

CADRAN-INFO

Sommaire du N° 4

- | | |
|--|-------------|
| ▪ Le nocturable | Ansel J M. |
| ▪ Cadran à projection équatoriale (traduction d'un document de B. Ernst) | Collin D |
| ▪ Cadran de Corrèze (chapitres 5 et 6/13) | Dallet P |
| ▪ Cadran cruciformes | Fort J |
| ▪ Une méridienne est-elle un instrument astronomique? | Fort J |
| ▪ Tracer un cadran sur une surface quelconque | Vercasson M |
| ▪ En fouillant les archives | |
| ▪ Des questions, des énigmes | |
| ▪ Les petites annonces | |

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 "Observation & travaux" qui présentent épisodiquement des sujets concernant les cadrans solaires

CADRAN-INFO est une formule simple et flexible qui regroupe les articles reçus, sans mise en forme, sans contrainte d'impression.

Il paraît en Mai et en Octobre. Il est vendu lors des deux commissions ou adressé sur demande (participation aux frais).

Remarques:

- ◆ Les articles sont présentés par ordre alphabétique des auteurs. Le contenu est sous leur responsabilité.
- ◆ Les articles sont à envoyer à Ph. Sauvageot (si possible directement à son domicile) sous forme papier ou disquette PC (logiciel Word ou Excel). 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.

Ph. Sauvageot

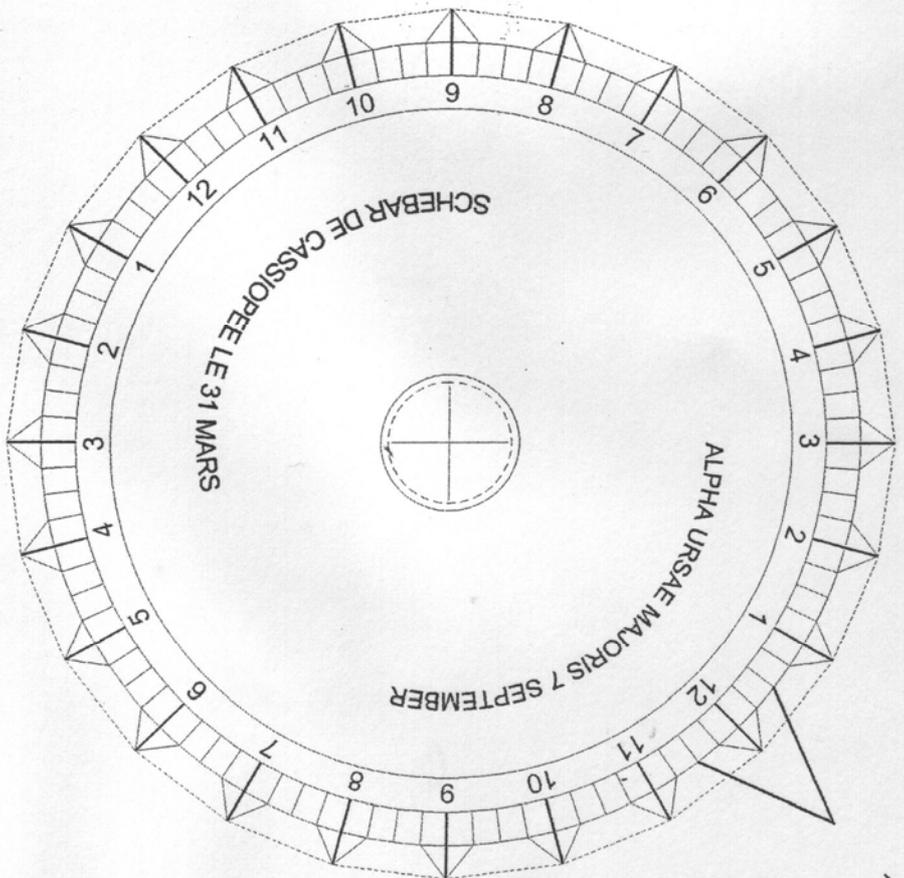
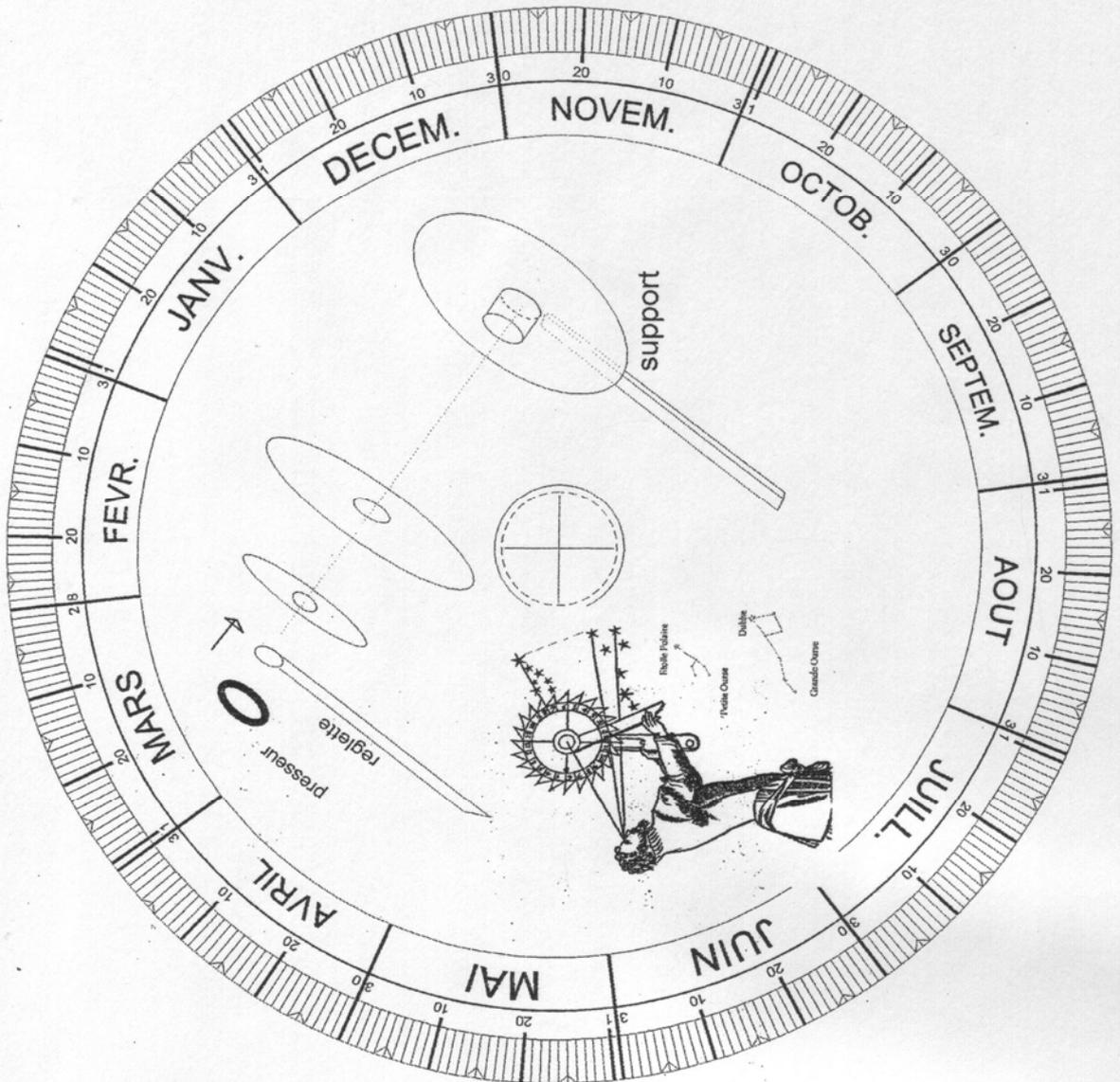
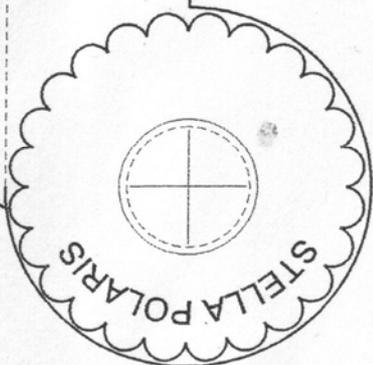
Vice-Président de la Commission des cadrans Solaires

RENFORT A PLIER ET COLLER ↗

aligner l'étoile Dubhé ou Schebar sur le bord de la règlette

ANSEL JM SAF 2001 LE NOCTURLABE

Photocopier cette planche sur un bristol blanc



Les cadrans solaires à projection équatoriale

B. ERNST

Traduction : D. COLLIN

Calais, France

dcollin@netcourrier.com

Novembre 1998

L'étude des cadrans solaires analemmatiques elliptiques montrent qu'ils sont issus d'un groupe dont la propriété est telle que le temps est indiqué par l'intersection de l'ombre d'un gnomon avec la projection du cercle de l'équateur. Un traitement géométrique systématique de ceux-ci amène à la découverte et à la présentation d'un sujet jusqu'ici inconnu désigné par "cadran à projection centrale".

1 Introduction

Plusieurs sortes de cadrans à projection équatoriale sont connus depuis le 17^e siècle. L'inventeur est inconnu, mais depuis 1640, De Vauzelard [1] a publié un livre sur la construction d'un cadran solaire horizontal dans lequel les points horaires sont situés sur la circonférence d'une ellipse et où le gnomon vertical doit être déplacé, selon la date, le long du petit axe de l'ellipse. En 1654, Samuel Foster [2] publia un livre dans lequel il traita largement du même sujet.

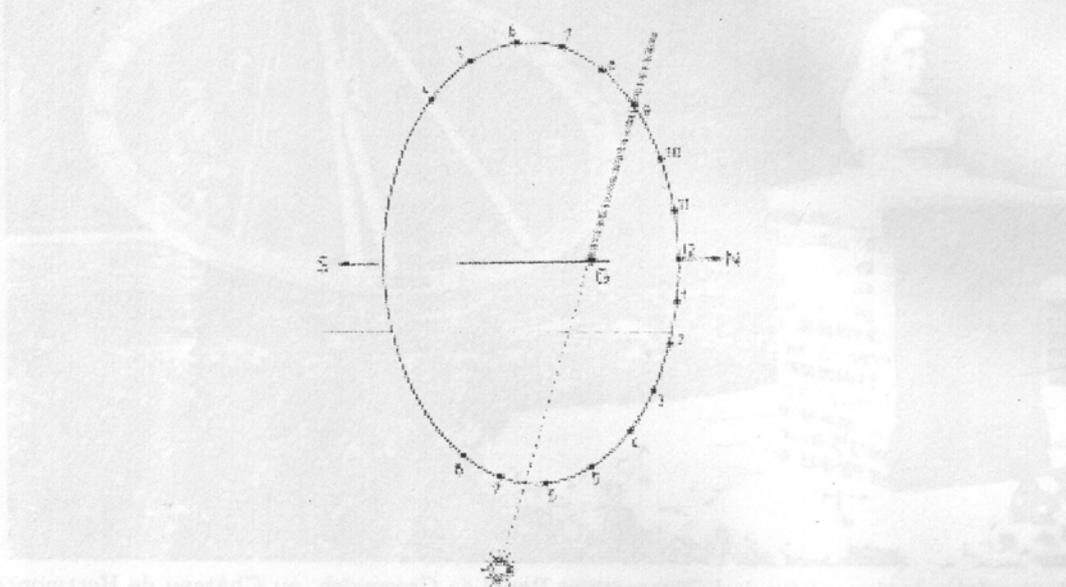


FIG. 1 - Vue de dessus d'un prototype de cadran à projection équatoriale. G est un gnomon vertical au-dessus d'un point de la ligne de dates. L'ombre du gnomon marque le temps solaire vrai sur la circonférence de l'ellipse (ici : 9 heures, le 1 mai).

Il décrit aussi les variétés de cadrans qui ont leur points horaires sur un cercle ou sur une droite, ainsi que la combinaison des deux cadrans dans lequel les points horaires sont situés sur le même cercle, mais

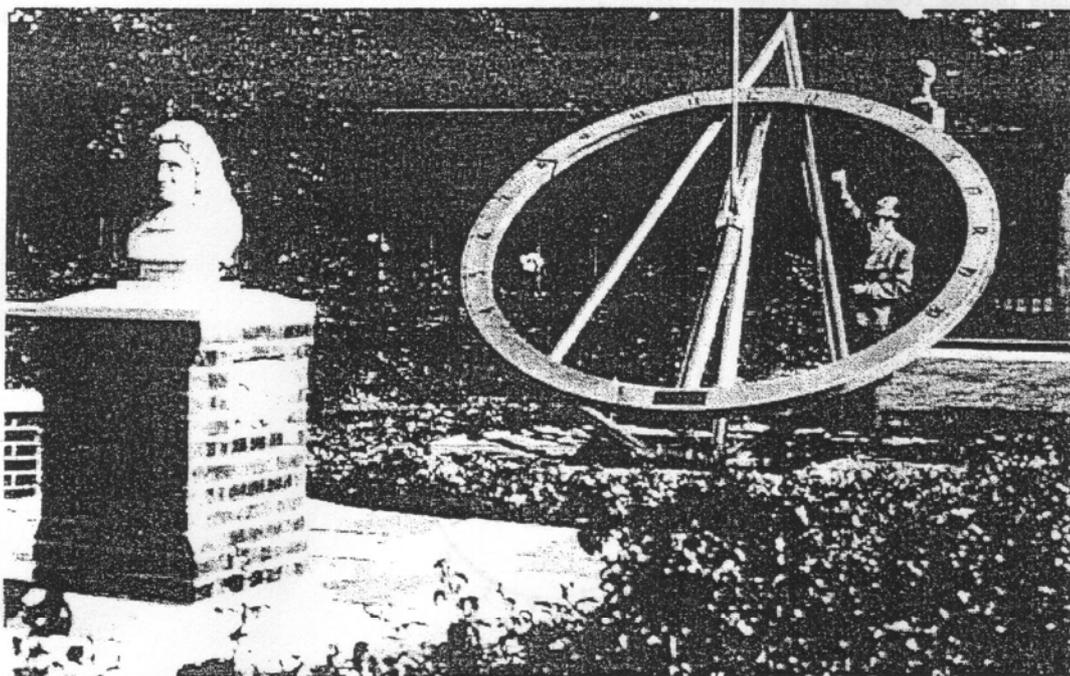
dont les deux gnomons ont des directions différentes. Cette combinaison a été redécouverte plusieurs fois les siècles suivants.

Depuis les travaux de Foster, aucune autre sorte de cadrans à projection équatoriale n'a été découverte, mais la théorie avait été faite très simplement. En 1757, Jérôme De Lalande [3] écrit: "ce problème est un des problèmes les plus difficiles de toute la gnomonique". Parmi ceux qui sont en rapport avec la théorie du cadran analemmatique, on en trouve plusieurs bien connus des astronomes et mathématiciens [4]. Le meilleur traitement a été effectué en 1951 par P. Terpstra [5]. Il traite les cadrans analemmatiques comme la projection du cercle de l'équateur, l'heure étant indiquée par l'intersection de l'ombre d'un gnomon avec cette projection.

Après plusieurs études basées sur la preuve de Terpstra, il m'est apparu que toutes les sortes de cadran à projection sur l'équateur peuvent être déduites d'un seul et même principe. Cette méthode montre une infinité de variétés. De plus, j'ai découvert qu'il y a encore des espèces de cadrans inconnus, reposant étroitement sur un seul et même principe de construction [11].

2 Deux cadrans à projection équatoriale

L'un des plus anciens et des mieux connus de ces sortes de cadrans semble être celui du parc de la cathédrale de Brou [7] (à Bourg-en-Bresse, Ain, France). Les points horaires sont taillés dans la pierre elliptique avec un grand axe de 10 m (33 ft) et un petit axe de 8 m (26 ft). Le petit axe est placé dans la direction du méridien et sur cet axe est fixé une échelle de date de 4 m de long (13 ft). Si quelqu'un place un gnomon vertical à l'endroit exact correspondant à la date sur l'échelle de date, l'ombre du gnomon coupe l'ellipse au point correspondant au temps local apparent (figure 1).



Le cadran solaire équiangulaire de l'Observatoire Royal de Greenwich, au Château de Hertmonceux, avec son constructeur, Gordon Taylor, et le buste du premier Astronome Royal, John Flamsteed.

Un exemple moderne de cette première sorte de cadran décrit par Foster [2] en 1654 est le cadran équiangulaire construit par Gordon E. Taylor au château d'Herstmonceux, Est Sussex. Ce cadran a été construit en 1975 à l'occasion du 3^e centenaire de l'Observatoire Royal de Greenwich. Ici, les points horaires s'étendent sur la circonférence d'un cercle en inox d'un diamètre de 3,2 m (10 ft). Le cercle fait un angle d'environ 40° avec l'horizon, et le gnomon mobile est vertical. Parce que les points horaires

sont placés à égales distances sur la circonférence du cercle, les corrections en longitude, l'équation du temps et l'heure d'été peuvent être faite simplement en tournant l'échelle graduée si bien que la cadran peut indiquer le temps légal.

3 Projection orthographique sur le cercle de l'équateur

La figure 2 montre la sphère céleste avec l'horizon, l'équateur et l'axe des pôles, pour une latitude φ ; et la figure 3, le cercle de l'équateur avec une partie de l'axe des pôles pris en dehors de la figure 2. Si δ est la déclinaison du soleil, la partie de l'axe des pôles au-dessus de l'équateur est $R \tan \delta$ (ou R est le rayon de la sphère). T est l'extrémité de cette partie de l'axe.

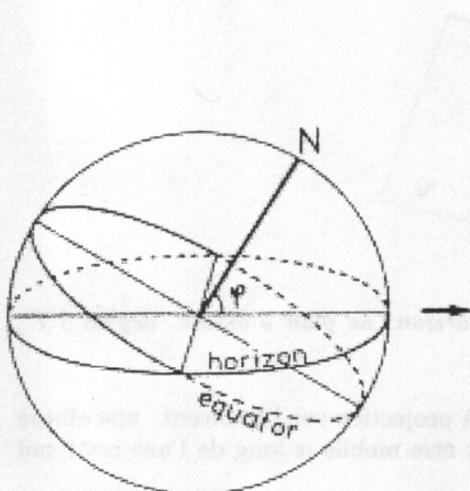


FIG. 2 - La sphère céleste avec l'horizon, l'équateur et l'axe polaire en perspective.

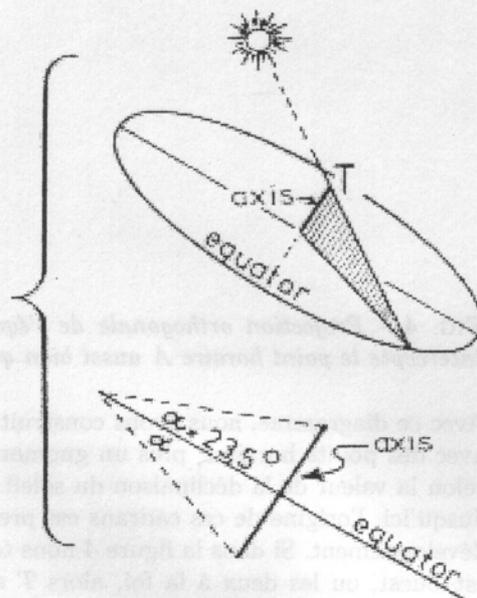


FIG. 3 - Section du méridien, pris d'après la figure 2.

L'ombre de T tombera exactement sur le cercle de l'équateur pendant la journée, et elle se déplacera de 15° par heure. Ceci fait, il est facile de construire les points horaires sur l'équateur.

Dans la figure 4, le cercle de l'équateur est de nouveau dessiné avec la même portion de l'axe polaire, et est aussi projeté sur le plan horizontal. La projection du cercle de l'équateur est une ellipse qui a son petit axe dans la direction nord-sud. A est le point horaire (par exemple, le point de 11 heures) sur le cercle de l'équateur. Les projetés de T et A sont T' et A' ; ainsi A' est aussi le point de 11 heures sur l'ellipse.

Maintenant imaginons que TT' est un gnomon pour le cadran horizontal. $TT'AA'$ est alors une partie du plan de l'ombre du gnomon. Au cours de la journée, A , l'ombre du point T , se déplacera le long du cercle de l'équateur, avec une vitesse constante, et au même moment la ligne d'ombre $T'A'$ interceptera l'ellipse dans les points horaires qui sont les projections des points horaires du cercle de l'équateur. Au cours d'une année le gnomon TT' doit être déplacé le long de l'axe Nord-Sud parce que T change avec la déclinaison du soleil.

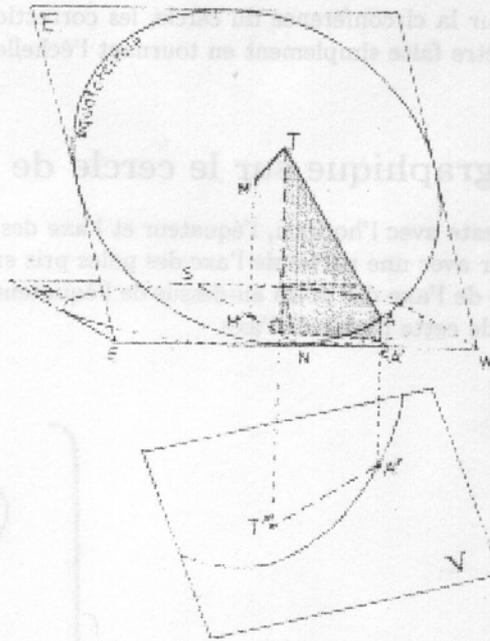


FIG. 4 - Projection orthogonale de l'équateur sur le plan de l'horizon. Le plan d'ombre, depuis TT' , intercepte le point horaire A aussi bien que le point horaire A' .

Avec ce diagramme, nous avons construit le prototype du cadran à projection sur l'équateur : une ellipse avec des points horaires, plus un gnomon perpendiculaire qui doit être mobile le long de l'axe nord-sud selon la valeur de la déclinaison du soleil.

Jusqu'ici, l'origine de ces cadrans est presque la même que celui de Terpstra. Maintenant, donnons son développement. Si dans la figure 4 nous tournons le plan H autour de l'axe nord-sud, ou autour de l'axe est-ouest, ou les deux à la foi, alors T sera projeté sur le plan V en T'' et A en A'' , mais $T''A''$ est toujours une ligne d'ombre indiquant la même heure sur le projeté du cercle de l'équateur que le point A sur le cercle de l'équateur. Aussi nous pouvons choisir à la volonté le plan de projection.

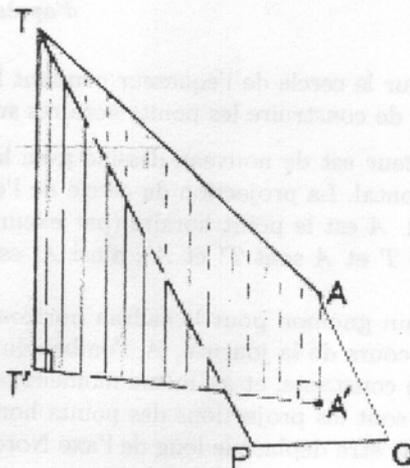


FIG. 5 - La direction de projection peut être choisie à volonté.

La direction de projection peut aussi être choisie à volonté, comme le montre la figure 5. $TAA'T'$ est le même plan que celui de la figure 4. Nous pouvons choisir un point quelconque P du plan de projection et nous fixons avec celui-ci une nouvelle direction de projection TP . Alors le point horaire est projeté en Q ,

ou AQ est parallèle à TP . Si nous utilisons TP comme gnomon, $TAPQ$ est le plan d'ombre et la ligne d'ombre PQ indiquera en Q la même heure que fait TP en A .

Nous pouvons conclure que si nous projetons le cercle de l'équateur avec les points horaires plus une partie de l'axe polaire (avec une longueur de $2R \tan 23,5^\circ$ dans n'importe quelle direction sur n'importe quel plan V , et si nous mettons le gnomon à l'endroit correspondant à la date sur la projection de l'axe polaire parallèlement à la direction de projection, l'ombre du gnomon indiquera le temps solaire vrai sur le projeté du cercle de l'équateur.

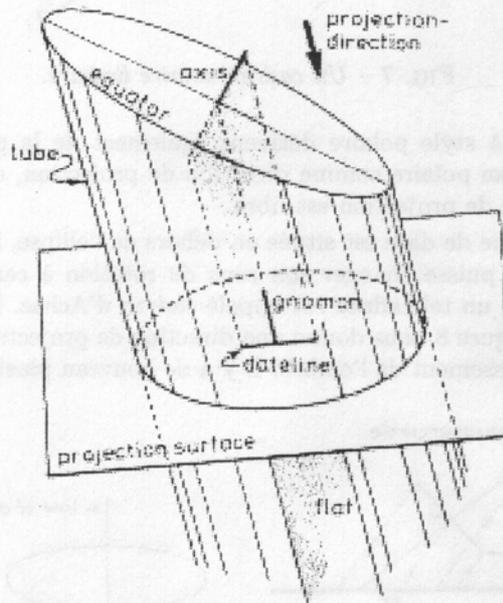


FIG. 6 - On obtiendra toujours un cadran solaire si l'on projette le cercle de l'équateur et l'axe des pôles sur n'importe quel plan et selon n'importe quelle direction.

Cette situation est de nouveau montrée en figure 6. Parce que les lignes de projection depuis le cercle de l'équateur forment un cylindre, pour lequel la section perpendiculaire est une ellipse, un quelconque plan de projection interceptant le cylindre aura pour section en général une ellipse. Il y a cependant deux sections circulaires : le cercle de l'équateur lui-même et le cercle symétrique du cercle de l'équateur par rapport au plan perpendiculaire à l'axe du cylindre (nous reviendrons sur ce sujet ci-après). Avec un certain choix sur la direction de projection, la projection du cercle dégénère en une droite.

On décrira toutes les sortes de cadrans qui résulteront de cette voie comme cadran à projection sur l'équateur. Tous les cadrans analemmatiques déjà connus appartiennent à ce groupe. Par cette méthode ils peuvent être construits simplement, et de cette construction des relations trigonométriques (souhaitables pour une réalisation précise) peuvent être déduites.

4 Quelques exemples

Pour caractériser les différentes directions de projection et les plans de projection, nous partons de la projection du cercle de l'équateur et de l'axe sur le plan du méridien. Dans les figures correspondantes, les lignes de projection ont été dessinées en double ligne.

- a) Un cadran vertical est bien sûr possible.
Le plan vertical est juste une des infinies possibilités. Après avoir choisi le plan de projection vertical, la direction de projection est encore complètement libre.
- b) Nous obtenons des cadrans rectilinéaires, dont les points horaires sont sur une droite, si la direction de projection est parallèle au plan de l'équateur. Ainsi, le nombre de possibilités est sans limite, et ensuite le choix du plan de projection est encore libre.

La figure 7 montre un cadran solaire pour un mur est avec un gnomon perpendiculaire au mur. La direction de projection (à gauche de la figure) est perpendiculaire au plan du dessin.

