un cadran solaire aurait été placé sur le sol. Mais, outre que cette hypothèse n'est confortée par aucun autre témoignage, elle ne concorde pas avec ce que nous savons, par ailleurs, du monument et nous ne la retiendrons pas, tant qu'elle ne sera pas avérée convenablement.

Outre ce cadran horizontal, si vraiment il a existé, avait été tracée, sur le fût même de la Colonne, une courbe en 8 ou Méridienne du temps moyen.

Le tracé d'une telle courbe, indicatrice d'u(n) temps moyen, était à l'époque un travail délicat et fastidieux. C'est toujours vrai de nos jours, même si les calculs sont automatisés.

Calculs et tracé furent exécutés par Jean-Baptiste TERRIER, architecte assez obscur, pour la somme relativement modique de 240 livres. En 1785, Jean VILLARD, navigateur et mathématicien, auteur de la toute simple Méridienne de la Cour Haute de l'Hôtel de Ville de Lyon, réclamera 1600 livres d'honoraires. Dès 1770 une polémique éclate à l'Académie de Lyon à propos des calculs de TERRIER (8).



Emprise de la courbe en HUIT, sur la circonférence de la Colonne

Dans sa "Réponse...", TERRIER tranche définitivement la question capitale de savoir où a été tracée la courbe en 8: il avait, en effet, le choix entre une plaque plane rapportée sur la Colonne, ou sur la Colonne, elle-même, rendue localement cylindrique et lisse par arasement d'une partie des cannelures ou, carrément, à travers les cannelures.

Emprise latérale de la coupe en 8

La grosse boucle de la méridienne, en haut et en hiver, est limitée à gauche et à droite par les azimuts extrêmes suivants:
16/ 18 février: 4,05° à gauche
octobre - novembre: 4,58° à droite

La petite boucle, en bas et en été, a pour azimuts extrêmes :
16/18 mai: 1,92° à droite
21 /23 juillet: 3,46° à gauche

Graphique
arc BMD = boucle d'été
arc AME = boucle d'hiver

L'angle au centre C vaut environ 33°, donc l'emprise totale de l'arc A B M D E mesure : $5,65\text{m} \times \frac{33}{360} = 0,52\text{m}$

L'œil appréhende, sans démonstration, que plus la distance OM (style droit) s'accroît, et plus la longueur de l'arc E D M B A augmente. Le cadranier est donc placé devant le dilemme ou bien d'éloigner l'écilleton pour dilater latéralement sa courbe jusqu'aux limites de lisibilité de la tache de lumière elliptique, ou bien de le rapprocher de M pour faire apparaître, à gauche et à droite de M, des lignes horaires telles que XI ½ et XII ½.

Mais cela n'est pas nécessaire pour une simple méridienne dont l'envergure totale tient entre XI h 45 m et XII h 16 min.

Quant à la tache de lumière, il est évident qu'elle doit toujours se présenter comme une ellipse complète, sinon il serait aléatoire d'en estimer le centre.

La première façon de faire était, assurément, la plus facile. La seconde, d'une grande élégance, était, bien entendu, grosse de difficultés puisqu'elle conduisait à opérer, non pas même sur une surface exactement cylindrique, mais très légèrement tronconique (9). Néanmoins, il suffisait d'araser 5 ou 6 cannelures sur environ 8 mètres de hauteur par 0,60 mètre en largeur. Quant à la solution qui consistait à passer, "à la hussarde", à travers les cannelures, elle ne présentait que des inconvénients. Même si Terrier avait été avide de gloriole, tout aurait dû le dissuader de tenter une telle aventure, surtout pour 240 livres! Il avait à réaliser un objet utilitaire; il serait jugé sur la précision des informations procurées par cet ouvrage. Et pourtant, TERRIER a choisi de passer à travers les cannelures. Mais, peut-être, d'autres ont-ils décidé pour lui, car, ainsi qu'il le dit, "...le projet de la Méridienne de la Place des Cordeliers ne fut formé qu'après que la Colonne eût été élevée et la statue placée sur son piédestal..."

Cette mauvaise coordination du chantier obligea le pauvre TERRIER à jouer les stylites. Il se plaint d'avoir dû, pendant plus de trois mois, monter fréquemment, de jour et de nuit, sur la Colonne pour y faire des observations et des vérifications.

Pour ce qui est de l'arasement des cannelures, si même il a été envisagé, l'idée a dû être farouchement combattue par l'appareilleur, CARTERET, qui avait taillé les cannelures de la Colonne, en 1767, et a gémi, tout au long d'interminables pages de règlement de compte, sur toutes les difficultés qu'il a rencontrées pour ce travail. Ses plaintes parurent à ce point excessives, que

BUGNIET ramena de 300 livres à seulement 60 livres le règlement qu'il adressa à CARTERET, en 1769.

APERCU GNOMONIQUE

Avant tout, il s'agit d'accorder les dires de SAINT-OLIVE, déjà cité, avec ceux de TERRIER et avec les travaux du fondeur VIAL.

Pour SAINT-OLIVE, et pour lui seul, il y a un cadran solaire horizontal sur le sol, avec le chiffre XII, peut-être les douze signes du zodiaque et un style à oeillet. La colonne porte la courbe en 8 et la ligne du méridien.

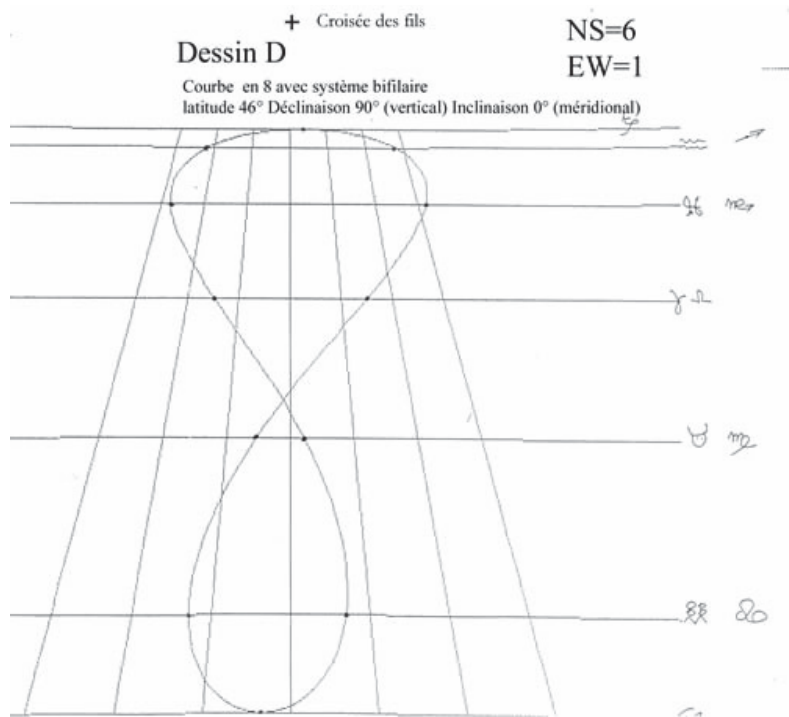
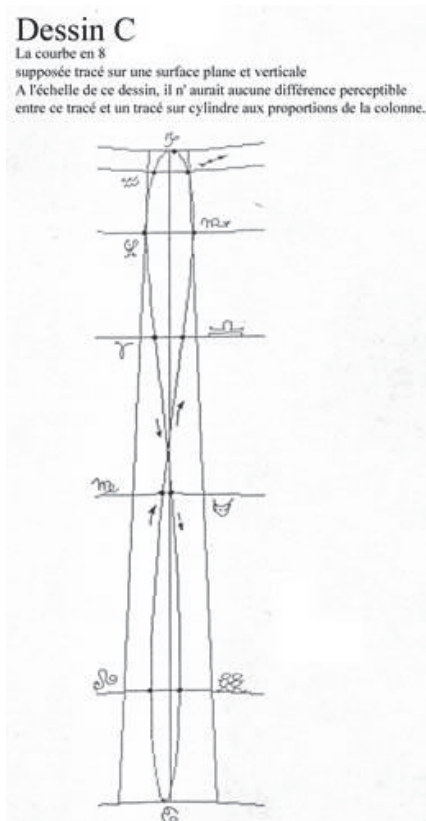
TERRIER ne parle que de la Colonne: "...la ligne méridienne..." "...les douze signes du zodiaque..." "...la méridienne tracée sur la Colonne...". Manifestement, l'éventuel cadran horizontal n'a pas soulevé de problème; c'est une pièce banale dont TERRIER n'a rien à dire et dont ses contradicteurs ne parlent pas davantage.

Le fondeur VIAL a fondu en cuivre les organes suivants:

- le Soleil (disque à oeillet)
- la courbe en 8
- les douze signes du zodiaque
- le chiffre XII
- les sept courbes indicatrices des signes (nos actuels arcs de déclinaison).

De tout cela nous tirerons la conclusion provisoire qu'il n'existait pas de cadran au sol.

Sur la Colonne était gravé, exactement au milieu d'une cannelure, le méridien, numéroté XII et chevauché par la courbe en 8 du midi moyen. Sept arcs de déclinaison coupaient cette courbe et, aux douze intersections, les symboles ou les signes du zodiaque appropriés marquaient l'avancement des saisons et permettaient au consultant de lire le "bon" côté de la courbe. Rien ne donne à penser que la courbe portait des repères pour les jours 1 et 11 (les arcs la coupent vers le 21).



Interprétation du HUIT avec un système stylaire bifilaire ▲

◀ La courbe en HUIT sur une surface plane (ou cylindrique, sur le dessin).

En cette fin du XVIIIème siècle, le public cultivé sait que l'heure solaire, vraie, locale, diffère de l'heure solaire, moyenne, locale, d'une valeur journalière et cumulative appelée "équation du temps".(10)

Si l'on vit dans une société régie par l'heure vraie, il faut aller, de temps en temps, "dérégler" sa montre selon les indications du cadran solaire. Si, au contraire, on vit sous le régime de l'heure moyenne, il faut encore aller consulter le cadran, régulièrement, pour vérifier, avec une table d'équation, si la montre n'a pas pris du retard ou de l'avance par rapport aux indications du cadran, source de vérité. Et si celui-ci comporte une courbe en 8, la lecture du temps moyen se fait immédiatement, à midi, sans aucun calcul mental. (11).

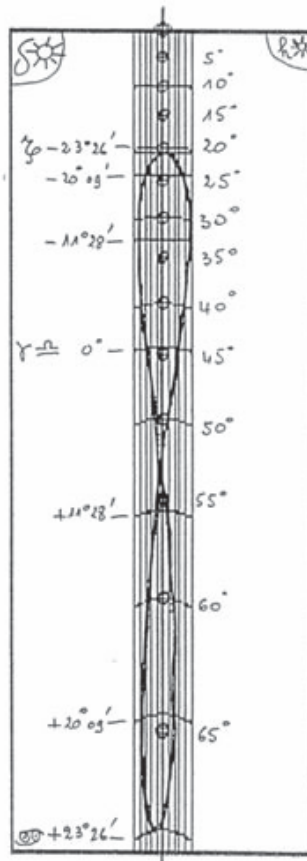
A Lyon, l'heure officielle, pour la ville, ne sera l'heure moyenne locale qu'en 1816 et, encore en 1820, l'Almanach de Lyon donnera la table de correction.

Rappelons qu'en France on sait tracer des courbes en 8 depuis 1730, voire un peu plus tôt. Quant à l'uniformisation de l'heure sur l'ensemble du territoire national, réforme que même les esprits centralisateurs de la Révolution Française n'oseront point tenter, elle n'interviendra qu'en 1891 (méridien de Paris), puis en 1911 (méridien international dit autrefois "de Greenwich").

COLONNE D'URANIE

R=0m.90=45 POINTS PSET
LSD=3m.175=158.75 POINTS PSET

1 POINTÉ PAR JOUR
7 ARCS DE DECLINAISON
COURBES DE HAUTEUR:
POINTÉES PAR 5° (0° à 65°)
TRACÉES PAR 10° (10° à 60°)
AZIMUTS DE -5° à 5°



A travers les verticales en pointillés, qui délimitent 1 degré d'azimut (aux tolérances de l'écran près), et évoquent les canelures de la colonne, passent de brèves portions des courbes de hauteur et des arcs de déclinaison.

Les textes et les photos d'époque ne permettent pas d'affirmer la présence effective de ces courbes, mais le repérage.

A mesure que se trace le 8 un compteur indique, pour chacun des 365 jours pointés, la valeur de la valeur de l'équation du temps, en degrés et l'azimut du soleil.

Sur le dessin, le compteur est arrêté au jour N° 365.

◀ Reconstitution informatisée du Huit de la Colonne supposée lisse et cylindrique.

Pour tracer sa courbe en 8, TERRIER a pu élaborer un formulaire personnel, mais il avait certainement lu, même s'il ne le cite pas, l'ouvrage classique, bible des gnomonistes, maintes fois réédité:

"La Gnomonique pratique
ou l'Art de tracer les Cadran solaires....."

par dom François BEDOS de CELLES Paris 1760 puis, 1780, 1790 et, depuis, très régulièrement.

Ce savant bénédictin consacre tout son chapitre IX aux méridiennes horizontales et verticales et la section IV de ce chapitre aux méridiennes du temps moyen. Il y a là 70 pages avec tables et formules de trigonométrie qui auraient dû mettre TERRIER à l'abri de toute erreur, s'il avait eu à

tracer sa méridienne sur une surface plane, mais il a eu l'ambition de tracer son 8 sur le fût même de la Colonne, à travers les cannelures, ce qui représentait une difficulté abominable, d'où les inévitables affrontements à l'Académie de Lyon.

Une dernière remarque trouve place ici: c'est exclusivement le centre de la tache de lumière, elliptique, produite par le Soleil à travers l'œilleton du disque, qui marque aussi bien le midi moyen sur la courbe en 8 que le midi vrai sur la ligne méridienne. Si un style polaire a été construit, comme ce fut le cas ici, son ombre, à midi vrai, se couche sur la ligne méridienne, ce qui n'ajoute rien aux indications de la tache de lumière. Au contraire, l'ombre du style est moins aisée à lire car elle se compose d'une ombre pure bordée de deux pénombres.

Sur la Colonne du Méridien elle était, en outre, toute mélangée avec l'ombre des volutes compliquées, des jambes d'appui et du laurier qui serpentait autour du style. Quant au style lui-même, malgré toutes ces ferrailles, nous doutons qu'il ait pu, bien longtemps, aligner correctement ses 6 mètres dans l'Axe du Monde et porter sa poêle à frire à l'emplacement rigoureux.

TERRIER parle des "...supports embarrassants..." et déplore que des travaux nocturnes et intempestifs, exécutés par d'autres corps de métier, aient altéré le bon ordre de son style.

De cela nous avons un témoignage, celui de René DARDEL, architecte du Palais du Commerce: Le 5 février 1858 il écrit au Maire de Lyon: "J'ai fait, par motif de sûreté publique, démolir la statue d'Uranie sur la Colonne du Méridien, ainsi que le style en fer, les signes du zodiaque et toutes les parties qui menaçaient de se détacher..."

Mais Uranie, sans sa tête, avait été moulée auparavant. Où repose-t-elle, puisque le Musée des Moulages ne l'abrite pas ? Peut-être, toujours, dans les caves du Palais du Commerce où elle aurait été entreposée tout d'abord.

CONCLUSION

En 1679, à Paris, Uranie avait déjà défrayé la chronique et fait s'affronter le monde littéraire. C'était la "Querelle des Sonnets" qui dressait les "Uranistes", partisans de VOITURE, contre les "Jobelins", admirateurs de BENSERADE.

"Il faut finir mes jours en l'amour d'URANIE..."proclamait le premier.
Ne voilà-t-il pas un beau souhait pour nos lecteurs épris d'Astronomie.(12).(13)

NOTES ET SOURCES

(1) Ainsi, parmi d'autres, Guy et Marjorie BERGE résumant, sans forcément la prendre à leur compte, cette histoire, dans: LYON, NAGUERE: 1840/1938:ALBUM DE PHOTOGRAPHIES ANCIENNES Ed. PAYOT pages 42/43 en légende d'une photographie de FROISSARD intitulée: Place des Cordeliers le 15 Mai 1856.

"La Colonne du Méridien supporte, en haut de ses 20 mètres, la statue de la Muse de l'Astronomie, laquelle se trouve placée là et non à la façade de l'Opéra, comme ses sœurs, pour une raison surprenante. L'architecte avait, tout simplement, oublié, lors de la construction de l'Opéra, en 1828, de ménager une place pour elle. Il fallut trouver un endroit pour loger la pauvre Uranie ... et ce fut celui-là! Quant à la Colonne, elle-même, elle avait été élevée en 1765 par l'architecte Pierre-Gabriel BUGNIET. Elle sera détruite en 1858."

(2) Cité par Jean-Charles BONNET in "Les Lyonnais dans l'histoire" sous la direction de Jean-Pierre GUTTON Ed. Privat 1985 page 211 avec note bibliographique. La source est: Henri d'HENNEZEL, in "Les villes d'art célèbres: Lyon" Ed. H. LAURENS 1914 pages 66/67.

(3) LYON ANCIEN ET MODERNE, par les Collaborateurs de la Revue Lyonnaise Ed. BOITEL LYON 1838 tome I page 468 (note 1 partielle) "...en 1765, une grande colonne cannelée, haute de 65 pieds, remplaça la Croix élevée en 1748; on y plaça une statue colossale indiquant le méridien, une Uranie, due à Clément JAYET. Dans le soubassement de la colonne on pratiqua une fontaine qui alimente encore en onde ce populeux quartier."

(4) a) Travaux de l'Institut de l'histoire de l'Art à Lyon, cahier n°6 de 1980 pages 44 à 46
Les travaux de reconstruction de l'Opéra de Lyon furent interminables (1826 à 1834), sous les architectes CHENAVARD et POLLET. Ce dernier se retira fin 1831 alors que la grande Première inaugurale avait eu lieu le 3 juillet 1831.

(b) La Revue du Lyonnais nouvelle série N°24 pour l'année 1862, page 328 confirme cette date, le nombre de huit Muses et leurs quatre sculpteurs. Même confirmation dans le N°27 pour 1863 page 255.

