



Etude du cadran solaire découvert en 2023 dans la rade de Villefranche-sur-Mer (Alpes-Maritimes, France)

Claude Salicis, Éric Dulière

► To cite this version:

Claude Salicis, Éric Dulière. Etude du cadran solaire découvert en 2023 dans la rade de Villefranche-sur-Mer (Alpes-Maritimes, France). Mémoires de l'Institut de préhistoire et d'archéologie Alpes Méditerranée, 2024, MIPAAM, t. 70, p. 157-162. <hal-04916652>

HAL Id: hal-04916652

<https://hal.science/hal-04916652v1>

Submitted on 28 Jan 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Copyright - All rights reserved

Étude du cadran solaire découvert en 2023 dans la rade de Villefranche-sur-Mer (Alpes-Maritimes, France)

Claude Salicis*, Éric Dulière**

Le cadran fait partie des objets recueillis lors de la campagne de prospections subaquatiques de 2023 de l'association « Anao, l'aventure sous-marine »¹.

Découvert non loin du rivage à quelques mètres de profondeur², le cadran solaire « Anao 2023 » est un objet archéologique de première importance tant au niveau de sa spécificité (conception, fabrication, gravure, fonction, décoration...) qu'en tant que marqueur ethnographique des activités humaines (*infra*).

Description

La table

Le matériau utilisé est de l'ardoise (roche sédimentaire schisteuse) de couleur gris foncé.

Dans la mesure où, localement, n'est connue que la carrière de schiste vert de Tende (vallée de la Roya, Alpes-Maritimes, France), son origine se trouve probablement en Ligurie italienne où environ quatre-vingts entreprises assurent sa production : carrière de Val Fontanabuona (Italie du Nord-Ouest, à l'est de Gênes et au nord-est de Portofino, près du hameau de Pianezza), carrière de Lavagna (Gênes), carrière d'Imperia (vallée de l'Argentine), notamment³.

* Archéologue, Numismate, Président de l'IPAAM.

** Archéologue subaquatique, Président d'Anao, l'aventure sous-marine (Beaulieu-sur-Mer, 06).

1. Opération DRASSM n° 5206.

2. L'inventeur du cadran solaire est Philippe Bono, plongeur de l'association Anao, l'aventure sous-marine.

3. @ Le marché de l'ardoise - Italie (09/01/2024).

La plaque découpée est de forme « carrée », très légèrement trapézoïdale.

Le pourtour est légèrement irrégulier tant en périphérie (coupes « ondulées ») qu'en épaisseur (coupes en biseau). Les dimensions des côtés varient entre 23,2 cm et 23,5 cm et l'épaisseur entre 9,7 mm et 12 mm. Ces irrégularités sont inhérentes, pour l'épaisseur, à la méthode d'extraction des plaques appelées « fendis » (blocs de schiste ardoisier fendus à partir des veines naturelles du matériau à l'aide d'un gros ciseau appelé « bouc » frappé avec un maillet), pour les bords, à l'outil employé par l'ouvrier ardoisier (le « querneur ») pour le « rondissage » (équarrissage et mise aux dimensions des fendis), à savoir un grand massicot appelé « chapus », les deux outils étant des instruments manuels relativement frustes⁴.

Cette plaque, nommée la « table » du cadran, est ébréchée et présente une zone d'éclats dans sa partie « haute ». Trois petits éclats, sans échancrures, se remarquent également au niveau du coin « sud-ouest » de la face avant, du coin « nord-ouest » de la face arrière, et le long du bord droit de la face arrière.

La face avant

La face avant (**Fig. 1**) est dotée de deux cadres concentriques, également « carrés », dont les pourtours sont constitués de deux lignes finement gravées espacées de 3,5 à 4 mm.

Le cadre extérieur sera nommé « le grand cadre », le cadre intérieur « le petit cadre ».

Le pourtour extérieur du grand cadre se situe à 3 mm des bords de la table.

Le pourtour extérieur du petit cadre est placé à 2 cm du pourtour intérieur du grand cadre.

Les dimensions intérieures des deux cadres sont respectivement de 21,7 cm et 17 cm.