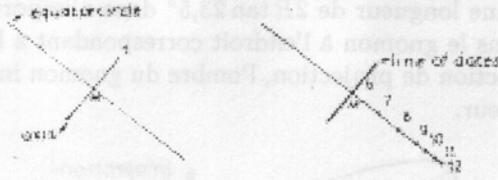


FIG. 7 - Un cadran solaire linéaire.

- c) Tous les cadrans solaires à style polaire dérivent également de la projection de l'équateur. Nous choisissons simplement l'axe polaire comme direction de projection, et la ligne de date se réduit en un point. Le choix du plan de projection est libre.
- d) Lorsqu'une partie de la ligne de date est située en-dehors de l'ellipse, il est possible que sur quelques dates l'ombre du gnomon puisse changer son sens de rotation à certaines heures du jour [8]. En référence au livre des Rois, un tel cadran est appelé cadran d'Achaz. Nous ne sommes pas allés plus loin sur ce sujet, mais la figure 8 nous donne une direction de projection qui satisfasse les conditions nécessaires pour un rebroussement de l'ombre. Il y a de nouveau plusieurs possibilités.

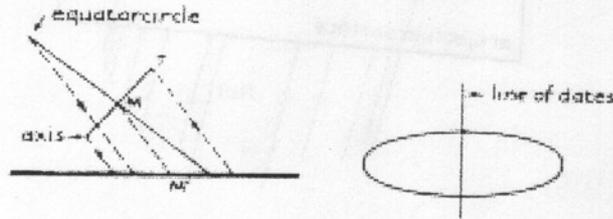


FIG. 8 - La ligne de date tombe partiellement en dehors de l'ellipse.

- e) Avec un choix judicieux de la direction de la projection, il est possible de faire la courbe d'arc diurne aussi longue que l'axe de l'ellipse, avec une liberté dans le choix du plan de projection (figure 9).

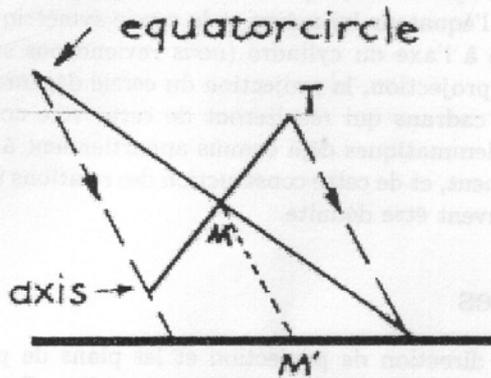


FIG. 9 - La ligne de date est aussi longue que le petit axe de l'ellipse.

- f) Il n'est pas nécessaire que le petit axe de l'ellipse s'étende dans la direction nord-sud. Les figures 10 montrent une des possibilités pour un cadran où le grand axe est dans la direction nord-sud.

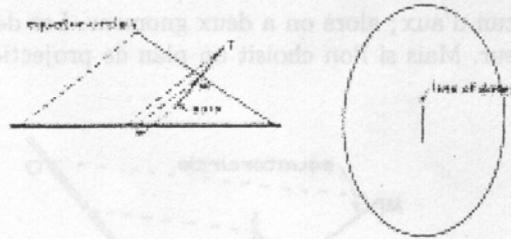


FIG. 10 - Le grand axe de l'ellipse est dans la direction nord-sud.

- g) Les cadrans homogènes sont intéressants. Dans un tel cadran, les point horaires sont placés sur un cercle à égale distance. Nous pouvons obtenir cette direction de deux façons. Dans la figure 11, nous commençons par un plan de projection donné. Nous faisons $A'B = AB$. Alors AA' est la direction de projection que produit un cercle porteur de lignes horaires. Il y a aussi une autre possibilité. Sur le côté droit de B nous choisissons A'' tel que $A''B = AB$. Alors la direction de projection est AA'' .

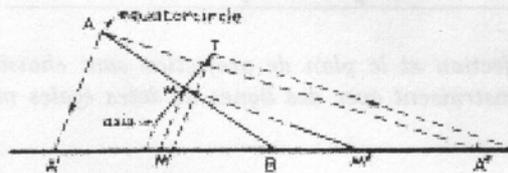


FIG. 11 - Deux cadrans solaires homogènes possibles sur un plan de projection donné.

La seconde méthode est de commencer avec une direction de projection donnée (figure 12). La ligne projeté depuis A est ℓ . Faisons $BA' = BA$, où A' est situé sur ℓ . Alors $A'D$ est la direction méridienne du plan de projection.

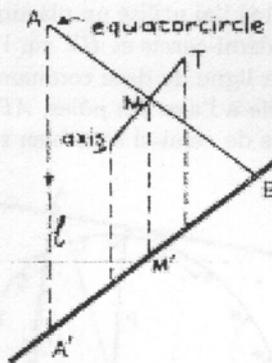


FIG. 12 - Un cadran solaire homogène avec une direction de projection donnée.

- h) Il est encore possible bien sûr d'utiliser des directions et des plans de projection arbitraires. En général, il sera difficile de les construire. Seulement dans des circonstances particulières (par exemple pour un cadran solaire sur un plan qui a été fixé par des considérations architecturales) de tels cadrans sont envisageables.

5 Un cadran solaire homogène multiple

Décrivons ce cadran solaire un peu plus en détail. Dans la figure 11, on peut voir deux cadrans pour lesquels les lignes horaires sont situés sur des cercles de même rayon. On peut mettre ensemble les

cercles sur l'extrémité de chacun d'eux; alors on a deux gnomons. Les deux lignes de dates ne sont pas généralement de même longueur. Mais si l'on choisit un plan de projection parallèle à l'axe polaire, les lignes de dates seront égales.

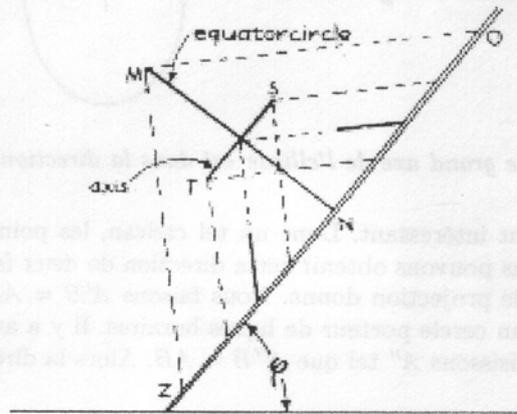


FIG. 13 – La direction de projection et le plan de projection sont choisis de telle sorte que deux cadrans solaires homogènes se construisent avec des lignes de dates égales mais de gnomons de directions différentes.

Dans la figure 13, ce plan passe par OZ . en faisant tourner NM vers la droite ou vers la gauche (NZ et NO) il en résulte deux cadrans solaires circulaires. Ici les lignes de dates sont égales et nous pouvons mettre ces cercles à la fois sur le sommet de chacun. Le double gnomon est en forme de V, avec les gnomons à angle droit.

Ce double cadran peut-être simplement prolongé avec un linéaire. Choisissons dans la figure 13 la direction de projection MN . L'équateur devient une droite et la ligne de date est aussi longue que TS . Le 3^e gnomon est maintenant perpendiculaire au plan de projection.

Dans le modèle de ce triple cadran (figure 14) j'ai utilisé un plastique triangulaire comme gnomon (ABV). Le gnomon AV projette une ombre sur le demi-cercle et BV sur l'autre moitié inférieure. Le gnomon VC appartient au cadran linéaire est-ouest. La ligne de date commune est PQ .

Parce que le plan de projection est parallèle à l'axe des pôles, AB peut aussi être utilisé comme gnomon pour un cadran polaire. Les lignes horaires de celui-ci sont bien sûr auto-orientable.

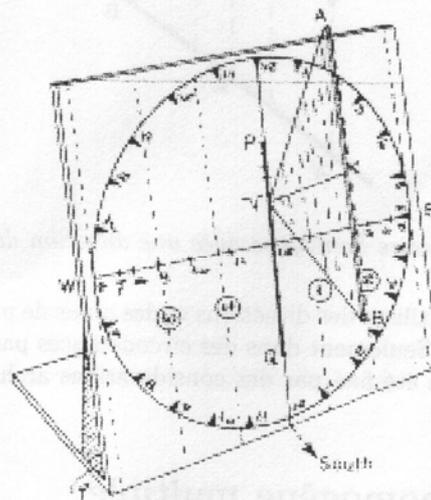


FIG. 14 – Quadruple cadran solaire: deux ont le même cercle de points horaires. Le troisième est un linéaire et le quatrième est cadran polaire normal.

6 Projection centrale

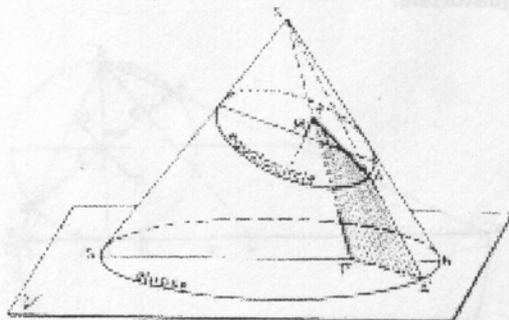


FIG. 15 – Un cadran solaire peut aussi être construit avec une projection à partir d'un point.

Il est également possible de projeter le cercle de l'équateur et l'axe des pôles à partir d'un point. Il est surprenant qu'il soit possible de construire des cadrans solaires de cette manière.

Dans la figure 15, le cercle de l'équateur est projeté depuis S sur V . Un gnomon TT' projeté sur V une ombre $T'A'$, laquelle intercepte une ellipse au point A' , qui est la projection du point horaire A du cercle de l'équateur.

Aussi, l'ellipse dans le plan V avec ces points horaires projetés sur celui-ci forme un cadran solaire de gnomon TT' . Le plan de projection et le centre de projection peuvent-être choisis également comme l'on veut. La preuve de ceci est la même que celle qui a été donnée pour la projection orthographique.

Cette projection aboutit à un groupe remarquable de cadrans solaires, ce qui est nouveau pour autant que je sache. Ils ont les propriétés suivantes :

- 1) Le plan de projection coupe toujours le cône par une section conique. Ainsi nous pouvons non seulement considérer l'ellipse, le cercle et la droite comme le rapport des points horaires, mais également la parabole et l'hyperbole.
- 2) Le gnomon ne doit pas seulement être mobile selon la date, mais en même temps nous devons changer de direction pour s'assurer que le gnomon soit toujours dirigé vers le point S , centre de la projection. Cette seconde condition semble difficile à réaliser en pratique. Cependant, en décrivant un cadran de ce groupe, nous montrerons comment peuvent être réalisés simplement et simultanément le déplacement et le changement de direction.

7 Exemple de cadrans à projection centrale

Dans la figure 16 est dessiné la section AB de l'équateur dans le plan du méridien pour la latitude φ (ici 52°). Les points horaires sont construits pour AB , comme on peut les voir projetés dans le plan du méridien. Une échelle de date a été construite sur l'axe DC .

Le centre de projection F est choisi de telle sorte que le cercle de l'équateur se projette en un cercle sur le plan horizontal. On construit ceci en dessinant un cercle de diamètre AB . FMF' est perpendiculaire au plan de l'horizon. Si nous imaginons un cercle être l'image de la sphère alors nous avons ici une projection stéréographique du cercle de l'équateur depuis F sur le plan perpendiculaire à FF' . Avec la projection stéréographique, un cercle sur une sphère est toujours projeté en un cercle. Aussi $A'B'$ est le diamètre du projeté du cercle de l'équateur.

Le demi-cercle est dessiné comme on peut le voir sur le plan horizontal. On projette les points horaires de AB sur $A'B'$ et ensuite nous les reportons sur le demi-cercle. Alors les points de date sont projetés sur $A'B'$. (Dans la figure 16 seulement les extrémités de la ligne de date sont projetés en D' et C'). Avec eux, la construction est terminée.

Au-dessus du plan des lignes horaires, on peut fixer un point F et il est possible de diriger le gnomon depuis n'importe quel point de la ligne horaire de date vers F .

C'est une solution intéressante de ce problème. Nous combinons ce cadran à projection équatoriale avec un horizontal à style polaire. Un point de ce style peut servir à fixer un fil servant de gnomon mobile pour le cadran à projection équatoriale.

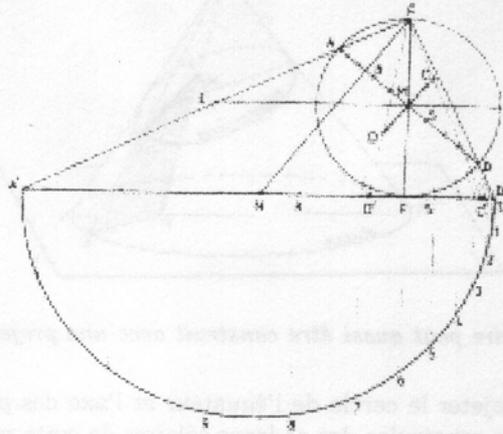


FIG. 16 – Construction d'un cadran solaire au moyen d'un projection centrale, avec les points horaires situés sur un cercle.

Il apparaît dans la figure 16 que NF est perpendiculaire à AB (cela est simple à prouver). Ainsi NF peut servir de style polaire pour un cadran horizontal. Le résultat est indiqué en figure 17. Le style polaire (de longueur NF) se tient au centre. Une partie du cadran à lignes horaires est circonscrit par un rectangle. Les points horaires du cadran à projection équatoriale sont sur un cercle; les lignes égales de date peuvent se voir dans la rainure N-S. Le gnomon de ce cadran est formé par une corde qui part de l'extrémité du style polaire au point correspondant sur la ligne de date. La corde est fixée dans la position requise par un aimant en forme d'anneau, qui est lui-même attaché à une pièce en fer plate et fixée sous la ligne de date.

Le double cadran est auto-orientable parce que les indications horaires sont basées sur deux principes différents [9]. Le style polaire est dans le méridien seulement lorsque les deux cadrans indiquent la même heure (et lorsqu'il indique 12 heures comme c'est le cas avec la plupart des cadrans auto-orientable).

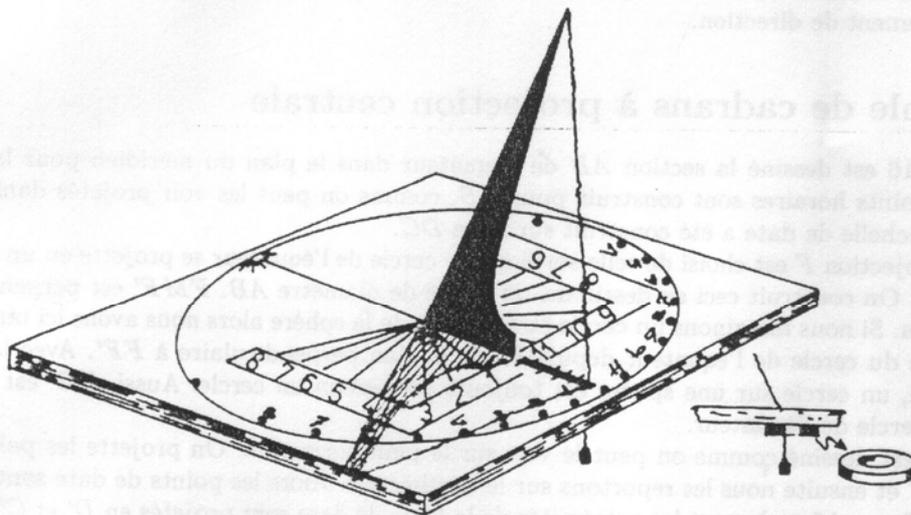


FIG. 17 – La réalisation pratique du cadran solaire de la figure 16 combiné avec un style polaire.

8 Remarques

Le nom de cadran analemmatique n'est pas vraiment bien choisi. De Vauzelard [1] l'a probablement choisi parce qu'il utilisa une projection de la sphère dans la plan du méridien pour cette construction. Depuis l'époque de Vitruve (25 Avant JC) cette projection a été appelée *analemme*. Un petit moins de deux siècles plus tard, Ptolémé écrivit une épreuve à propos de l'analemme ; celle-ci est cependant une méthode graphique franchement compliquée pour la résolution de problèmes de trigonométrie sphérique [10], et le nom est assez peu en rapport avec ce type de cadran. Ni même le terme de "cadran azimutal" utilisé par Foster [2] (et après lui par beaucoup d'autres) ne convient pour décrire l'ensemble de ces cadrans. Seul un plan de projection horizontal et un gnomon vertical font que l'ombre du gnomon indique l'azimut du soleil. Je suggère que l'on les appelle cadran solaire à "*projection équatoriale*" parce que ce nom décrit un principe de construction avec lequel tous les cadrans analemmatiques sont déjà connus et avec lequel de nombreux autres peuvent être produits.

Références

- [1] Vauzelard, de, *Traicté ou usage du quadrant analemmatique*, Paris, 1640.
- [2] Foster, S., *Elliptical or azimuthal horologigraphy*, London, 1654.
- [3] Lalande, J., *Communication de l'Académie des Sciences*, Paris, 1757.
- [4] Janin, L., "Uhrentechnik, Forschung und Entwicklung", No. 2, 1, (1974).
- [5] Tersptra, P., *Een eenvouding bewijs voor de gnomonzonnewijzer van Brou*, Hemel en Dampkring, 1951.
- [6] Janin, L., *L'Astronomie*, Vol. 84, pp.83, (1970).
- [7] Taylor, G., "Equiangular Sundial", *J. Brit. astron. Assoc.*, Vol. 86, pp. 7, (1975).
- [8] Terpstra, P., *Zonnewijzer*, pp.131-134, Groningen, 1953.
- [9] Drecker, J., *Theorie der Sonnenuhren*, Berlin, 1925.
- [10] Lucky, P., *Astron. Nachrichten*, Vol. 230, No. 5498, (1926).
- [11] J.A.F. Rijk, d. B. E., *Bulletin van de zonnewijzerkring*, Vol. 10, No. 475, (1981); Vol. 11, No. 503, (1982).

Adresse : Stationsstraat 114, Utrecht, Pays-Bas.

Table des matières

1	Introduction	1
2	Deux cadrans à projection équatoriale	2
3	Projection orthographique sur le cercle de l'équateur	3
4	Quelques exemples	5
5	Un cadran solaire homogène multiple	7
6	Projection centrale	9
7	Exemple de cadrans à projection centrale	9
8	Remarques	11
	Références bibliographiques	11

Table des figures

1	Vue de dessus d'un prototype de cadran à projection équatoriale. G est un gnomon vertical au-dessus d'un point de la ligne de dates. L'ombre du gnomon marque le temps solaire vrai sur la circonférence de l'ellipse (ici : 9 heures, le 1 mai).	1
2	La sphère céleste avec l'horizon, l'équateur et l'axe polaire en perspective.	3
3	Section du méridien, pris d'après la figure 2.	3
4	Projection orthogonale de l'équateur sur le plan de l'horizon. Le plan d'ombre, depuis TT' , intercepte le point horaire A aussi bien que le point horaire A' .	4
5	La direction de projection peut être choisie à volonté.	4
6	On obtiendra toujours un cadran solaire si l'on projette le cercle de l'équateur et l'axe des pôles sur n'importe quel plan et selon n'importe quelle direction.	5
7	Un cadran solaire linéaire.	6
8	La ligne de date tombe partiellement en dehors de l'ellipse.	6
9	La ligne de date est aussi longue que le petit axe de l'ellipse.	6
10	Le grand axe de l'ellipse est dans la direction nord-sud.	7
11	Deux cadrans solaires homogènes possibles sur un plan de projection donné.	7
12	Un cadran solaire homogène avec une direction de projection donnée.	7
13	La direction de projection et le plan de projection sont choisis de telle sorte que deux cadrans solaires homogènes se construisent avec des lignes de dates égales mais de gnomons de directions différentes.	8
14	Quadruple cadran solaire : deux ont le même cercle de points horaires. Le troisième est un linéaire et le quatrième est cadran polaire normal.	8
15	Un cadran solaire peut aussi être construit avec une projection à partir d'un point.	9
16	Construction d'un cadran solaire au moyen d'un projection centrale, avec les points horaires situés sur un cercle.	10
17	La réalisation pratique du cadran solaire de la figure 16 combiné avec un style polaire.	10

Cadran solaire de Corrèze au XX^e siècles.

• Schéma :
Voir figure 33

• Description et matériels de réalisation du cadran

La navicula est un cadran « d'horde de jardin ». Elle est peu précise aux échelles de midi mais très précise vers 6 h le matin et 18 heures le soir. Elle ne mesure que les heures vraies « voir à droite l'angle horaire du Soleil mesuré en « heures » de 15°. Elle n'est pas envisagée en « décalé des heures politiques ». Les navicules est belle et peut être une excellente compagnie d'un « indépendant de la latitude ». Les deux cadrans sont de même aspect esthétique et se complètent l'un l'autre.

Ce cadran ne découle pas d'un cadran équatorial, mais de la construction géométrique d'une ligne de la conversion de coordonnées géographiques à celle de la représentation géométrique.

Plusieurs matériaux de réalisation peuvent être envisagés : bois pour l'ensemble, métal pour le cadran et la navicula en laiton ou en bronze et de couleur dans une plaque d'aluminium en laiton et gravé à l'aide d'une machine à vapeur.

Chapitre V

Une Navicula

avec toutes les heures vraies de midi à minuit, sur la navicula et la navicula « décalé ». Les heures vraies sont indiquées par des chiffres romains. Pour obtenir les heures politiques, il suffit de rajouter ou de soustraire le décalage horaire. A l'ouest du méridien de Paris, on soustrait le décalage horaire. A l'est, on l'ajoute. Le cadran est gravé à l'aide d'une machine à vapeur. Pour se servir de ce cadran, il faut connaître l'heure vraie de midi pour le jour et la latitude du lieu.

Pour employer ce cadran, il faut connaître l'heure vraie de midi pour le jour et la latitude du lieu. Les heures vraies sont indiquées par des chiffres romains. Le décalage horaire est indiqué par des chiffres arabes. Pour obtenir les heures politiques, il suffit de rajouter ou de soustraire le décalage horaire.

radical. A chaque utilisation, on doit connaître l'heure vraie de midi pour le jour et la latitude du lieu. Le cadran est gravé à l'aide d'une machine à vapeur. Pour obtenir les heures politiques, il suffit de rajouter ou de soustraire le décalage horaire. Cette figure est une reproduction de la figure 33.

Par Pierre Joseph DALLET
4, rue des Fougères, F 19200 USSEL
Tel 05 55 96 20 24
© Pierre Joseph DALLET 2000

- **Schéma :**

Voir figure 52.

- **Description et matériaux de réalisation du cadran.**

La navicula est un cadran « décor de jardin ». Elle est peu précise aux abords de midi vrai, très précise vers 6 h le matin et 18 heures le soir. Elle ne procure que des heures vraies, c'est à dire l'angle horaire du Soleil mesuré en « heures » de 15° . Elle n'est pas envisageable au-delà des cercles polaires. Une navicula est belle, et peut être une excellente compagne d'un « indépendant de la latitude ». Les deux cadrans sont de même aspect esthétique et se complètent l'un l'autre.

Ce cadran ne découle pas d'un cadran équatorial, mais de la construction géométrique d'une formule de conversion de coordonnées astronomiques à l'aide de la trigonométrie sphérique.

Plusieurs matériaux de réalisation peuvent être envisagés, ici nous nous limiterons au marbre. Ce cadran se fabrique en taillant et gravant la plaque de pierre. Il a la forme d'un navire vu de côté, découpé dans une plaque assez épaisse pour tenir de chant, sur son épaisseur. Au repos, ce cadran posé sur la tranche a son pont approximativement horizontal. Pour obtenir cet équilibre le tailleur de pierre dimensionne la poupe pour que son poids équilibre celui de la proue. A l'avant sa proue est percée d'un trou horizontal destiné à faire passer un rayon de Soleil. Pour se servir de ce cadran l'utilisateur dirige le trou vers le Soleil de manière à obtenir qu'un point de lumière frappe un écran. C'est une manière de mesurer la hauteur du Soleil pour régler le cadran.

Pour employer ce cadran l'utilisateur accroche un « balancier » à un point de réglage de latitude et de date. Les latitudes sont des lignes jalonnées de points « dates ». Le système de dates le plus simple et le plus commode étant celui des « nombres de jours distants de l'équinoxe » le plus proche, accompagné des signes du calendrier zodiacal.

A chaque utilisation nous plaçons un « Jalon » d'accrochage du balancier dans le trou du point « date » convenable. A ce jalon est accroché un balancier : un fin fil de cuivre. Sur ce balancier coulisse une bille, en plomb par exemple. La distance séparant le jalon d'accrochage de la bille est nommée « longueur » du balancier. Cette longueur est à régler à chaque utilisation. L'heure se lit d'après l'emplacement de la bille, en utilisant un réseau de droites indicatrices d'angle horaire.

Ainsi détaillée l'utilisation de ce cadran peut sembler complexe, résumons son mode d'utilisation :

- Accrocher le balancier au point date du jour, sur la bonne ligne de latitude.
- Poser le cadran sur la tranche et viser le Soleil.
- Lire l'heure grâce à la position de la bille. Les lignes d'heures portent deux « chiffres d'heures », ceux des heures du matin et ceux des heures du soir. Pour éviter des difficultés aux heures proches de midi le cadran se pose sur un support fixe comportant une ligne méridienne gravée.

Pour réaliser le cadran nous devons réaliser en atelier un poncif. C'est comme pour les autres cadrans : un dessin grandeur réelle, son tirage en plusieurs exemplaires, le perçage à la roulette de couturière, le ponçage, le paraffinage.

Le report du dessin se fera sur la pierre à la peinture acrylique en suspension aqueuse. La découpe de la pierre se fait à l'aide d'un disque diamant. Les plaques de marbre peuvent être découpées à la scie sauteuse. La gravure des lignes peut s'ébaucher à la disqueuse et se terminer au ciseau de graveur. On peut aussi utiliser une mini perceuse et des fraises diamant. Les canaux sont ensuite peints à l'aide de pigments résistant aux rayons du Soleil. On utilisera par exemple des pigments à colorer les mortiers, et du « Rustol ». Les bavures s'enlèvent à l'aide d'un os de seiche.

• La théorie des navicula.

Les cadrans sont réalisés de façon à obtenir que le réglage de leurs pièces mobiles procurent une lecture de l'angle horaire (H) qui vérifie la formule :

$$\text{Cos } H = (\sin h - \sin \delta * \sin \varphi) / (\cos \delta * \cos \varphi)$$

Pour faciliter la compréhension des explications qui suivent nous allons écrire la formule de la façon suivante :

$$\text{Cos } H = (\sin h) / (\cos \delta * \cos \varphi) - (\sin \delta * \sin \varphi) / (\cos \delta * \cos \varphi)$$

Démontrer l'exactitude de ces cadrans, revient à montrer qu'à chaque étape, les figures géométriques construites nous procurent les termes de cette formule.