(5) A partir d'ici et pour le récit de l'histoire de la Colonne nous nous référons surtout à deux sources:

a) Gilbert GARDES, Le Monument public lyonnais: l'exemple de Lyon, thèse de Doctorat d'Etat. Université de Paris I-Sorbonne 1986. Voir surtout le tome I, pages: 57, 89, 121, 132, 136, 329, 331, 446, 685, 718, 733 et le tome IV, pages 44 à 48. Seules les questions de Gnomonique que nous évoquons en fin de cette étude ont été négligées par G. GARDES, car trop éloignées, sans doute, de l'urbanisme strict qu'il traitait.

b) Paul SAINT-OLIVE, La Colonne du Méridien in Revue du Lyonnais nouvelle série N°27 pour l'année 1863 pages 18 à 36.

(6) E.L.G. CHARVET, Lyon artistique: Architectes Ed. Bernoux et Cumin 1899

(7) A comparer, par exemple, aux colonnes de TRAJAN (42 m avec socle et statue), MARC-AURELE (42 m avec socle et statue), de la place Vendôme à Paris (43 m avec socle et statue), de Catherine de MEDICIS (31 m avec socle).

(8) Cette polémique est marquée par la lecture d'un Mémoire à l'Académie de Lyon, le 4 décembre 1770, puis par deux textes:

a) Réponse du Sieur TERRIER, architecte à Lyon, au Mémoire lu à la séance publique de l'Académie de Lyon, le 4 Décembre 1770, contenant des observations et vérifications sur la Méridienne de la Place des Cordeliers, à Lyon.

b) Réfutation de l'imprimé de M. TERRIER au sujet de la Méridienne de la Place des Cordeliers.

Ces deux textes sont édités par Aimé de La Roche. Lyon 1771 (Coste). Ils existent à la Bibliothèque municipale de Lyon.

Il n'est plus possible de donner tort ou raison à TERRIER puisque ses calculs ne sont pas connus. Cependant, il affirme avoir utilisé un formulaire "tiré de la trigonométrie rectiligne et de la sphérique", avoir étudié la "Gnomonique" de DEPARCIEUX, avoir conduit ses calculs par logarithmes et répété ses opérations avant et après la pose du style. Cela lui mériterait un préjugé favorable s'il ne se montrait pas si maladroit dans sa "Réponse", présentant plus d'idées générales que d'exemples d'observations ou de paramètres bien établis. La "Réfutation" semble peser très lourd, tant sur le plan théorique, qu'en ceci qu'elle s'appuie sur la constatation que la Méridienne est affligée de petites erreurs qui affectent aussi bien la lecture de l'heure que celle de la date. Quand TERRIER reproche à son contradicteur d'utiliser une montre douteuse, il n'emporte pas notre sympathie.

Les 240 livres d'honoraires versées à TERRIER sont à rapprocher du salaire moyen d'un ouvrier sans qualification soit 20 à 30 sous par jour ou, compte tenu des jours chômés, environ 50 livres par mois. A titre de comparaison le bourreau de Paris reçut, à partir de 1776, un traitement fixe de 16000 livres par an soit l'équivalent de 66 courbes en 8. Quant à Madame du BARRY, c'est 300000 livres par mois qu'elle perçut de LOUIS XV, à partir de juin 1768, pour de tout autres performances, il est vrai!

Terrier avoue: "Je ne rougis point de le dire, dans ma médiocre fortune, ce genre de travail est, en partie, le fonds de ma subsistance."

A notre avis, TERRIER s'est attaqué à un travail proprement infaisable avec rigueur et exactitude, même à partir de calculs irréprochables, et, de surcroît, il s'est fait (osons le dire), "arnaquer" par ses commanditaires.

(9) Les cadrans solaires sur le côté convexe d'un cylindre vertical ou même incliné, sont des raretés. Il en va de même pour les cadrans sur troncs de cônes. Cependant on cite toujours trois pièces:

a) le cadran cylindrique "au pélican" tracé par TURNBULL sur une colonne du CORPUS CHRISTI COLLEGE à Oxford, en 1579.

b) le cadran cylindrique du Chanoine Alexandre, Guy PINGRE sur la Colonne MEDICIS, en 1764, hélas disparu.

c) le gigantesque cadran tronconique d'Arata ISOZAKI, à DISNEYLAND.

voir a) Philip PATTENDEN, Sundials at an Oxford College Ed. Roman Books 1979

b) A.G.PINGRE, Mémoire sur la Colonne de la Halle aux Bleds et sur le Cadran cylindrique que l'on construit au haut de cette Colonne Paris 1764.

Voir aussi L'Astronomie de Septembre 1908 pp.385 à 388

Voir enfin L'Astronomie de Février 1998 pp.38 à 43.

c) XXX Contemporary Japanese architects Ed. Taschen 1990 pages 90 à 95.

Un autre cadran remarquable, sur quatre faces concaves, mais plus ouvertes que hémicylindriques, verticales faisant face, chacune, à un point cardinal, orne les jardins du QUIRINAL, à Rome. Il date de 1628 et il est signé THEODOSIUS RUBEUS PRIVERNAS (personnage totalement inconnu).

voir: Amiral Girolamo FANTONI, Orologi solari, Ed. Technimedia Rome 1988 pages 337 à 339.

Repris in: Revue de la British Sundial Society N°92/2 de juin 1992. Pages 10 à 16.

(10) Voir, par exemple, les Almanachs de la Ville de Lyon de cette époque qui présentent une table des écarts journaliers et un mode d'emploi très précis.

(11) Ainsi Henri de REGNIER, dans son roman "La Double Maîtresse", conte-t-il l'histoire d'un gentilhomme frappé d'insolation devant son cadran solaire où il attendait qu'il fût midi pour régler sa montre. La scène se passe en 1723.

(12) L'amateur qui, de nos jours voudrait tracer une courbe de temps moyen sur un cadran, devrait réfléchir aux deux considérations suivantes:

a) l'heure procurée par une telle courbe est essentiellement une heure qu'on pourrait appeler "sociale"; c'est l'heure légale de la société où l'on vit: heure solaire, moyenne, locale jusqu'en 1891, puis heure solaire, moyenne du méridien de Paris, de 1891 à 1911, puis heure solaire, moyenne du méridien-origine (dit autrefois "de Greenwich"), depuis 1911.

Actuellement, cette heure, qui n'est autre que l'heure U.T. (après majoration de 12 heures), est encore à majorer d'une heure en hiver et de deux heures en été, pour devenir l'heure légale française. Pour que la courbe en 8 procure cette heure "sociale", il faut l'axer, non pas sur la ligne horaire XII, mais sur une ligne virtuelle qui intègre l'écart en longitude et l'avance légale soit, à Lyon, sur XI h.19m.(hiver) ou sur X h.19m.(été).

b) sur un cadran vertical méridional, ce 8 est très maigre; il est encore plus disgracieux sur un cadran horizontal. Une très bonne solution consiste, sur un cadran vertical, à tracer un 8 qui fonctionnera avec un système styloire bifilaire, dans lequel le fil méridien sera fortement éloigné de la table du cadran. Alors, pour une hauteur inchangée du fil équatorial, et, donc, du 8, les deux boucles de la méridienne s'enfleront jusqu'à ressembler à un sablier. C'est un tel 8 que présente notre dessin en annexe (Uranie_5).

Bien entendu, il est souhaitable de pouvoir automatiser le calcul (micro-ordinateur), car un 8 de grandes dimensions exigera de calculer au moins 365 points et, parfois, davantage, sans compter les arcs de déclinaison.

(13) L'Almanach de Lyon, en 1768, donne ainsi les coordonnées géographiques de la ville, prises à l'Observatoire du Collège (actuel lycée Ampère):

latitude.....45°46'05"

longitude.....2°29'30" EST du méridien de Paris, ce qui fait avancer Lyon de 9 m.59s sur PARIS.

Nous avons vérifié les valeurs pour la place des Cordeliers, par pointés sur carte I.G.N. et par visée satellitaire (G.P.S.). Nous trouvons:

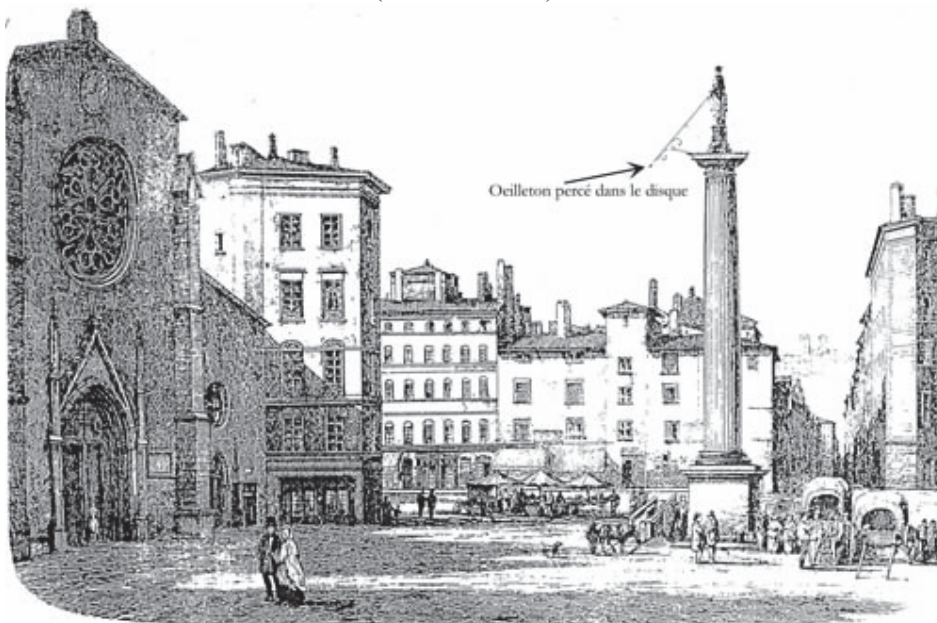
latitude.....45°45'52" (TERRIER a pris: 45°45'51".Or 1" vaut:30m, 864. (111111/3600).

longitude.....4°50'16" EST de Greenwich soit une avance de l'heure des Cordeliers sur l'heure de Paris de 10 minutes(exactement 10 minutes, 0 seconde, 8 tierces).

Lyon.....4°50'16"

Paris.....2°20'14"

= 2°30'02' (1° = 4 minutes.)



Place des Cordeliers Colonne d'Uranie Vers 1843

N.B: Les photographies de Froissard sont consultables sur le site de la Ville de Lyon.

M.A.J: 02/10/2003

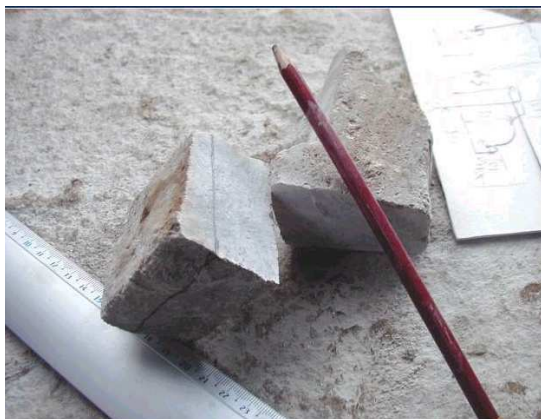
Restauration d'un cadran de 1806 (Y. Guyot)

Restauration en images d'un cadran multiple en pierre de 1806 signé JACQUET

Le cadran dans son état initial:



Puis la restauration commence:



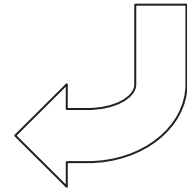
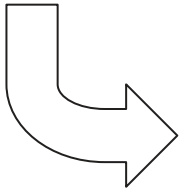
Fabrication d'un style disparu. ▼



Gravure supérieure du cadran au style disparu. ▼



Face supérieure finie - Style refait et scellé ▼



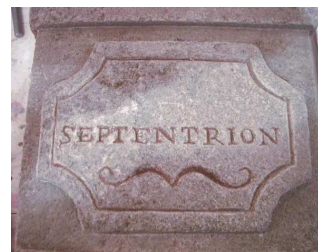
Gravure en cours des cylindres hauts (angle gauche bas recollé et patiné : cela ne se voit pas). Cylindre droit nettoyé mais non encore gravé. ▼



Gravure du cylindre du haut à droite. ▼



Cône côté occidental terminé, ainsi que la demie-sphère du haut que l'on voit un peu. ▼

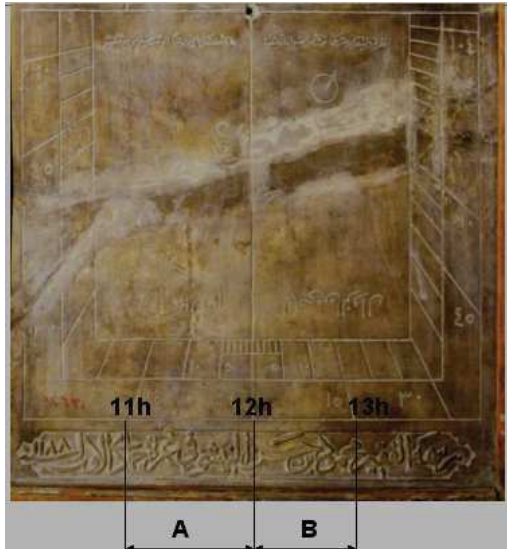


▲ Après restauration ▲

Déclinaison d'un mur à partir d'un cadran (M. Kieffer)

Soit à retrouver la valeur de la déclinaison d'un mur supportant un cadran solaire, à partir du tracé de ce dernier, connaissant la latitude du lieu.

Principe de base: le cadran solaire doit indiquer les heures vraies et être juste.



Consignes:

- Mesurer la distance (horizontalement) **A** de 11H à Midi
- Mesurer la distance (horizontalement) **B** de Midi à 13H
- Faire le rapport $R = A / B$
- Dans la feuille de CALCUL* introduire la latitude du lieu
- Sur le graphique de la latitude du lieu (à + ou - 0,5°), à l'intersection du rapport R et de la courbe, lire la déclinaison sur l'axe inférieur

Exemple avec le cadran du musée du Caire (photo ci-dessus):

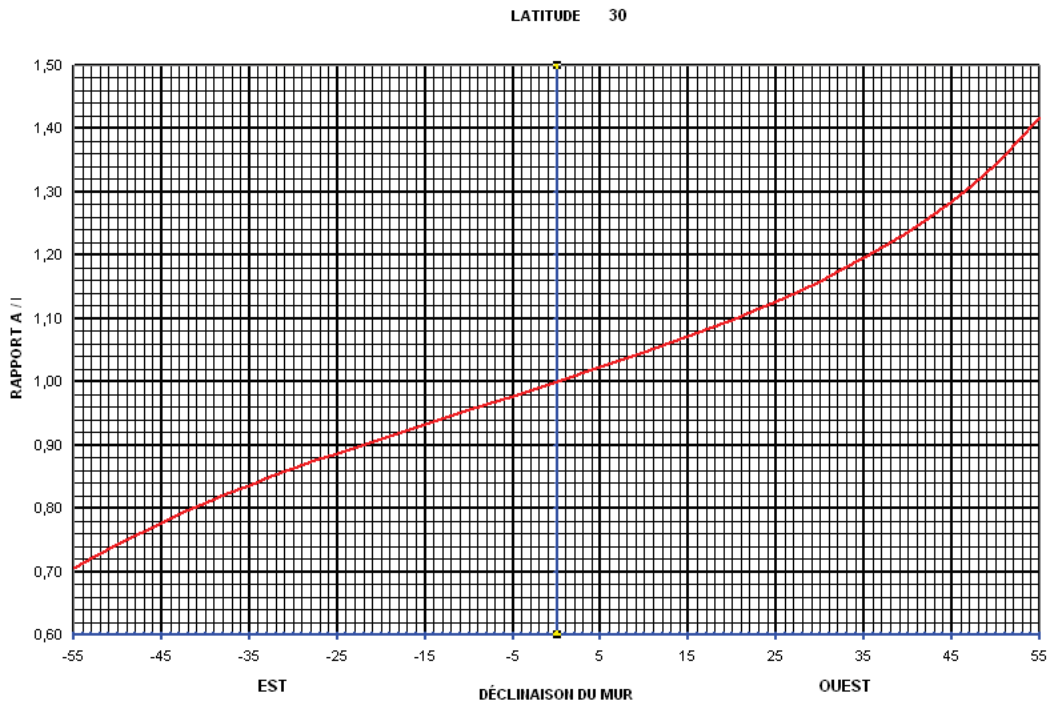
Ce cadran a été conçu pour une latitude de 30° et nous mesurons $A=24$, $B=20$ d'où $R=24/20=1,20$

La feuille de calcul est la suivante:

Déclinaison du mur en °	Latitude → 30			R	Déclinaison du mur en °	R	
	AH 11h	AH 13h	11H / 13H			AH 11h	AH 13h
-55	-18,76	26,58	0,71	5	-13,26	12,97	1,02
-50	-17,29	23,25	0,74	10	-13,57	12,96	1,05
-45	-16,14	20,75	0,78	15	-13,99	13,06	1,07
-40	-15,23	18,84	0,81	20	-14,55	13,25	1,10
-35	-14,52	17,36	0,84	25	-15,28	13,55	1,13
-30	-13,97	16,19	0,86	30	-16,19	13,97	1,16
-25	-13,55	15,28	0,89	35	-17,36	14,52	1,20
-20	-13,25	14,55	0,91	40	-18,84	15,23	1,24
-15	-13,06	13,99	0,93	45	-20,75	16,14	1,29
-10	-12,96	13,57	0,96	50	-23,25	17,29	1,34
-5	-12,97	13,26	0,98	55	-26,58	18,76	1,42
0	-13,06	13,06	1,00				
a	b	c	d	a'	b'	c'	d'

(Pour une valeur de $R = 1,20$ (colonne d') correspond une déclinaison de 35° du mur (colonne a')

Le graphique R/déclinaison du mur:



(En plaçant une horizontale sur $R = 1,20$ des abscisses et en descendant une verticale ayant pour origine le point d'intersection de cette droite avec la courbe en rouge, nous lisons en ordonnées la valeur recherchée de la déclinaison du mur, ici: 35° .)

Etablissement de la feuille de calcul et du graphique:

- Colonnes a et a': déclinaison de 5 en 5° , <0 pour une orientation Sud-Est et >0 pour une orientation Sud-Ouest.