La table porte différentes gravures indispensables et secondaires :

- la date « 1745 », en haut, entre les deux cadres,
- deux lignes importantes et systématiques sur ce type de cadran (*infra*) :
 - à 3,2 cm sous le bord intérieur du petit cadre, la ligne « horizontale » des 6 h/18 h (chiffre « VI » gravé à droite, chiffre « VI » - pour XVIII - gravé à gauche),
 - et, perpendiculairement, entre la ligne des 6 h/18 h et le bord intérieur du petit cadre, la ligne des 12 h (midi) (chiffre « XII » gravé sous la ligne des 12 h),
- les lignes horaires, gravées entre l'intersection des deux lignes horaires précédentes et le bord intérieur du petit cadre,
- les lignes demi-horaires, gravées à partir de la même intersection mais plus courtes,
- les chiffres des heures, ici romains, gravés entre les deux cadres :
 - à gauche, les heures du soir (entre 13 h, gravée « I » et 19 h, gravée « VII »),
 - à droite, les heures du matin (entre 5 h, gravée « V » et 11 h, gravée « XI » ; les heures VIII, IX, X, XI notamment ne peuvent pas appartenir aux heures du soir, période sans Soleil).

La table ne porte pas les lignes horaires de 4 h et de 20 h qui existent sur certains de ces cadrans (*infra*).

Est enfin à remarquer, sur la ligne horaire des 12 h, la ligne d'accueil du style polaire métallique (*infra*), aujourd'hui disparu, dont le point d'implantation est l'intersection des lignes horaires 6 h/18 h et 12 h, et dont le côté plaqué (ligne sombre plus épaisse : entre 1 et 4 mm) mesure 7,4 cm.

La face arrière

La face arrière (**Fig. 2**) est plus sobre mais également très intéressante.

S'y distingue le collage du style polaire réalisé à l'aide d'un matériau très dur, de couleur gris

4. @ Wikipédia - Querneur (09/01/2024) ; Ouest-France du 13/09/2013 : Les ardoises de Kerstrat [Bretagne] en vedette (14/11/2023) ; ardoise.free (09/01/2024).

très foncé à noire, a priori du goudron ou un mélange à base de goudron, dont les dimensions sont : longueur : 5,6 cm ; largeur : 1 à 1,6 cm ; épaisseur : 2 à 3 mm.

Les parties « blanches », ou du moins de couleur claire, sont les vestiges du mortier de chaux ou de la colle ayant servi à fixer le cadran sur son socle (*infra*).

Les taches de couleur « rouille » pourraient indiquer un socle ou un support métallique ferreux.

Quelques bases d'astronomie

Le cadranier doit être féru en mathématiques (géométrie et trigonométrie) mais, par-dessus tout, il doit maîtriser parfaitement l'astronomie. Il s'entoure généralement d'artistes (gravures, fresques, peintures...), de maçons... pour la réalisation et l'installation des cadrans fabriqués.

Par rapport à son axe de rotation, incliné de $23^{\circ} 26'$, passant par les pôles nord et sud, la Terre a été dotée de diverses lignes⁵ :

- les parallèles, grands cercles perpendiculaires à l'axe de rotation ; le plus grand étant l'équateur ; ceux situés à $23^{\circ} 26'$ (tropique du Cancer) et $-23^{\circ} 26'$ (tropique du Capricorne) délimitant la seule zone où le Soleil peut passer au zénith (point le plus haut du ciel, à 90° de l'horizon),
- les méridiens, demi-cercles passant par les pôles ; le méridien de référence étant celui de Greenwich.

Depuis les premiers travaux des Anciens, tout lieu sur Terre possède des coordonnées géographiques⁶ :

- une latitude (φ), correspondant à l'angle formé par le plan de l'équateur et la verticale du lieu donnée par le fil à plomb,
- une longitude (λ), correspondant à l'angle dièdre formé par le plan du méridien international de Greenwich et le plan du méridien du lieu.

Sans entrer dans les détails, parler du Soleil revient à parler du ciel, des astres et de leurs déplacements.

Pour l'être humain qui se trouve sur la Terre, tous ces mouvements sont des mouvements apparents indomptables. L'astuce, pour se les représenter, est de se placer très loin de la Terre et de créer une sphère céleste imaginaire dont la Terre est le centre ; cette sphère pourra être la sphère céleste locale du lieu.

Elle consiste à créer un axe polaire imaginaire, l'axe de rotation de la Terre, déterminant deux pôles célestes nord et sud, ainsi qu'un équateur céleste et à y inclure l'écliptique du Soleil (mouvement apparent du Soleil autour de la Terre).