Les termes à construire sont :

- Un cercle trigonométrique de rayon : $R = 1$, le zéro étant placé à l'extrémité gauche du diamètre. C'est le cercle porteur des lignes verticales de cosinus des angles horaires. La distance de ces verticale au rayon central est :

$$x = \text{Cos } H$$

- Un balancier dont la longueur correspondra à :

$$L = R / (\cos \delta * \cos \varphi)$$

- Un segment de droite horizontal, distance entre l'axe vertical du cadran et la colonne de points d'accrochage du balancier :

$$x = (\sin \delta * \sin \varphi) / (\cos \delta * \cos \varphi)$$

Un segment de droite b , partant de la bille, perpendiculaire à une verticale du cadran passant par le point d'accrochage du balancier. Lorsque le cadran vise le Soleil l'angle entre le balancier et la verticale est égal à la hauteur (h). Ce qui nous donne pour longueur de ce segment :

$$b = (\sin h) / (\cos \delta * \cos \varphi).$$

Maintenant notre formule devient :

$$\cos H = b - x$$

Nous pouvons maintenant étudier les constructions géométriques qui résolvent les termes ci-dessus.

• Tracé de la table du cadran.

(voir figure 50)

1. Choisir arbitrairement un rayon R , par exemple 20 cm.
2. Construire un demi-cercle, de centre C , de rayon R , le diamètre étant horizontal, au milieu de notre feuille. Cette ligne sera l'axe $x'x$ du repère orthonormé. L'origine sera le point C , il sera positif vers la gauche. (x est positif à l'opposé de la proue de la navicula)..
3. Diviser la demi-circonférence en arcs de 15° , arcs des « angles horaires ». Ici le zéro degré est à l'extrémité gauche du diamètre.
4. Tracer les « verticales des cosinus des angles horaires » à partir des extrémités des arcs.
5. Lorsque le dessin complet de la navicula sera terminé, le demi-cercle et éventuellement les rayons qui auraient été tracés pour obtenir les arcs, seront effacés.

• Construire les longueurs du balancier pour une latitude et une série de dates.

(voir figure 51)

1. Par le centre du cercle abaisser un rayon vertical CA , et le prolonger jusqu'au haut de la feuille. Cette ligne sera l'axe $y'y$ du repère orthonormé. L'origine sera le point C , il sera positif vers le haut.
2. Par le point A traçons une ligne horizontale AF de longueur égale au rayon R . (au bas du dessin, à droite)
3. Elevons par F une droite perpendiculaire FH à AF , verticale. (Loin vers le haut et le bas de la feuille).
4. Traçons l'angle AFD égal à la latitude dont nous voulons tracer la ligne, D étant un point de la verticale $y'y$. Le segment FD a pour valeur : $R / \cos \varphi$. C'est la longueur du balancier lorsque la déclinaison est nulle ($\delta = 0^\circ$)

5. Par le point D traçons une horizontale JH parallèle à KC. Cette ligne est provisoirement une ligne de date pour la navicula. Elle est une ligne intermédiaire de construction du cadran.
6. Traçons maintenant deux séries d'angles ayant pour valeurs les déclinaisons du Soleil aux dates que nous avons choisies. Cette construction portait le nom de « trigone » dans les anciens ouvrages. Nous choisissons les déclinaisons, par exemple comme pour l'échelle du cadran analemmatique. Ces angles auront pour sommet le point A. La première série sera tracée de chaque côté de la ligne AF. Les angles positifs vers le haut. La seconde de chaque côté de la ligne AD, jusqu'en haut de la feuille. Les angles positifs à gauche.
7. Joignons les points (de déclinaison) homologues de la ligne FH (et son prolongement vers le bas) à ceux de la ligne JH. Ces points seront pour l'exemple de la figure 51 B et J. Il est possible de démontrer que tous les angles ABJ sont égaux à AFD, et donc tous égaux à φ la latitude.

Démonstration :

Les triangles AFB et ACK sont égaux, un angle droit entre deux côtés égaux.

Segment JD est parallèle au segment KC, par construction.

Donc le triangle ACK est semblable au triangle ADJ.

Et $AC / AK = AD / AJ = AF / AB$

DAF est un angle droit par construction :

$JAB = DAF - \delta + \delta = DAF$, donc un droit.

Donc les triangles JAB et DAF ont des côtés proportionnels reliés par un angle droit et sont donc deux triangles semblables

Deux triangles semblables ont les trois angles égaux donc nous avons : ABJ toujours égal à φ .

Construisons un segment de droite ayant la longueur du balancier « L » :

$$AF = R$$

$$AB = AF / \cos \delta$$

$$\text{Soit : } AB = R / \cos \delta$$

$$\text{D'où : } JB = AB / \cos \varphi$$

$$\text{En remplaçant AB par sa valeur : } JB = R / (\cos \delta * \cos \varphi).$$

Nous venons de déterminer la longueur du balancier : le segment JB. Et $L = JB$

Figures 50 et 51

Lignes de construction d'une NAVICULA MM AD.

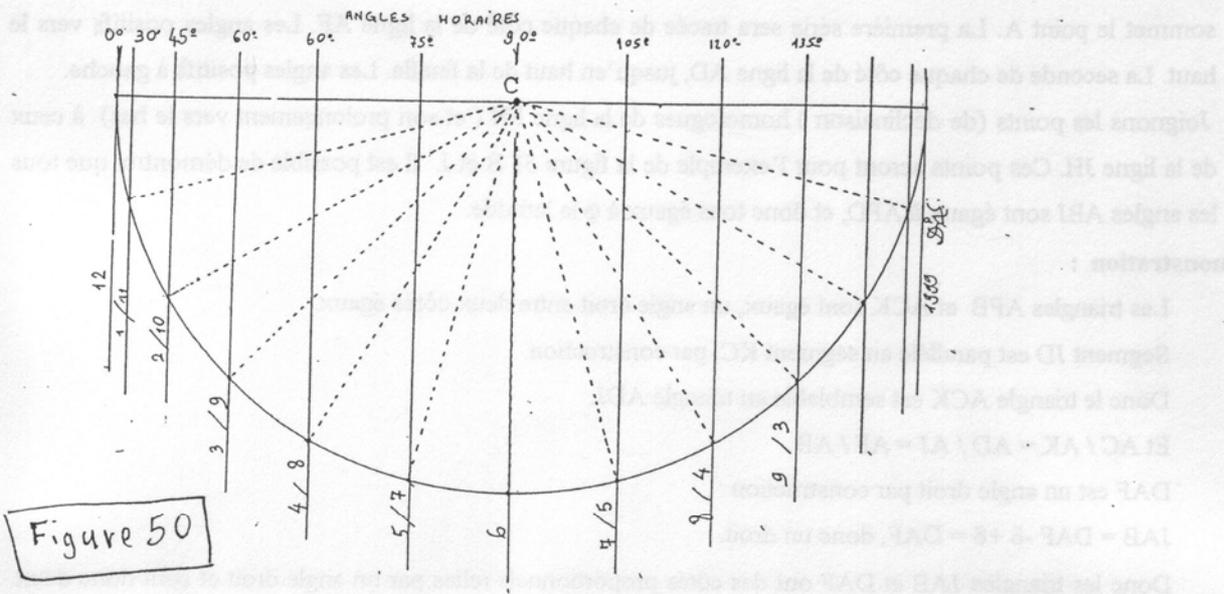


Figure 50

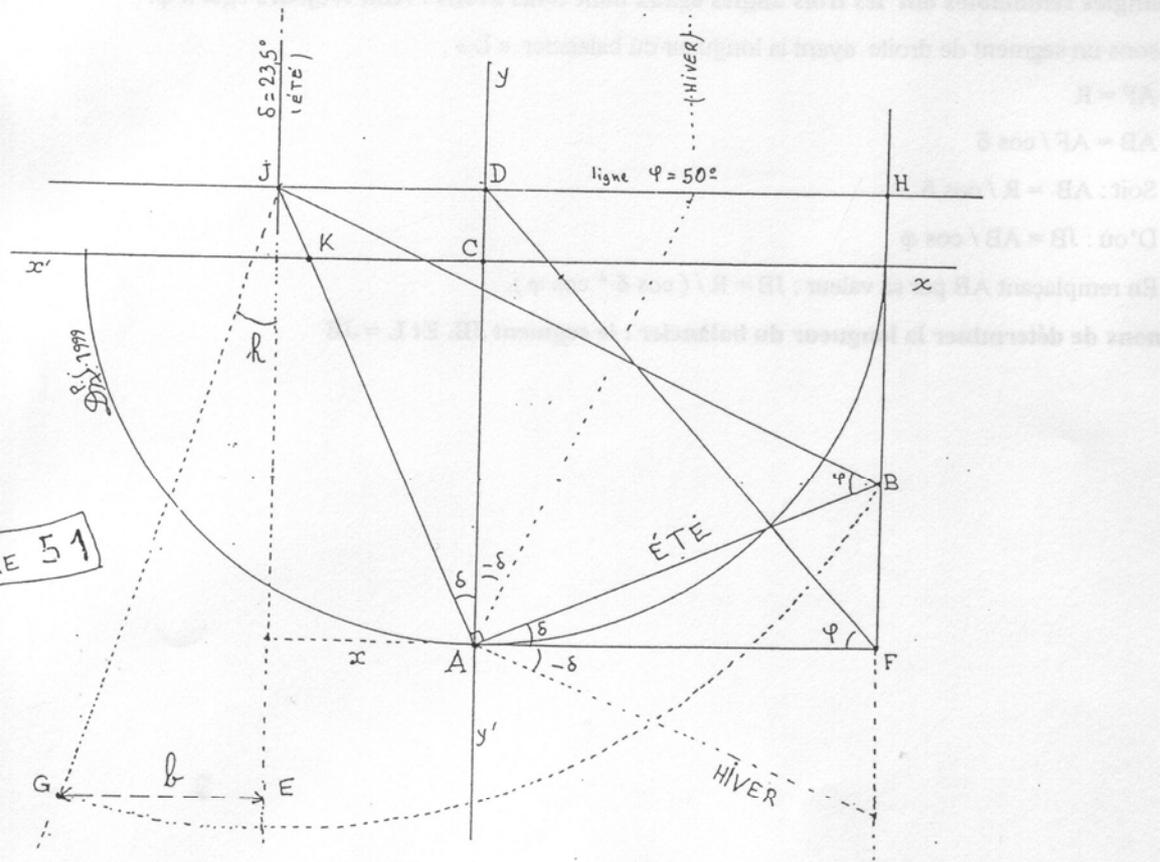


FIGURE 51

- **Positionner les verticales des « points dates » de déclinaison δ sur le canevas des points d'accrochage du balancier.**

JB est connu, ces lignes verticales, pour une latitude donnée passent par le point J. Il y a autant de point J à construire que de dates choisies, multiplié par le nombres de ligne de latitude choisies

Nous pouvons calculer la valeur de $x = AJ$:

$$AJ = JB * \sin \varphi$$

Nous calculons JD en fonction de AJ et δ

$$JD = JB * \sin \varphi * \sin \delta$$

D'où :

$$JD = (R * \sin \varphi * \sin \delta) / (\cos \delta * \cos \varphi)$$

Ce terme est bien celui de la formule dont nous cherchons la solution par construction.

Nous venons de déterminer la distance entre l'axe des y et le point d'accrochage le segment $x = JD$.

8. Par chaque point J nous traçons des droites parallèles à $y'y$, verticales.
9. Nous choisissons comme point origine des ajustements des longueurs de balancier le point « A ».
10. Sur chaque verticale nous reportons les points correspondant aux longueurs $L = JB$, du balancier. Ce sont les points d'accrochage du balancier. Nous joignons les points d'une même latitude, nous avons obtenu une ligne de latitude.

Choix des latitudes.

Nous traçons les lignes de latitude de 10° en 10° par exemple, de 20° à 60° pour notre dessin fondamental. Ce dessin pourra être reproduit, à la même dimensions ou à d'autres par les procédés modernes de reproduction. Lors de la réalisation du cadran nous ajouterons une ligne pour la latitude à laquelle le cadran sera utilisé, sur le dessin destiné à devenir le poncif.

La navicula par calculs.

Distances des verticales d'heures à l'axe vertical central :

$$X = R * \cos H$$

Longueurs du balancier :

$$b = R / (\cos \varphi * \cos \delta)$$

Les coordonnées d'un point d'accrochage du balancier :

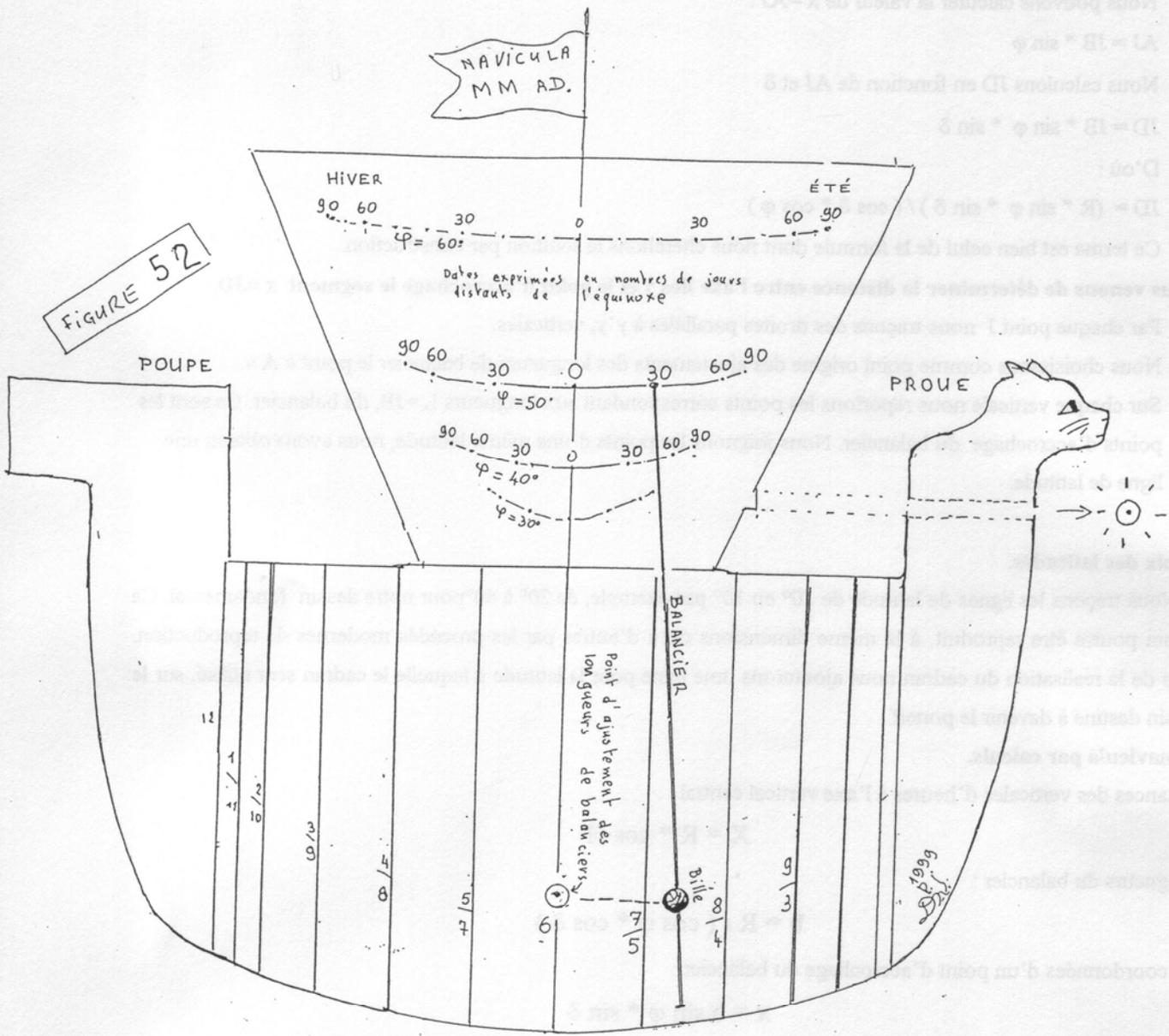
$$x = b \sin \varphi * \sin \delta$$

$$y = \sqrt{(b^2 - x^2)} - R$$

La valeur de y varie avec les types de navicula, c'est ce qui permet de distinguer les types les uns des autres.

Figure 52

Une NAVICULA MM AD.



Les types de navicula.

Les navicula sont une famille de cadrans. Il en existe plusieurs types fort anciens. Le type décrit ci-dessus a été imaginé pour écrire ce document. Nous le nommerons « NAVICULA MM AD », ce qui signifie « petit navire de la 2000^e année de l'ère chrétienne »

Nous évoquerons :

La NAVICULA VENITIIS, les lignes de latitude sont disposées en arc de cercle, sur un bras de suspension pivotant par le point A. La date est obtenue par une échelle permettant de régler l'inclinaison de ce bras. Un canevas de point permet de régler la longueur du balancier.

$$Y = R \tan \varphi * \cos \delta - R$$

Mais il peut y avoir de variantes.

La NAVICULA de REGIOMONTANUS : les lignes de latitude sont les droites horizontales JH de notre construction. La longueur du balancier se règle à l'aide d'une série de points B

$$. Y = R \tan \varphi - R$$

Le CAPUCIN : les lignes de latitude sont des droites inclinées, la longueur du balancier s'ajuste à partir du point « midi », à l'extrémité gauche du diamètre du cercle des cosinus d'angles horaires.

$$Y = R \sin (\varphi + \delta) * b$$

Les types de navicules.
 Les navicules sont une famille de cadrons. Il en existe plusieurs types fort anciens. Le type décrit ci-dessous a été
 imaginé pour écrire ce document. Nous le nommons « NAVICULA MM AD », ce qui signifie « petit navire
 de la 1000^e année de l'ère chrétienne ».

Nous écrivons :

LA NAVICULA VENTILIS, les lignes de latitude sont disposées en arc de cercle, sur un axe de suspension
 pivotant par le point A. La date est obtenue par une échelle permettant de régler l'inclinaison de ce bras. Un
 cadran de point permet de régler la longueur du bras.

$$Y = R \tan \phi + \cos \delta - R$$

Fin de la NAVICULA.

Mais il faut y avoir les ventilles.

LA NAVICULA de REGIONOMONTANA, les lignes de latitude sont les droites horizontales. On les trouve
 en construction. La longueur du bras est réglée à l'aide d'une échelle de point B.

$$Y = R \tan \phi - R$$

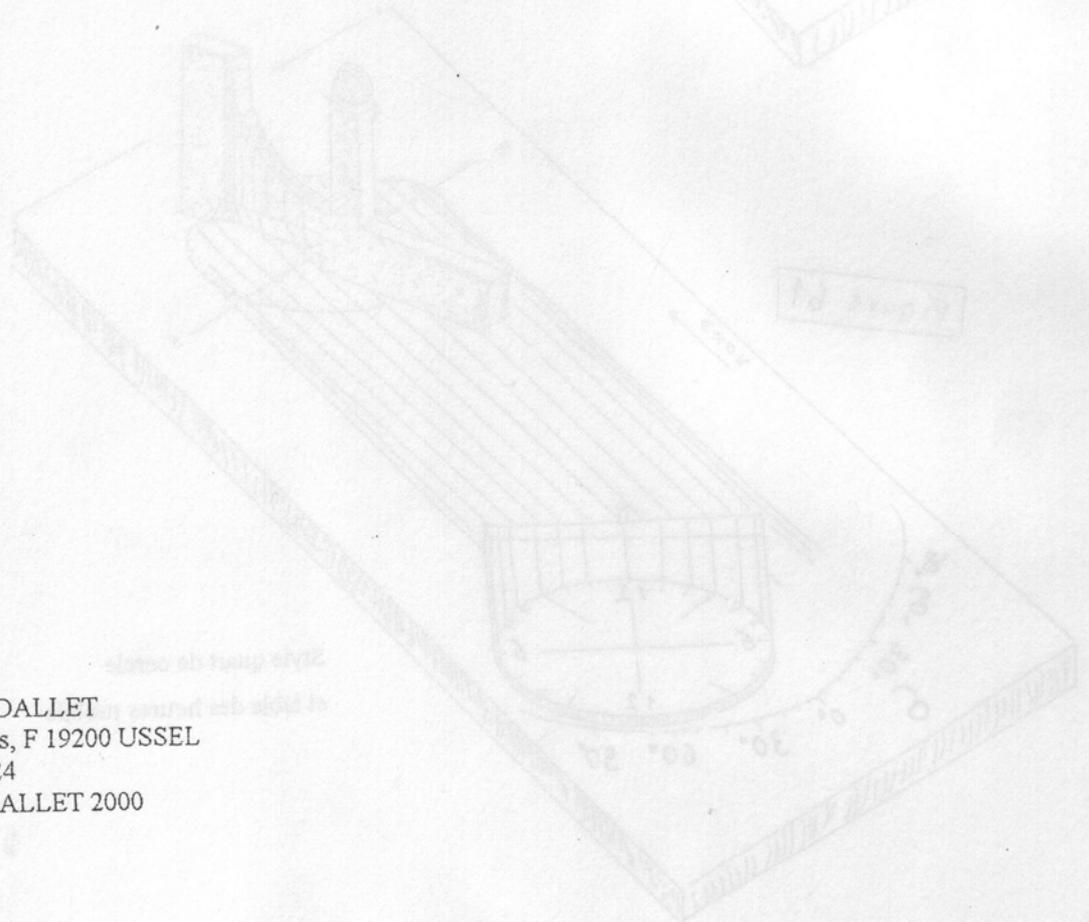
LA CAPSULE, les lignes de latitude sont des droites inclinées, la longueur du bras est réglée à partir du point
 A. On a réglé l'inclinaison grâce au cadran de point B.

$$Y = R \sin (\phi + \delta) + R$$

Cadran solaire
de Corrèze au XX^e siècle.

Chapitre VI

Un indépendant de la latitude



Par Pierre Joseph DALLET
4, rue des Fougères, F 19200 USSEL
Tel 05 55 96 20 24
© Pierre Joseph DALLET 2000

Deux variantes d'« indépendants de la latitude. »

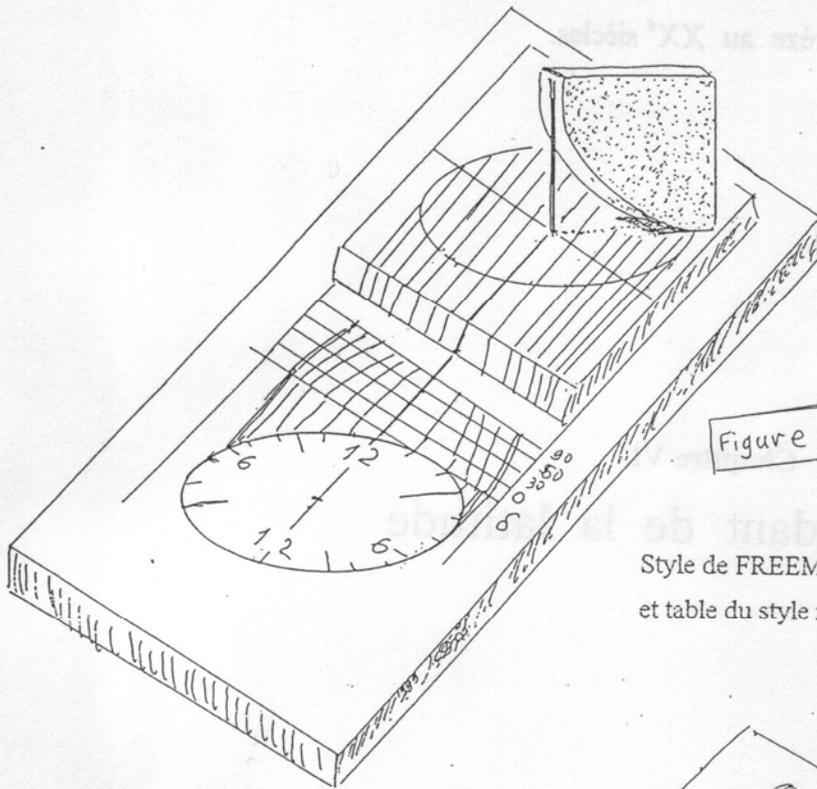


Figure 60

Style de FREEMAN
et table du style mobile.

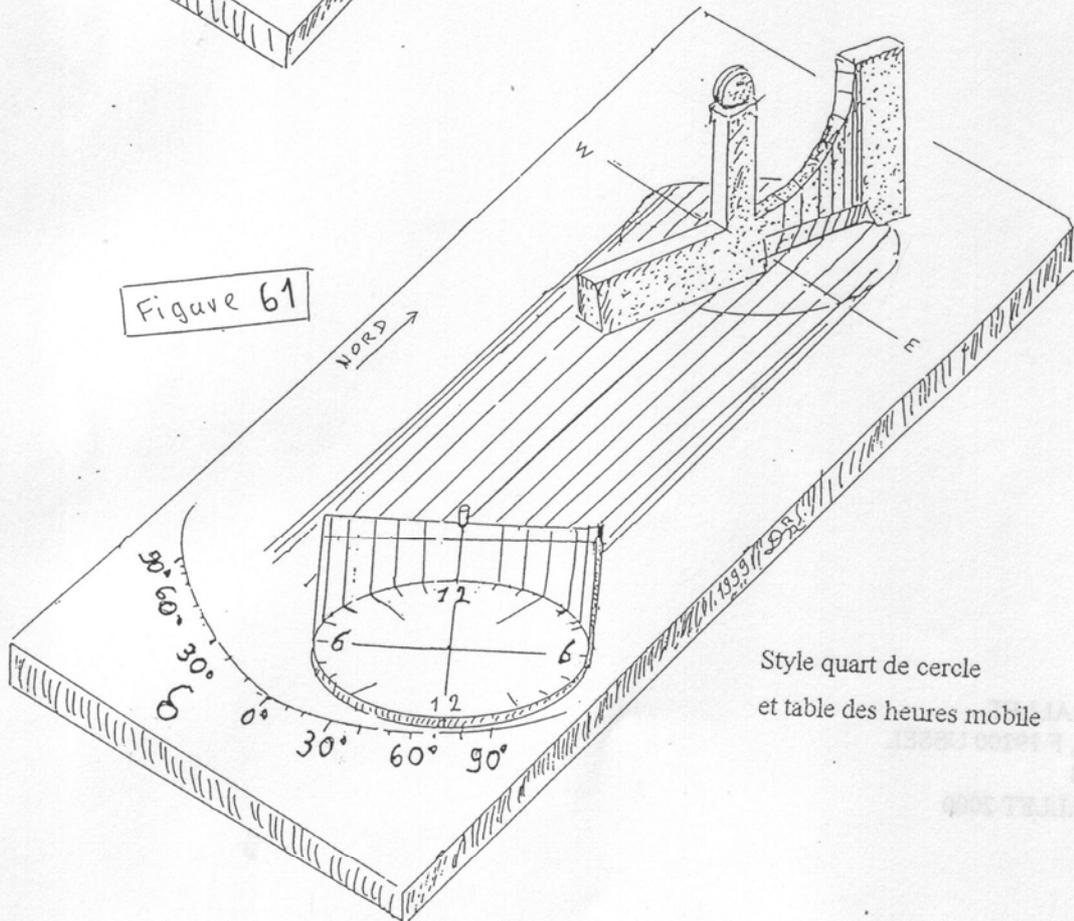


Figure 61

Style quart de cercle
et table des heures mobile

- **Schémas :**

Voir figures 60 et 61

Description et matériaux de réalisation.