- Colonnes b et b' :

$$\text{ATAN}(\text{COS}(\text{latitude}) \cdot \text{PI}() / 180) / ((1 / \text{TAN}(-15 \cdot \text{PI}() / 180) \cdot \text{COS}(a \cdot \text{PI}() / 180)) + ((\text{SIN}(a) \cdot \text{PI}() / 180) \cdot \text{SIN}(\text{latitude}) \cdot \text{PI}() / 180))) \cdot 180 / \text{PI}()$$

avec:

° a = la déclinaison du mur colonne a ou a' en degré.

° -15 correspondant à la ligne de 11h

- colonnes c et c':

° même formule mais remplacer -15 par +15 (pour 13h)

- colonnes d et d':

° $b/c \times -1$ ou $b'/c' \times -1$

Le graphique représente la correspondance entre les déclinaisons (colonnes a ou a') et les valeurs de R



* Dans la version de Cadran info sur CD, vous trouverez en annexe:

- le programme (sous Excel) permettant de réaliser les calculs et les graphiques et de vérifier les résultats. Dans "la feuille de CALCUL" introduire la latitude du lieu (les feuilles sont protégées, sans code seules les cellules vertes sont modifiables)

- la présentation faite par M.Kieffer lors de la commission d'octobre (sous Power Point)

GEOMETRIE D'UN CADRAN INCLINE (J. Pakhomof)

J'avais présenté ce sujet voilà bientôt une quinzaine d'années à la Commission des Cadres Solaires lors de sa tenue annuelle au siège de la SAF. Je me souviens que Monsieur Sagot avait dit : «Oui, c'est une méthode...une méthode géométrique». Bien sûr parmi d'autres et de plus élégantes.

Certains participants furent intéressés par l'exposé. J'ai pensé que les lecteurs de Cadran –Info pourraient trouver quelque intérêt à cette étude qui me paraît être sur le plan pédagogique un bon exercice d'application pratique de trigonométrie et de géométrie dans l'espace. Aussi, après l'avoir quelque peu remaniée et simplifiée, je vous la livre.

Nous allons étudier le cas d'un cadran déclinant incliné d'un angle i déterminé, cet angle s'ouvrant par le bas vers le sud. D'autres possibilités existent. Les raisonnements sont semblables. Nous appelons le cadran envisagé Cadran incliné déclinant pyramidal.

Comme pour les déclinants non inclinés nous envisageons 2 parties par rapport au plan méridien : la partie Est contenant les lignes horaires d'après-midi et la partie Ouest contenant les lignes horaires du matin.

Nous calculerons ici l'iDW (incliné déclinant ouest) sachant que l'on obtient l'iDE (incliné déclinant est) par les mêmes équations l'iDE lignes est répondant aux mêmes équations que l'iDW lignes ouest et l'iDELW répondant aux équations de l'iDWLE.

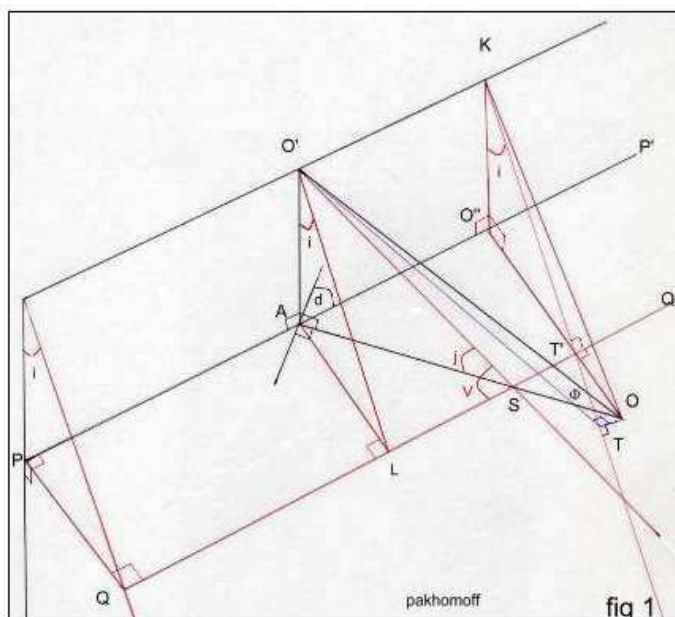
Conventions :

On appelle déclinaison gnomonique du cadran l'angle d correspondant au pivotement du cadran vers l'est ou vers l'ouest depuis le premier vertical.

Sqr (...) signifiera racine carrée de (...). Le rouge sera associé généralement aux cercles horaires et aux plans dièdres ; le jaune chamois aux cercles azimutaux.

Les angles horaires t comme les azimuts T sont comptés depuis le méridien jusqu'à l'antéméridien de 0 à 180° côté est comme côté ouest. Ainsi 19 h → angle de 105° vers l'ouest en partant du méridien et 7h du matin → à un même angle de 105° vers l'est.

I – Cas de l'DWLW (incliné déclinant ouest lignes ouest).



Sur la figure 1 est représenté un cadran incliné déclinant d'un angle d (déclinaison gnomonique du cadran) vers l'ouest. OO' axe du monde et style du cadran.

A projection de O sur le cadran dans le plan méridien. Le style principal est alors OAO' où O'OA est l'angle de la latitude ϕ .

O'' projection orthogonale de O sur le cadran.

Soit PP' l'horizontale passant par A et O'K l'horizontale passant par O'.

Faisons pivoter d'un angle i le cadran vertical PO'P' autour de O'K.

On obtient alors le plan QO'Q' de notre cadran incliné, la droite QQ' étant l'horizontale de QO'Q' balayant la droite OA. QQ' coupe OA en S.

O'S est alors la ligne de coupe du plan méridien sur QO'Q', autrement dit la ligne de XII heures.

Remarquons que lorsque S arrive en O le style OO' est contenu en entier dans le plan du cadran incliné QO'Q'. Cela correspond à ce que nous pouvons appeler l'inclinaison maximum im . Au-delà de im le style ne sort plus vers le sud mais vers le nord et ce cas ne sera pas envisagé dans ce travail.

QQ' balaie AO de A en O passant par S et O''O passant par T'.

OO'' perpendiculaire à PO'P' est perpendiculaire à toutes les droites de ce plan et en particulier à la verticale KO'' et à l'horizontale PP' puis à QQ' parallèle à PP' dans le plan horizontal QPP'Q' (contenant les horizontales PP' et AS).

Le triangle KO''T' rectangle en O'' est le dièdre d'angle i des plans PO'P' et QO'Q'. PP' et QQ' lui sont perpendiculaires comme elles le sont à tous les autres dièdres de ces plans. On a $\mathbf{tg\ im} = OO'' / O''K = OO'' / O''A = |\cos f \cos d| / \sin f = \mathbf{\cos d / tg\ f}$

Nous devons limiter l'inclinaison à un angle $i < im$ pour la construction de ce type de cadran.

A – Etude du style.

ALS rectangle en L permet d'écrire $AL = AS \cos d$ et le dièdre O'AL rectangle en A donne $AL / O'A = \mathbf{tg\ i}$ d'où $AL = |\sin f \mathbf{tg\ i}| = AS \cos d$ et $AS = |\sin f \mathbf{tg\ i}| / \cos d$

$O'L \cos i = O'A$ et $O'L = |\sin f| / \cos i$

a) Calcul des angles O'SA = j et O'SL = V .

O'AS rectangle en A donne $\mathbf{tg\ j} = O'A / AS = \mathbf{\cos d / tg\ i}$

ALS et O'LS rectangles en L (O'AL dièdre parallèle au plan KO''T') donnent

$LS = AS \sin d = |\sin f \mathbf{tg\ i}| \mathbf{tg\ d}$

$O'L / LS = \mathbf{tg\ V}$ et $\mathbf{tg\ V} = (|\sin f| / \cos i) / |\sin f \mathbf{tg\ i}| \mathbf{tg\ d} = \mathbf{1 / \sin i \mathbf{tg\ d}}$

On aura de même O'S $\sin V = O'L$ et $O'S = |\sin f| / \cos i \sin V$

O'S, ligne de XII heures, fait dans le plan méridien un angle j avec l'horizontale et un angle V avec l'horizontale passant par S dans le plan de l'incliné QO'Q'.

Par commodité de construction on se servira d'un style secondaire OO'T perpendiculaire au cadran incliné que nous allons maintenant calculer.

Projetons O en O'' sur le vertical PO'P'; KO'' est la verticale passant par O'', K étant pris sur l'horizontale K'O'.

OO''K formé par l'horizontale OO'' et la verticale O''K est un plan vertical.

QQ' coupe perpendiculairement OO'' en T' (QQ' et PP' parallèles) et QT' est perpendiculaire à toutes les droites du vertical OO''K en particulier à T'K. De même KK' est perpendiculaire à toutes les droites de OO''K et en particulier à O''K et à KT'. L'angle O''KT' égal à i est le dièdre des plans PO'P' et QO'Q'. (O''KT' étant une partie du plan O''KT).

Depuis O abaissons une perpendiculaire en T sur le prolongement de la ligne KT' du dièdre O''KT'. On obtient alors le triangle OTO' rectangle en T puisque OT est perpendiculaire à QO'Q' et donc à toutes les droites de ce plan et en particulier à O'T. On a: $O''T' / O''K = \mathbf{tg\ i}$ et $O''T' = O''K \mathbf{tg\ i} = O'A \mathbf{tg\ i} = |\sin f \mathbf{tg\ i}|$

$OT' = OO'' - O''T' = |\cos f \cos d| - |\sin f \mathbf{tg\ i}|$

$KT'O = \pi/2 - i = OT'T$ d'où $TOT' = i$

$OT = OT' \cos i = |\cos f \cos d \cos i| - |\sin f \sin i|$

$TT' = OT' \sin i = |\cos f \cos d \sin i| - |\sin f \mathbf{tg\ i} \sin i|$

$KT' \cos i = KO'' = O'A = |\sin f|$ et $KT' = |\sin f| / \cos i$

Et $KT = KT' + TT'$

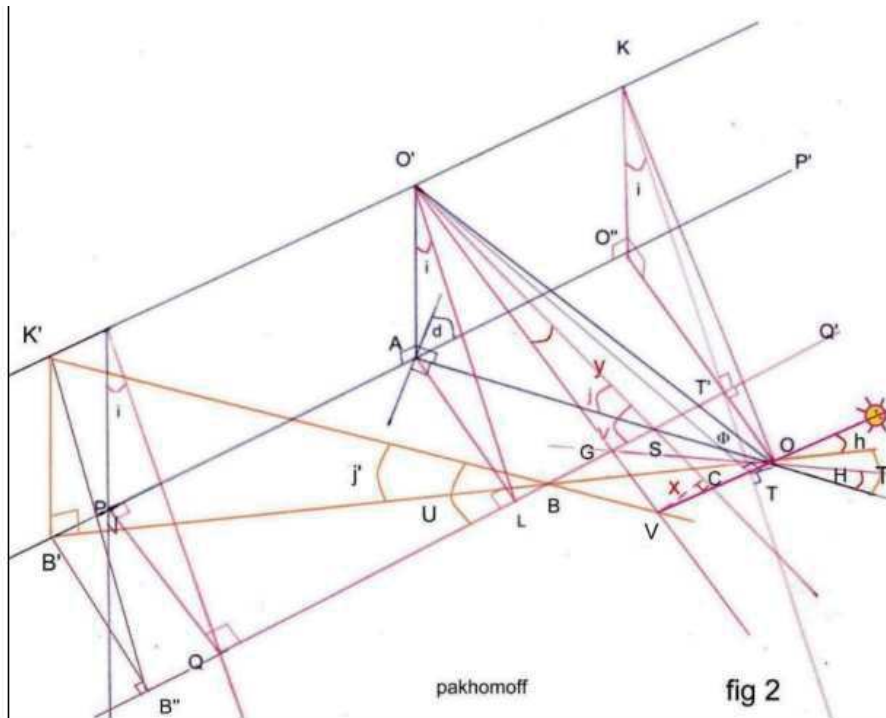
Donc connaissant KT on peut positionner T sur la ligne de plus grande pente située à la distance $O'K = AO'' = l \cos f \cos d$ de la ligne de plus grande pente $O'L$.

Il ne nous reste plus qu'à calculer $O'T$ pour construire notre style secondaire $O'TO$.
 $OO'^2 = l^2 = OT^2 + O'T^2$ et $O'T = \text{SQR}(l^2 - OT^2)$

B – Coordonnées x et y du point V intersection d'un rayon solaire avec le plan de l'incliné déclinant pyramidal.

Nous avons choisi comme cas de figure le déclinant ouest.

I - Lignes du matin. (fig 2) C'est ce que nous nommons le iDWLW (incliné déclinant ouest lignes ouest)



a) Calcul de l'angle horaire tabulaire Hi.

On peut voir sur la figure 2 un rayon de soleil d'angle horaire t donnant sur l'horizon f l'angle tabulaire H . Le vertical azimutal coupe l'horizon selon un angle T et le soleil dans ce plan azimutal fait avec l'horizon un angle de hauteur h .

Le plan du cercle horaire coupe l'incliné selon OGO' et le plan azimutal coupe l'incliné selon OBK' (le cadran vertical correspondant est coupé selon $OB'K'$).

Il nous faut calculer l'angle horaire tabulaire $GO'S = Hi$.

$O'AS$ permet d'écrire $O'S \sin j = O'A = l \sin f$ et $O'S = l \sin f / \sin j$

$O'GS$ permet d'écrire $GS / \sin Hi = O'S / \sin (\pi - (V+Hi)) = O'S / \sin (V+Hi)$

Et $GS = l \sin f \sin Hi / \sin j \sin (V+Hi)$

$OO'S$ permet d'écrire $OO' / \sin j = OS / \sin (\pi - (\pi - j + f)) = OS / \sin (j-f)$

Et $OS = l \sin (j-f) / \sin j$

OGS permet d'écrire $GS / \sin H = OS / \sin (\pi - (\pi/2 + d + H)) = OS / \cos (d+H)$

Et $GS = l \sin (j-f) \sin H / \cos (d+H) \sin j = l \sin f \sin Hi / \sin j \sin (V+Hi)$ d'où

$\sin f \sin Hi \cos (d+H) = \sin (j-f) \sin H \sin (V+Hi)$

Posons $\sin f \cos (d+H) = A$ et $\sin (j-f) \sin H = B$ on peut écrire

$A \sin Hi = B \sin (V+Hi) = B \sin V \cos Hi + B \sin Hi \cos V$. Divisons par $\cos Hi$.

Il vient:

$$A \operatorname{tg} H_i = B \sin V + B \cos V \operatorname{tg} H_i$$

$$\operatorname{tg} H_i (A - B \cos V) = B \sin V \quad \text{et}$$

$$\operatorname{tg} H_i = B \sin V / (A - B \cos V) \quad \text{ou}$$

$$\operatorname{tg} H_i = \sin(j-f) \sin H \sin V / (\sin f \cos(d+H) - \sin(j-f) \sin H \cos V)$$

b) Coordonnées x et y de V.

Le vertical azimutal coupe l'horizon et l'incliné selon OBK' et le cadran vertical $PO'P'$ selon $B'K'$. Le rayon solaire passant par O arrive en P sur l'incliné à l'intersection des 3 plans (azimut, cercle horaire, cadran incliné). BK' fait avec BB' un angle j' et avec BQ un angle U .

- Calcul de j' .

$$SBO = B'BB'' = \pi - (\pi/2 + d + T) = \pi/2 - (d + T)$$

$$B'BB'' \text{ rectangle en } B'' \rightarrow BB' \sin B'BB'' = B'B'' = AL = l \sin f \operatorname{tg} i \text{ et}$$

$$BB' = l \sin f \operatorname{tg} i / \cos(d+T)$$

$$K'B'B \text{ rectangle en } B' \rightarrow \operatorname{tg} j' = B'K' / B'B = l \sin f / (l \sin f \operatorname{tg} i / \cos(d+T)) \text{ et}$$

$$\operatorname{tg} j' = \cos(d+T) / \operatorname{tg} i$$

- Calcul de U .

$$K'B' = BK' \sin j' \text{ et } BK' = l \sin f / \sin j'$$

$$BB''K' \text{ rectangle en } B'' \text{ (} B'K'B'' \text{ dièdre de l'incliné et du cadran vertical origine)} \rightarrow$$

$$B''K' = BK' \sin U = B'K' / \cos i = l \sin f / \cos i \text{ et}$$

$$\sin U = B''K' / BK' = (l \sin f / \cos i) / (l \sin f / \sin j')$$

$$\sin U = \sin j' / \cos i$$

- Calcul de $O'V$ ($O'G + GV$).

$$OBV \rightarrow BV / \sin h = OB / \sin(\pi - (j' + h)) = OB / \sin(j' + h) \text{ où } h \text{ est la hauteur du soleil.}$$

$$OBS \rightarrow OB / \sin(\pi - (\pi/2 - d)) = OB / \cos d = OS / \sin(\pi - (\pi/2 + d + T)) = OS / \cos(d+T)$$

$$= BS / \sin T$$

$$OB = OS \cos d / \cos(d+T) = l \sin(j-f) \cos d / \sin j \cos(d+T)$$

$$BV = OB \sin h / \sin(j'+h) = l \sin(j-f) \cos d \sin h / \sin(j'+h) \sin j \cos(d+T)$$

$$O'GS \rightarrow O'G / \sin V = GS / \sin H_i =$$

$$(l \sin(j-f) \sin H / \cos(d+H) \sin j) / \sin H_i \text{ et}$$

$$\mathbf{O'G = l \sin V \sin(j-f) \sin H / \cos(d+H) \sin j \sin H_i}$$

En prenant l'autre valeur de GS on obtient

$$O'G / \sin V = (l \sin f \sin H_i / \sin j \sin(V+H_i)) / \sin H_i \text{ et}$$

$$\mathbf{O'G = l \sin f \sin V / \sin j \sin(V+H_i)}$$

$$BGV \rightarrow BGV = \pi - (V+H_i) \text{ et } BPG = \pi - (\pi - (V+H_i) + U) = V+H_i - U$$

$$BV / \sin(\pi - (V+H_i)) = GV / \sin U \text{ et } GV = BV \sin U / \sin(V+H_i) \text{ d'où}$$

$$\mathbf{GV = l \sin(j-f) \cos d \sin h \sin U / \sin(j'+h) \sin j \cos(d+T) \sin(V+H_i)}$$

$$\mathbf{O'V = O'G + GV}$$

$$\text{Puis } xV = O'V \sin H_i$$

$$yV(o') = O'V \cos H_i \text{ en partant de } O'$$

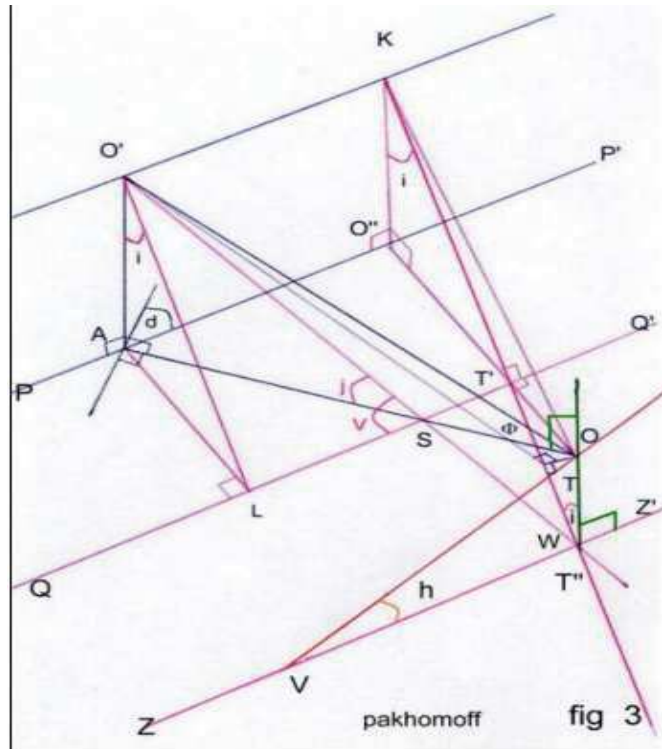
$$yV(s) = yV(o') - O'S \text{ en partant de } S \text{ (on a vu que } O'S = l \sin f / \sin j)$$

c- 3 cas particuliers.