L'indépendant de la latitude est un cadran « décor de jardin ». Il ne procure que des heures vraies, c'est à dire l'angle horaire du Soleil mesuré en « heures » de 15° . Il est peu précis vers 6 h le matin et 18 heures le soir, très précis aux abords de midi vrai. Il est facile à dessiner et à réaliser. Il est réellement « indépendant de la latitude » et semble utilisable aussi bien à l'équateur qu'aux pôles.. Un indépendant de la latitude est beau, et peut être un excellent compagnon d'une « navicula ». Les deux cadrans sont de même aspect esthétique et se complètent l'un l'autre.

Ce cadran ne découle pas d'un cadran équatorial, mais de la construction géométrique d'une formule de conversion de coordonnées astronomiques à l'aide de la trigonométrie sphérique.

Plusieurs matériaux de réalisation peuvent être envisagés ; ici nous nous limiterons au marbre. Ce cadran se fabrique en taillant et gravant quatre plaques de pierre.

Pour comprendre l'utilisation du cadran il faut remarquer au préalable qu'un rayon « R » de cercle choisi arbitrairement se retrouve sur les tables et les styles du cadran.

Il est composé de plusieurs pièces :

- Une « **table du style** » supportant le style. Cette table peut être horizontale ou inclinée exposée plein SUD. Elle porte un cercle (de rayon « R ») au centre duquel un trou permet de planter le pivot du style. Elle porte une ligne méridienne principale et une série de parallèles à cette ligne : les « parallèles d'azimut ».
- Une « **table des angles horaires** ». Elle comporte un cercle (de rayon « R »), et un rayon tous le 15° chiffré en heures. La ligne centrale est celle de midi vrai et de minuit vrai. Cette ligne rejoint la ligne méridienne de la table du style. Deux constructions sont possibles :
 1. **La table des heures pivote** à droite et à gauche autour d'un point de la méridienne de la table du style : (voir figures 65 et 66). La ligne de midi vrai forme avec la méridienne un angle égal à la déclinaison. Chaque extrémité des rayons de ce cercle d'heures nous procure les parallèles de ligne de midi vrai : les lignes d'heures. Ces lignes peuvent être très courtes (un point) ou longues (figure 61). Lorsque nous suivons une verticale d'azimut, nous rencontrons une parallèle d'heure, nous la suivons jusqu'au chiffre de l'heure. L'utilisateur positionne l'extrémité de la ligne de midi à la bonne déclinaison.. Dans ce cas la table du style est environ deux fois plus large et trois fois plus longue que la table des heures et la supporte. La manipulation de réglage est assez facile. Le cadran peut être réglable en longitude géographique, et pour la valeur de l'équation du temps.

2. **La table des heures ne pivote pas.** (voir figures 60) L'utilisateur fait glisser la table du style sur la table des heures. Les lignes d'heures traversent une série de lignes horizontales : les lignes de déclinaisons. A chacune de ces droites les lignes d'heures se courbent vers la ligne de midi vrai.

L'échelle de dates : pour les deux types de tables : il semble que la bonne manière de les présenter est de les exprimer en nombres de jours distants de l'équinoxe le plus proche. Les déclinaison négatives, sur ce cadran, ne se distinguent pas des positives.

- **Un style à orienter manuellement.** Deux types de styles (de rayon « R ») sont utilisables : le style « en quart de cercle » et le style de « Freeman » Ils sont tous deux à poser sur la table du style et tournent autour d'un pivot planté au centre du cercle des azimuts.

Il existe deux modèles de style : (voir figures 62 et 63)

- 1 **Le style en forme d'un quart de cercle** (figure 63) creusé dans la pierre, il a pour centre le sommet de l'axe du pivot. Sa concavité est tournée vers le ciel Une pinnule aménagée au sommet de l'axe permet de déterminer la hauteur du Soleil sur ce quart de cercle. La projection verticale de la base du point de lumière nous indique une verticale « ligne d'heure ». En suivant cette ligne nous pouvons lire l'heure.
- 2 **Le style en forme d'un quart d'astroïde**, dit de « Freeman » (voir figure 62). Il a l'allure d'un quart de cercle (de rayon « R ») tangent au cadran et à un pivot vertical planté au centre du cercle des azimuts.. La convexité de la courbe est dirigée vers le pied du pivot, elle est à orienter vers le Soleil. Le début de son ombre, et l'ombre du pivot nous indiquent la verticale « d'azimut » à suivre pour lire l'heure. Lorsque le Soleil est bas, le début de l'ombre est placé sous le style et est difficile à voir. Dans ces conditions il est plus facile d'utiliser le « Style en quart de cercle ».

Ainsi détaillée l'utilisation de ce cadran peut sembler complexe, résumons son mode d'utilisation :

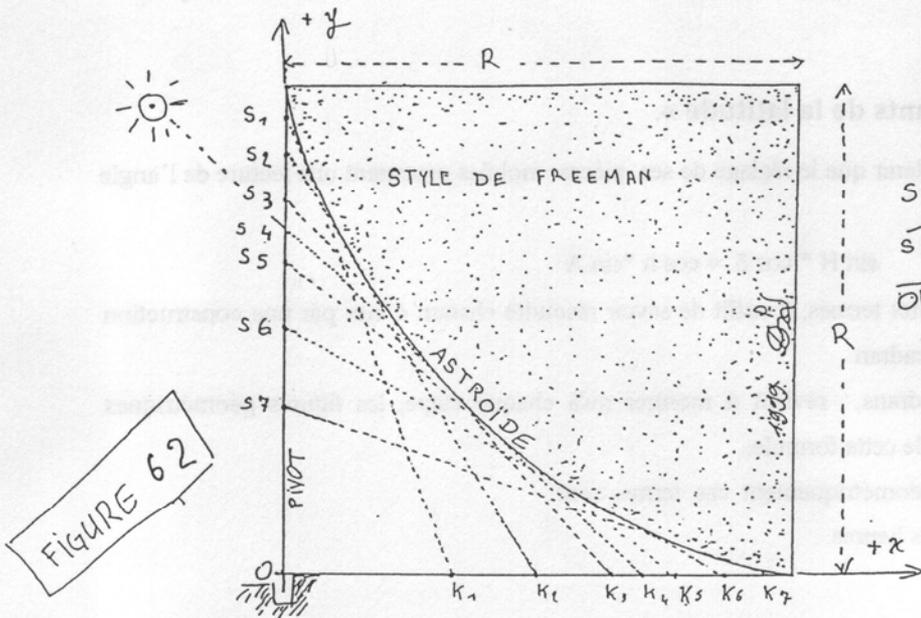
1. Placer les tables du style et des heures de manière avoir un bon réglage de la déclinaison.
2. Orienter le style vers le Soleil.
3. Lire l'heure en suivant la ligne verticale obtenue par l'angle hauteur de Soleil et l'orientation du style.

En zones géographiques polaires, des confusions de lecture aux angles horaires proches de 90° sont possibles, l'orientation des styles par rapport à une ligne EST OUEST nous déterminera comment lire l'heure sur le cercle des heures.

Pour réaliser le cadran nous devons réaliser en atelier un poncif. C'est comme pour les autres cadrans : dessins grandeurs réelles des deux tables et des deux styles, tirages en plusieurs exemplaires. Puis perçages des tirages à la roulette de couturière, ponçage des barbes des trous, paraffinage du papier, vérification que tous les trous laissent passer la lumière...

Figures 62 et 63.

Deux types de style pour « l'indépendant de la latitude ».

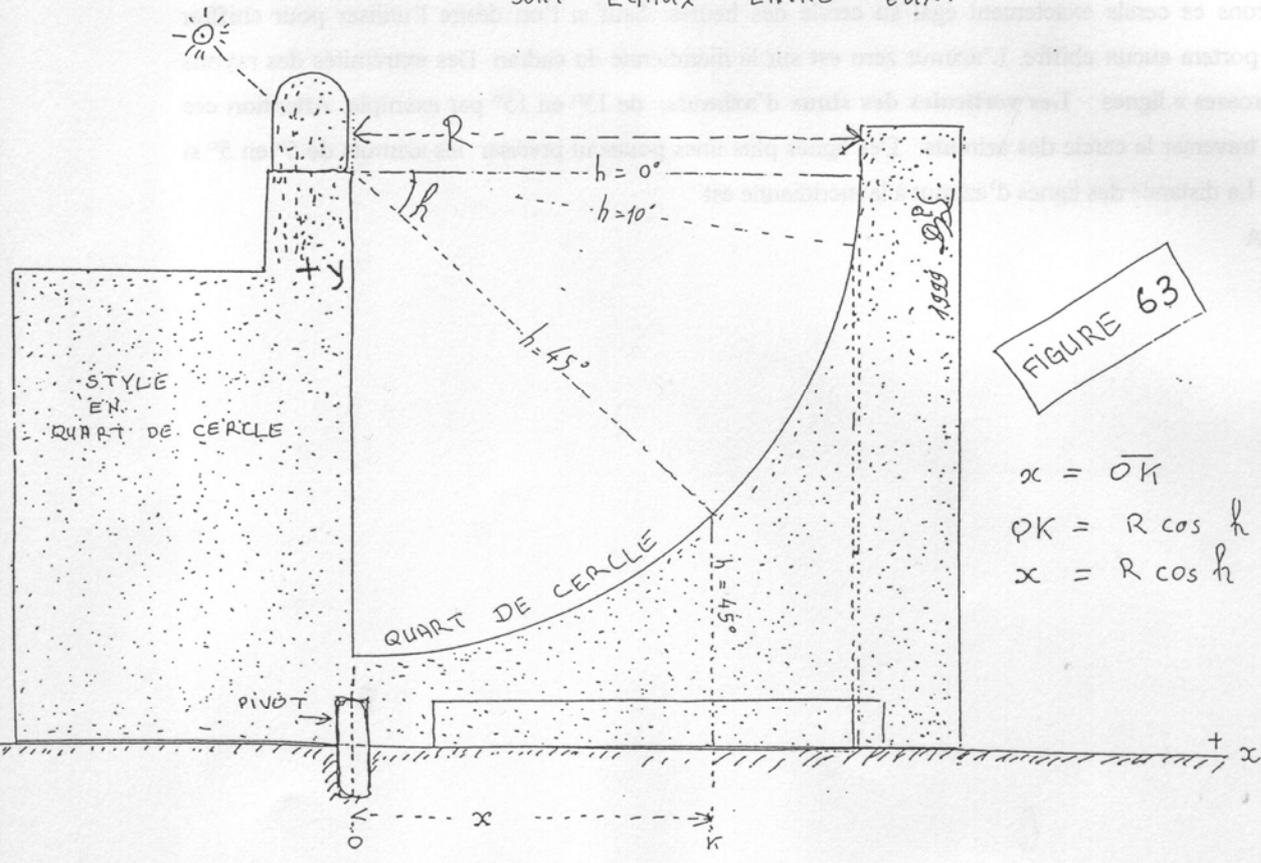


$$SK = R$$

$$\widehat{SKO} = h$$

$$\overline{OK} = R \cos h$$

TRACÉ DE L'ASTROÏDE
SANS CALCULS : LES SEGMENTS SK
SONT ÉGAUX ENTRE EUX.



$$x = \overline{OK}$$

$$OK = R \cos h$$

$$x = R \cos h$$

Le report du dessin se fera sur la pierre à la peinture acrylique en suspension aqueuse. La découpe de la pierre se fait à l'aide d'un disque diamant. Les plaques de marbre peuvent être découpées à la scie sauteuse. La gravure des lignes peut s'ébaucher à la disqueuse et se terminer au ciseau de graveur. On peut aussi utiliser une mini perceuse et des fraises diamant. Les canaux sont ensuite peints à l'aide de pigments résistant aux rayons du Soleil. On utilisera par exemple des pigments à colorer les mortiers, et du « Rustol ». Les coulures de peinture s'enlèvent à l'aide d'un os de seiche.

• La théorie des « indépendants de la latitude ».

Ce cadran est réalisé de façon à obtenir que le réglage de ses pièces mobiles procurent une lecture de l'angle horaire (H) qui vérifie la formule :

$$\sin H * \cos \delta = \cos h * \sin A$$

Cette formule ne comprend que deux termes, il suffit de savoir résoudre chacun d'eux par une construction géométrique pour savoir construire le cadran.

Démontrer l'exactitude de ces cadrans, revient à montrer qu'à chaque étape, les figures géométriques construites nous procurent les termes de cette formule.

Les pièces permettant de résoudre géométriquement ces termes sont :

Le style, la table du style, la table des heures.

• La table du style.

(voir figures 60 et 61)

Elle comporte : **Un cercle des azimuts**. Il a pour rôle de nous procurer le sinus de l'azimut « A » du Soleil. Nous dessinerons ce cercle exactement égal au cercle des heures. Sauf si l'on désire l'utiliser pour chiffrer l'azimut il ne portera aucun chiffre. L'azimut zéro est sur la méridienne du cadran. Des extrémités des rayons partent les « grosses » lignes : **Les verticales des sinus d'azimuts**, de 15° en 15° par exemple. Attention ces lignes doivent traverser le cercle des azimuts. Des lignes plus fines pourront préciser les azimuts de 5° en 5° si on le souhaite. La distance des lignes d'azimut à la méridienne est

$$x = R * \sin A$$

• La table des heures.

(voir figures 60 et 61)

Elle comporte :

Le cercle des heures. Il a pour rôle de nous procurer le sinus de l'angle horaire « H » du Soleil. C'est un cercle trigonométrique de rayon R. Le zéro origine des angles horaires étant placé à une extrémité de ligne de « midi vrai », qui rejoint la méridienne de la table du style.. Les rayons de ce cercle, placés tous les 15° portent les chiffres des heures. Des extrémités de ces rayons partent les **parallèles des sinus d'angles horaires**.

. La distance des parallèles à la ligne centrale est :

$$x = \sin H$$

Si la table des heures est à tourner pour régler la déclinaison : (voir figures 61, 65 et 66) la table des heures est posée sur la table du style. Elle aura la forme d'un demi -cercle de rayon R accolé à un rectangle de longueur 2R et de largeur R. Elle est articulée à la table du style par un pivot emboîté dans un trou percé à son « midi vrai ». (ou sur son prolongement). A l'opposé de midi un point repère permet de régler la déclinaison.

Sur la table du style est tracé l'échelle des date, un demi cercle ayant pour rayon 2R, le diamètre de la table des heures (1) et pour centre le trou du pivot sur sa méridienne. Les lignes d'azimut sont à graver jusqu'à cette ligne de manière à permettre la lecture du cadran après 18h le soir et avant 6h le matin. Les angles déclinaisons ont pour sommet le trou du pivot de la table des heures, sur la méridienne. La méridienne est à prendre comme déclinaison zéro. Les angles déclinaisons se mesurent à partir d'elle Seule la valeur absolue de la déclinaison est à prendre en compte pour ce type de cadran. Sur la table du style, on obtient des segments égaux à :

$$x = \sin H * \cos \delta$$

Ce terme est le premier de la formule que nous voulons résoudre. Le fait que sous certaines latitudes et fortes déclinaisons le Soleil passe à l'EST et à l'OUEST à une hauteur importante produit un curieux effet : les points d'angles horaires 90° ne sont pas sur les verticales extrêmes d'azimut..

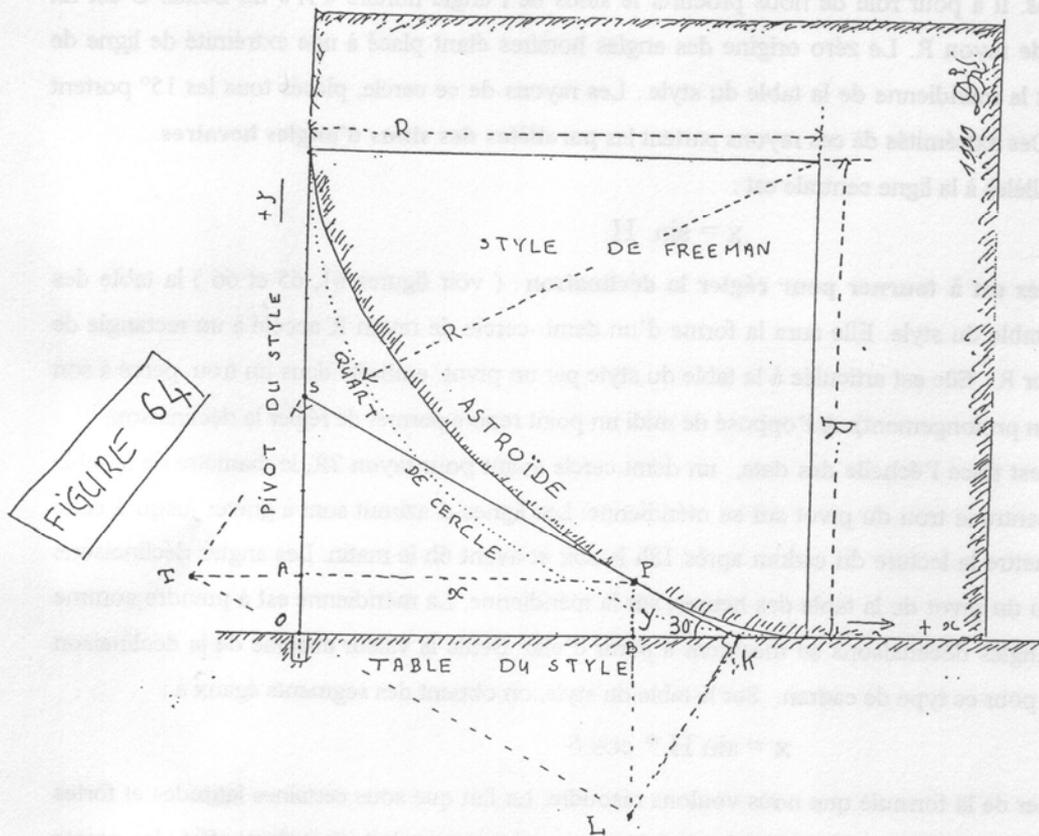
Certain cadrans peuvent être conçus réglables pour l'équation du temps, (voire pour être incliné déclinant), dans ce cas la table des heures est fixée par son centre à une pièce en métal inaltérable intermédiaire. Sa forme est forme est celle d'un demi -cercle de rayon R accolé à un rectangle de longueur 2R et de largeur R. Ce pièce est articulée à la table du style comme le serait la table des heures ordinaires.

Si la table du style est à faire glisser sur la table des heures : (voir figure 60)La table du style est posée sur la table des heures. Sur la table des heures, au NORD du cercle des heures, figurent perpendiculaires à la ligne de midi : **les lignes de déclinaison**. La première est horizontale, numérotée, en longitude écliptique vraie du Soleil, zéro degré. Puis à des distances proportionnelles aux longitudes vraies 30°, 60° et 90° trois autres lignes. Ces lignes ont pour rôle de marquer à leurs niveaux la valeur de « x » multipliée par le cosinus de la déclinaison.

(1) plus éventuellement son prolongement, figure61.

Figure 64

Le style de Freeman.



Exemple de calcul pour un angle hauteur $h = 30^\circ$,

Nous ferons le calcul pour $R = 1$:

Nous avons le segment $SK = R$

$$x = AP, y = BP$$

Nous calculons :

$$x = (\cos 30^\circ)^3, y = (\sin 30^\circ)^3$$

$$x = 0,6495, y = 0,1250$$

Sous le style, la longueur du segment de rayon du cercle des azimuts, ensoleillé, est :

$$OK = R \cos h$$

$$OK = 0,866$$

Nous pouvons aussi calculer les coordonnées des points P à l'aide de la relation :

$$x^{2/3} + y^{2/3} = R^{2/3}$$

A chaque ligne de déclinaison les lignes verticales d'heures sont rapprochées de la méridienne. Les distances de ces verticales à la méridienne deviennent :

$$x = \sin H * \cos \delta$$

Ce terme est le premier de la formule que nous voulons résoudre, c'est la seconde solution.

- **Les styles :**

(Voir figures 62 et 63)

Ils ont pour rôles de nous procurer le cosinus de l'angle hauteur « h » du Soleil.

Il en existe deux types. Commençons par le plus simple, la compréhension du second n'étant pas facile.

1 Le style en quart de cercle :

(voir figure 63)

Ce style en forme d'un quart de cercle est creusé dans une plaque de pierre. Le centre du cercle est situé sur une perpendiculaire au centre du cercle des azimuts. Un des ses rayons est vertical, l'autre est horizontal. Une pinnule est aménagée dans la pierre dépassant le rayon vertical. Son ouverture doit être exactement à la verticale du centre du cercle d'azimut. Le bas de cette pinnule est au centre du quart de cercle. Cette fente, à mi-épaisseur de la pierre laisse passer un rayon de Soleil lorsqu'elle est dirigée vers lui. Sur la surface intérieure de ce quart de cercle on peut lire la hauteur du Soleil sur des lignes adroitement gravées pour être suivies (grosses et fines) avec précision. La partie du style placée sous le quart de cercle doit être biseautée pour n'avoir au contact de la table que l'épaisseur d'un fil. Les autres parties étant entières pour que le style repose bien sur la table. Un trou creusé dans l'alignement du rayon vertical contient le pivot. Ce pivot pénètre également dans un trou percé au centre de la table du style.

Les lignes donnant la hauteur du Soleil peuvent être suivies, par des verticales, sur les côtés du style, jusqu'au cadran. La longueur du segment de rayon du cercle des azimuts que l'on obtient est le cosinus de la hauteur « h » du Soleil. Sa valeur est :

$$L = \cos h$$

A l'extrémité de ce segment nous continuons en suivant la verticale d'azimut qui lui coïncide. La distance entre cette ligne et la méridienne du cadran est à ce moment :

$$L = \cos h * \sin A$$

Ce terme est le second de la formule dont nous cherchons la solution par construction.

2 Le style de Freeman :

(Voir figures 62 et 64)

Il est nécessaire de donner des explications longues pour permettre à chaque cadranier de le tracer facilement. Il a l'aspect d'un quart de cercle tangent au cadran et à une verticale fixée sur la méridienne au point O : son pivot. La convexité de la courbe étant orientée vers le pied de l'axe. Il est à orienter manuellement vers la Soleil. C'est le début de son ombre qui nous procure la ligne « verticale d'azimut » à suivre pour lire l'heure.

La courbe utilisée est un quart d' « astroïde », nous allons établir comment on peut la tracer.

• Tracé de l'astroïde sans calcul.

(voir figure 62)

Nous allons tracer un grand nombre de « rayons de Soleil » dont les longueurs entre le pivot et la table du style seront égales à R. Ils seront tous tangents en un point à notre style, et nous pourrons dessiner ce dernier.

- Construire un carré de côté R. La longueur R est également le rayon du cercle des heures et du cercle des azimuts.
- Considérons le côté gauche et le côté du bas comme les axes d'un repère orthonormé Oxy. L'axe vertical Oy, sera le « pivot » de rotation de notre objet. L'axe horizontal Ox sera la ligne de contact du style et de sa table.
- Choisir arbitrairement sur l'axe des y (vertical) une série de points S (comme Soleil).
- Au compas, ouvert pour un rayon R, en prenant pour centre les points R, placer sur l'axe des x une série de points K homologues des points S. La lettre K est utilisée ici pour noter le point du début de l'ombre du style.
- Joindre les points S à leurs points K homologues. Nous obtenons ainsi un grand nombre de segments SK, tous égaux à R.
- Au pistolet de dessinateur tracer une tangente aux segments de droites SK. Nous obtenons l' « astroïde », enveloppe de notre style.
- Remarque : Pour tous les segment SK nous avons :

$$\text{Angle SKO} = h$$

$$\text{Segment SK} = R$$

$$\text{Segment OK} = R \cos h$$

• **Tracé de l'astroïde par calculs.**

(voir figure 64)

Nous utilisons le repère orthonormé établi pour la construction ci-dessus. Y est compté positivement vers le haut, x positivement vers la droite.

Soient :

R le rayon des cercles d'heure et d'azimut du cadran.

P un point de l'astroïde :

Les coordonnées du point P sont :

$$x = AP$$

$$y = BP$$

x et y peuvent être calculés par les formules trigonométriques suivantes :

$$x = R \cos^3 h$$

$$y = R \sin^3 h$$

ou l'équation cartésienne suivante :

$$x^{2/3} + y^{2/3} = R^{2/3}$$

Explications.

Il s'agit de déterminer l'enveloppe produite par le déplacement du segment SK dont les extrémités S et K se déplacent sur les axes Oy et Ox.

Le segment SK est de longueur constante, égale à R, et tangent à l'astroïde.

Rappelons la définition de deux fonction trigonométrique très commodes à utiliser ici :

$$\text{Sécante} : \sec x = 1 / \cos x$$

$$\text{Cosécante} : \operatorname{cosec} x = 1 / \sin x$$

Nous avons, (figure 64) : $x = AP$, $y = BP$, angle SKO = h, en prenant $R = 1$:

le segment SP aura pour longueur :

$$SP = x \sec h$$

Le segment PK aura pour valeur :

$$PK = y \operatorname{cosec} h$$

Sachant que $SK = R$, et que $R = 1$, nous en tirons l'équation (1) :

$$x / \cos h + y / \sin h = 1$$

Nous écrivons maintenant une seconde équation.

Cette équation est difficile à expliquer, selon Freeman elle est obtenue en dérivant l'équation (1) relativement à h. Nous remarquerons cependant que ses termes sont visualisés figure 64, par les segments ST et KL.

Nous avons :

$$SP \tan h - PK \cot h = 0$$

Soit, en remplaçant les segments SP et SK par leurs valeurs :

$$x \tan h / \cos h - (y / \sin h) (1 / \tan h) = 0$$

et nous écrivons l'équation (2) :

$$x \sin h / \cos^2 h - y \cos h / \sin^2 h = 0$$

multiplions les deux membres de l'équation (2) par $\sin h / \cos h$, il vient :

$$x \sin^2 h / \cos^3 h - y \cos h \sin h / \sin^2 h \cos h = 0$$

qui se simplifie par :

$$x \sin^2 h / \cos^3 h - y / \sin h = 0$$

Soit, pour le système :

$$(1) \quad x / \cos h + y / \sin h = 1$$

$$(2) \quad x \sin^2 h / \cos^3 h - y / \sin h = 0$$

En ajoutant membre à membres les deux équations on a :

$$x / \cos h + x \sin^2 h / \cos^3 h + y / \sin h - y / \sin h = 1$$

qui se simplifie par

$$x / \cos h + x \sin^2 h / \cos^3 h = 1$$

soit en mettant x en facteur :

$$x [1 / \cos h + \sin^2 h / \cos^3 h] = 1$$

Ou encore :

$$x [(\cos^2 h + \sin^2 h) / \cos^3 h] = 1$$

et comme $\cos^2 h + \sin^2 h = 1$:

$$x * \cos^3 h = 1$$

d'où

$$(3) \quad x = \cos^3 h$$

Reportons cette valeur de x dans l'équation (2) prise au début. Nous obtenons:

$$\cos^3 h \sin h / \cos^2 h - y \cos h / \sin^2 h = 0$$

Qui se simplifie par :

$$\cos h \sin h = y \cos h / \sin^2 h = 0$$

Puis :

$$y \cos h / \sin^2 h = \cos h \sin h$$

d'où :

$$y = \cos h \sin h * \sin^2 h / \cos h$$

qui se simplifie par :

$$y = \sin h * \sin^2 h$$

Enfin :

$$(4) \quad y = \sin^3 h$$

Le système :

$$(3) \quad x = \cos^3 h$$

$$(4) \quad y = \sin^3 h$$

représente les équations paramétriques de l'astroïde. C'est cette forme qui est utilisée pour dessiner le style de « Freeman ».

En élevant tous ses membres à la puissance $2/3$, nous obtenons:

$$x^{2/3} = \cos^2 h$$

$$y^{2/3} = \sin^2 h$$

Soit en ajoutant membre à membre :

$$x^{2/3} + y^{2/3} = \cos^2 h + \sin^2 h$$

et comme $\cos^2 h + \sin^2 h = 1$, nous obtenons l'équation cartésienne de l'astroïde, :

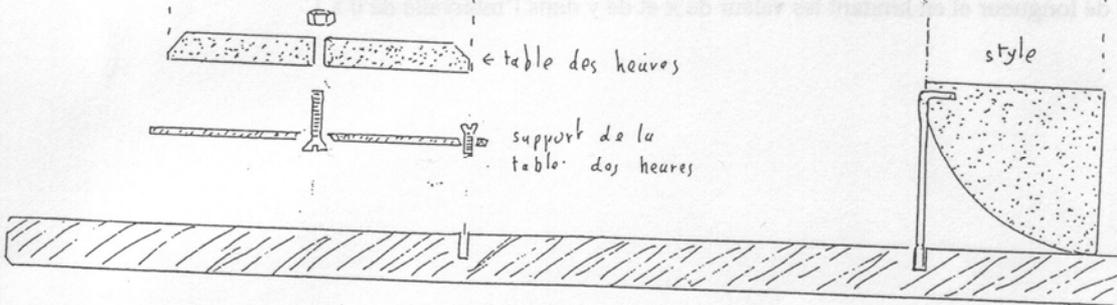
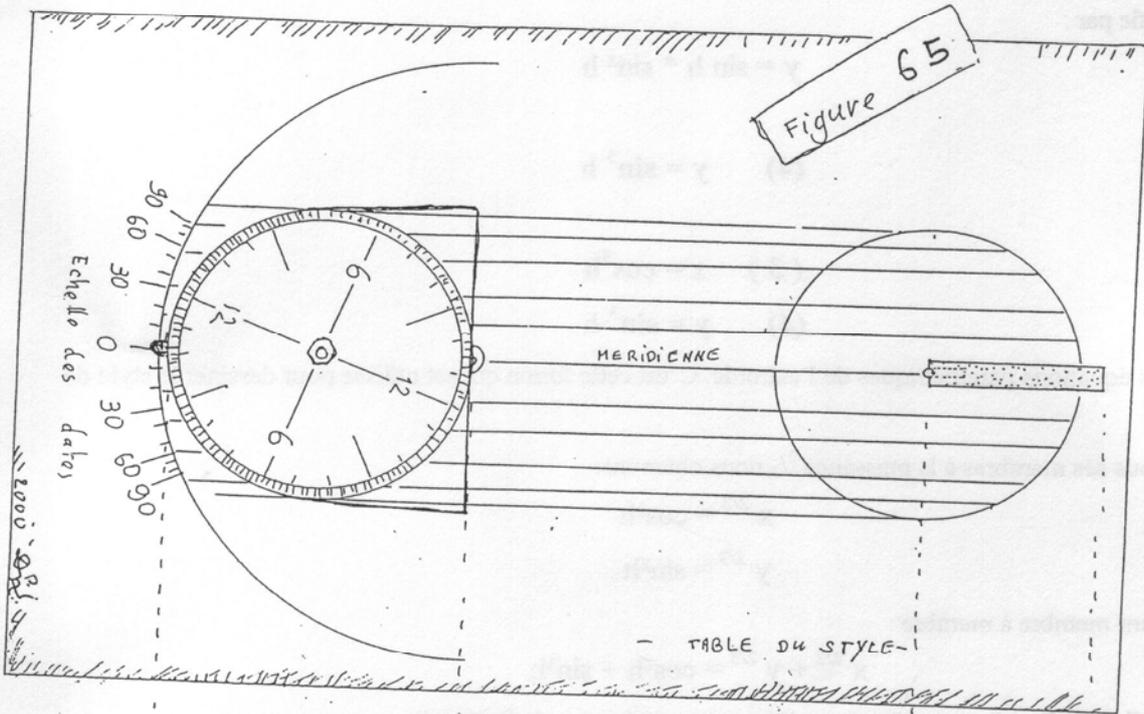
$$(5) \quad x^{2/3} + y^{2/3} = 1$$

avec R pour unité de longueur et en limitant les valeurs de x et de y dans l'intervalle de 0 à 1.

Figures 65 et 66

Un indépendant de la latitude.
Variante avec réglage de l'heure possible.

Vue schématique de dessus.



Vue en coupe.

- **Echelle des dates.**

Pour ce cadran, comme pour d'autres, l'utilisateur doit utiliser une échelle de dates pour obtenir l'heure. Plusieurs systèmes existent :

Les dates du calendrier grégorien : Pour une date donnée la valeur de la déclinaison n'est pas toujours la même.

Les signes de tiers de saison : Le passant ne sait jamais à quelle partie il en est. Ce système est exact, la déclinaison du Soleil est la même à chaque entrée en signe.

Les distances de l'équinoxe le plus proche, en jours : En réalité ce sont des distances en degrés de longitude écliptique vraie qui sont indiquées. Chacun connaît la date de l'équinoxe le plus proche et peut régler exactement le cadran à dix jours près, ce qui est suffisant.

Il est facile de calculer la déclinaison en fonction de la longitude vraie, rappelons la formule :

$$\sin(\delta) = \sin(Lv) * \sin(23,44^\circ) ;$$

Nous pouvons aussi nous servir du tableau suivant :

Distances en degrés de Lv (ou en jours) de l'équinoxe le plus proche.	Déclinaisons en degrés.
0°	0°
10°	4.0°
20°	7.8°
30°	11.5°
40°	14.8°
50°	17.7°
60°	20.2°
70°	22.0°
80°	23.1°
90°	23.4°

• Echelle des dates

Pour ce calcul, comme pour d'autres, l'abaque doit utiliser une échelle de dates pour obtenir l'heure. Plusieurs systèmes existent. Les dates du calendrier grégorien. Pour une date donnée le valeur de la déclinaison n'est pas toujours la même.

Les signes de tous les jours de l'année. Les signes de tous les jours de l'année à partir de la date. Ce système est exact. La déclinaison du Soleil est la même.

Fin de « Un indépendant de la latitude »

Les distances de l'équateur la plus proche, en jours ; en fait ce sont des distances en degrés de longitude équivalentes mais qui sont indiquées. C'est un avantage de l'équateur la plus proche et peut être exactement le calcul à dix jours près ce qui est suffisant. Il est facile de calculer la déclinaison en fonction de la longitude de l'équateur la plus proche.

$$\sin(\delta) = \sin(\lambda) \cdot \sin(23,44^\circ)$$

Nous pouvons aussi nous servir de tables de déclinaison.

Distance en degrés	Distance en degrés de l'équateur la plus proche
0	0
40	10
78	20
113	30
148	40
177	50
207	60
230	70
248	80
267	90

PAGE
2
3 et 4
10 et 11

HISTORIQUE, USAGES ...
ANCIENNETE
SCHEMA D'UN CADRAN CRUCIFORME
LIEUX DE FABRICATION

LES CADRANS SOLAIRES CRUCIFORMES

ASPECTS DIVERS : Crucifixs Reliquaires Cadran

SCHEMA DES LIGNES HORAIRES

LONGUEUR DE L'OMBRE (Courbe de déclin)

VALEUR DE CES OBJETS

CADRANS MONUMENTAUX AUTRES

DESCRIPTION DE QUELQUES CADRANS CRUCIFORMES :

24 CROIX DATEE DE 1875 (Musée d'Ecrouen)

19 CROIX DATEE DE 1885 (famille de la PAYOLLE)

25 CROIX-CADRAN COLLECTION J.de F. DATEE 1889

26 CADRAN CRUCIFORME COLLECTION J. LINTON 1820

DEUX CADRANS SOLAIRES CRUCIFORMES DU MUSEE

28 DE LA VIE WALLONNE A LIEGE

29 CADRAN CRUCIFORME M.R.A.H. Bruxelles - XVIème siècle

29 CADRAN DIPTYQUE CRUCIFORME - MUSEE D'ECROUEN

32 BIBLIOGRAPHIE

Par Jean FORT

Commission des cadrans solaires
Sté astronomique de France

Table des matières

	PAGE
HISTORIQUE,USAGES ...	2
ANCIENNETE	2 et 3
SCHEMA D'UN CADRAN CRUCIFORME	4 et 10
LIEUX DE FABRICATION	6
ASPECTS DIVERS : Crucifix,Reliquaires,Cadrams.	7
ORIENTATION (latitudes,lieux repérés)	7 et 8
FONCTIONNEMENT ET CALCUL DES LIGNES HORAIRES	9
SCHEMA DES LIGNES HORAIRES	10
LONGUEUR DE L'OMBRE (Courbes de déclinaison)	11
VALEUR DE CES OBJETS	12
CADRANS MONUMENTAUX AUTRES	13
DESCRIPTION DE QUELQUES CADRANS CRUCIFORMES :	
CROIX DATEE DE 1573 (Musée d'Ecouen)	14
CROIX DATEE DE 1586 (famille de la FAYOLLE)	19
CROIX-CADRAN COLLECTION J.de F. DATEE 1589	25
CADRAN CRUCIFORME: COLLECTION L. LINTON 1620	26
DEUX CADRANS SOLAIRES CRUCIFIX DU MUSEE DE LA VIE WALLONNE A LIEGE	28
CADRAN CRUCIFIX M.R.A.H. Bruxelles XVIème siècle.	28
CADRAN DIPTYQUE CRUCIFORME - MUSEE D'ECOUEN	29
BIBLIOGRAPHIE	32

LES CADRANS SOLAIRES CRUCIFIX

A partir de la seconde moitié du XVI^{ème} siècle, de très intéressants cadrans solaires portables, en forme de croix latine, ont été construits pour des ecclésiastiques appelés, par leur ministère, à voyager.

A cette époque, le clergé n'était pas autorisé à porter des bijoux ni même des montres qui étaient considérés comme des objets trop précieux.

C'est pourquoi des croix pectorales, de petites dimensions, contenant souvent des reliques ont été façonnées le plus souvent en laiton, plus rarement en ivoire ou en bois et exceptionnellement en argent.

Certaines de ces croix faisaient office de cadran solaire.

Elles portent presque toujours un anneau qui permet de les suspendre à l'aide d'une chaîne, en sautoir autour du cou.

Des instruments plus rares, presque identiques mais fixés sur un pied, ont été construits pour être placés sur un autel ou sur une table.

Le rôle de ces cadrans solaires cruciformes était multiple.

Portables et vues de tous ces croix indiquaient le rang social du religieux qui les possédait; c'était un évêque ou un abbé mitré car le port de reliques leur était réservé; cependant, les croix qui ne contiennent pas de reliques ont pu être confiées à des moines ou des prêtres ordinaires.

Elles servaient aussi de crucifix permettant de célébrer la messe sur un autel de fortune, bien que, dans ce cas, la présence de reliques ne soit pas indispensable pour la validité de l'office.

Instruments scientifiques et culturels, ces croix pectorales intriguaient et pouvaient impressionner une population qui, à l'époque et majoritairement, était fort ignorante.

Leur aspect scientifique devait être lié à la personnalité de quelques ecclésiastiques qui, au XVI^{ème} siècle, différents de la majorité du clergé, représentaient une élite intellectuelle ayant joué un rôle certain dans le progrès des sciences. Ils devaient être en relation avec les constructeurs de ces croix, proches probablement des milieux universitaires.

Ces croix-cadrans solaires contiennent une petite boussole indispensable pour leur orientation.

Leurs lignes horaires sont assez espacées pour que l'heure solaire puisse être connue avec une précision bien suffisante pour l'époque.

La précision de la lecture est altérée par la petitesse de la boussole qui ne permet qu'une orientation approximative et par les variations de la déclinaison magnétique selon l'époque et les lieux.

Cela ne devait pas avoir d'importance car il devait s'agir avant tout d'un instrument scientifique dont le rôle était didactique qui ne servait pas à fournir une heure précise et dont le rôle ressemblait à celui des astrolabes de mer qui ne permettaient pas de faire le point.

Certaines de ces croix possèdent des courbes de déclinaison ou " arcs des signes " bien identifiés par des signes simplifiés du zodiaque. Mais, étant donné leur resserrement et la difficulté de discerner la limite de l'ombre, la date est pratiquement impossible à déterminer. Leur tracé correspond plutôt à un jeu mathématique du constructeur et peut présenter un intérêt didactique.

Plus tard, des croix en pierre de grandes dimensions, construites sur le même principe, ont été placées sur des tombes. On les rencontre principalement en Grande Bretagne et aux Etats Unis. A notre connaissance il n'en existe pas en France.

La gnomonique permet de classer ces cadrans solaires originaux en deux catégories:

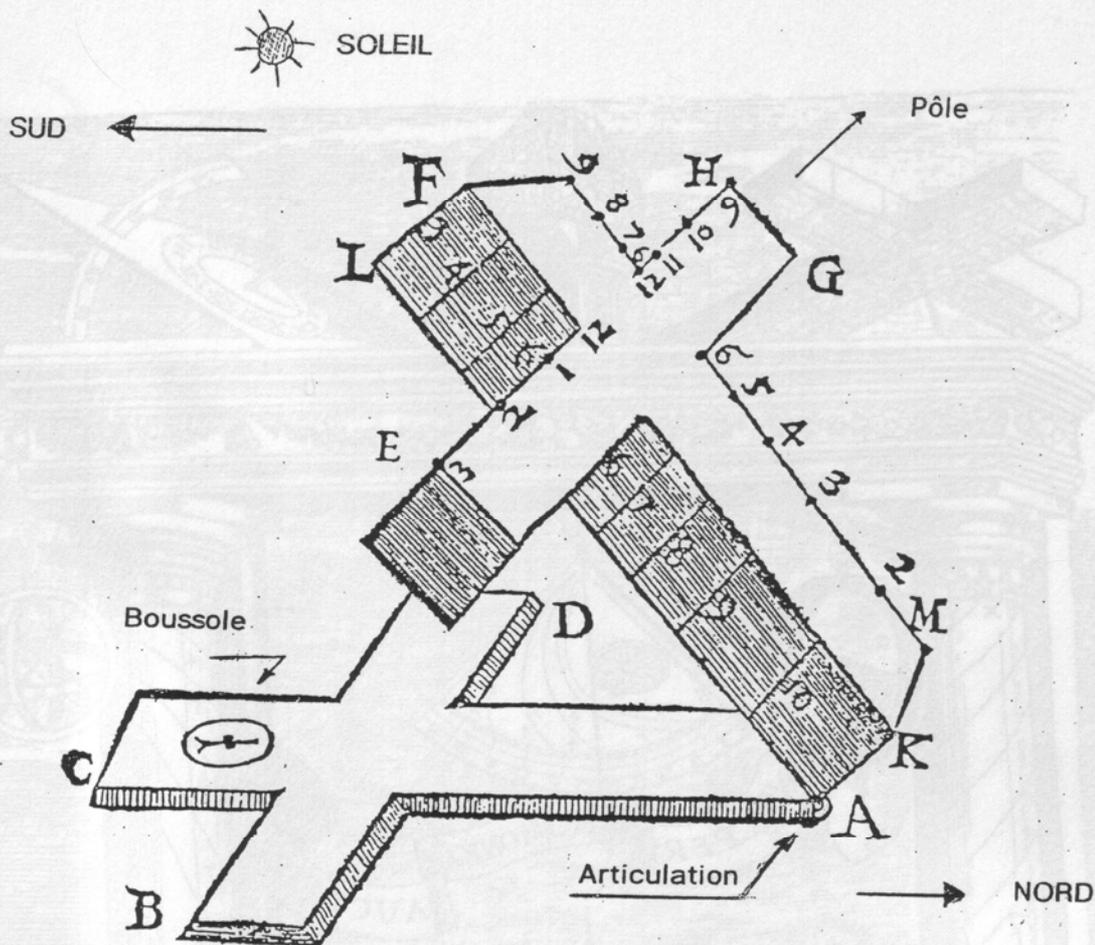
- les cadrans polaires où l'arête des faces latérales porte ombre sur les côtés de la croix.

- les cadrans horizontaux diptyques, dont nous n'avons pu examiner qu'un seul exemplaire conservé au musée de la renaissance à Ecoen, probablement parce qu'ils constituent un type beaucoup plus rare..

Les cadrans solaires cruciformes sont apparus dans la seconde moitié du XVIème siècle; l'instrument le plus ancien que nous connaissons, date de 1573, est conservé au musée d'Ecoen et l'une des premières représentations d'une croix cadran solaire figure dans l'ouvrage de Clavius, *Gnomonices libri duo*, édité en 1581. Le dessin extrait de ce livre est représenté page suivante. Nous présentons également le frontispice de l'ouvrage " *Gnomonica* " de Welper édité à Srasbourg en 1625.

Ce type de croix-cadran était donc bien connu des spécialistes et il est possible qu'il ait été assez répandu à l'époque, de nombreux objets ayant dû disparaître au cours des siècles car actuellement les cadrans portables cruciformes sont très rares.

L'un des premiers constructeurs de ces crucifix gnomoniques est George Hartmann (1489 - 1564) qui fut, selon Henri Michel, un savant remarquable, bon mathématicien et géomètre, caractéristique des astronomes des XV et XVIèmes siècles, promoteurs de la



SCHEMA D'UN CADRAN CRUCIFORME

Dans ce cadran, de type polaire, l'angle LAC est complémentaire de l'angle de la latitude, la tête de la croix est orientée vers le sud dans l'hémisphère nord, le corps de la croix est parallèle au plan équatorial. Une articulation au pied de la croix permet de faire varier l'inclinaison qui est fonction de la latitude. Le support comportant une boussole doit être bien horizontal, pour que les arêtes de la croix soient parallèles à l'axe du monde.

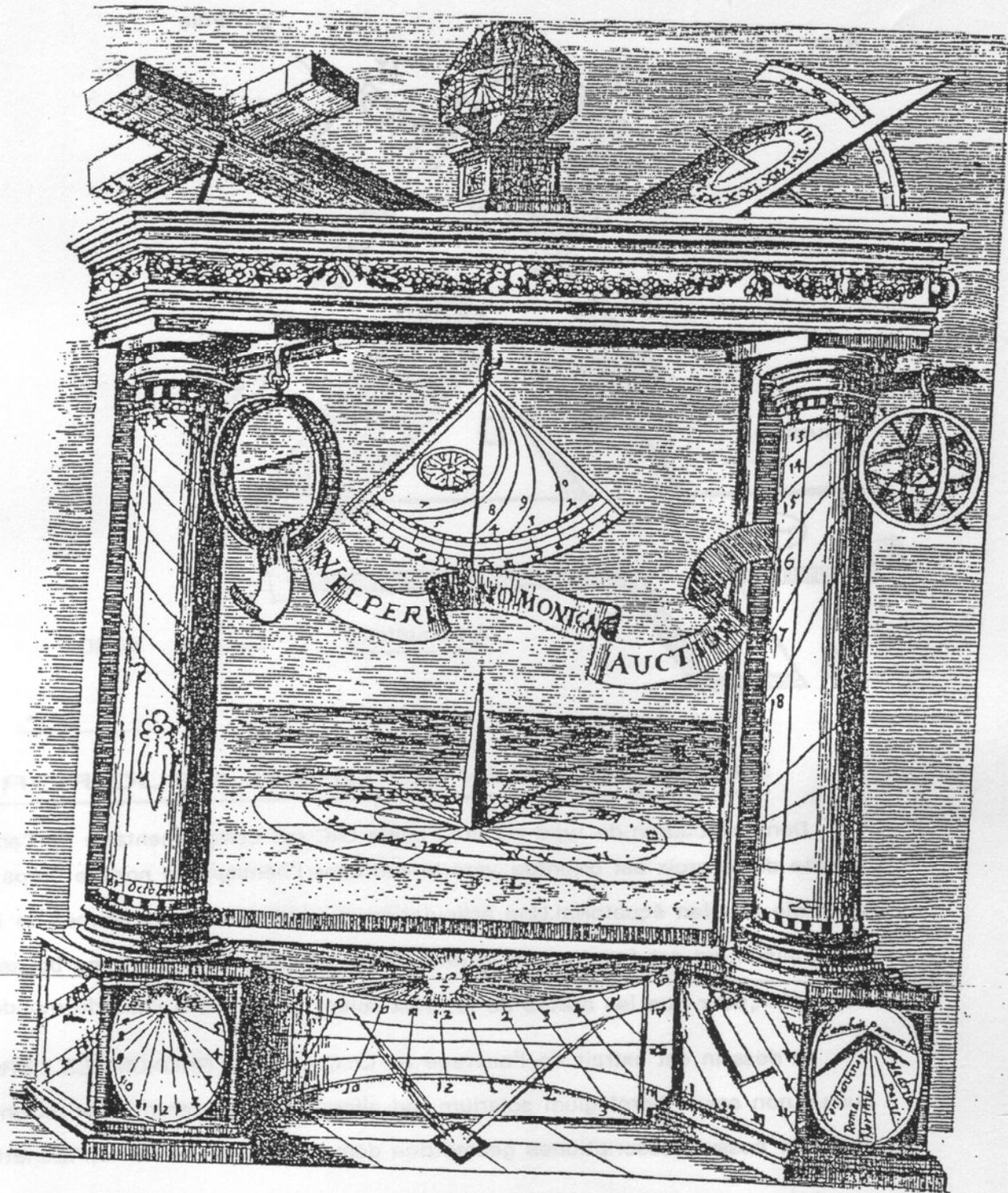
Le dessin est extrait de l'ouvrage de Ch. CLAVIUS " GNOMONICES LIBRO OCTO, in quibus non solum horologium solarium, sed allarum quopue rerum, quae ex gnomonis umbra cognosci possunt, descriptiones geometrice demonstrantur ... Rome, F. Zanettum Anno 1581

Lalande considérait cet ouvrage de 654 p. comme le meilleur traité de gnomonique.

Christopher Klau dit Clavius, né à Bamberg en 1537 est mort à Rome en 1612.

Mathématicien et astronome il s'occupa de la réforme du calendrier faite à la demande du pape Grégoire XIII. On l'a surnommé, avec un peu d'exagération, l'Euclide du XVIème siècle, car il a publié, entre autres ouvrages, "Euclidis elementorum " en 1574. Jésuite, le père Clavius a été à la tête du Collège de Rome.

Son nom a été donné à un célèbre cratère lunaire.



Frontispice de l'ouvrage " Gnomonica " de Welper.

Edité à Srasbourg en 1625.

Les lignes horaires représentées sous le cadran cruciforme n'ont aucune raison d'exister.

renaissance scientifique.

" Après des études à Cologne et en Italie Hartmann fut nommé vicaire de l'église Saint Sebald à Nuremberg et, doté de grasses prébendes, il put alors se consacrer à des travaux scientifiques dont la gnomonique ainsi qu'au tracé et à la construction de divers instruments astronomiques dont il a laissé de nombreux exemplaires.

Il s'est ingénié à trouver des solutions originales aux problèmes de la gnomonique et il a calculé et construit de sa propre main de nombreuses horloges solaires (cadrans solaires) qui, le plus souvent, étaient réalisés en papier collé sur un support en bois.

A cette date, il semble que l'imprimerie ait été incapable de satisfaire les exigences des mathématiciens et que, ceux-ci, pour se tirer d'affaire, aient souvent dû faire appel à leurs ressources personnelles. " (Extrait des " Cadrans solaires " de Max Elskamp par H. Michel).

On a oublié à quel point la gnomonique tenait une place importante dans l'enseignement des mathématiques et quel intérêt intellectuel elle présentait pour les érudits des siècles écoulés. Les recherches de nouveaux modèles de cadrans solaires furent extrêmement nombreuses et fructueuses; elles devaient constituer un jeu intellectuel prisé.

Quant à l'enseignement de la gnomonique il s'est poursuivi dans les universités du nord de l'Europe, telles Louvain et Douai, jusque vers la moitié du XVIII^{ème} siècle, où il tenait une place importante.

Il n'est donc pas étonnant de constater que la majorité des cadrans-crucifix que nous connaissons aient été construits principalement en Belgique et en Allemagne comme le montrent les descriptions de croix gnomoniques annexées à ce texte et comme l'affirme la littérature.

Trois des cadrans examinés semblent bien provenir de Louvain, ville qui possédait déjà une université florissante de grande réputation.

La plupart des instruments qui nous sont parvenus sont très probablement l'oeuvre d'hommes d'église et peut-être d'universitaires ce qui ne diminue en rien leur valeur artistique.

Le nombre de croix-cadrans réalisées semble relativement limité mais il apparaît qu'un même artiste, nom que l'on donnait aux constructeurs d'instruments, en a produit plusieurs et même qu'il s'est peut-être formé de petites écoles comme semble le prouver la grande ressemblance qui existe entre les trois croix originaires de Louvain que nous avons pu examiner.

ASPECTS DIVERS :

Ces croix-cadrans solaires présentent plusieurs aspects :

CRUCIFIX, elles montrent presque toutes, sur leur face principale, le Christ en croix le plus souvent gravé mais parfois rapporté surtout s'il s'agit de croix non pectorales de plus grandes tailles.

Une des croix examinées (cadran diptyque N° 18543 du musée d'Ecouen) utilise cependant une symbolique beaucoup plus complexe.

RELIQUAIRES, elles sont constituées d'une boîte divisée par des cloisons formant des niches que l'on trouve généralement vides à notre époque.

On ne sait pas si toutes les croix contenaient des reliques.

Certains de ces objets ont cependant conservé toutes leurs reliques qui sont parfois nombreuses. Ainsi, le cadran solaire universel de la collection L.Linton, décrit plus loin, en contient encore six.

On ne sait pas grand'chose au sujet de l'authenticité de ces reliques, ni sur leurs origines; quelques saints sont peu connus : St Simplician, Ste cécile V,...

CADRANS SOLAIRES, ils appartiennent à deux types dont le plus répandu utilise le principe du cadran polaire bien adapté à la forme de la croix.