1) Le soleil est dans le plan du cadran vertical d'origine (l'angle azimutal $T = \pi/2 - d$).

Examinons la figure 3.

Soit un plan ZOZ' parallèle au vertical $PO'P'$. Il sera perpendiculaire au plan OKO'' prolongement du dièdre $T'KO''$ et au plan OKT'' prolongement du plan OKO'' où T'' est l'intersection de OKT'' avec ZOZ' sur l'incliné $QO'Q'$. La droite OT'' commune à OKT'' et à ZOZ' est donc perpendiculaire à l'horizontale ZZ' de ZOZ' .



Lorsque le soleil est dans le plan azimuthal ZOZ' le rayon solaire coupe ZZ' en V.
 Dans OT'T'' rectangle en O, $OT''T' = O''KT'' = i$ (angles alternes internes) et $OT' / OT'' = \text{tg } i$
 Dans OVT'' rectangle en T'' on a $OT'' / VT'' = \text{tg } h \rightarrow VT'' = OT'' / \text{tg } h$
 C'est notre valeur **xP** de ce cas particulier.

La ligne de XII heures O'S coupe la droite KT en un point actuellement indéterminé que nous appellerons W. Dans O'KW rectangle en K on a $O'K / KW = \text{tg} (\pi/2 - V)$
 $= 1 / \text{tg } V \rightarrow KW = O'K \text{tg } V$; $O'K = AO'' = l \cos f \sin d$ et

$$KW = l \cos f \sin d / \sin i \text{tg } d = l \cos f \cos d / \sin i$$

Comparons cette grandeur à KT'' . $KT'' = KT' + T'T''$

$$KT' = l \sin f / \cos i = l \sin f \text{tg } i / \sin i$$

$$T'T'' = OT' / \sin l = (l \cos f \cos d - l \sin f \text{tg } i) / \sin i \text{ et}$$

$$KT'' = (l \sin f \text{tg } i + l \cos f \cos d - l \sin f \text{tg } i) / \sin i = l \cos f \cos d / \sin i = KW$$

Donc W et T'' sont un seul et même point et l'on pourra énoncer que :

La ligne de XII heures passe par l'intersection de la verticale abaissée du bout du style sur le plan de l'incliné.

$$ST'T'' \text{ rectangle en } T' \text{ donne } ST'' \cos (\pi/2 - V) = T'T'' \rightarrow ST'' = T'T'' / \sin V \text{ et}$$

$$O'T'' = O'S + ST'' \text{ (avec } O'S = l \sin f / \sin j)$$

C'est notre valeur **yV** de ce cas particulier.

Recherchons l'angle horaire tabulaire correspondant :

$$\text{Dans } VO'T'' \text{ on a } O'T'' / \sin (\pi - (V + H_i)) = VT'' / \sin H_i$$

$$\text{Et } O'T'' / \sin (V + H_i) = VT'' / \sin H_i$$

$$\sin V \cos H_i \text{ } VT'' + \sin H_i \cos V \text{ } VT'' = O'T'' \sin H_i \text{ en divisant par } \cos H_i \text{ il vient}$$

$$\sin V \text{ } VT'' + VT'' \cos V \text{tg } H_i = O'T'' \text{tg } H_i$$

$$\text{tg } H_i (O'T'' - VT'' \cos V) = \sin V \text{ } VT'' \text{ et}$$

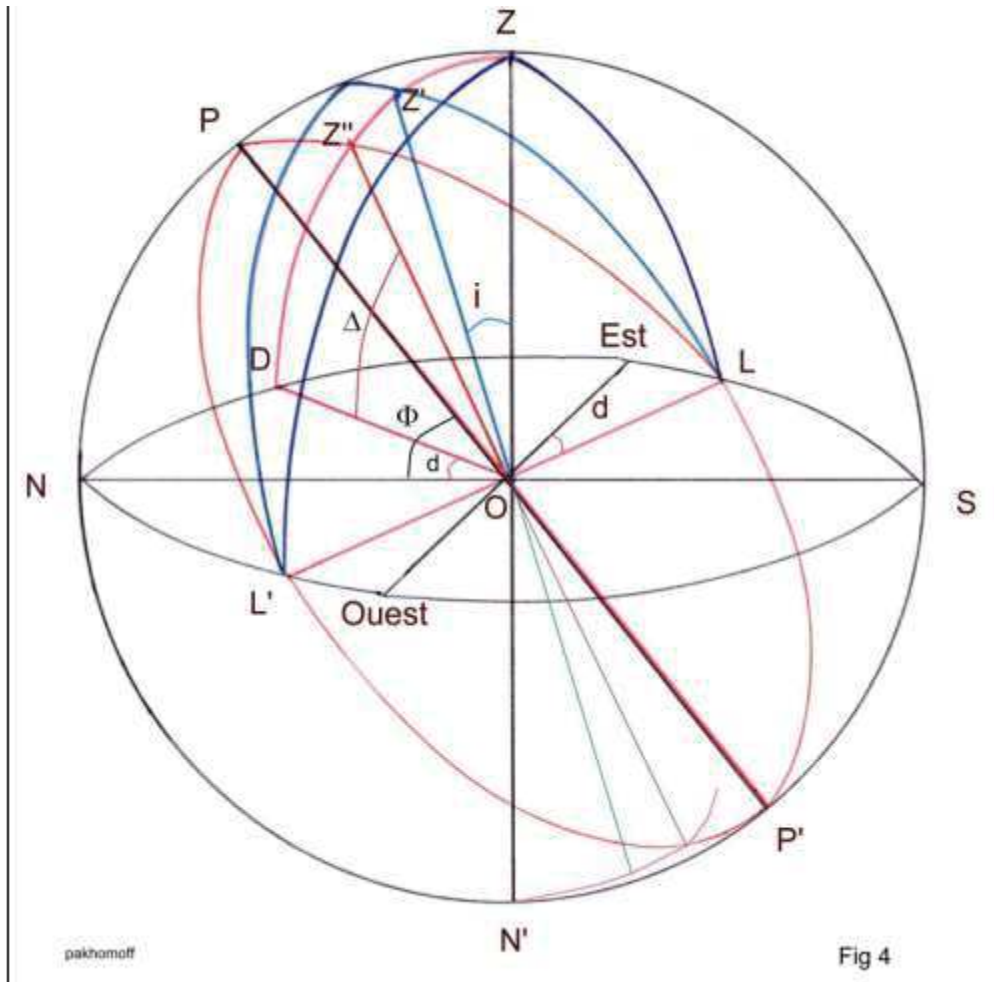
$$\text{tg } H_i = \sin V \text{ } VT'' / (O'T'' - VT'' \cos V)$$

Nous avons là l'angle horaire tabulaire sur l'incliné correspondant à l'instant de passage du soleil dans le plan du cadran vertical origine.

2) - Le soleil est derrière le cadran vertical origine PO'P' (T > pi/2-d).

a) Cas où l'angle horaire H est égal à pi/2-d.

Dans ce cas sur la sphère céleste de centre O (figure 4) le cercle horaire L'PL, le vertical déclinant origine L'ZL et le cercle correspondant à l'incliné L'Z'L ont le même diamètre L'L et par conséquent le même plan bissecteur OZZ''.



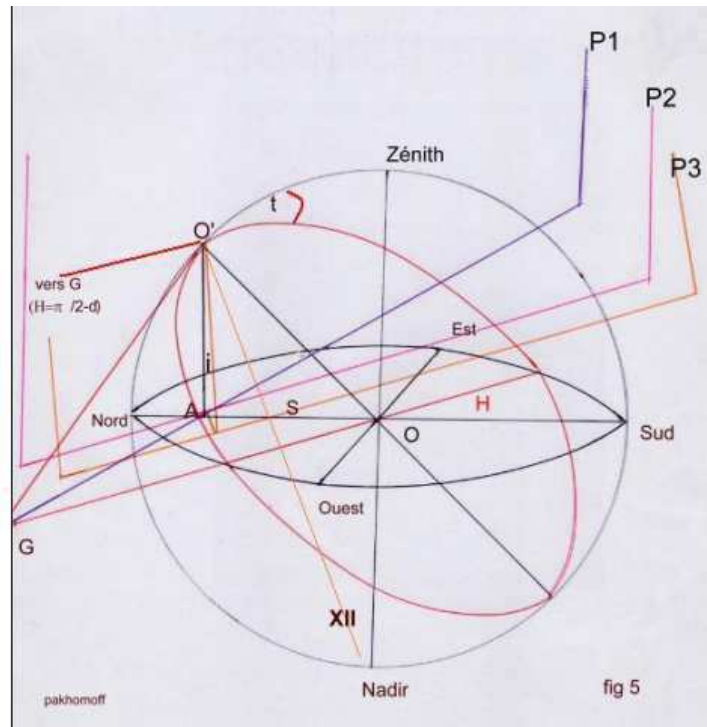
Le triangle sphérique PLS permet d'écrire :
 $\cos PL = \cos PS \cos LS + \sin PS \sin LS \cos PSL$
 $PSL = \pi/2$ (angle méridien horizon) $Ps = \pi - f$ et
 $\cos PL = -\cos f \sin d$ d'où PL

De même PZL donne $\cos PZ = \cos PL \cos ZL + \sin PL \sin ZL \sin ZLP$
 $PZ = \pi/2 - f$; $ZL = \pi/2$; d'où $\sin f = \sin PL \sin ZLP$ et $\sin ZLP = \sin f / \sin PL$
 ZLP est l'angle dièdre du vertical L'ZL et du cercle horaire L'PL.

Ce cercle horaire fait donc avec l'horizon un angle $\Delta = D = \pi/2 - ZLP$
 Nous pouvons adapter cette représentation à un cadran solaire.

Regardons la figure 5.

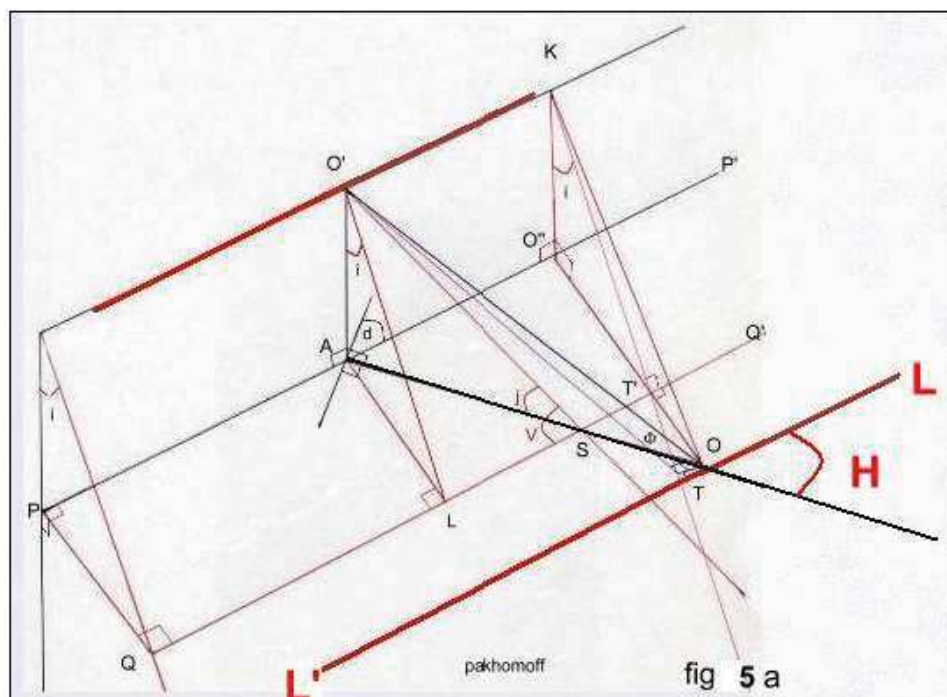
Nous avons une sphère céleste de centre O et nous représentons un cercle horaire t coupant l'horizon selon un angle tabulaire horizontal H.



Nous traçons le cadran solaire P1 déclinant de d_1 et de style OAO' dans le plan méridien. Le plan du cercle horaire t coupe ce cadran selon l'angle tabulaire $AO'G$. Faisons pivoter, autour de AO' , P1 en P2 de déclinaison gnomonique d de façon à obtenir le cas de la figure 4 où la coupe du cadran et la coupe du cercle horaire sur l'horizon ont même direction.

A ce moment là G est repoussé à l'infini et $O'G$ est parallèle à OG . Ce qui reste valable pour l'incliné P3 découlant de P2.

La ligne horaire tabulaire du cadran incliné ou non incliné lorsque $H = \pi/2 - d$ est une horizontale.



Remarquons que l'instant correspondant est donné par la formule classique des horizontaux : $\text{tg } H = \text{tg } t \sin f = \text{tg} (\pi/2-d) = 1/\text{tg } d$ et **$\text{tg } t = 1 / \sin f \text{tg } d$**

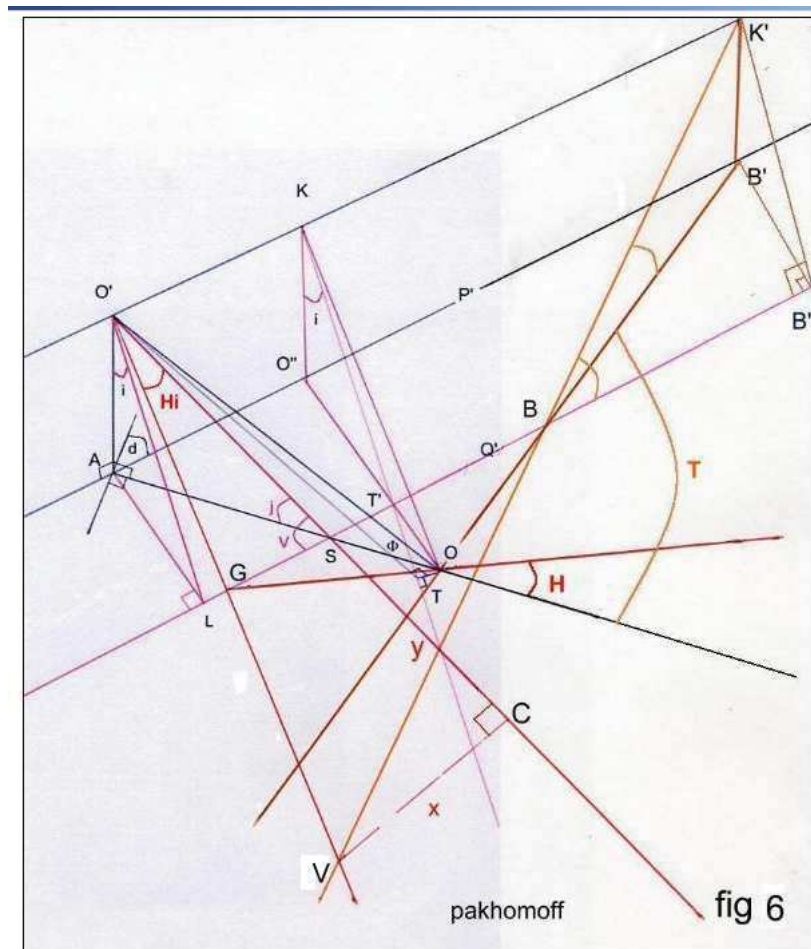
La figure 4 montre que les intersections des cercles horaires et des verticaux azimutaux ne sont possibles que derrière le plan du cadran incliné L'Z'L.

A partir du moment où $H > \pi/2 - d$ le soleil est constamment derrière le plan du cadran.

b) - $T > \pi/2-d$ mais $H < \pi/2-d$.

Dans le cas du cadran vertical origine le soleil est derrière celui-ci. Mais lorsque le cadran s'incline de i le soleil peut alors être encore au-dessus du plan du cadran et l'éclairer. Ce, à condition que la hauteur du soleil soit supérieure à l'angle j' vu ci-dessus et correspondant à l'angle de coupe du vertical azimutal avec l'horizon et le plan incliné.

Observons la figure 6



Les calculs de $\text{tg } H_i$ sont identiques au cas $T < \pi/2-d$.
 Dans SOB on a $\text{BSO} = \pi/2 - d$; $\text{SOB} = \pi - T$; $\text{SBO} = \pi - (\pi/2 - d + \pi - T) = d + T - \pi/2 = \text{B}'\text{B}''$. $\text{BB}'\text{B}'' \rightarrow \text{BB}' \sin \text{B}'\text{B}'' = \text{B}'\text{B}'' = \text{AL} = l \sin f \text{tg } i$
 $\sin (d+T-\pi/2) = -\cos (d+T)$ et $\text{BB}' = l \sin f \text{tg } i / -\cos (d+T)$
 $\text{K}'\text{B}'\text{B} \rightarrow \text{tg } j' = \text{B}'\text{K}' / \text{B}'\text{B} = l \sin f / (l \sin f \text{tg } i / -\cos (d+T)) = -\cos (d+T) / \text{tg } i$
 D'où j' . Ensuite $\text{K}'\text{B}' = \text{K}'\text{B} \sin j'$ et $\text{K}'\text{B} = l \sin f / \sin j'$
 $\text{BB}''\text{K}' \rightarrow \text{B}''\text{K}' = \text{BK}' \sin U = \text{B}'\text{K}' / \cos i = l \sin f / \cos i$
 Et **$\sin U = \text{B}''\text{K}' / \text{BK}' = (l \sin f / \cos i) / (l \sin f / \sin j') = \sin j' / \cos i$**
 Calcul de $\text{O}'\text{V}$ ($= \text{O}'\text{G} + \text{GV}$)
 $\text{OBV} \rightarrow \text{BV} / \sin (\pi-h) = \text{OB} / \sin (\pi - (\pi-h+j'))$ et $\text{BV} = \text{OB} \sin h / \sin (h-j')$
 $\text{OBS} \rightarrow \text{OB} / \sin (\pi/2 - d) = \text{OB} / \cos d =$
 $\text{OS} / \sin (\pi - (\pi/2 - d + \pi - T)) = \text{OS} / \sin (d+T-\pi/2)$ et

$$OB = OS \cos d / -\cos(d+T) = -I \sin(j-f) \cos d / \sin j \cos(d+T)$$

$$D'où BV = -I \sin(j-f) \cos d \sin h / \sin j \sin(h-j') \cos(d+T)$$

O'G a la même valeur que dans le cas où $T < \pi/2 - d$: on prend la valeur

$$O'G = I \sin f \sin V / \sin j \sin(V+Hi)$$

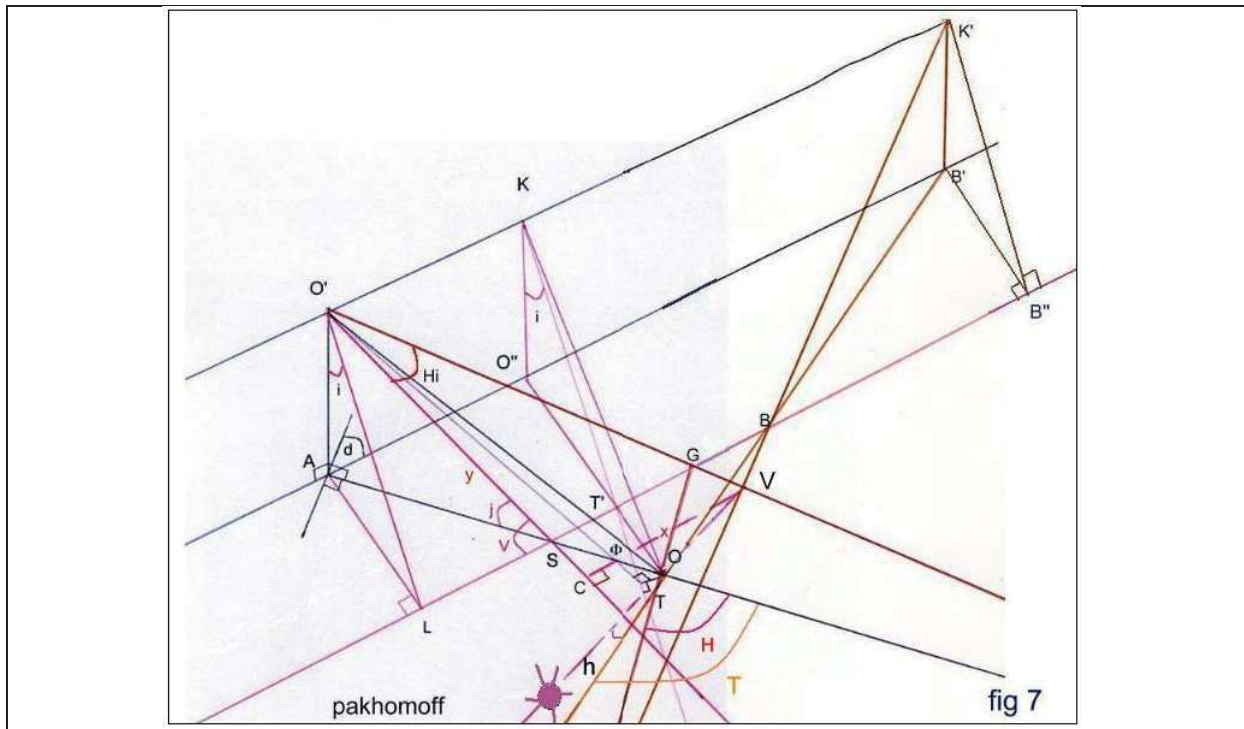
$$BGV \rightarrow BGV = \pi - (\pi - (V+Hi)) = V+Hi$$

$$BV / \sin(V+Hi) = GV / \sin U \text{ et } GV = BV \sin U / \sin(V+Hi) \text{ et}$$

$$GV = -I \sin(j-f) \cos d \sin h \sin U / \sin j \sin(h-j') \cos(d+T) \sin(V+Hi)$$

$$\text{Pareillement } xV = O'V \sin Hi \quad yV(o') = O'V \cos Hi \text{ et } yV(s) = yV(o') - O'S$$

II- Lignes du soir. C'est ce que nous nommons les iDWLE (incliné déclinant ouest lignes est) .
Ceci est représenté par la figure 7.



iM, j et V répondent aux mêmes calculs de même que l'étude du style.

Lorsque l'azimut est $< d$ l'angle U est aigu vers l'Est et quand $T > d$, U est aigu vers l'Ouest. (si $T = d$, U est droit le vertical azimutal étant dans le plan de plus grande pente $KT'O''$). Les calculs faits dans ces cas sont identiques et mènent aux mêmes formules. Nous les développerons pour le cas de la figure 7 où $T > d$.

a) – Calcul de l'angle horaire tabulaire Hi.

O'S est également donné par $I \sin f / \sin j$

$$GSO' \rightarrow GS / \sin Hi = O'S / \sin(\pi - (\pi - V + Hi)) = O'S / \sin(V - Hi)$$

$$\text{Et } GS = I \sin f \sin Hi / \sin j \sin(V - Hi)$$

$$OGS \rightarrow GS / \sin H = OS / \sin(\pi - (\pi/2 - d + H)) = OS / \sin(\pi/2 + (d - H)) = OS / \cos(d - H).$$

$$OO'S \rightarrow OO' / \sin(\pi - j) = OS / \sin(\pi - (\pi - j + f)) \text{ et } OS = I \sin(j - f) / \sin j$$

La valeur de OS ne change pas du cas précédent et on a

$$GS = I \sin(j - f) \sin H / \sin j \cos(d - H)$$

En comparant les 2 valeurs de GS on a

$$I \sin f \sin Hi / \sin j \sin(V - Hi) = I \sin(j - f) \sin H / \sin j \cos(d - H)$$

qui donne après les mêmes simplifications que dans le cas précédent :

$$\mathbf{tg Hi = \sin(j-f) \sin H \sin V / \sin f \cos(d-H) + \sin(j-f) \sin H \cos V}$$

b) - Coordonnées x et y de V

- Calcul de j'.

$$B'OB'' = SBO = \pi - (\pi/2 - d + T) = \pi/2 + (d - T)$$

$$B'BB'' \text{ rectangle en } B'' \rightarrow BB' \sin B'BB'' = BB' = AL = l \sin f \operatorname{tg} i \text{ et}$$

$$BB' = l \sin f \operatorname{tg} i / \cos (d - T)$$

$$K'B'B \rightarrow \operatorname{tg} j' = K'B' / B'B = l \sin f / (l \sin f \operatorname{tg} i / \cos (d - T)) = \cos (d - T) / \operatorname{tg} i$$

- Calcul de U.

$$K'B' = K'B \sin j' \text{ et } K'B = l \sin f / \sin j'$$

$$BB''K' \rightarrow B''K' = BK' \sin U \text{ et } \sin U = B''K' / BK'$$

$$\sin U = (l \sin f / \cos i) / (l \sin f / \sin j') = \sin j' / \cos i$$

- Calcul de O'V. Page 24

$$OBS \rightarrow OB / \sin (\pi - d) = OB / \cos d = OS / \sin (\pi - (\pi/2 - d + T)) = OS / \cos (d + T) = BS / \sin T$$

$$OB = OS \cos d / \cos (d - T) = l \sin (j - f) \cos d / \sin j \cos (d - T)$$

$$OBV \rightarrow BV / \sin h = OB / \sin (\pi - (h + j')) = OB / \sin (h + j') \rightarrow$$

$$BV = OB \sin h / \sin (h + j') \text{ et } BV = l \sin (j - f) \cos d \sin h / \sin (j' + h) \sin j \cos (d - T)$$

$$O'GS \rightarrow O'G / \sin (\pi - V) = GS / \sin Hi \rightarrow O'G = GS \sin V / \sin Hi \text{ et}$$

$$O'G = -l \sin f \sin Hi \sin V / \sin j \sin (V - Hi) \sin Hi = l \sin f \sin V / \sin j \sin (V - Hi)$$

$$BGV \rightarrow BGV = O'GS = \pi - (\pi - V + Hi) = V - Hi$$

$$BV / \sin (V - Hi) = GV / \sin U \rightarrow GV = BV \sin U / \sin (V - Hi) \text{ et}$$

$$GV = l \sin (j - f) \cos d \sin h \sin U / \sin (j' + h) \sin j \cos (d - T) \sin (V - Hi)$$

$$O'V = O'G + GV$$

$$xV = O'V \sin Hi$$

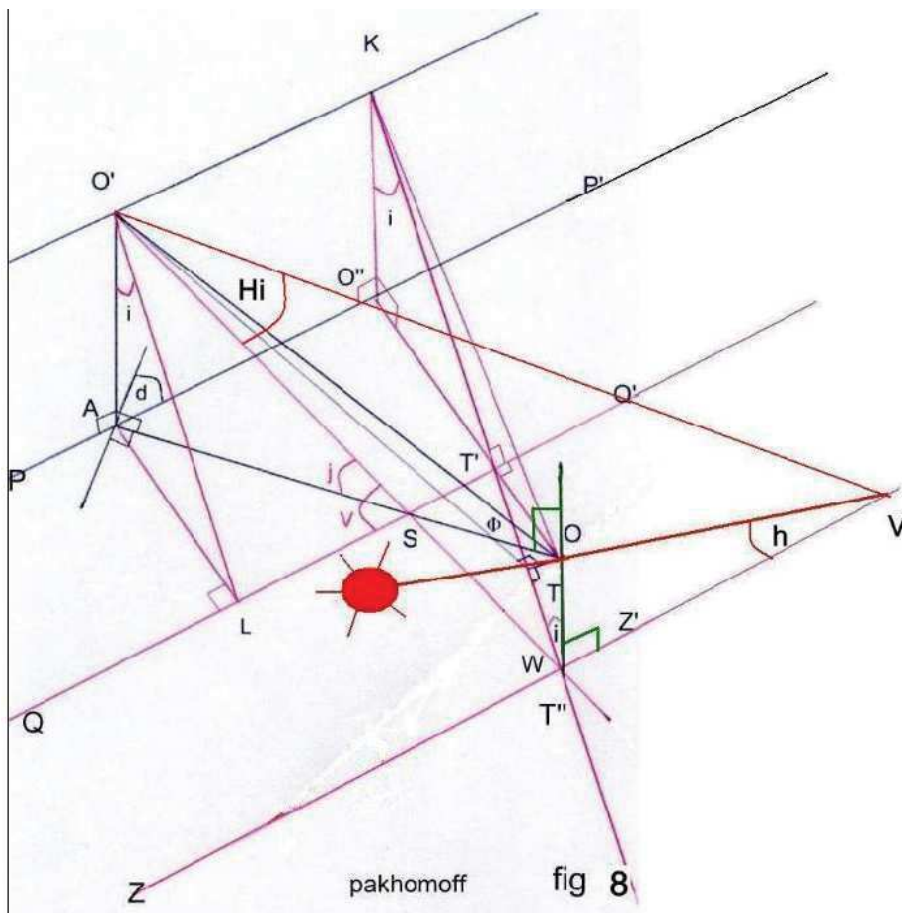
$$yV (o') = O'V \cos Hi$$

$$yV (s) = yV (o') - O'S$$

c) - Cas particuliers.

1) Le soleil est dans le plan du cadran vertical d'origine (l'angle azimutal $T = \pi/2 + d$).

Examinons la figure 8.



L'azimut correspondant est égal ici à $\pi/2+d$. On a vu que dans ce cas le vertical passant par O coupe le cadran incliné selon ZZ' parallèle à QQ', ZZ' passant par T'' à l'intersection de O'S et de KT'.

$ST'T''$ rectangle en T' $\rightarrow ST'' \cos(\pi/2-V) = T'T'' \rightarrow ST'' = T'T'' / \sin V$

$O'T'' = O'S + ST''$ avec $O'S = l \sin f / \sin j$. C'est la valeur yP de ce cas particulier, xP étant la valeur de VT'' sur l'horizontale ZZ'.

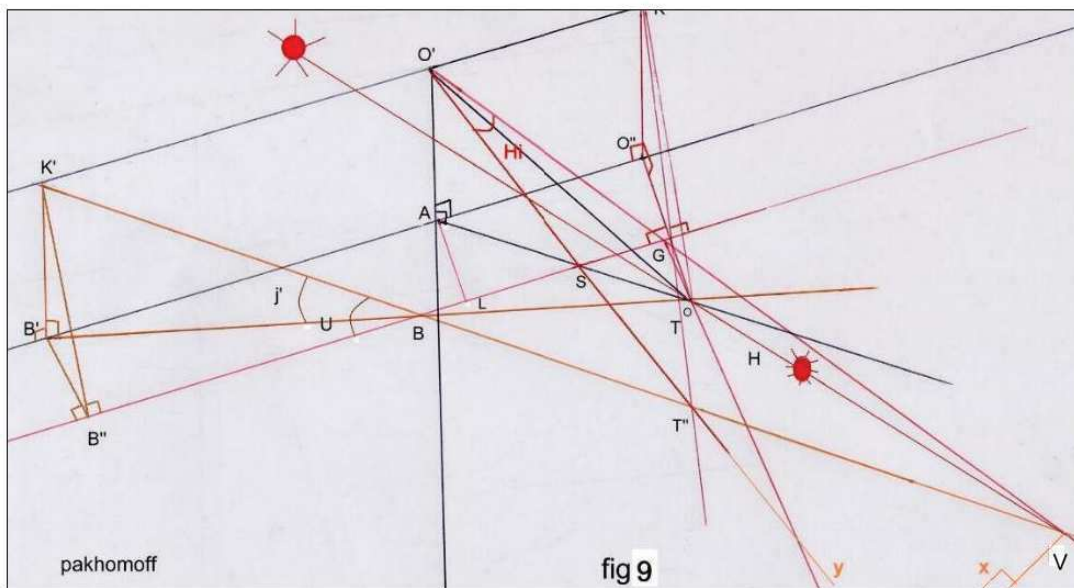
$VO'T'' \rightarrow O'T'' / \sin(\pi-(\pi-V+Hi)) = VT'' / \sin Hi = O'T'' / \sin(V-Hi)$

Et après développement : $\text{tg Hi} = \sin V VT'' / (\cos V VT'' + O'T'')$

C'est la valeur de Hi pour $T = \pi/2 + d$

2) - Soleil derrière le cadran vertical origine et ligne horaire encore devant.

($T > \pi/2+d$; $H < \pi/2+d$) Le cadran est illuminé si $h > j'$. Observons la figure 9.



a) - Calcul de Hi.

j, V et O'S donnent lieu aux mêmes calculs et ont même valeur.

$O'GS \rightarrow GS / \sin Hi = O'S / \sin(\pi-(\pi-V+Hi)) \rightarrow$

$GS = l \sin f \sin Hi / \sin j \sin(V-Hi)$

D'où même valeur pour

$\text{tg Hi} = \sin(j-f) \sin H \sin V / (\sin f \cos(d-H) + \sin(j-f) \sin H \cos V)$

b) - coordonnées x et y de P.