Le second genre de cadran, dont nous ne connaissons qu'un exemplaire, moins original, est un cadran diptyque horizontal en forme de croix qui ne présente rien de bien particulier au point de vue gnomonique si ce n'est une graduation dont la signification reste mystérieuse. Nous ne nous attarderons pas sur cet instrument qui est décrit ci-après.

ORIENTATION :

Tous les cadrans-crucifix possèdent une petite boussole qui permet de les orienter; la tête de la croix est tournée vers le sud. Les instruments qui nous sont parvenus ont souvent perdu l'aiguille de cette indispensable boussole.

Lorsque la croix est ainsi orientée, le plan de cette croix est perpendiculaire à l'axe de rotation de la Terre, s'il est correctement incliné.

Pour qu'il en soit ainsi, l'angle de ce plan avec l'horizontale doit être égal à l'angle complémentaire de l'angle de la latitude du lieu où le cadran est placé.

Le principe de construction de ces petits instruments permet de satisfaire facilement et rapidement à cette condition.

Pour cela, le couvercle est ouvert puis placé horizontalement sur une table, par exemple, la béquille articulée sur le corps de la croix est alors réglée pour fournir une inclinaison conforme à la latitude du lieu en plaçant son extrémité sur la graduation du couvercle.

Ce couvercle porte généralement une échelle graduée de degré en degré entre les latitudes courantes.

Ces petits cadrans sont universels puisqu'ils peuvent être utilisés entre 0 et 90° de latitude et 0 et - 90° de latitude mais dans le cas des latitudes de l'hémisphère sud, la tête de la croix est orientée vers le nord.

La précision est aussi limitée par l'imprécision de l'horizontalité de la partie inférieure de la croix.

Destinés à des voyageurs, les cadrans solaires cruciformes portables indiquent la latitude des principales villes européennes et de quelques autres lieux connus pour leur intérêt historique ou géographique comme, par exemple, Babylone et l'île de fer ou Hiero dans les îles Canaries. Cette petite île servait à définir le méridien origine des navigateurs, à l'époque.

Le choix des villes dont le nom est gravé sur l'instrument fournit une indication précieuse sur sa région d'origine et sur les lieux où son propriétaire envisageait de se déplacer.

On a l'impression que chaque cadran-crucifix était en quelque sorte personnalisé dès sa construction ce qui permet de supposer qu'il était fabriqué sur demande.

Dans les descriptions de cadrans-crucifix qui sont annexées au présent texte, sont indiqués les lieux et les latitudes gravés ainsi que leurs appellations modernes complétées par les valeurs actuelles des latitudes.

Trois remarques peuvent alors être formulées :

. les noms sont écrits en latin parfois abrégé, ce qui est logique pour des instruments de cette époque lointaine.

Mais si, le plus fréquemment, la traduction a pu être faite sans aucune confusion possible, pour certains lieux elle est moins sûre voire impossible. Ainsi les lieux ou villes appelés Coposi, Watte, Meiliol, Lisibon n'ont pas été identifiés.

. Les latitudes, bien qu'étant arrondies, sont suffisamment précises lorsqu'il s'agit de villes européennes bien connues comme celles du nord de l'Europe ou Rome. Par contre, il existe des écarts importants pour des lieux plus lointains.

Cela montre qu'elles étaient les connaissances de l'époque dans ce domaine.

. lorsque l'on compare des croix pectorales provenant très probablement d'un même atelier ou d'une même " école " l'on constate des variations dans la latitude de certaines villes qui vont, parfois, dans le sens d'une petite amélioration de la précision lorsque les dates sont plus récentes.

La réalisation de ces cadrans cruciformes, avec des matériaux faciles à travailler et à graver comme le laiton ou l'ivoire ne devait présenter aucune difficulté importante, les techniques de l'orfèvrerie étant alors très répandues.

FONCTIONNEMENT DU CADRAN ET CALCUL DES LIGNES HORAIRES :

Les schémas suivants montrent l'aspect général d'une croix-cadran solaire et indiquent comment sont tracées les lignes horaires en fonction des divers plans sur lesquels les ombres des arêtes sont projetées au cours de la journée.

On remarquera que des heures identiques sont lisibles à plusieurs endroits, ce qui est logique puisqu'il s'agit d'un cadran multiple qui forme plusieurs ombres en même temps.

Les lignes horaires sont inégalement espacées puisque la longueur d'une ombre varie avec l'angle que fait le Soleil avec la tête et les bras de la croix.

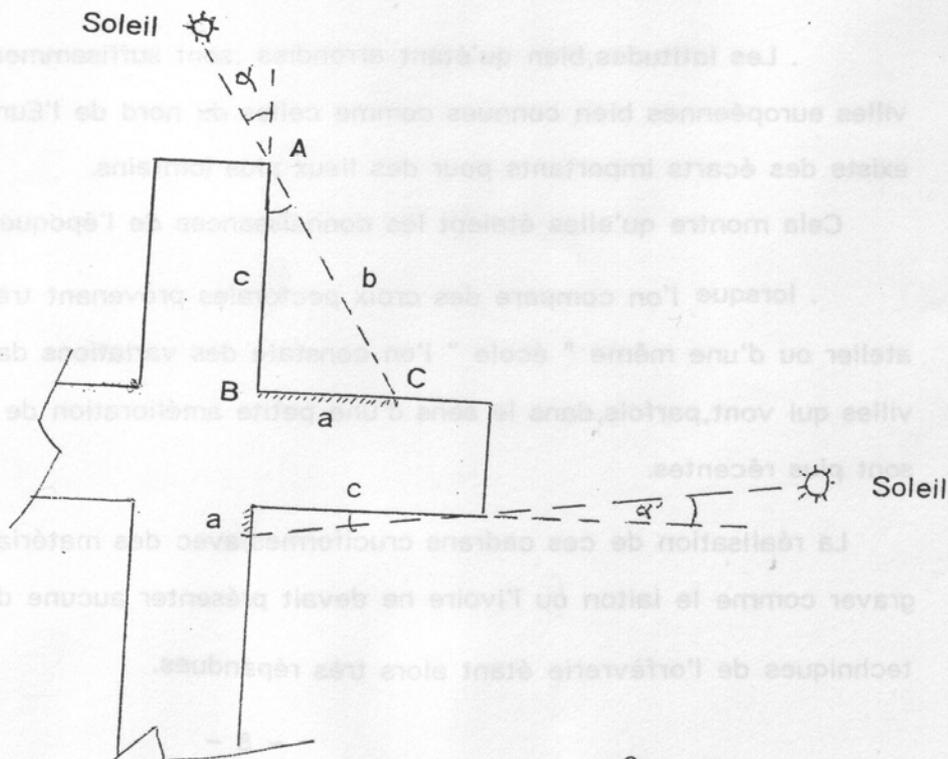
Le calcul du tracé peut être conduit en utilisant les formules classiques et relativement compliquées utilisant l'azimut et la hauteur du Soleil. Les amateurs de sinus et de cosinus, les amoureux des tangentes pourront les employer, elles donnent de bons résultats mais, avec ce type de cadran, il est possible d'utiliser une méthode beaucoup plus simple et surtout plus élégante.

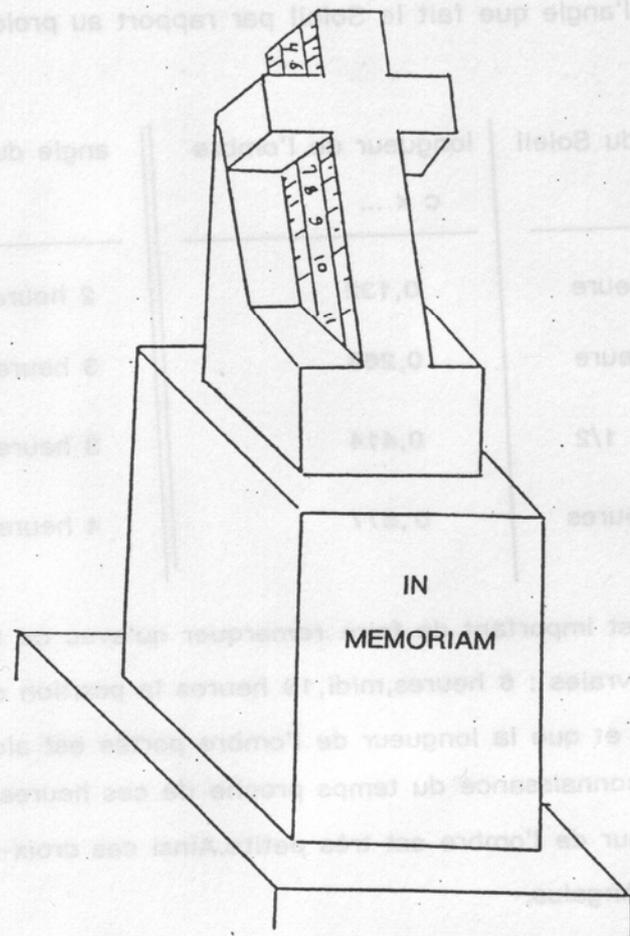
La figure montre que la longueur de l'ombre est donnée par la valeur de l'angle qui est formé entre la position apparente du Soleil et la ligne formant le bras de la croix portant cette ombre. Soit α cet angle.

La longueur de l'ombre a est ainsi donnée par la formule élémentaire:

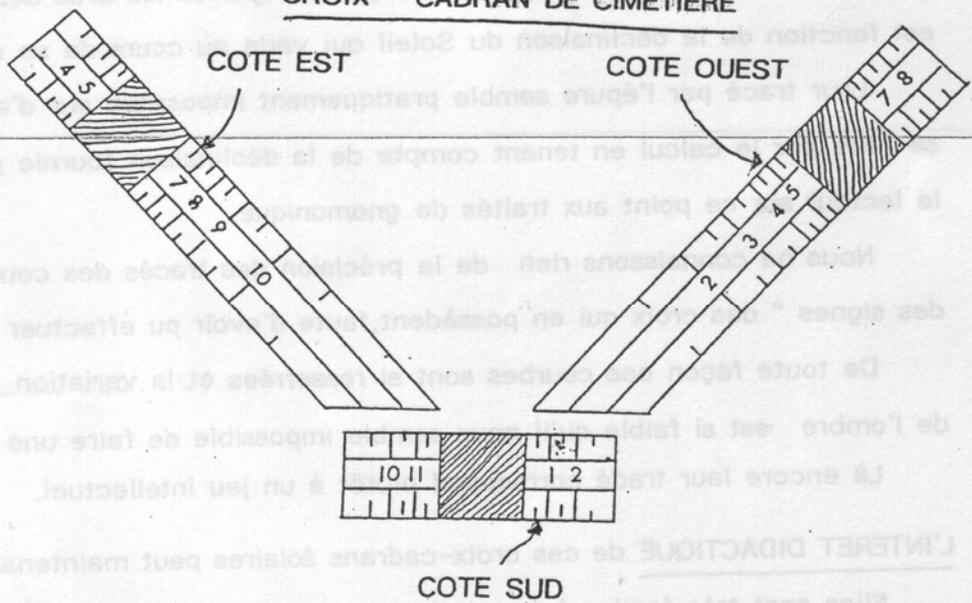
$$a = c \operatorname{tg} \alpha$$

Autrement dit, la longueur de l'ombre, c' est à dire la distance à laquelle la ligne horaire doit être tracée par rapport au point d'origine du bras, est égale à la longueur du bras portant ombre multiplié par un facteur qui varie avec l'angle que fait le Soleil avec la verticale du bras dont l'arête sert de style.





CROIX - CADRAN DE CIMETIERE



GRADUATIONS HORAIRES DES BRAS DE LA CROIX

Cet angle est exprimé en heure et chaque heure vaut 15°.

Pour simplifier encore la réalisation d'un cadran de ce type nous donnons dans le tableau suivant la longueur de l'ombre en fonction de la longueur du bras de la croix considéré, et de l'angle que fait le Soleil par rapport au prolongement du bras de la croix

angle du Soleil	longueur de l'ombre c x ...	angle du Soleil	longueur de l'ombre c x ...
1/2 heure	0,132	2 heures 1/2	0,767
1 heure	0,268	3 heures	1,000
1 heure 1/2	0,414	3 heures 1/2	1,303
2 heures	0,577	4 heures	1,732

Il est important de faire remarquer qu'avec ce type de cadran solaire, à certaines heures solaires vraies : 6 heures, midi, 18 heures la position du Soleil se trouve dans le prolongement des bras et que la longueur de l'ombre portée est alors nulle.

La connaissance du temps proche de ces heures est donc très difficile à apprécier car la longueur de l'ombre est très petite. Ainsi ces croix-cadrans solaires convenaient mal pour sonner l'Angelus.

Certaines de ces croix pectorales portent gravés les arcs des signes dont le tracé est fonction de la déclinaison du Soleil qui varie au cours de sa course annuelle apparente.

Leur tracé par l'épure semble pratiquement impossible sur d'aussi petits instruments, il peut se faire par le calcul en tenant compte de la déclinaison fournie par les tables. Nous renvoyons le lecteur sur ce point aux traités de gnomonique.

Nous ne connaissons rien de la précision des tracés des courbes de déclinaison ou " arcs des signes " des croix qui en possèdent, faute d'avoir pu effectuer les mesures nécessaires.

De toute façon ces courbes sont si resserrées et la variation journalière de la longueur de l'ombre est si faible qu'il nous semble impossible de faire une lecture utilisable.

Là encore leur tracé correspond plutôt à un jeu intellectuel.

L'INTERET DIDACTIQUE de ces croix-cadrans solaires peut maintenant être souligné.

Elles sont très faciles à construire avec du bois dans de plus grandes dimensions, les graduations pouvant être tracées sur du papier collé sur les faces latérales des bras.

L'ombre étant projetée sur une surface plane formant une ligne continue parallèle à l'extrémité du bras, il est très facile de mesurer sa longueur.

Un calcul inverse de celui qui a servi pour le tracé permet, avec une seule "impulsion" sur une calculatrice de connaître l'heure solaire vraie locale avec une bonne précision si on la mesure quand l'ombre est longue. Il suffit alors de calculer l'heure de temps moyen en corrigeant l'heure légale du décalage légal et de la différence due à l'écart de longitude avec le méridien origine pour mettre en évidence et estimer correctement la valeur de l'équation du temps.

VALEUR DES CROIX-CADRANS SOLAIRES :

Quelques indications sur les prix de ces petits instruments sont intéressantes.

Leur valeur dépend de la loi de l'offre et de la demande. Comme ils sont rares et vendus généralement aux enchères dans des salles de vente, il ne faut pas s'étonner de les voir atteindre des prix très élevés. Ceux-ci sont sans rapport avec leur coût de fabrication et leur réelle valeur.

Ce fait est dû à ce qu'ils sont achetés pour faire éviter des droits de succession, le plus souvent.

Les renseignements que nous avons pu obtenir à l'hôtel Drouot et auprès de M. Alain Brioux, expert en instruments scientifiques, font état des prix suivants :

. 90000 F lors de la vente à l'hôtel Drouot de la croix pectorale de la collection J. de F., le 27 Avril 1979.

. 40000 F pour la croix de la collection Leonard Linton vendue également à Drouot en Octobre 1980. Cette croix est moins perfectionnée que la précédente.

. la croix appartenant à M. de la Fayolle, décrite plus loin, a été estimée à 90000 F environ, en 1988.

~~On voit qu'il s'agit de sommes très importantes pour des objets aussi petits, fabriqués avec des matériaux sans valeur et somme toute assez peu décoratifs.~~

Ces valeurs concernent des objets dont l'authenticité et ainsi l'ancienneté ne fait aucun doute, ce qui est le cas de toutes les croix décrites en annexe.

Les experts de l'hôtel Drouot nous ont signalé que plusieurs instruments scientifiques anciens avaient été mis sur le marché, il y a peu d'années, par des faussaires britanniques.

L'expertise de ces instruments est presque toujours très difficile car les critères permettant de juger leur authenticité sont évidemment moins nombreux que ceux qui existent dans le cas des oeuvres picturales.

Le plus souvent les faussaires sont démasqués parce qu'ils commettent des erreurs dans l'attribution de leurs oeuvres, par manque de culture.

Ainsi, dans le cas cité, les supercheries ont été trouvées parce que de très petits

instruments avaient été proposés comme ayant été construits par ou pour Tycho Brahé.

Or, l'on sait que cet astronome Danois célèbre n'a possédé et surtout utilisé que de très grands instruments astronomiques qui lui ont, et pour cette raison, permis d'améliorer la précision des mesures de position des astres et surtout de la planète Mars.

Il paraît ainsi indispensable, avant toute expertise ou toute négociation, de s'assurer de l'ancienneté de la croix-cadran solaire examinée. Ce n'est pas souvent facile car il faut en reconstituer l'histoire. Rares sont les traces écrites. Dans le cas de la croix de la famille Fayolle il a pu être prouvé que l'objet avait appartenu depuis plusieurs générations à cette famille.

CROIX MONUMENTALES :

Des croix monumentales ont été construites sur le même principe.

On les trouve dans les cimetières anglo-saxons principalement en Grande Bretagne et pour quelques unes aux Etats Unis. Nous n'en connaissons pas en France.

De dimensions assez grandes elles permettent une lecture plus facile et plus précise de l'heure.

CADRANS EN ETOILE :

Selon une approche intellectuelle très proche et avec des méthodes de calcul presque identiques il a été construit des cadrans ayant la forme d'une étoile.

Le plus remarquable et le plus célèbre est celui qui se trouve sur le bord du lac à Annecy. Il est l'oeuvre de Jean-Marie Dumurger plus connu sous le nom de frère Arsène.

Assez récent, il comporte une étoile à sept branches dont les arêtes servent de style

Des monuments funéraires, connus en Angleterre et aux U.S.A. portent non plus des croix mais des étoiles de David à six branches.

Les principes de calcul et de construction sont les mêmes.

CROIX - NON CADRANS SOLAIRES :

Des croix pectorales de dimensions et de facture très proches de celle des cadrans cruciformes ont été faites en assez grand nombre, surtout au XVIIème siècle. Elles ne comportent aucun tracé gnomonique.

Le Musée de Mours Saint Eusèbe dans le département de la Drôme en possède une qui est en argent.

Les pages suivantes décrivent quelques cadrans cruciformes, certains ont été examinés puis décrits par l'auteur, d'autres descriptions proviennent de la littérature.

Jean FORT Juin 1988

COLLECTION DU MUSEE DE LA RENAISSANCE - CHATEAU D'ECOUEN - ECOUEN 95440 -

NUMERO DE REFERENCE DE L'INVENTAIRE : 18542

L'instrument décrit est une croix pectorale constituant un porte relique et un cadran solaire portable qui était utilisé par les ecclésiastiques.

La face principale formant le dessus de la croix porte une gravure représentant le Christ en croix. Sa partie supérieure comporte un anneau de suspension.

L'intérieur de la boîte forme trois logements dont deux certainement contenaient des reliques. Le grand logement central contient latéralement une entretoise pivotante utilisée pour faire varier l'inclinaison de la croix en fonction de la latitude du lieu d'observation. La boussole fixée sur l'intérieur du couvercle, qui est encore présente mais est très démagnétisée, vient se placer dans ce grand logement lorsque l'on ferme l'instrument.

Le couvercle gravé montre :

- . l'échelle des latitudes de 2 à 65°.
- . une signature : A. Zeelst faciebat.
- . la date de construction : anno 1573.

Les côtés de la croix portent les lignes horaires et les lignes d'un cadran zodiacal simplifié.

Vingt deux noms de villes avec leurs latitudes sont gravés aux endroits disponibles: extrémités des bras, intérieur du couvercle, dos de l'instrument.

Ce cadran-crucifix a été très probablement construit à LOUVAIN, il est considéré comme tel par le musée d'Ecouen. Il est signé d'un nom flamand ou néerlandais.

DESCRIPTION :

MATIERE : Laiton gravé, en bon état montrant localement des traces d'usure qui indiquent une utilisation relativement longue.

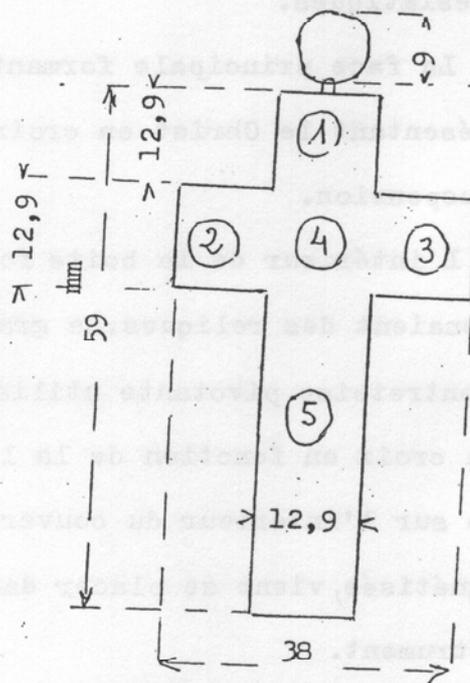
POIDS : environ 32 grammes.

DIMENSIONS: Croix de 59 x 38 mm Epaisseur totale 9,2 mm.

Epaisseur du couvercle (bord) : 0,9 mm

Epaisseur du couvercle (partie centrale) : 2,4 mm.

Cette croix possède un anneau de suspension.



1 / DESSUS DE LA CROIX : Gravure représentant le Christ en croix, la croix porte le panneau INRI.

2 / DESSOUS DE LA CROIX : (Partie arrière)

Partie supérieure 1 : Lieux et latitudes gravés :

- . Louan ou Lovan 51 soit Louvain (Leuven) 50°53'
- . Leodiù 51 Liège 50°38'
- . Colonia 51 Cologne (Köln) 50°56'
- . Hyprae 51 Ypres (Ieper) 50°51'

(L' y est un peu effacé, par usure)

Côté gauche 2

- . Duacù 50 soit Douai 50°22' (le D de Duacu est effacé sur le bord)
- . Atrebat 50 Arras 50°17'
- . Tornacu 50 Tournai 50°36'

Côté gauche 2 (suite)

. Roma 42° Rome 41° 53'

Côté droit 3

. Antuer 51 Lat.Antuerpia Anvers (Antwerpen) 51°13'

. Londiù 52 1/2 Londres 51°30'

. Eboracù 55 Lat.Eboracum York 53°58'

. Lutetia 48 Paris 48°52'

Centre 4

. Ganda 51 Gand (Gent) 51°02'

. Vienna 45 Vienne en Dauphiné 48°32'

. Venetia 45 Venise 45°26'

. Neopol 40 Lat.Neapolis Naples 40°50'

Grande branche de la croix 5

Côté droit : Gradué de 4 (en haut) à 28 (en bas) avec
l'inscription PART UMBRAE

Côté gauche : Echelle des latitudes gravée de 10 à 60 avec
l'inscription GRAD.ALTITUDINIS. Les chiffres sont
indiqués de 10 en 10.

3/ PARTIE SUPERIEURE :

La partie supérieure de la croix porte un anneau de suspension.

4 / PARTIE INFERIEURE :

Le dessous de la croix, de faible surface, ne montre aucune gravure
mais comporte la charnière du couvercle.

5 / COTE DROIT :

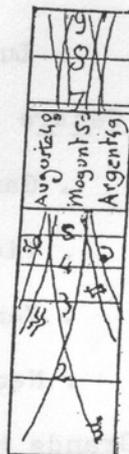
- . Grande branche en haut : sont gravées les lignes horaires 7,8,9 et les lignes zodiacales des dates avec quelques signes zodiacaux.
- . Grande branche bas : Sont gravées les lignes horaires 2,3,4,5 les lignes de dates et quelques signes du zodiaque.

5 / COTE DROIT (SUITE)

. Côté petite branche:

. Augusta	48		Augsburg	48°21'
. Mogunt	49	Lat. Mogontia ou Mogontiacum	Mayence	50°00' (1)
. Argent	49	Lat. Argentoratus	Strasbourg	48°35'

Croquis du côté droit



6 / COTE GAUCHE :

.Grande branche : Les heures suivantes sont gravées:

- en haut 4 et 5
- en bas 7,8,9 et 10.

.Côté petite branche: Les villes suivantes sont indiquées :

. Basilea	48	du latin Basilea	Bâle (Basel)	47°33'
.Ingolstad	49		Ingolstadt	48°46'
. Monachù	48	Lat.Monachium	Munich	48°08'

7 / INTERIEUR DE LA CROIX :

Il est vide mais cloisonné, les deux niches formées dans les bras contenaient certainement des reliques, peut-être aussi la partie centrale qui permet à la boussole débordant du couvercle de rentrer dans la boîte ainsi formée. La partie intérieure latérale gauche possède un petit axe qui permet à l'entretoise servant à régler la latitude, de pivoter.

8 / INTERIEUR DU COUVERCLE :

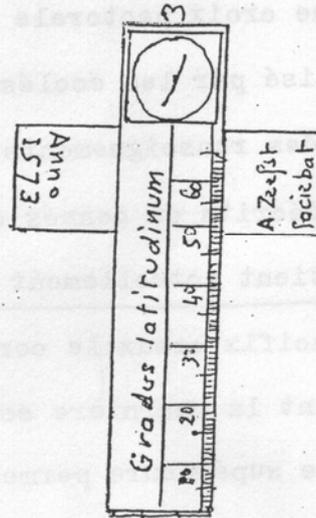
La tête de la croix comporte une niche dans laquelle est placée une boussole protégée par un verre circulaire de diamètre 9 mm env. La boussole mesure 7,5 mm.

Sur la branche de gauche du couvercle est gravé :

A. Zeelst Faciebat.

La branche de gauche du couvercle porte, à l'intérieur, une indication précisant l'année de la confection de la croix: ANNO 1573.

L'échelle des latitudes de 2 à 70°, avec l'inscription "Gradus latitudinum" est finement gravée.



Ce cadran-crucifix est antérieur à celui appartenant à M. de la Fayolle (1586) et au cadran de la collection J. de F vendu en 1979 par Me Ader (1589).

Ces trois croix pectorales se ressemblent beaucoup et comportent toutes les lignes zodiacales référencées à l'aide de signes du zodiaque stylisés. Elles proviennent donc très certainement du même atelier et ont pu être gravées par le même facteur d'instrument. Le style de construction, les lieux choisis pour le réglage de la latitude, le nombre des villes belges, du nord de la France et allemandes, la citation de Louvain permettent de penser qu'il s'agit d'instruments provenant de Belgique et très probablement construits à Louvain.

Remarque:

(1) Les villes de Mayence et d'York ont été identifiées par M. A. Le Boeuffle professeur à l'université de Picardie, Amiens.

Cadran solaire universel cruciforme Daté 1586

L'instrument décrit est une croix pectorale constituant un cadran solaire portable qui était utilisé par les ecclésiastiques. L'histoire, l'origine, le fonctionnement et des renseignements d'ordre général sur ce type de cadran solaire sont décrits ou donnés dans une note séparée.