Dans B'BB'' on a $B'BB'' = SBO = \pi-(\pi/2+d+\pi-T) = (T-d)-\pi/2$

$BB' \sin B'BB'' = B'B'' = AL = l \sin f \text{tg } i$ et $BB' = l \sin f \text{tg } i / -\cos(T-d)$

$K'B'B \rightarrow \text{tg } j' = K'B' / B'B = l \sin f / (l \sin f \text{tg } i / -\cos(T-d)) = -\cos(T-d) / \text{tg } i$

Dans K'B'B on a $BK' \sin j' = K'B' \rightarrow BK' = l \sin f / \sin j'$

$BB''K' \rightarrow B''K' = BK' \sin U$ et $\sin U = B''K' / BK' = (l \sin f / \cos i) / (l \sin f / \sin j')$

Et **$\sin U = \sin j' / \cos i$**

Valeurs de O'G et de GV :

$OBV \rightarrow BV / \sin(\pi-h) = OB / \sin(\pi-(\pi-h+j')) = OB / \sin(h-j')$

$OBS \rightarrow OB / \sin(\pi/2+d) = OB / \cos d =$

$OS / \sin(\pi-(\pi-T+\pi/2+d)) = OS / \sin(T-d-\pi/2) = OS / -\cos(T-d)$

Et $OB = OS \cos d / -\cos(T-d) = l \sin(j-f) \cos d / -\sin j \cos(T-d)$

$BV = OB \sin h / \sin(h-j') = l \sin(j-f) \cos d \sin h / -\sin j \cos(T-d) \sin(h-j')$

$O'GS \rightarrow O'G / \sin(\pi-V) = GS / \sin Hi$ et $O'G = GS \sin V / \sin Hi$

$O'G = l \sin f \sin Hi \sin V / \sin j \sin(V-Hi) \sin Hi = l \sin f \sin V / \sin j \sin(V-Hi)$

$$BGV \rightarrow BGV = \pi - O'GS = \pi - (\pi - V + Hi) = V - Hi$$

$$BV / \sin (V - Hi) = GV / \sin U \text{ et } GV = BV \sin U / \sin (V - Hi)$$

$$GV = -I \sin (j - f) \cos d \sin h \sin U / \sin j \cos (T - d) \sin (h - j') \sin (V - Hi)$$

$$O'V = O'G + GV$$

$$xV = O'V \sin Hi$$

$$yV(o') = O'V \cos Hi$$

$$yV(s) = yV(o') - O'S$$

3) - Cas où $H = \pi/2 + d$

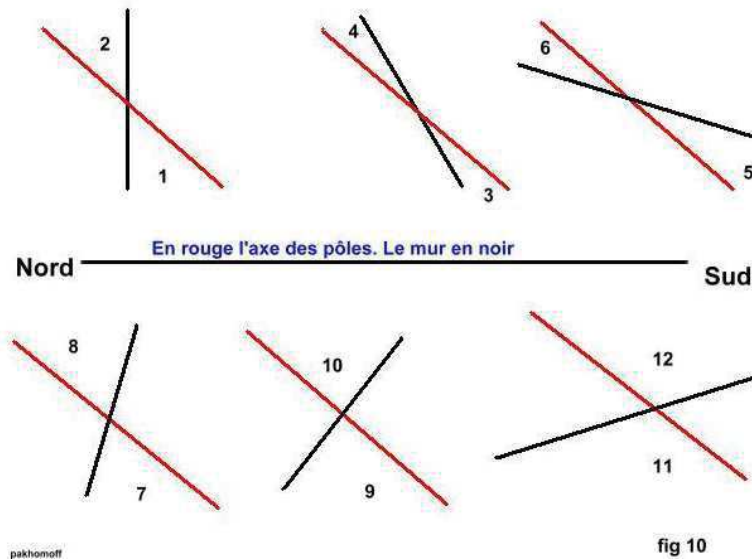
Chaque cercle horaire correspond à 2 heures différents : t et $t + \pi$. Ainsi sur la figure 4 le cercle horaire t d'angle tabulaire horizontal $H = \pi/2 - d$ (ou $2\pi - (\pi/2 - d) = 3\pi/2 + d$) est le même que celui correspondant à $t + \pi$ d'angle tabulaire horizontal $H + \pi = \pi/2 + d$ (ou $3\pi/2 + d + \pi = 5\pi/2 + d = \pi/2 + d$)

La ligne horaire tabulaire sur le cadran est donc la même que celle étudiée dans le cas précédent pour $H = \pi/2 - d$.

Conclusion.

Nous avons traité le cas particulier d'un incliné déclinant où $\tan i < \cos d / \tan f$. C'est l'un des cas les plus fréquents de construction d'un incliné.

Il sera possible par des raisonnements analogues de mettre en équation les autres types de cadran. La figure 10 montre ces divers types d'inclinés.



- Cas n° 1 : déclinant non incliné
- Cas n° 2 : inclinant non incliné
- Cas n° 3 : c'est le cas de notre étude déclinant incliné pyramidal style vers le sol
- Cas n° 4 : inclinant incliné anti-pyramidal style vers le ciel
- Cas n° 5 : inclinant incliné anti-pyramidal style vers le sol
- Cas n° 6 : déclinant incliné pyramidal style vers le ciel
- Cas n° 7, 9, 11 : déclinant incliné anti-pyramidal style vers le sol
- Cas n° 8, 10, 12 : inclinant incliné pyramidal style vers le ciel

Les cas 3, 4, 6, 8, 10 et 12 nous paraissent le mieux disposés à la construction de cadrans sur plans inclinés et nous pourrions alors nous atteler à rechercher les équations qui leur sont propres selon le modèle de l'étude ci-dessus concernant le cas n° 3.

Je termine actuellement l'étude du cas n° 4 et constate que les formules obtenues sont quasi-identiques à celles ci-dessus. Une formule générale les régentant existe certainement. Il serait intéressant de la mettre en évidence.

Remarques sur les cadrans cylindriques (B. Rouxel)

La lecture de l'article de Denis Savoie sur les cadrans cylindriques (Cadran-info No 9)(1) m'a rappelé quelques souvenirs géométriques. Si AB désigne le style polaire d' un cadran cylindrique horizontal à génératrices Est-Ouest, la bille étant au milieu O de AB, on introduit un repère orthogonal OXYZ où OX est l'axe du cylindre et OZ porté par AB.

Les lignes horaires sont obtenues par des sections du cylindre par des plans passant par AB. Ces sections sont des ellipses qui se déforment rapidement passant du cercle de diamètre AB à midi jusqu'à se réduire à deux génératrices du cylindre à 18H. Ces ellipses ont un demi-axe constant R.

On peut illustrer la déformation des ellipses en déterminant la trajectoire F des foyers. La courbe F est située dans le plan médiateur de AB et l'on obtient l'équation de F dans le repère OXY. La position des foyers est donnée par les théorèmes belges enseignés encore dans les années 60 aux élèves des classes de math-élem. Ces théorèmes dus à deux géomètres belges Quételet et Dandelin (dans les années 1820-1822) établissent que : les foyers de l'intersection d'un cône de révolution ou d'un cylindre de révolution, et d'un plan P, sont les points de contact de P avec les deux sphères tangentes à P et inscrites dans le cône ou le cylindre.

On a donc la figure suivante où apparait aisément l'équation polaire de F : $\rho = R \cotan \theta$. (fig 1).

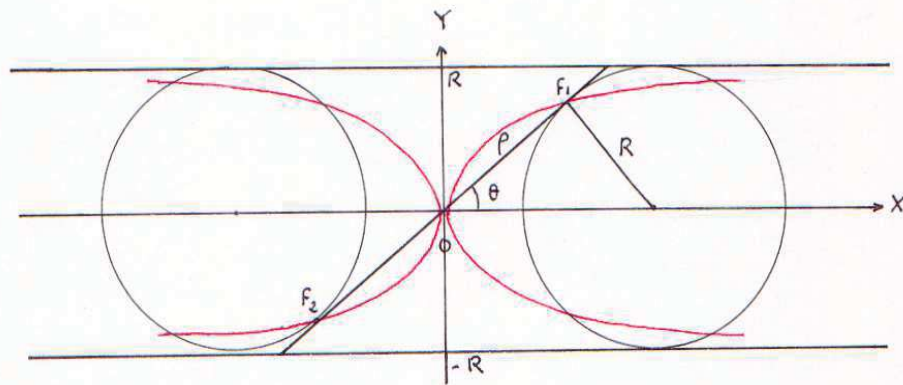


fig1

Cette courbe est connue des géomètres sous nom de Cappa ou courbe de Gutschoven, étudiée jadis par Gutschoven, Sluse et Barrow (2).

Un autre cas intéressant est obtenu pour une autre position du style polaire AB. On prend AB tangent à la partie supérieure du cylindre qui doit alors être ouvert (on peut aussi remplacer la bille par un trou).

Les lignes horaires sont encore elliptiques ayant O' (la bille ou le trou) pour sommet commun et se déformant en passant du cercle à midi, à deux génératrices confondues à 18H. La courbe F des foyers est alors une Strophoïde ou focale de Quételet qui étudia ce problème en 1819. C'est une courbe du troisième degré déjà connue de Roberval et Barrow (fig2).

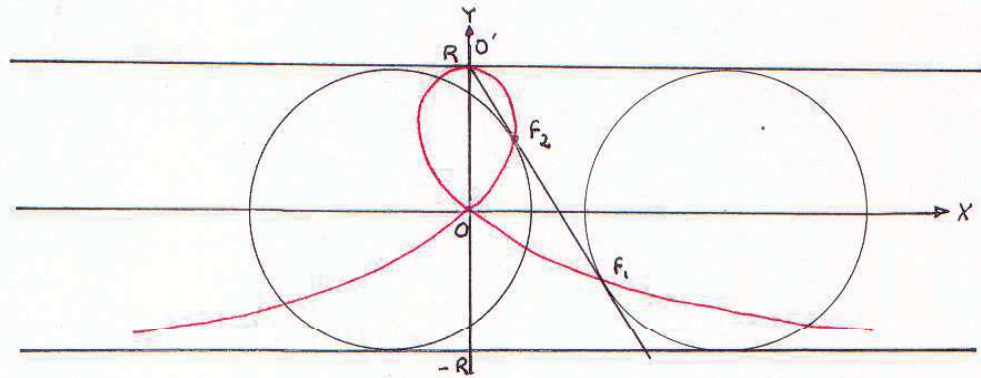


fig2

Bibliographie.

D.Savoie

Cadran cylindrique horizontal creux. Cadran-info N°9-Mai 2004.

G.Teixeira

Traité des courbes spéciales remarquables. Madrid 1905, Chelsea Publishing Company New York 1971.



Des choses de la rue qui ne s'inventent pas...
... même en Suisse (photo J. Theubet)

Arc diurnes (D. Savoie)

Arcs diurnes sous la forme $y = f(x)$

Dans l'ouvrage *Les cadrans solaires*¹, j'ai donné – sans la démontrer – une formule qui permet de tracer les arcs diurnes sur un cadran solaire plan sous la forme $y = f(x)$. Si a est la longueur du style droit (sur un plan horizontal) par lequel on fait passer un système d'axes, les y étant dirigés vers le Nord et les x vers l'Est, ϕ la latitude du lieu, δ la déclinaison du Soleil, on a :

$$y = \frac{-a \sin \phi \cos \phi + \sin \delta \sqrt{x^2 (\cos^2 \phi - \sin^2 \delta) + a^2 \cos^2 \delta}}{\sin^2 \delta - \cos^2 \phi} \quad (1)$$

Cette formule ne contient pas l'angle horaire H du Soleil; ce qui veut dire que a , ϕ et δ étant fixés, on obtient y en faisant varier x : on trace la courbe point par point en fonction de x . Voyons d'abord comment on obtient cette formule. On part des coordonnées rectangulaires "classiques" d'un cadran solaire horizontal :

$$x = a \frac{\sin H}{\cos \phi \cos H + \sin \phi \tan \delta} \quad (2)$$

$$y = a \frac{\sin \phi \cos H - \cos \phi \tan \delta}{\cos \phi \cos H + \sin \phi \tan \delta} \quad (3)$$

En éliminant H des deux équations et après développement et simplification, on obtient :

$$y^2(\sin^2 \delta - \cos^2 \phi) + y(2a \sin \phi \cos \phi) + (x^2 \sin^2 \delta + a^2 \sin^2 \delta - a^2 \sin^2 \phi) = 0$$

C'est une équation du second degré, du type $Ay^2 + By + C = 0$ que l'on résout en utilisant le discriminant $\Delta = B^2 - 4AC$. La racine qui nous intéresse est celle donnée en (1).

Cette formule (1) se simplifie selon la valeur donnée à la latitude :

– si $\phi = 0^\circ$, $y = -\tan \delta \sqrt{x^2 + a^2}$: sachant qu'un cadran solaire horizontal à l'équateur devient un cadran "polaire" sous nos latitudes, cela signifie que l'on peut utiliser cette formule pour tracer les arcs diurnes d'un tel cadran (qui sont des hyperboles sauf aux équinoxes).

– si $\phi = \pm 90^\circ$, $y = \sqrt{\frac{a^2}{\tan^2 \delta} - x^2}$: sachant qu'un cadran solaire horizontal aux pôles devient un cadran "équatorial" sous nos latitudes, la formule (1) permet aussi de tracer les arcs d'un tel cadran, qui sont d'ailleurs des portions de cercles (sauf aux équinoxes).

¹*Les cadrans solaires*, Belin-Pour la Science, Paris, 2003, p. 43.

La formule (1) est encore utilisable pour tracer les arcs hyperboliques sur un cadran vertical méridional, puisque tracer un tel cadran revient à calculer un cadran horizontal pour une latitude $f = \phi - 90^\circ$. Il suffit donc de remplacer ϕ par f dans la formule (1).

On pourrait bien entendu utiliser la formule (1) pour des cadrans verticaux déclinants ou des cadrans inclinés-déclinants : il suffit de remplacer la latitude ϕ par la latitude équivalente (calculée en fonction de l'orientation et de l'inclinaison du plan). Malheureusement, les axes du système ne sont plus aussi simples que pour les cadrans "classiques" puisque l'axe des y devient la sous-stylaire du cadran, laquelle ne coïncide plus alors avec la ligne de midi ou celle de plus grande pente comme cela était alors le cas. Cela oblige donc à utiliser des formules plus complexes, ce qui n'était pas le but recherché. Notons également que la formule (1) présente un inconvénient : comme elle ne contient pas l'angle horaire du Soleil, elle ne permet pas de limiter le tracé des arcs aux heures qui existent réellement.

Remarquons pour finir qu'en éliminant des formules (2) et (3) non plus l'angle horaire mais la déclinaison du Soleil, on obtient :

$$y = \frac{x}{\sin \varphi \tan H} - \frac{1}{\tan \varphi}$$

C'est l'équation des lignes horaires, qui sont du type $y = ax + b$: ce sont des droites.



19 th CENTURY PAINTINGS AND SCOTTISH PICTURES

Les cadrans canoniaux, témoins de l'Histoire (D. Scheiner)

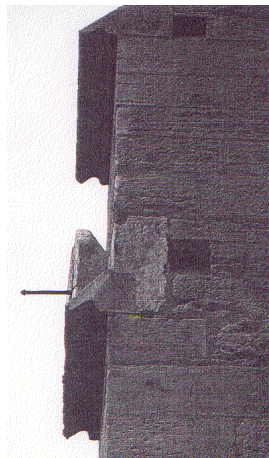
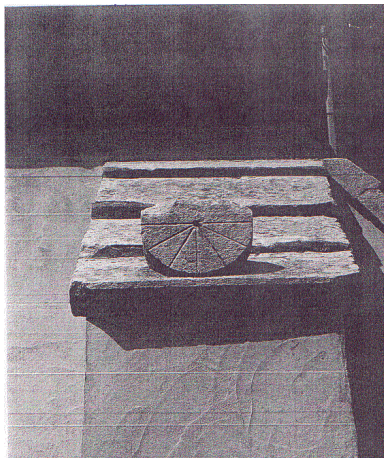
Abbaye de Mègemont (Puy-de-Dôme).

Dans le n° 234 des « Dossiers de l'Archéologie », parmi les 64 sites cisterciens décrits, figure l'abbaye de Mègemont en Auvergne à 15 km à l'Ouest d'Issoire, commune de Chassagne. L'auteur y parle d'un cadran solaire placé au Nord avec les divisions tournées vers le haut. Il voyait là un réemploi provenant du premier édifice fondé en 1206 par Dauphin, comte d'Auvergne, pour des moniales; créé initialement en aval d'un étang, sa rupture aurait entraîné la ruine des bâtiments reconstruits plus loin, selon la tradition orale exprimée clairement seulement au début du XX siècle. Pensant à un cadran canonial, je vérifiais effectivement sur place mon espoir. Le cadran canonial était bien retourné de 180° et placé sur la face nord du contrefort sud-est du chevet (8 secteurs égaux avec ligne de Sixte prolongée vers le haut en position correcte).

Je pris contact avec l'auteur, d'autant plus heureuse de m'entendre que les archéologues n'identifiaient aucun cadran. Elle m'apprit aussi que c'est un écrit, fait par un prieur du XVIII siècle, qui mentionne une chapelle abattue à l'emplacement de l'ancien monastère. Des restaurations furent faites aussi suite aux dégâts occasionnés par les huguenots en 1575 mais pas au point de faire déplacer les contreforts. La présence de ce cadran canonial redonne crédit à la tradition orale et des contacts seront pris avec les archéologues.

Arceau (Côte d'Or).

Le cadran canonial de la cathédrale St Bénigne (ancienne abbatiale de Guillaume de Volpiano) est bien connu : disque de pierre saillant du larmier d'un des contreforts de la tour sud ; 10 km à l'Est, celui de l'église d'Arceau (fin XII siècle) présente des analogies suffisamment exceptionnelles avec le précédent pour ne pas être mises sur le compte du hasard. Il s'agit là aussi d'une sculpture qui coiffe un contrefort en tant que chaperon. Beaucoup de matière calcaire a dû être dégagée pour faire ressortir le cadran qui néanmoins ne se présente pas sous la forme d'un disque complet. 6 secteurs sont à relever comme à St Bénigne et il serait intéressant d'étudier les liens de dépendance entre l'abbatiale et cette église paroissiale.



Si le service régional de l'Inventaire général de la Bourgogne ne put rien en dire, il me fit découvrir, par des photos, l'existence du cadran de l'église St Georges à Montceau-le-Comte.

Montceau-le-Comte (Nièvre).

Le cadran est gravé sur le tympan du XIII siècle provenant du portail refait au XIX siècle. L'ensemble est actuellement déposé et scellé dans le mur gauche de la chapelle des



fonts baptismaux. Sous la tête du cheval que chevauche St Georges, est gravé, au compas, un bandeau circulaire dont on voit le centre. Nettement au-dessus de celui-ci, d'un trou plus gros, rayonnent des lignes limitant 6 secteurs égaux de 30° chacun, l'horizontale étant doublée. On peut raisonnablement penser que le cadran est une forme tardive de canonial (le centre d'un cadran canonial se confond habituellement avec le centre du cercle qui le circonscrit). Il conviendrait de l'examiner sur place pour voir en particulier l'orientation du trou.

Belvès (Dordogne).

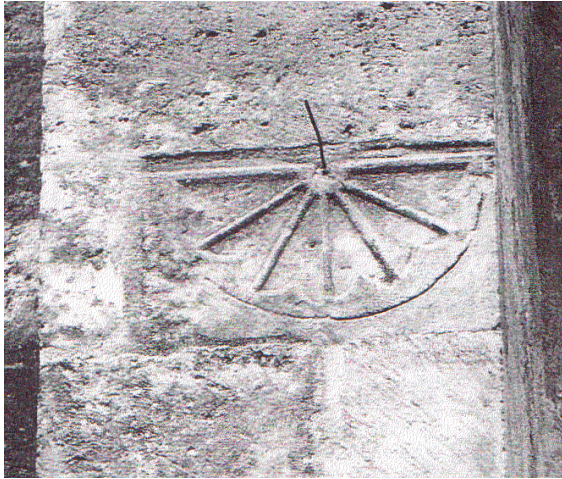
La seigneurie de ce très joli bourg du Périgord noir fut acquise en totalité par l'archevêque de Bordeaux avant qu'il ne devienne pape en 1305 sous le nom de Clément V.

Aujourd'hui Office de Tourisme, le 1^{er} étage de ce bâtiment de la fin du XI-début XIIème siècle servit au moins à partir du début du XIVème de salle de réunion aux consuls. Sur le linteau de la porte d'entrée figure un écusson en saillie ; sur ce dernier, d'un trou, rayonnent des lignes terminées chacune par un petit trou ; cela fait penser naturellement à un canonial à 8 secteurs égaux mais on peut être surpris par sa présence sur un écusson et, qui plus est, sur un bâtiment qui ne paraît pas être d'origine religieuse. Le cadran solaire ne fait pas de doute et une tige de métal, aujourd'hui tordue, a été placée plus tard au-dessus de l'écusson, selon des normes qu'on voulait plus classiques...

A cette maison des consuls est accolée la tour des Fillols (fin XIème) sur laquelle fut construit au XVème le beffroi. La proximité de la cloche du beffroi et du cadran d'aspect canonial autorise-t-elle à penser que l'un et l'autre sont liés ? Pendant cinq siècles, consuls et archevêques s'entendirent sur le gouvernement de Belvès. Les consuls auraient-ils pu graver au XVème sur leur écusson un cadran canonial à des fins civiles pour gouverner la ville au rythme de la cloche du beffroi, à moins que les heures canoniales n'imposèrent leur rythme à cette cité très marquée par les autorités religieuses ?...

Uzeste (Gironde).

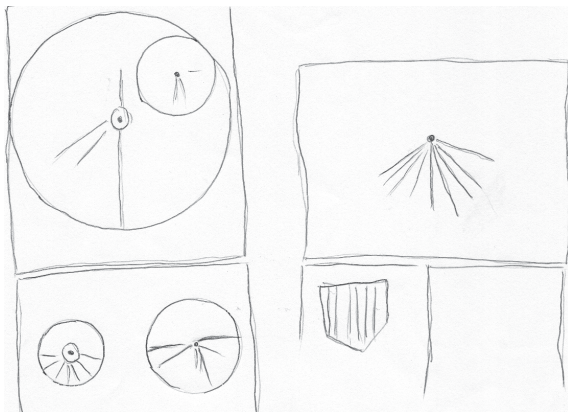
Le cadran canonial d'Uzeste fait partie des plus beaux canoniaux français. Les lignes horaires, au lieu d'être gravées, se détachent du fond en creux.



Cette élégante particularité est une des marques dûes au souverain pontife, fondateur de la collégiale en 1312, le pape Clément V ; né dans le village voisin de Villandrault, Bertrand de Got, archevêque de bordeaux, devint en 1305 le premier pape avignonnais. Auteur des « Clémentines », juridictions canoniques complémentaires, il n'eut pas le courage de tenir tête à Philippe le Bel et « lâcha » les Templiers. Est-ce pour cette raison qu'il pourvut la collégiale d'une donation capable d'entretenir 12 chanoines afin qu'ils prient pour le salut de son âme ?...

Cadouin (Dordogne).

On connaissait le cadran canonial haut placé avec son style horizontal sur la nef de l'abbaye cistercienne (XIIème) qui pensait abriter l'authentique Saint-Suaire. Quelle ne fut pas ma surprise de découvrir sur deux piliers du cloître (fin XVème), cinq autres cadrans canoniaux beaucoup moins visibles mais placés à hauteur des yeux ; leurs lignes sont maladroitement gravées à main levée.



Le nombre de cadrans pose à nouveau problème ; en fallait-il plusieurs selon l'époque de l'année ou, au gré des coutûmes, pour les besoins différents du service liturgique, placés bas pour inscrire à la craie des marques temporelles ?... Que penser du petit canonial qui est inscrit dans la moitié supérieure d'un autre canonial qu'il tangente ?! Nous sommes à la fin du XVème et rien encore n'annonce ici les essais qui se dessinent ailleurs.

St Jean Pied de Port (Pyrénées atlantiques).

Le Pays Basque français ne comptait jusqu'ici aucun cadran canonial connu alors que plusieurs chemins de St Jacques le traversent en convergeant.



Monsieur Valdès n'en a recensé aucun non plus au nord de Pampelune. Je fus particulièrement satisfait d'en découvrir un sur le 2^{ème} contrefort sud à partir du passage voûté de l'église Notre-Dame, à 2m de haut (4 secteurs).

Lieu de pèlerinage, de passage vers Roncevaux, vers St Jacques de Compostelle, St Jean Pied de Port fut aussi cité épiscopale. D'autres églises à galeries en révéleront-elles ?

Restauration du Cadran de Saint-Parres-aux-Tertres (Sauvegarde et promotion de St Parres)



De son ancien nom « Sanctus Patroclus in colle » est situé sur une colline appelée avant l'arrivée du christianisme le « mont des idoles ». Monticule, à 1 lieue (4Km) à l'Est de Troyes en Champagne. C'est là où l'on venait adorer, entre autre, le soleil dont on voyait les premiers rayons tôt le matin. Parallèlement, le « mont des idoles » est devenu lieu de sépulture. L'église a été construite entre 1552 et le 9 du mois de mai 1557 à la place d'un ancien oratoire édifié sur la tombe de Patroclus. Patroclus, noble citoyen, qui n'ayant pas voulu abjurer, fut décapité sur les ordres de l'Empereur Romain Aurélien. Il fut canonisé, et donna Saint Parre de nos jours.

Si l'église, classée monument historique en 1942, a été restaurée entre 1954 et 1960 car endommagée pendant la guerre, il n'en fut pas de même pour le cadran solaire. Celui-ci est situé côté Sud de la nef de l'église, entre la porte latérale et une ogive. Il s'agit d'un vestige difficile à voir, de grandes dimensions (2,80mx4m) dépourvu de style.

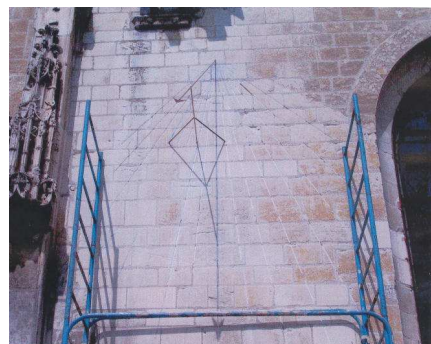
Soucieux de la protection du patrimoine amis sans connaissance en gnomonique, les premières interrogations portèrent sur l'utilité et la possibilité de faire restaurer ce cadran. Comment l'initiative sera perçue? Qui peut aider? Soutien et technique? si oui comment? Quelles démarches à mener alors ? Qui peut réaliser les travaux et à quel prix? Où trouver le financement?

Les démarches entreprises

PROJET très bien perçu par les Membres de l'association du patrimoine, Mme le Maire de la commune, l'Architecte des bâtiments de France, les spécialistes en la matière, la population...qui, en plus ont témoigné, de leur soutien. AIDES techniques apportées par un cadranier local, la SAF et surtout le Président Denis SAVOIE à notre écoute. DEVIS des travaux: 2 devis reçus. FINANCEMENT assuré par Mme le Maire de la commune et son Conseil municipal auquel le projet avait été présenté en séance privée. Puis voté le 20 janvier 2004 en séance publique et à l'unanimité.

La réalisation technique

Elle fut menée par Philippe LANGLET, Meilleur Ouvrier de France, cadranier, membre de la SAF, entre le 18 mars et le 10 avril 2004.





Après la mesure de la déclinaison du mur le 18 mars et la vérification de l'ancien tracé des lignes horaires (heureusement juste), le style en bronze a été posé afin de mieux vérifier l'exactitude du tracé. Les travaux ont été terminés le 10 avril 2004 et réceptionnés le 20 avril 2004

← Gravure en creux faite à la main. Peinture des lignes: noir de fumée +huile de lin + siccatif

Caractéristiques

Dimensions 2,80 m x 4 m ;
 Déclinaison du mur 12° 1^{mn} 26' Sud-Est;
 Longitude du lieu 4 ° 7^{mn} 9' Est;
 Latitude du lieu 48° 18^{mn} Nord

Financement:

COUT TOTAL DE L'OPERATION 5690,23 € TTC soit 37325,46 Frs (La Mairie ayant fourni échafaudage et nacelle) Récupération TVA 15,6% = 887,70 €
 Abandon subvention Association Patrimoine 510,00 € soit 1397,00 €
 Reste charge Mairie au 1/10/04: 4293,23 €. En attente: Subvention Etat au titre DGE = ?; subvention DRAC = ? subvention Conseil Général = ?

Inauguration:

Le samedi 12 juin à 11 heures en présence du Président Denis SAVOIE que nous remercions de son soutien et de son aide technique.



Un panneau va être mis en place expliquant le passage de l'heure légale à partir de l'heure solaire.

Ainsi notre cadran solaire ne sera pas vu uniquement que comme un objet décoratif mais aussi comme un outil scientifique.

De l'heure solaire du cadran de l'église de Saint Parres aux Terres à l'heure légale de la montre

L'heure indiquée par l'ombre du style sur le cadran solaire est l'heure solaire vraie du lieu où nous sommes c'est-à-dire à Saint Parres aux Terres

Pour obtenir l'heure légale
 = l'heure du cadran solaire + correction du tableau (de la montre)
 + 1 heure en été (si celle-ci est maintenue)

Le tableau ci-dessous, permet d'effectuer ce calcul rapidement (ce tableau tient déjà compte de l'heure d'hiver (+ 1 heure))

Date/mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
1.....	+ 47 mn	+ 57 mn	+ 56 mn	+ 48 mn	+ 41 mn	+ 41 mn
6.....	+ 49 mn	+ 58 mn	+ 55 mn	+ 46 mn	+ 40 mn	+ 42 mn
11.....	+ 51 mn	+ 58 mn	+ 54 mn	+ 45 mn	+ 40 mn	+ 43 mn
16.....	+ 53 mn	+ 58 mn	+ 52 mn	+ 43 mn	+ 40 mn	+ 44 mn
21.....	+ 55 mn	+ 57 mn	+ 51 mn	+ 42 mn	+ 40 mn	+ 45 mn
27.....	+ 56 mn	+ 57 mn	+ 49 mn	+ 41 mn	+ 40 mn	+ 46 mn

Date/mois	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1.....	+ 47 mn	+ 50 mn	+ 44 mn	+ 35 mn	+ 27 mn	+ 32 mn
6.....	+ 48 mn	+ 49 mn	+ 42 mn	+ 32 mn	+ 27 mn	+ 34 mn
11.....	+ 49 mn	+ 49 mn	+ 40 mn	+ 30 mn	+ 26 mn	+ 37 mn
16.....	+ 49 mn	+ 48 mn	+ 39 mn	+ 29 mn	+ 26 mn	+ 39 mn
21.....	+ 50 mn	+ 47 mn	+ 37 mn	+ 28 mn	+ 26 mn	+ 41 mn
26.....	+ 50 mn	+ 45 mn	+ 35 mn	+ 28 mn	+ 31 mn	+ 44 mn

Exemples

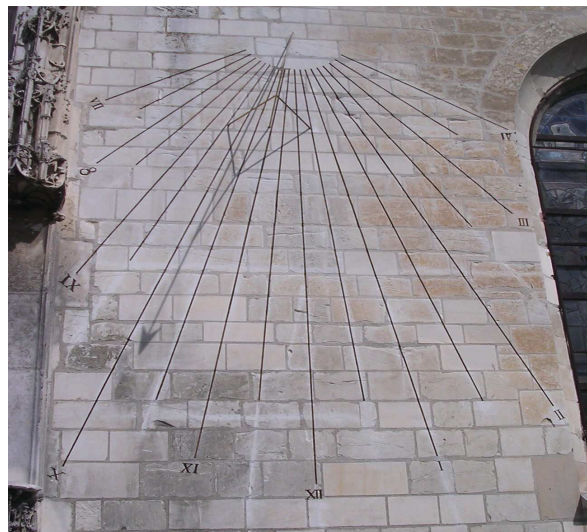
*Le 12 juin s'il est 10 heures au cadran
 il est 10 h + 1 h (été) + 43 mn = 11 h 43 à la montre*

*Le 1^{er} novembre s'il est 9 h au cadran
 il est 9 h + 27 mn = 9 h 27 soit 10 h 27 à la montre*

Inversement pour vérifier l'exactitude du cadran

*Le 12 juin s'il est 10 h 43 à la montre
 il doit être 10 h 43 - 1 h (= été) - 43 mn = 9 heures soit 1 heure au cadran*

*Le 28 février s'il est 12 h 57 à la montre
 il doit être 12 h 57 - 57mn = midi au cadran*



Infos-échanges-bric à brac-gnomonique



Informations

° ASSOCIATION DROMOISE D'ASTRONOMIE "LES PLEIADES"

quartier des Perrots 26760 Beaumont Les Valence; Tél 04 75 59 55 25,
<http://www.astrosurf.com/pleiades26>

Bourg les Valence le
08/10/04

Madame /Monsieur

L'Association Drômoise d'astronomie les « PLEIADES » possède désormais son cadran solaire.



Inauguré lors de la soirée familiale du club, ce cadran solaire est l'aboutissement d'un projet longuement étudié. C'est en effet après de longues réflexions que ce cadran « vertical-déclinant » a pu voir le jour. Après en avoir défini le type et les signes distinctifs, tracé la méridienne du site, il a fallu se livrer à de savants calculs et trouver l'orientation à donner au « style »

Si ce cadran est le résultat du travail de toute une équipe, c'est sous la houlette de notre ami Bernard Chevalier Seyvet qui a dirigé la conception, et de Pascal Suchier marbrier et graveur qui a donné le jour à ce qui a été longtemps un projet. Cette inauguration est un moment fort pour la vie de notre association disait le Président JF Léoni au cours de son allocution.

CHERCHE ET PARTAGE, c'est la devise gravée sur ce cadran solaire et c'est aussi bien sur la philosophie de chacun des membres et animateurs de l'association.

Michel NAUDIN
LEYBOLD VACUUM 640, Rue A. Berges
BP 107
26501- BOURG LES VALENCE



° UN CARAN SOLAIRE DANS LE METRO PARISIEN Olivier Escuder

Quelle ne fut pas ma surprise de découvrir, au détour d'un couloir, à la station RER B Saint-Michel, une affiche de fort belle dimension représentant le cadran scaphé de Carthage que Denis Savoie avait expertisé il y a quelques années.

Dans le cadre de l'opération "Un ticket pour le Louvre", avec le concours du Musée du Louvre, la Régie Autonome des Transports Parisiens (R.A.T.P.), exploitante du métro de Paris et d'une partie du Réseau Express Régional (RER), présente depuis trois ans environ, des oeuvres visibles au Louvre et les accompagne d'un petit texte écrit par un artiste ou un

journaliste de renom. Ces oeuvres sont généralement des peintures ou des sculptures de toutes origines et époques, mais cette fois-ci, c'est le Département des Antiquités grecques, étrusques et romaines qui se trouve à l'honneur avec un cadran solaire qui nous est cher.

La photographie du scaphé est surmontée du titre "Cadran solaire du type scaphé à oeilleton, Carthage, Ier-IIe siècle après J.-C." De bonne qualité, la reproduction photographique permet d'apercevoir les graduations gravées à l'intérieur et une tache de lumière solaire a été volontairement produite pour inviter le spectateur à comprendre le fonctionnement de ce cadran.



Sous la photographie est indiqué l'emplacement du scaphé dans les salles d'exposition du Musée du Louvre par cette phrase : "Retrouvez cette œuvre au musée du Louvre - Département des Antiquités grecques, étrusques et romaines - Aile Denon - rez-de-chaussée - salle 23".

Sur l'affiche située à gauche de celle supportant la photographie du scaphé, la parole est donnée à Nicolas de Crécy par : "Le Regard de Nicolas de Crécy - Auteur de bandes dessinées". Il expose alors le petit texte suivant que lui a inspiré le scaphé de Carthage :

"Un globe oculaire pour mesurer le temps, voilà une belle invention. Ce n'est plus l'ombre du stylet ou de l'aiguille, mais la lumière du soleil qui évolue pour marquer les heures et les saisons à travers sa pupille creusée dans le marbre. La courbure de la terre en miroir inversé invite le soleil à recréer son mouvement à l'échelle humaine, à l'échelle d'un oeil. Les minutes Romaines sont révolues. J'imagine une mouche en vadrouille dans ce vase-horloge. Elle pourrait suivre l'itinéraire de son microclimat, bronzer à l'occasion, en tout cas mieux connaître la forme de la terre et l'heure précise du dîner".

Cette présentation du scaphé de Carthage se situe dans une nouvelle série de présentation d'oeuvres traitant des "Astres et planètes".

Gageons que l'Astronomie et la Gnomonique continuent leur descente dans les entrailles de Paris pour le plus grand bonheur des petits et des grands et aiguïser la curiosité des voyageurs.

° ARTICLES RECHERCHENT AUTEURS Philippe Sauvageot

Lors de notre réunion d'octobre 2004, des sujets spécifiques ou généraux ont fait l'objet d'une demande d'article dans Cadran Info.

A ce jour, les sujets en recherche d'auteurs sont:

° Encore et toujours "**Les techniques de fabrications des cadrans**": astuces, conseils...

° La **protection physique des cadrans anciens**,

° La **conservation du temps, le temps et sa mesure par les cadrans solaires dans d'autres cultures** (juive, précolombienne, extrême orient..),

° Les **cadraniers anciens**,

- Les **horloges astronomiques liées aux cadrans solaires**,
- La **détermination des marées par les cadrans solaires**,
- Guide pour le tracé d'un **cadran bifilaire** (ex: équiangulaire horizontal),
- Les cadrans sphériques

Si vous êtes prêts à traiter ces sujets, merci de contacter Ph. Sauvageot.