Ce cadran cruciforme appartient actuellement à la famille de la Fayolle*

Il est constitué par un crucifix creux; le corps de la croix forme une boîte fermée par un couvercle dont la charnière est fixée au pied de la croix. Un anneau placé à sa partie supérieure permet de le suspendre à l'aide d'une chaîne.

L'intérieur de la boîte comprend un logement rectangulaire qui permet la fermeture du couvercle car ce dernier porte, en excroissance, une petite boîte carrée qui contenait une boussole. La plus grande dimension du logement rectangulaire permet de penser que celui-ci contenait une relique ce qui était courant sur ce type d'instrument religieux. Ce réceptacle est actuellement totalement vide.

A l'intérieur et sur le côté du corps de l'instrument est fixée une entretoise plus ou moins inclinable qui permet de régler l'inclinaison de la croix en fonction de la latitude du lieu d'observation.

Le couvercle porte sur la grande branche de la croix, à l'intérieur, l'échelle des latitudes.

Sur les côtés sont gravées les échelles horaires et les lignes d'un cadran zodiacal.

Le couvercle et le fond de la boîte indiquent les noms de 31 villes ainsi que leurs latitudes. Presque toutes sont des villes européennes; sont néanmoins citées Babylone et Hierro qui était choisie par les navigateurs comme méridien origine. Les latitudes approximatives sont à peu près correctes pour les villes du nord de l'Europe mais s'écartent des latitudes réelles pour les villes lointaines: Tunis, Babylone, Hierro. (1)

Ce cadran-crucifix a été probablement construit à Louvain?(2)

DESCRIPTION:

PROPRIETAIRE: M et Mme de la Fayolle et leur famille jusque mi-1988.

Il s'agit d'un bien familial, dont la vente a été réalisée.

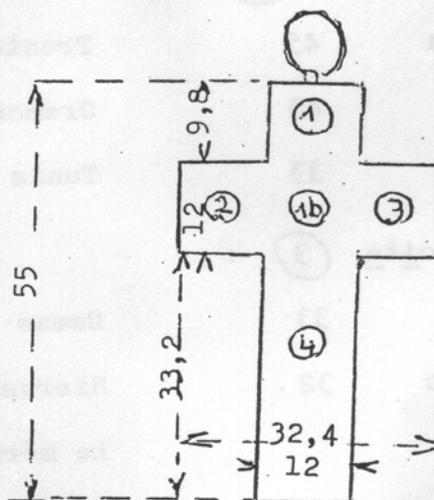
L'acheteur a été Brioux, instruments anciens, rue Jacob Paris.

MATIERE: Laiton gravé, en excellent état. L'objet ne paraît pas avoir été très utilisé.

POIDS: Environ 38 grammes.

DIMENSIONS: Croix de 55 mm x 32,4 mm Epaisseur 13,6 mm.

Cette croix possède un anneau de suspension.



1 / DESSUS DE LA CROIX: Le contour de la croix est souligné par un trait continu gravé, les parties rectilignes sont chanfreinées.

Le dessus de la croix porte une gravure représentant un Christ en croix. Au pied de la croix est placée une tête de mort, sa partie supérieure porte le panneau habituel INRI. Le dessus de la croix constitue la partie ouvrante, la plus épaisse; c'est elle qui porte les graduations horaires et l'anneau.

2 / DESSOUS DE LA CROIX: (partie arrière), Le contour est souligné par une gravure.

Partie supérieure (1) : Noms de lieux et latitude, inscrits:

- | | | | |
|-----------|----|---|---------|
| . Monac | 48 | Munich (latin Monachium) lat.réelle | 48° 08' |
| . Lubec | 55 | Lubeck R.F.A. | 53°52' |
| . Watte | 52 | Peut-être Ile de Wight (graphie phonétique) | 50°42' |
| . Dantife | 55 | Dantzig (Gdansk) | 54°22' |

Partie_gauche (2) : Noms de lieux et latitudes inscrits:

Parma	43	Parme	latitude réelle 44°48'
Meiliol	44	Millau	44°06' (?) Mediolanum est le nom latin de Saintes 45°44' et de Milan (Milano) 45°28'. (?).
Venetia	45	Venise	45°26'

Partie_centrale (1 b) :

Triden	45	Trente du latin Tridentum	46°04'
Crema	45	Cremona	45°08'
Thunet	33	Tunis	36°50' en latin Tunes ou tunetis.

Partie_droite (3) :

Damase	33	Damas en Syrie	33°30'
Hieroso	32	Hieroso ou île de fer aux Canaries	27°45'
		Le méridien utilisé par les navigateurs était celui de ce lieu qui est le plus à l'ouest des terres européennes. Noter l'imprécision dans la latitude.	
Babylo	35	Babylone site historique	32°33'

Partie_4 : grande branche de la croix :

La croix étant retournée on peut lire, à droite, une échelle graduée 6,12,18,24,30 avec toutes les 3 unités une barre intermédiaire. En dessous de l'échelle sa signification est indiquée : Partes Umbrae versae

Les graduations sont équidistantes.

A gauche le bras de la croix est gradué 20,40,50,60,70. Cette échelle est appelée : Gradus altitudinis.

3 / COTE_GAUCHE :

La branche supérieure porte de haut en bas les chiffres 3,4,5 avec des lignes horizontales pour les heures et inclinées sans graduation pour les longueurs de l'ombre.

La partie latérale gauche porte un dessin gravé.

La branche inférieure, la plus longue, porte de haut en bas les chiffres 7,8,9, avec lignes horizontales et lignes inclinées repérées par les signes du zodiaque.

Branche supérieure



Branche inférieure



4 / COTE DROIT :

La branche supérieure porte de haut en bas les chiffres 9,8,7 et les lignes inclinées correspondant aux dates.

La partie latérale droite comporte un motif décoratif.

La branche inférieure montre de haut en bas les chiffres 5,4,3 ainsi que les lignes inclinées et les signes du zodiaque stylisés.

Le dessin est identique à celui de la partie gauche mais il est inversé.

Coté droit

5 / DESSOUS DE LA CROIX :

Il comprend la charnière et indique la date gravée en creux : 1586. L'avant dernier chiffre peut être confondu avec un trois mais sa forme et d'autres considérations (dates des premiers cadrans de ce type) permettent de conclure qu'il s'agit d'un huit.



dessin

6 / DESSOUS DES BRAS : Ils portent des dessins différents représentant des feuilles, avec une partie extérieure striée.

(Les "croquis" ne sont pas à l'échelle)

7 / DESSUS DE LA CROIX : L'anneau est au centre dans un encadrement gravé.

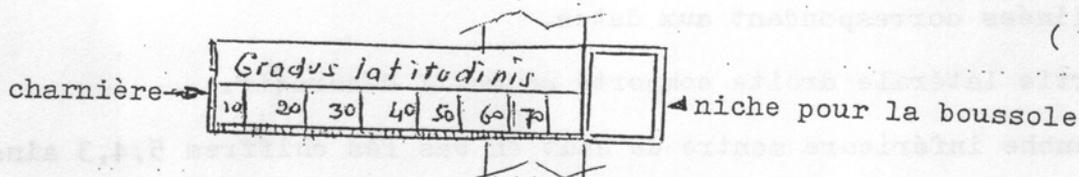
8 / DESSUS DU BRAS :

Le côté droit porte les chiffres 1,2,3, le côté gauche les chiffres 9,10,11 avec de chaque côté les lignes de date en diagonale.

9 / INTERIEUR DE LA CROIX (Partie la plus

La tête de la croix montre une partie creuse qui devait être fermée par une glace et contenait probablement une boussole.

La branche principale, sous cette partie creuse, porte une graduation de 0 à 76° divisée en degrés identifiés tous les 10° par une barre plus longue portant les indications 10,20 ... 70°. Cette échelle est référencée Gradus latitudinis. Elle sert à positionner l'entretoise en fonction de la latitude afin d'incliner la croix perpendiculairement à l'axe du monde. Les divisions entre 38 et 43° sont abimées ce qui permet de supposer que la croix a été utilisée à une latitude de 40° environ.



(Rome ?)

Les parties latérales donnent les latitudes de villes connues:

Bras gauche de la croix :

Roma	42	Rome	41°53'
------	----	------	--------

Napol	41	Naples	40°50'
-------	----	--------	--------

Florent	43	Florence	43°47'
---------	----	----------	--------

Bras droit de la croix :

Louan ou Louvan	51	Lat. Louvanium Louvain (Leuven)	50°53'
-----------------	----	--------------------------------------	--------

Leodiù	51	Lat. Leodium Liège	50°38'
--------	----	--------------------	--------

Colon	51	Lat. Colonia Cologne (Köln)	50°56'
-------	----	-------------------------------	--------

10 / PARTIE OUVRANTE (Dessous)

La tête de la croix est creuse et porte une niche qui devait contenir une relique.

La branche principale de la croix contient, à gauche, une entretoise ou bras qui permet le réglage de la latitude, cette béquille est fixée sur le côté de la croix.

10/ PARTIE OUVRANTE (Dessous) SUITE

La branche principale porte à l'intérieur les noms de villes suivant avec indication des latitudes:

Aurelia	47	Lat.Aurelianum Orléans	47°54'
Londonù	53	Londres	51°30'
Amsterdà	53	Amsterdam	52°21'
Wormatia	50	Worms	49°38'
Spira	49	Spire	49°18'
Augusta	48	Lat.Augusta Augsburg	48°21'

Le bras de droite indique:

Toletù	40	Lat.Toletum Tolède	40°52'
Vienna	45	Il s'agit de Vienne en Dauphiné qui se dit en latin Vienna 45°32' et non de Wien (Autriche) en latin Vindobona 48°13'	
Lutetia	48	Paris	48°52'

Le bras de gauche nomme:

Coposi	44	Lieu non identifié. Ce n'est pas Potosi (lat -20°)	
Lisibon	46	Il existe un trop grand écart avec la latitude de Lisbonne 38°44' qui d'ailleurs se dit en latin Olisipo. On pourrait penser à Poitiers 46°35' lat.Limonum ?	
Hispal	37	Nom latin de Seville	37°24'

DES PHOTOGRAPHIES DIAPOSITIVES en couleurs montrent une vue d'ensemble et une vue de chacune des faces. Ces photos sont archivées à la Société astronomique de France, Commission des cadrans solaires, 3, Rue Beethoven 75016 Paris.

OBSERVATIONS: (1) Les noms de lieux difficiles à identifier l'ont été par M. Le Boeuffle, professeur émérite à l'université de Picardie. Amiens.
(2) Le choix de Louvain est motivé par une facture voisine de celle d'une croix-cadran du musée d'Ecouen identifiée et par les lieux cités, il

Cadran solaire en forme de crucifix creux, Daté 158

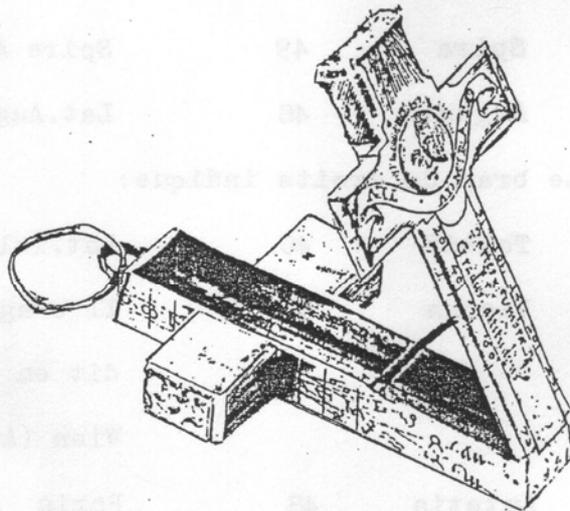
Instrument ayant appartenu à la collection de Monsieur J. de F. et ayant été vendu le 27 Avril 1979 à l'hôtel Drouot par Mes Ader Picard et Tajan commissaires-priseurs.

Dimensions 62 x 33 x 6 mm

Nature du métal: Laiton. Instrument de belle qualité.

Origine: Belgique, probablement Louvain.

D'après le catalogue
de la vente.



Sur le dessus du couvercle en forme de croix est gravée la devise: Nil admirari, et la représentation du soleil en partie caché; l'échelle des ombres et des hauteurs; à l'intérieur de ce couvercle est gravée la liste des latitudes de 6 villes qui sont:

Louvan	51	pour Louvain (Louvanium)	50°53'
Leodu	51	pour Liège (Leodium)	50°38'
Colon	51	pour Cologne (Colonia)	50°56'
Ganda	51	pour Gand (Gandavum)	51°02'
Turnay	52	pour Tournai	49°52'
Caletu	52	pour Calais (Caletum)	50°57'

On notera les erreurs de latitudes des deux dernières villes.

Est également gravée l'échelle des latitudes.

La boîte elle-même est ornée de rinceaux et porte les graduations des heures lisibles ainsi que celles d'un cadran zodiacal. Au dos de ce couvercle la figure du Christ en croix est surmontée d'un blason: d'argent à la bande de sinople accompagnée de six-besants-tourteaux de sinople.

Cadran solaire universel cruciforme de la collection Léonard Linton.

Ce cadran appartenait à la collection L. Linton conservée à Point Lookout N.Y. (U.S.A.).

ORIGINE : France, ni daté, ni signé. Estimé comme étant de 1620 env.

NATURE : Ivoire et argent.

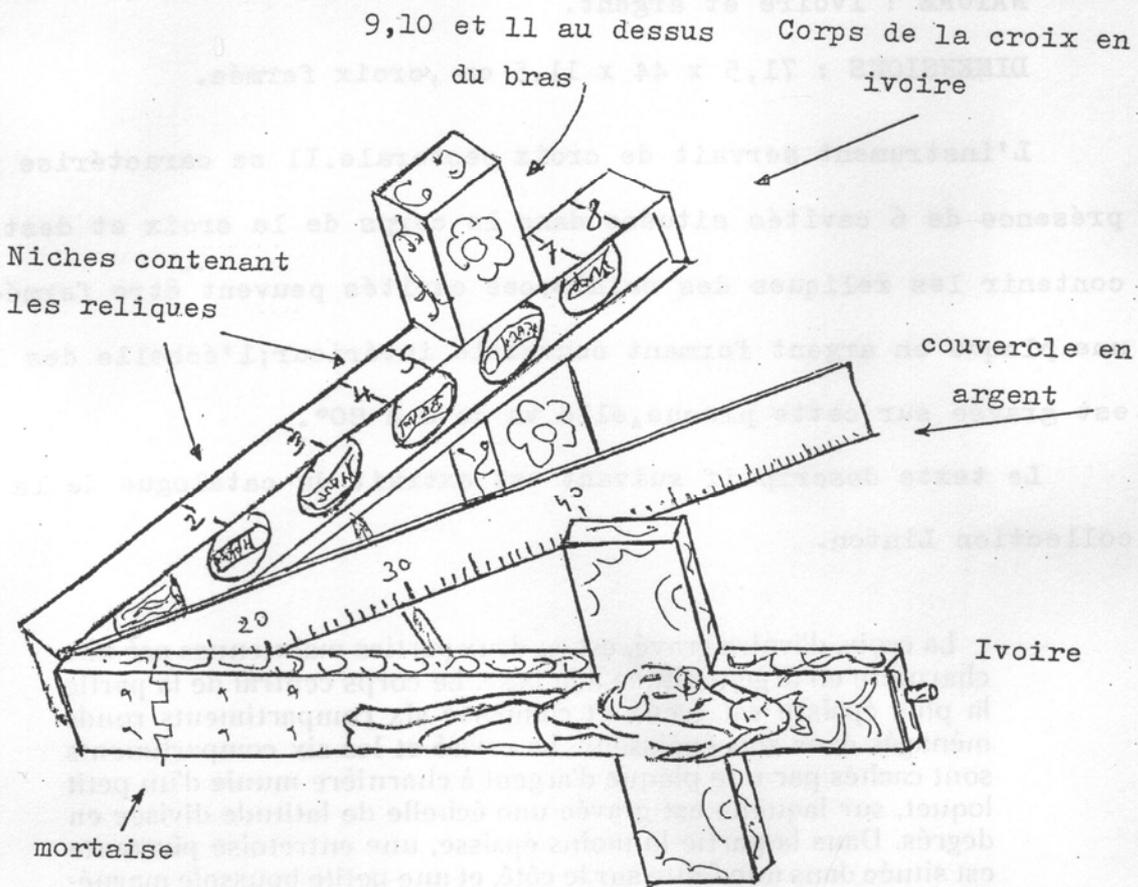
DIMENSIONS : 71,5 x 44 x 11,5 cm , croix fermée.

L'instrument servait de croix pectorale. Il se caractérise par la présence de 6 cavités situées dans le corps de la croix et destinées à contenir les reliques des saints; ces cavités peuvent être fermées par une plaque en argent formant couvercle intérieur; l'échelle des latitudes est gravée sur cette plaque, elle va de 0 à 80°.

Le texte descriptif suivant est extrait du catalogue de la collection Linton.

La croix, d'ivoire gravé, est en deux parties maintenues par une charnière en argent située à la base. Le corps central de la partie la plus épaisse est creux et comporte six compartiments ronds ménagés dans son épaisseur. La cavité et les six compartiments sont cachés par une plaque d'argent à charnière munie d'un petit loquet, sur laquelle est gravée une échelle de latitude divisée en degrés. Dans la partie la moins épaisse, une entretoise pivotante est située dans une fente sur le côté, et une petite boussole magnétique ronde est encastrée dans le haut; la rose des vents est peinte en bleu, avec huit points dorés, décalés pour compenser la déclinaison magnétique de quelques degrés est. Pour l'emploi, on pose la partie la moins épaisse de la croix sur une surface plane et on l'oriente sur le méridien à l'aide de la boussole. On lève l'entretoise et on place son extrémité au niveau du degré de latitude approprié et l'on amène ainsi la partie épaisse de la croix dans la même direction. L'instrument étant ainsi correctement orienté et la partie la plus épaisse étant à la bonne inclinaison, l'ombre du sommet et des bras de la croix indiquera l'heure sur l'échelle horaire gravée sur le dessus des bras et les flancs de la croix.

Sur le dessus de la partie épaisse est gravé un crucifix; sur le dessous de la partie la moins épaisse figure une image de la Vierge à l'enfant, deux angelots, une colombe en gloire et des étoiles. Un panneau en creux situé sur la surface supérieure de la partie la moins épaisse était autrefois peint en bleu avec des inscriptions dorées; sur le petit fragment encore existant l'écriture n'est pas lisible. Le reste des surfaces des deux parties de la croix est couvert de gravures représentant des fleurs ou motifs décoratifs. Les six compartiments contiennent des reliques disposées sur du tissu rouge et maintenues par des petites étiquettes de papier imprimé portant des noms de Saints en français : s. Simplician - ste Cécile V. - s. Benoit - s. Maure - s. Maxim - s. Jean. Un crochet d'argent permet de maintenir la croix fermée et un anneau d'argent permet de la suspendre.



CADRAN CRUCIFORME DE LA COLLECTION LEONARD LINTON

IVOIRE ET ARGENT (Couvercle intermédiaire)

France ,non daté mais estimé comme étant de 1620 environ.

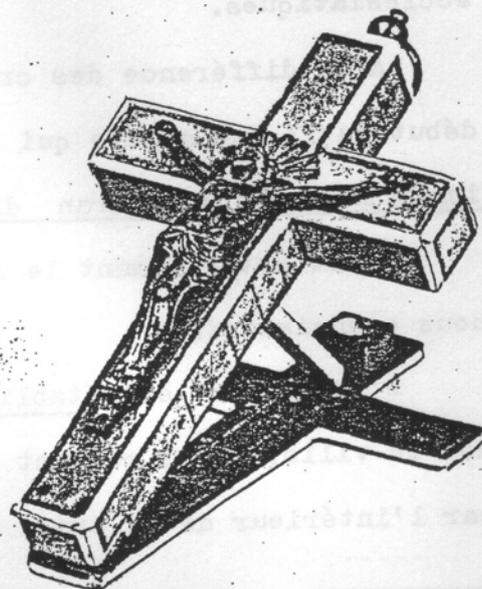
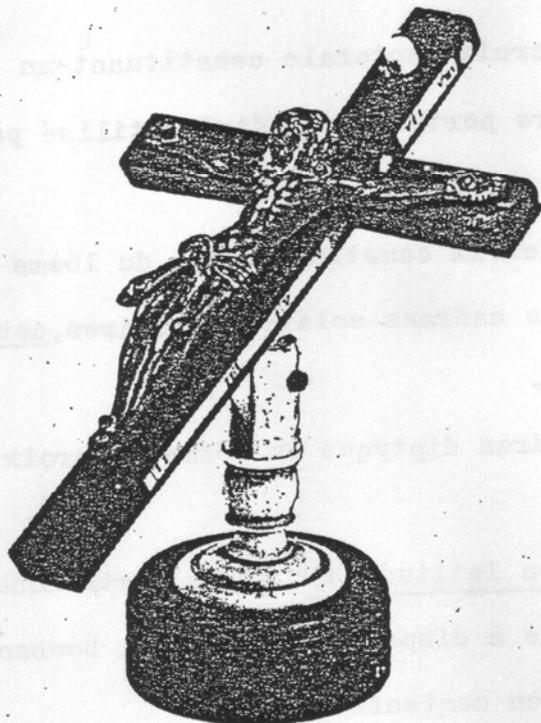
CROQUIS d'après diapositive conservée par la commission
des cadrans solaires de la Sté astronomique de France.

Remarquer la mortaise qui montre que le corps de la croix est
constitué de deux morceaux faute de pouvoir probablement disposer d'une
pièce d'ivoire assez grande.

CADRANS SOLAIRES CRUCIFIX DU MUSEE DE LA VIE WALLONNE (LIEGE)

Extrait de l'ouvrage " Les cadrans solaires de Max Elskamp " par
Henri Michel ,Editions du musée Wallon En Féronstrée,136 Liège

Planche XVII.Cadrans-crucifix nos 467 et 476 : bois et ivoire XVIII^es
dimensions: 80 x 48 mm



CADRAN CRUCIFIX DU CATALOGUE DE L'EXPOSITION DE LA S^{té} GENERALE DE BANQUE

BRUXELLES 26 Janvier/7 Avril 1984

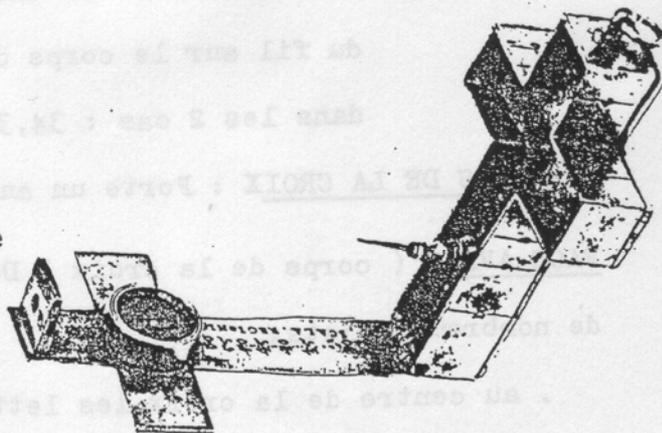
Cadran en cuivre doré du XVI^e siècle, dimensions 6,2 x 4 cm

Bruxelles, M.R.A.H. inventaire G 2527 Facteur : Anonyme

Cette croix pectorale s'ouvre
en deux dans le sens de l'épaisseur.

A l'intérieur du couvercle est
fixée une boussole et l'échelle des
latitudes est gravée. Le corps de la
croix possède une béquille orientable

Un anneau fixé à une vis
maintient la croix fermée. Les
graduations horaires sur les côtés
des branches de la croix sont



CADRAN SOLAIRE DIPTYQUE CRUCIFORME - NON DATÉ.

COLLECTION DU MUSEE DE LA RENAISSANCE - CHATEAU D'ECOUEN - ECOUEN 95440

NUMERO DE REFERENCE DE L'INVENTAIRE : 18543

L'instrument décrit est une croix pectorale constituant un porte-reliques et un cadran solaire portable qui était utilisé par les ecclésiastiques.

A la différence des croix-crucifix construites fin du 16ème et début du 17ème siècle qui sont des cadrans solaires polaires, cet instrument est un cadran diptyque.

C'est actuellement le seul cadran diptyque en forme de croix que nous connaissons.

L'instrument est établi pour la latitude 45° et ne porte aucun nom de ville. Le fil servant de style a disparu ainsi que la boussole car l'intérieur de la croix devait en contenir une.

DESCRIPTION :

MATIERE : Le corps de la croix et le couvercle sont en laiton gravé. L'intérieur contient une croix rapportée en ivoire sur laquelle sont gravées les lignes horaires.

DIMENSIONS : Croix de 56 x 39 mm. Epaisseur totale 7,3 mm. Epaisseur du corps de la croix 6,5 mm. Epaisseur du couvercle 0,7 mm. Distance entre la charnière et les points de fixation du fil sur le corps de la croix et sur le couvercle : dans les 2 cas : 34,3 mm. (Voir remarque 1)

DESSUS DE LA CROIX : Porte un anneau de suspension.

FACE AVANT (corps de la croix) De fines gravures représentent de nombreux objets :

- au centre de la croix les lettres MAR surmontées d'une petite croix et entourées d'une couronne d'épines avec coeur transpercé.
- branche de gauche : 3 ciboires.

FACE AVANT (Suite)

- . branche de droite: outil ressemblant à un marteau et tige d'une plante indéterminée qui paraît être un chardon.
- . tête de la croix : vêtement ressemblant à une chemise (chemise du Christ ?).
- . partie inférieure de la croix: autel sur colonne avec feu, fouets.

Le tout, en première approximation, semble être en relation avec le supplice de Jésus, la crucifixion et la douleur de Marie.

FACE ARRIERE (Extérieur du couvercle)

- . centre de la croix : lettres IHS entourées d'une couronne d'épines.
- . branche de gauche: dés et larmes ou gouttes de sang.
- . branche de droite : objets mal définis (couteau, boîte ?).
- . tête de la croix : figure du Christ sur un linge (Véronique).
- . partie inférieure de la croix : lances et gouttes de sang.

Sans aucun doute les gravures symbolisent le sacrifice du Christ.

DESSOUS DE LA CROIX : Porte un petit fermoir.

INTERIEUR DU COUVERCLE : Absence de gravures.

INTERIEUR DE LA CROIX: VOIR LE CROQUIS PAGE SUIVANTE.

La partie supérieure porte la charnière qui se trouve ainsi en tête de la croix.

L'intérieur est divisé en 6 niches par 5 cloisons. Les 5 niches qui se trouvent vers les extrémités sont vides, il est fort probable qu'elles devaient contenir des reliques aujourd'hui disparues.

La niche centrale, en forme de croix, est occupée par une croix en ivoire qui présente au centre une niche circulaire qui, jadis fermée par une petite glace, devait contenir une boussole dont il reste l'axe.

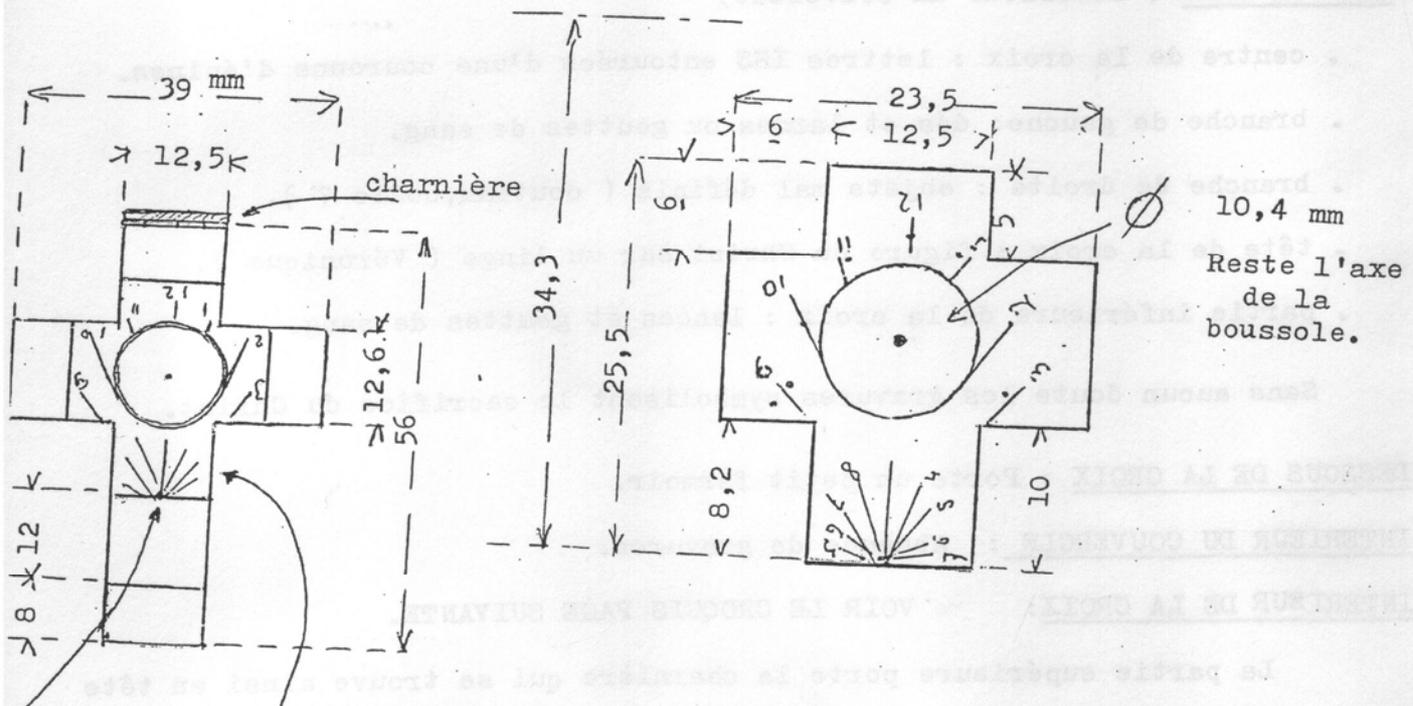
La petite croix en ivoire porte les lignes horaires. Il existe une première graduation portant les heures suivantes : 9, 10, 11, 12, 1, 2, 3 qui sont parfaitement conformes à la construction de ce cadran horizontal et une seconde graduation formant des angles identiques mais référencés de gauche

à droite:5,6,7,8,un trait sans chiffre,4,5,6,7.

Le 7 de gauche de la petite échelle correspond au 9 de la première,le 8 au 10,le trait sans chiffre au 12,le 4 de droite au 2 et le 5 au 3.

Nous ne connaissons pas la signification de cette seconde échelle horaire.

Le fil faisant office de style incliné à 45° était fixé sur le couvercle qui est percé et,à son autre extrémité,au pied de la petite croix d'ivoire sur la cloison de laiton.



graduation sans signification ?

Détails du cadran : les angles des lignes horaires sont approximatifs

Echelle 1 / 1.

Echelle 2 / 1

ix en laiton

Croix centrale en ivoire

REMARQUES:

- 1 / Les dimensions de la croix ont été relevées par M.Oudenot,membre de la commission des cadrans solaires,qui a participé à l'examen de l'instrument,
- 2 / Monsieur Hervé OURSEL,conservateur en chef du musée de la Renaissance d'Ecouen,ne connaît pas l'origine de cette croix.
- 3 / Trois diapositives en couleurs montrant les faces décrites et l'intérieur de la croix sont conservées dans les archives de la commission des cadrans solaires de la Sté Astronomique de France.

Bibliographie :

Cette petite étude sur les cadrans solaires cruciformes n'a pas été entreprise de façon exhaustive.

Ayant pour but de consigner les renseignements obtenus par l'examen de quelques croix pectorales gnomoniques et de les transmettre accompagnés de quelques données générales sur ce type d'instrument, elle a utilisé les documents qui se sont trouvés " sous la main ".

Ce sont les suivants:

. Les cadrans solaires de Max Elskamp par Henri Michel. Editions du musée Wallon En Féronstrée, 136. Liège.

. Collection de monsieur J. de F. Livres et instruments scientifiques anciens. Extrait du catalogue de la vente aux enchères publiques. Mes Ader, Picard et Trajan. Paris 1979

. Catalogue de l'exposition de la Sté générale de Belgique. 1984.

. Catalogue de la collection Léonard Linton. 1980.

. SUNDIALS. A.E. Waugh; Editeur : Dover publications 1973.

. SUNDIALS. Frank W. Cousins J. Baker | London. (Croix monuments).

. La GNOMONIQUE Chapitre tiré du cours de mathématique de M. Ozanam éditeur : C-A Jombert Paris 1746.

. Etude descriptive du gnomon d'Annecy (cadran solaire en forme d'étoile) par H. Bencker. Revue Horlogerie ancienne. 1923.

La majorité des ouvrages courants de gnomonique ne fait pas état de ce type de cadran solaire, en particulier les livres suivants:

. La Gnomonique pratique; Bedos de Celle. 1780.

. Les cadrans solaires. René R.J. Rohr. 1986.

. Gnomonique. C. Boutereau L. Laget Paris.

Le lecteur qui posséderait des informations complémentaires ou connaîtrait d'autres instruments de ce genre est prié de bien vouloir les signaler à la Commission des Cadrans solaires de la Société Astronomique de France. 3, Rue Beethoven 75016 PARIS.

Paris 1988.

Une méridienne ...

est-elle un instrument astronomique ?

Lors de la visite de l'Observatoire de Paris faite par quelques membres de la Commission des Cadrons solaires, en Mai 2001, l'observation de la tache lumineuse projetée par l'opercule de la grande méridienne de Cassini a pu être faite sans difficulté, à des instants proches de midi au Soleil.

L'image elliptique du Soleil reçue sur le sol ne montrait aucun détail, mais il a suffi de la recevoir sur une feuille de papier blanc pour qu'apparaissent trois groupes importants de taches solaires, notre étoile étant en période d'activité proche de son maximum.

Bien que facilement identifiables ces taches n'étaient pas nettes car l'opercule d'une méridienne n'est pas un objectif astronomique performant utilisé avec une bonne " mise au point ", même s'il est complété avec une lentille. Une autre raison est que l'image ne se forme pas sur l'axe optique.

La position des taches était cependant repérable.

Une grande méridienne est donc un instrument astronomique ... inattendu.

Les méridiennes n'ont pas été construites pour observer les taches solaires, ni pour " mettre les horloges à l'heure ".

Quel a été le motif de leur construction dans des églises ou des universités ?
Est-il " astronomique " ?

J.Fort

Complément:

Le petit axe de l'ellipse formée par la tache solaire mesurait approximativement onze cm, ce qui montre qu'elle se formait à environ 12,50 m de l'opercule.

La mesure a été faite par une méthode semi-pirométrique utilisant une feuille de papier quadrillé servant d'écran pour la tache se déplaçant rapidement.

L'image du Soleil est de 9 mm environ lorsque la focale est de 100 cm ou que sa distance à un opercule assimilable à un sténopé est également de 1 mètre.

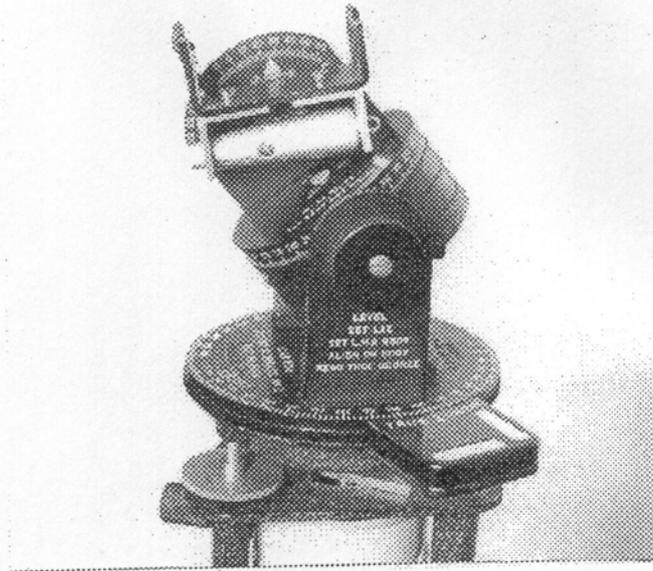
Puisqu'au cours de l'année la distance de projection varie beaucoup, l'ellipse formée à des dimensions très variables et une luminosité inconstante.

TRACER UN CADRAN sur une SURFACE QUELCONQUE

Réaliser un appareil permettant de tracer un cadran solaire sur une surface quelconque.

L'appareil n'est pour l'instant qu'un prototype destiné à la démonstration. Il réutilise un matériel provenant des surplus militaires sous le nom d'ASTRO COMPAS.

Il s'agit d'un petit équatorial comportant une alidade pour viser un astre, notamment le soleil.



Le mode de fonctionnement est très simple, il suffit de positionner la base horizontalement à l'aide des 2 vis en suivant l'indication des deux niveaux à bulle ; de régler la latitude, d'afficher l'angle horaire de l'astre à un instant donné, puis de viser l'astre à cet instant. L'équatorial est alors mis en station.

La modification de «l'Astro Compas», a consisté à ajouter un pointeur laser, orienté parallèlement à l'alidade, mais dirigé en sens opposé.

L'axe du laser doit passer par le point d'intersection des deux axes de l'équatorial, qui doit lui même coïncider avec l'extrémité du style du cadran projeté.

Il suffit ensuite d'afficher un angle horaire et une déclinaison puis de repérer la position du spot lumineux à la surface du cadran.

L'appareil est surtout utile pour des cadrans de grandes dimensions. Il évite d'avoir à mesurer l'orientation du support qui peut de plus ne pas être un plan.

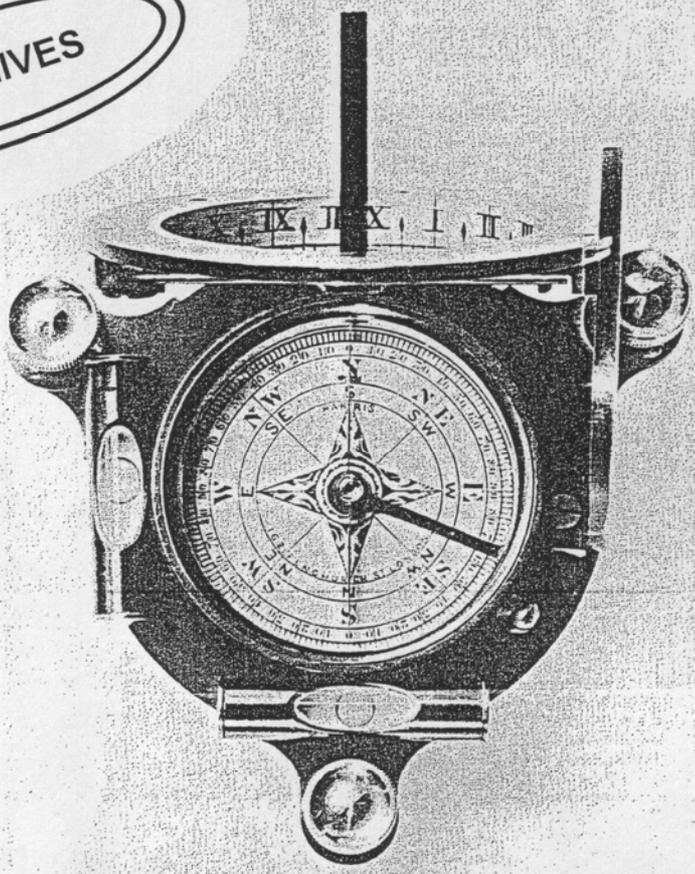
En vue d'une réalisation opérationnelle, les modifications suivantes sont à prévoir :

- ° améliorer la précision des cercles gradués,
- ° rendre possible le visée du pôle,
- ° rendre accessible le point d'intersection des deux axes de l'équatorial.

Un principe est lancé, reste à passer du prototype à l'appareil définitif.

Mai 2001 M. Vercasson

ARCHIVES



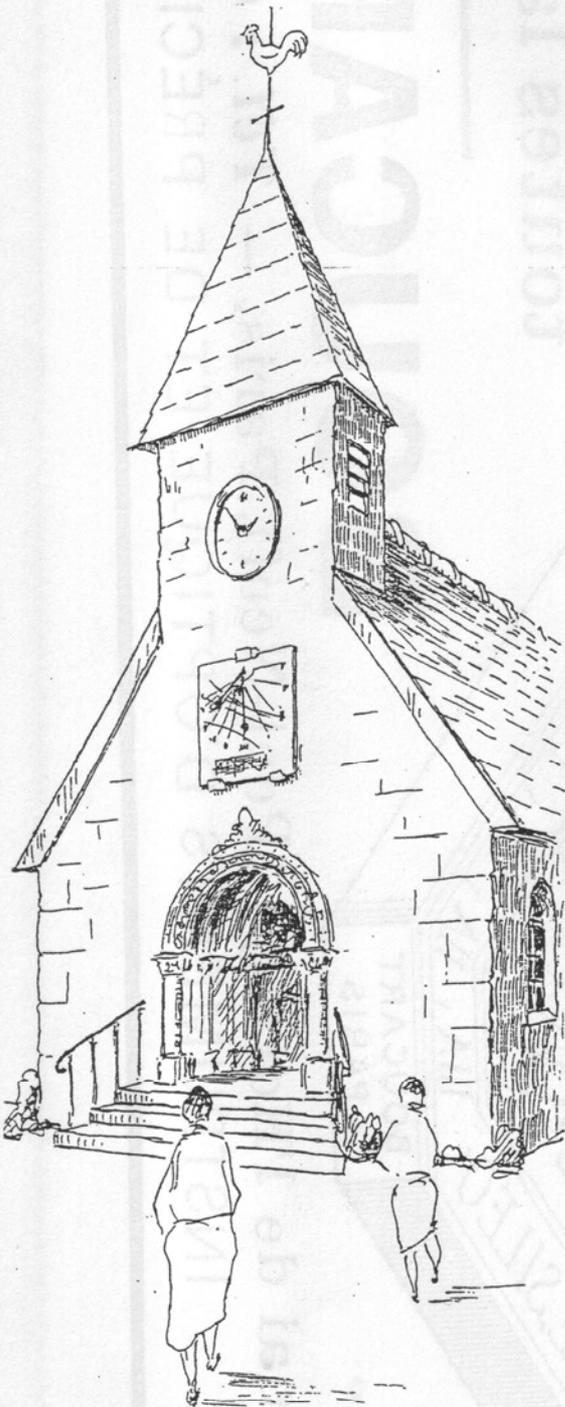
LIFE International is the same magazine everywhere — editorially.
But now advertisers can choose
between covering the world
through LIFE International's worldwide edition,
or reaching a particular market
through one of its ten regional editions.



Observations anciennes à l'Observatoire d'Alexandrie.

Histoire d'heure

L'expérience, parfois, vous forge la raison :
Le Maire, un certain jour, dans un petit village,
Croyant faire plaisir à sa population,
Pour montrer qu'il savait se tenir à la page,
Afin de contenter tous les administrés,
Voulut que chaque point de son territoire
L'idée était loyale et bonne l'intention,
Il obtint les voix nécessaires à l'action
Car il avait envie d'équiper le clocher
D'une horloge en métal marchant sans balancier,
Son mouvement était... bien sûr électrisé ;
Mais cet endroit choisi n'était pas conseillé
Car juste au dessous d'elle un beau cadran solaire
Régla depuis cent ans la vie des habitants...
Puis ce voisinage n'était pas fait pour plaire
A la nouvelle horloge et pas plus au cadran !
Ils semblaient en effet se faire concurrence,
Le cadran retardait ou prenait de l'avance,
Il attendait toujours la venue du soleil,
Un nuage en passant le mettait en sommeil
Mais aussitôt après il donnait l'heure vraie,
Et l'équation du temps, gravée sous ses rayons,
Faisait visiblement toute compensation !
S'efforçant à tenir le temps dans sa moyenne,
L'horloge un beau jour fit un arrêt complet...
Alors on répara, avec beaucoup de peine,
Cela coûta fort cher aux pauvres habitants...
Tandis que c'est gratuit... l'heure vraie du cadran !
Malheureusement, une autre fois, c'est l'électricité :
Une grève imprévue, l'horloge est arrêtée !
Le Maire malheureux trouva alors plus sage
De n'avoir qu'un cadran pour régler son village.



Des Questions des énigmes ???

Les réponses à cette rubrique sont à adresser à Ph. Sauvageot
qui tiendra informé les auteurs

Enigme N° 1 de M. J. Fort: Une devise?

Le hameau du Peuil, de la commune de Lans en Vercors, possède une demeure appelée "Le Château" sur la façade de laquelle est visible un grand cadran solaire déclinant du 18^{ème}, tracé et dessiné selon des règles communes dans cette région.

La table du cadran est en bon état. Bien que très effacée, des traces de lignes horaires et de décoration sont encore visibles, ainsi qu'une devise malheureusement lisible que partiellement. On déchiffre les lettres dans l'ordre suivant: **T LENTA OM N**

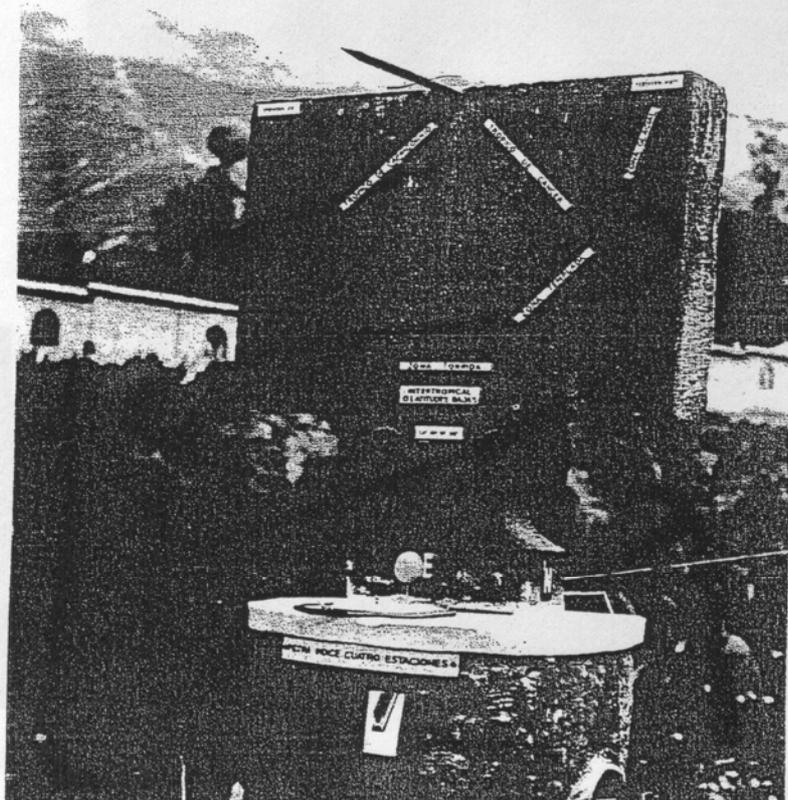
La lettre **T** et le mot **lenta** sont sûrs. La lettre **O** est très probable, les autres lettres le sont moins.

Pourriez-vous retrouver le texte de cette vieille devise ou en proposer une qui soit en harmonie avec le cadran compte tenu de son site et de son époque ?

Enigme N° 2 de M. A Ferreira: Comment cela fonctionne-t-il?

Le cadran dont la photographie est reproduite ci-dessous, est un cadran vertical. Son style est perpendiculaire à la table et malgré cela, toute la longueur de l'ombre est utilisée pour indiquer l'heure.

Quel est son mode de fonctionnement ?



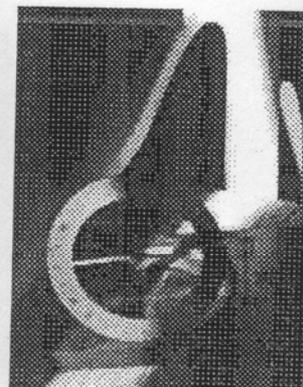
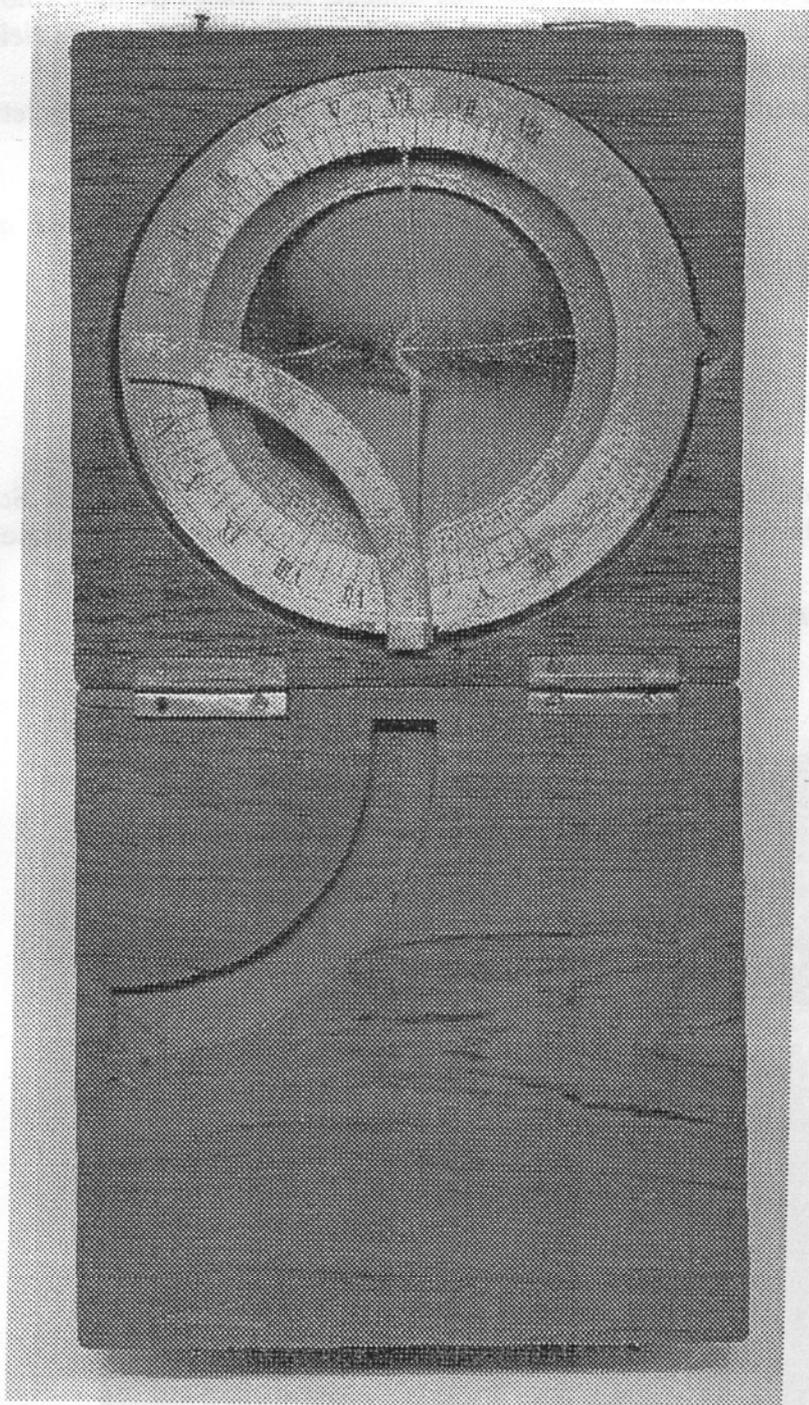
Question N° 3 de Mme M Eugène. : Des précisions SVP

En ouvrant la boîte du cadran reproduit ci-dessous, il y a 1/4 d'arc mobile, avec des numéros qui vont de 10 en 10 jusqu'à 80. Soulevant cet arc, il y a un cadran mobile avec des numéros en chiffres romains de III au nord-est jusqu'à XII au sud, continuant jusqu'à VIII au nord-ouest.

Sur la partie supérieure, il y a les inscriptions suivantes : franckfort.50. paris .49. amsterdam.52; et sur la ligne du dessous : cherbourg.49. berlin.52. toulon.43. En soulevant ce cercle, nous trouvons un autre cercle en métal blanc aussi, avec les divisions des degrés de 0° (au nord) à 360°.

Sur le fond de la boîte, probablement en cuivre, nous trouvons une flèche gravée, dirigée vers le nord et avec les indications de NE, E , SE, S, SO, O et NO. Il n'y a rien d'inscrit au dessous de la boîte.

Je ne connais rien des cadrans solaires, merci de me donner toutes les informations possibles sur ce cadran familial.



Plein soleil sur les Petites Annonces

Rubrique lancée par M. JM Ansel

AVIS DE RECHERCHE technique ancienne de réalisation des tesselles dorées à la feuille et émaillées pour la réalisation de mosaïques extérieures.

JM Ansel

J'ai scanné entièrement LA GNOMONIQUE de Rivard (1767 3^e Ed.) sur CD pour usage non-commercial (lecture facile avec Imaging) les collègues qui le souhaitent peuvent m'en faire la demande par courrier ou par E-mail le coût n'est pas encore défini mais sera modique, c'est à dire port + emballage et CD. et bien sûr de la patience !

La prochaine copie sera La GNOMONIQUE PRATIQUE de Dom François Bedos de Celles 1760

Ansel J.M. anselhelios@mageos.com

Tous à vos plumes 

j'ai besoin d'articles pour le prochain numéro de cadran info. Merci de m'adresser vos textes, photos... directement à mon domicile (7, rue de Gloriette 91 640 Vaugrigneuse).

Par avance merci à tous.

Ph. Sauvageot

AVIS à tous: l'E-MAIL est très pratique et quasi-instantané mais pour ceux qui n'ont pas cette opportunité les petites annonces ici présentées pourraient bien se révéler utiles! ELLES SONT GRATUITES.

JM Ansel

Votre annonce ici ! Communiquer c'est partager
merci.

JM Ansel