Il est a signalé que, outre les articles déjà parus dans Cadran Info concernant principalement la fabrication des cadrans et les cadrans bifillaires, certains sujets ont déjà fait l'objet de feuillets: "Outils et cadraniers" (Mme A. Gotteland), "Cadrans à marées" (D. Schneider- jeune marine- 1994)

◦ Auteur recherche article

M. Joseph Theubet s'était proposé de réaliser une compilation sur "**Les recettes pour fabriquer un cadran solaire**". Il a déjà reçu quelques documents qui l'encouragent dans cette voie, mais ce n'est pas suffisant pour aborder un large éventail de techniques.

Il renouvelle donc son appel, adressez-lui vos conseils, vos expériences, vos "savoir-faire" afin qu'ils puissent réaliser un guide destiné aux cadraniers néophytes et... aux autres. <<J'ai le sentiment que si nous arrivons à recueillir un dossier conséquent, cela pourra servir à beaucoup de passionnés de CS, donc à la diffusion plus nette de cadrans solaires dans nos régions.>> J. Theubet le 19/02/05.

◦ Inventaire des CADRANS SOLAIRES DE BELGIQUE O Lisein. Bruxelles février 2005 o.lisein@skynet.be

Il y a quelques années, j'avais participé à une journée de rencontre de la commission des cadrans solaires de la SAF. A cette occasion, j'avais fait une petite communication sur l'état d'avancement d'un inventaire des cadrans solaires de Belgique.



Aujourd'hui, notre petit groupe de travail a le plaisir de vous présenter le fruit de nos efforts via un site internet. Ce site est loin d'être parfait, il est toujours en construction et tous les cadrans inventoriés dans nos régions n'y figurent pas encore.

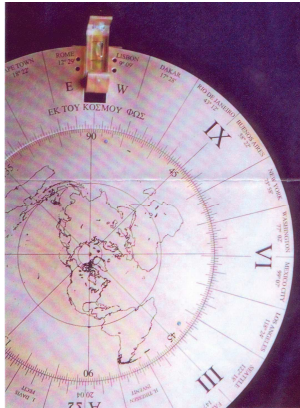
Les cadrans solaires y sont classés par provinces, par codes postaux et par types. Il manque aussi les cadrans de la partie flamande de notre pays, mais nous sommes en négociation avec le "Zonnewijzerkring vlaanderen", pour essayer d'unifier nos données dans un site qui couvrirait les cadrans de toute la Belgique.

En attendant ce jour, je vous demanderais de bien vouloir visiter notre site et d'émettre vos critiques afin que nous puissions l'améliorer. Le site des cadrans solaires belges est consultable à l'adresse: <http://www.gnomonica.be/>

Le cadran présenté ci-dessus (*Société Astronomique de Liège, Photo Roger Ringlet*) se trouve dans les jardins du château de Warfusée. Il est posé sur une colonne en pierre d'une hauteur de 1,25 m. Il est en schiste rouge et a la forme d'un octogone légèrement irrégulier (38 cm sur 33 cm). Il indique les heures solaires de 4 h à 20 h, et en plus les demi-heures de 9 h à 15 h.

Une phrase latine, tirée de l'évangile de saint Luc, est gravée sur son pourtour. Elle est en partie illisible. Un signe religieux figure également sur la table du cadran, indiquant peut-être qu'un prince évêque de Liège l'aurait fait construire.

° Cadran solaire pour TOUTES LES LONGITUDES aussi bien que LES HEURES DE LEVER ET DE COUCHER DU SOLEIL. Heiner Thiessen 69 Woodbury Avenue, Petersfiezld/Hants/UK GU32 2EB heinerthiessen@onetel.net.uk



Après la réalisation d'un "cadran planétaire", décrit dans Cadran Info N° 8, Heiner Thiessen nous informe d'une nouvelle création pouvant intéresser le monde éducatif par son côté pédagogique.

Sur la base d'un équatorial, ce cadran est constitué d'une partie fixe au centre et d'une couronne mobile comportant une alidade.

Le cadran permet "d'expliquer l'heure" au point d'observation (TV, lever et coucher du soleil...) et pour les différents pays du monde.

NB: Ce nouveau cadran est décrit dans le bulletin n° 16 de la BSS.

° Les Cadrans français sont à l'honneur

En feuilletant la revue N° 29 de "Zonnetijdingen" adressée par notre collègue Julien Lyssens de la Zonnewijzerkring Vlaanderen (secrétariat: Oeverstraat 12, B-9150 Rupelmonde Belgique), nous découvrons un reportage de W. Leenders, sur les cadrans parisiens avec photos des spécimens de la Sorbonne, de Salvador Dali rue Saint Jacques, du jardin des Halles et de l'équatorial du parc de la Vilette. A noter que la plaque circulaire mentionnant "Au levant de THEBES surgit a PARIS le nord" sise place de la Concorde a particulièrement intrigué nos amis.

Ce sont les 2 cadrans encadrant une fenêtre du musée de Vendôme dans le Loir et Cher, qui a fait l'objet d'un article signé KH Head dans le bulletin de la British Sundial Society de juin 2004. L'auteur souhaite approfondir ces recherches, n'hésitez donc pas à lui adresser directement pour par l'intermédiaire de Ph. Sauvageot les informations que vous posséderiez.

° "L'Astronomie" et les cadrans solaires.

Dans la revue "L'Astronomie" de mars/avril, Alain Ferreira publie son 26^{ème} article consacré aux cadrans solaires. Ne ratez pas ce "tour d'horizon gnomonique" à découvrir en dernière page, avec explication, description et photos en couleurs.

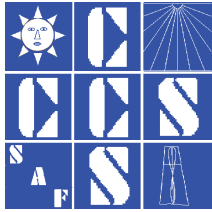
° Logo pour Cadran-Info



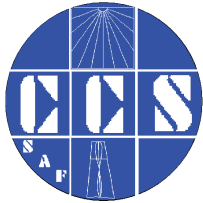
Idée de base

Lors de notre commission d'octobre 2004, il a été proposé de modifier la présentation de notre bulletin Cadran-Info. Il s'agissait de reporter en dernière page le sommaire présenté actuellement en couverture et d'orner la couverture d'un "logo". L'idée retenue, nous demandions des propositions concrètes de "logo", voici l'avancement du projet.

- M. Joel Robic: un logo qui garderait le visuel de celui de la SAF.
- M. F. Blateyron: faire un modèle avec les cadrans (simples) tracés dans les coins. Il pourrait y avoir dans le coin supérieur gauche le rappel du sigle SAF croisé en petit.



Concrétisation



Une autre version

- M. M. Ansel: le logo peut constituer un catalogue de cadrans...
- M. JP. Cornec: disposer le logo de la SAF dans le coin inférieur gauche, un cadran méridional classique dans le coin supérieur droit, avec un soleil comme pendant à gauche et le 8 de l'équation du temps en bas à droite.
- M. PJ. Dallet: proposition de huit de temps moyen
- M. JP. Cornec: Voici une nouvelle mouture avec 8 tiré de "Solarium" et un cadran vertical issu de "Shadows".
- M. PJ. Dallet: proposition de huit de temps moyen
- M. JP. Cornec: Voici une nouvelle mouture avec 8 tiré de Solarium et un cadran vertical de Shadows. Une nouvelle piste:
- M. JP. Cornec: Même s'il est plus éloigné de l'idée originale je propose un autre modèle de logo plus dépouillé.

Nous en sommes là. Il nous faudra choisir et veiller à l'équilibre de l'ensemble. Merci à tous pour ce travail collégial.

° Logiciels de réalisation de cadrans:

- Shadows:

* Comment se procurer le logiciel ?

- ° Par téléchargement gratuit à partir du site: www.shadowspro.com
- ° Dans l'annexe de ce présent Cadran info N°11 en version CD, avec en outre la présentation faite lors de notre commission d'octobre pour vous guider dans l'utilisation du logiciel.

* Remarques:

- ° Pour passer au niveau Shadows Expert, il suffit de commander la licence à la page « Commander » du site Internet. La licence coute 25 € par chèque ou en liquide et 29 € par carte bleue (site sécurisé).
- ° Offre spéciale de M. F. Blateyron: Les adhérents à la Commission des Cadrans Solaires de la SAF peuvent recevoir une licence Shadows Pro pour l'achat d'une licence Shadows Expert. Les adhérents possédant déjà une licence Expert recevront gratuitement leur licence Shadows Pro.

Pour tout renseignement, contactez François Blateyron : info@cadrans-solaires.org ou info@shadowspro.com

- Solarium

* Comment se procurer le logiciel?

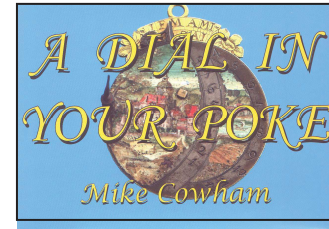
- ° Par téléchargement gratuit à partir du site:
 - Le logiciel Cielvu à l'adresse:
<http://www.ens-lyon.fr/RELIE/Cadrans/PierreDallet/Cielvu.htm>
 - Le logiciel Solarium à l'adresse
<http://www.ens-lyon.fr/RELIE/Cadrans/PierreDallet/Solarium.htm>
 - L'adresse donnant accès à l'ensemble du site est
<http://www.ens-lyon.fr/RELIE/Cadrans/>
- ° Le logiciel sera mis également à disposition dans l'annexe de Cadran Info d'octobre 2005.



Des livres et des revues

■ A DIAL IN YOUR POKE

210 pages de descriptions (en anglais) de cadrans portatifs avec photos couleurs. Un index permet de retrouver facilement auteurs, explications, cadrans Butterfield, universels, analemattiques, nocturnals,... Mike Cowham, Altone Limited, The Old Institute, High Street, Coton, Cambridge CB3 7PL

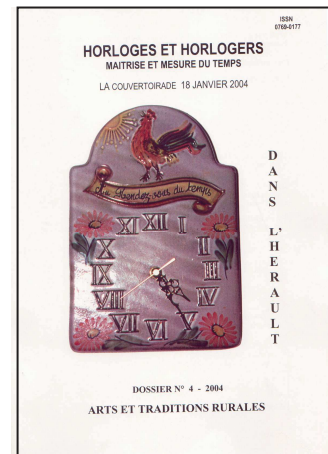
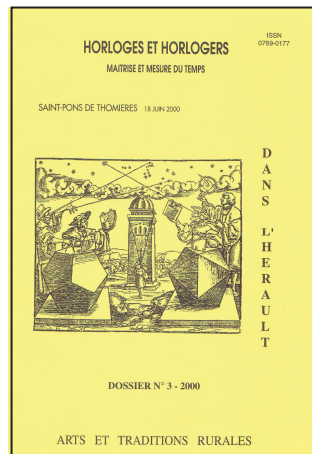


■ HORLOGES ET HORLOGERS

Dossier N° 3: 85 pages sur 170 concernant les cadrans solaires: inventaire de l'Hérault, cadrans canoniaux, cadrans romains, gallo-romains, multifaces...

Dossier N° 4: 11 pages consacrées au réglage des montres et horloges dans le passé: méthode de Bedos de Celles, par interférences et à l'aide du "Dipleiscope".

Domaine des Trois Fontaines, 34230 LE
POUGET, tél: 0467887101

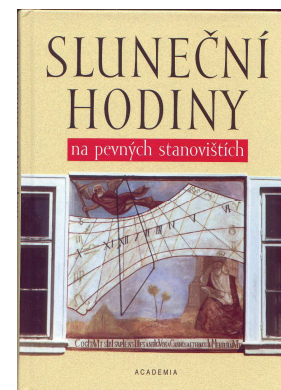


■ Sundials at fixed locations. Bohemia, Moravia, Silesia and Slovakia

(en Czeck et partie en anglais pour guider le visiteur à la découverte des anciens cadrans de Prague)

Un inventaire de 2094 cadrans accompagné de commentaires sur les principes gnomoniques, la construction des cadrans, leur restauration. Le livre allie mathématique, géométrie, astronomie, art et architecture. A noter une partie rédigée en anglais pour guider le touriste à la découverte des cadrans de Prague.

Un CD-ROM accompagne l'ouvrage, comportant 4863 images et un logiciel. Commande par courrier (16euros yc envoi):
Nakladatelstvi Academia, expedicni oddeleni Rozvojova 135 Praha 6-Lysolaje CZ-165 02 Czech Republic
phone +420 220 390 510, +420 296 780 510 fax +420 220 390 510 par mail: expedice@academia.cz

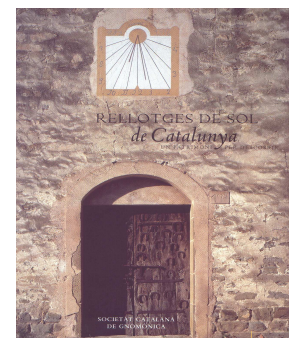


■ RELLOTGES DE SOL de Catalunya

Un très beau livre de 300 pages permettant, même si l'on ne maîtrise pas le catalan, d'admirer de nombreuses et magnifiques photos de cadrans. Ceux-ci sont classés par type: vertical (par orientation, horizontal, équatorial, analemattique, à reflexion, bi-filaire...)

Edition : Efadós.

Disponible à la Librairie catalane 7 Place J. Payra 66000 Perpignan,
expédition dès réception chèque de 71,40 euros (port compris)





QUELQUES SITES INTERNET

- **Cadrans expliqués aux jeunes, introduction à l'astronomie...** VEGA, club astro de Plaisir, secrétaire Jean Pierre Martin:
site Vega: <http://perso.wanadoo.fr/vega78astronomie>
site astro de JP Martin: <http://www.planetastronomy.com>

- **Cadrans sur la mairie de Saint-Cyr sur Loire** (description des 2 cadrans):
<http://perso.wanadoo.fr/cadrans-solaires/touraine/saint-cyr.html>

- Pour trouver les logiciels **Shadows, Solarium, Sonne and Alemma** et rebondir sur de nombreux sites de cadrans solaires dans le monde:
<http://perso.wanadoo.fr/cadrans.solaires/cadrans/livres.html>

- Rappel du site de "l'Associacion de amigos de los Relojos de sol", Isaac Peral 48 28040 Madrid, Esgane: <http://relojesdesol.org>

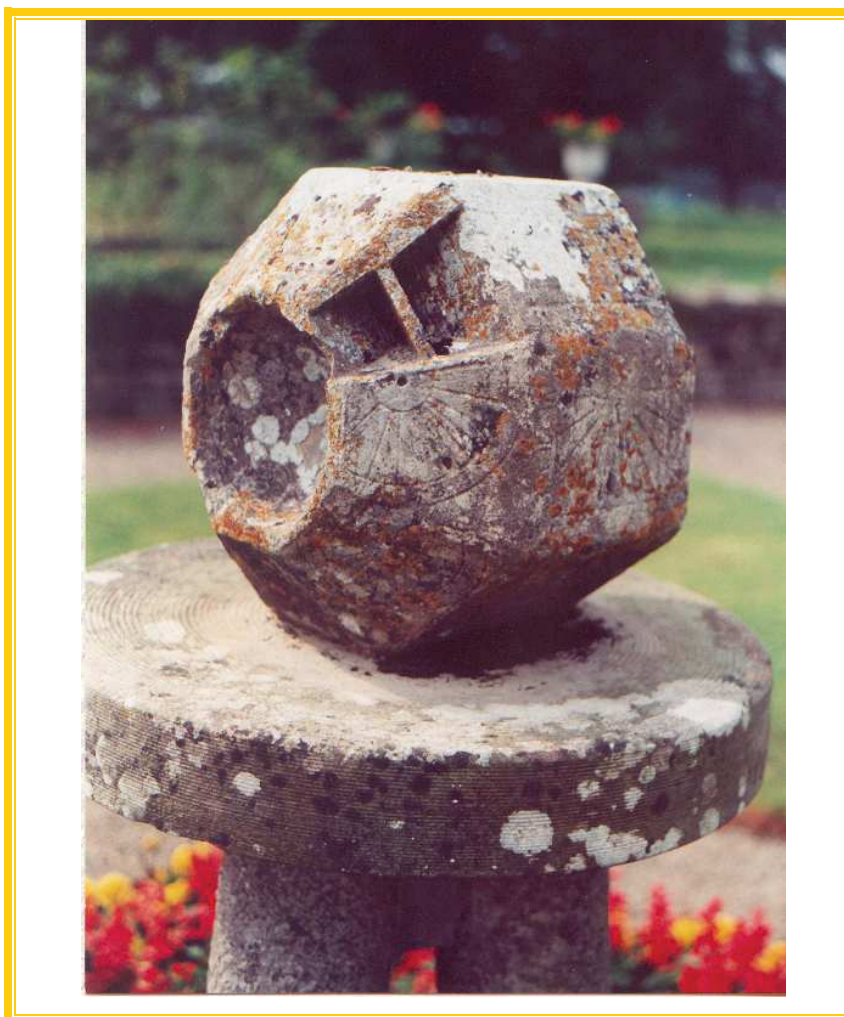
- Mise en place d'une rubrique "**la photo du jour**" en complément des articles déjà publiés, sur le site de M. Y. Guyot: <http://cadransolaire.over-blog.com>

- Le **Projet "d'Earth Dial"** : Unit Terre et Mars avec Cadrans solaires:
<http://www.planetary.org/mars/earthdial/>

- **Etude géométrique des cadrans inclinés déclinants et inclinants pyramidaux.** Cette étude de J Pakhomoff complète son article publié dans ce présent Cadran Info. Elle est disponible sur le site:
<http://www.pakhomoff.net/incltot1.html>

- **Gnomonique en Czech Republic.** Pour découvrir les informations, les inventaires, les photographies consacrés aux merveilleux cadrans de la République Tchèque, vous pouvez consulter le site de "l'Observatory and Planetarium de Prague".
<http://www.astrohk.cz>
Vous pouvez également prendre contact (en anglais) auprès de Miroslav qui se fera un plaisir de vous guider et vous renseigner: Miroslav Broz (Bro\v{z}), miroslav.broz@email.cz, +420-723-600683 address: Prazska 182, 500 04 Hradec Kralove, Czech Republic.

- **Des études de cadrans**, accompagnées de nombreuses photos, de conseils, de méthodes et de liens... sur le site de J.Robic
<http://perso.wanadoo.fr/cadrans.solaires/cadrans/cadran-mines.html>



**Dans le jardin du château d'Equilly à Equilly –Manche
(photo de M. Simonot)**