Le méridien local passe par les pôles célestes et par le zénith du lieu qui indique la direction géographique nord-sud (en France, l'ombre la plus courte sur l'horizon donnée par le gnomon indique le point culminant du Soleil, le zénith, et la direction du nord géographique).

La hauteur du pôle céleste nord au-dessus de l'horizon est la latitude du lieu.

Principe des cadrans solaires

Dépendant d'un lieu précis sur Terre (déterminé par sa latitude et sa longitude), un cadran solaire est calculé et fabriqué pour une latitude précise.

5. Savoie D., 2003, Les cadrans solaires, Belin, 128 p. ; Tardy J.-N., 1996, Cadrans solaires les comprendre et les construire, Édisud, 115 p.

6. Ces coordonnées peuvent être demandées à l'IGN (Institut Géographique National) ou peuvent se calculer sur les cartes IGN ; elles sont également données de nos jours par un GPS (Global Positioning System), système de positionnement par satellites du gouvernement fédéral des États-Unis utilisé mondialement.

Tracer un cadran solaire consiste à projeter sur un plan les méridiens célestes horaires espacés de 15° à partir du méridien local ($360^\circ/24 \text{ h} = 15^\circ$).

L'axe de rotation de la sphère céleste doit pointer vers le nord céleste (angle φ avec le plan) : c'est l'angle que fera le style avec la table.

Le plan, c'est-à-dire le cadran, doit être orienté selon le plan du méridien local, dans la direction géographique nord-sud (gnomon), et donc dans la direction de la ligne horaire des 12 h.

Le méridien du lieu passe par le nord, le pôle céleste, le zénith et le point sud.

Pour connaître l'heure de la montre par rapport à l'heure solaire du cadran, plusieurs corrections s'imposent : ajouter, en heures, minutes et secondes, l'équation du temps⁷, la longitude du lieu, 1 h en hiver ou 2 h en été.

Les cadrans solaires portent souvent des devises écrites en latin, en français ou en langues régionales, toutes étant relatives au temps⁸.

Types

Différents types de cadrans solaires « simples »

Il ne sera pas ici décrit dans le détail les différents types de cadrans, leur variété pouvant se conjuguer à l'infini, mais de donner quelques éléments historiques et techniques succincts.

Les cadrans remonteraient au IIIe s. av. n. è. et étaient bien connus et utilisés dans le monde gréco-romain du Ier s. av. n. è.⁹

Les premiers cadrans, plus sophistiqués que le simple gnomon considéré comme le premier instrument astronomique, sont les scaphés ou cuvettes en forme de demi-sphère.

Viennent ensuite les cadrans équatoriaux, les plus techniques, gravés sur les deux faces tour à tour éclairées par le Soleil, avec les lignes horaires régulières formant des angles de 15° . Le style est parallèle à l'axe de rotation de la Terre (sur le méridien du lieu) ; la table est perpendiculaire au style et parallèle à l'équateur.

Suivent les cadrans :

- équatoriaux armillaires : l'heure solaire se lit sur un arc de cercle sans se soucier de savoir quelle face est éclairée,

- verticaux : c'est le principe du cadran horizontal inversé, le style polaire est orienté vers le pôle sud céleste (*infra*),

- de hauteur : l'heure solaire est donnée par la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon, le style est réglable en fonction de la date,

- polaires : les lignes horaires sont parallèles (loi des tangentes), le style est parallèle au cadran, la table est inclinée d'un angle égal à la latitude du lieu,

- analemmatiques horizontaux : ce sont des cadrans tracés au sol dont le gnomon est une personne.

Les cadrans sont déclinants lorsque leur orientation sur le méridien du lieu n'est pas possible (orientation d'un mur hors points cardinaux par exemple).

Type du cadran « Anao 2023 »

Le cadran solaire mis au jour en 2023 est un cadran de type « horizontal ».

Sa fabrication, pour une latitude donnée, notamment pour obtenir les angles des lignes

7. Formule mathématique dépendant de nombreux paramètres astronomiques hors propos dans le cadre de cette présentation.

8. Homet J.-M., 2017, Les cadrans solaires, Massin, 64 p. Cet ouvrage est un hymne aux cadrans solaires.

9. Savoie D., 2021, Une histoire des cadrans solaires en Occident, Les Belles Lettres, 308 p., p. 29.

horaires, passe par l'utilisation de plusieurs formules de trigonométrie¹⁰.

Comme cela a été évoqué, concrètement, le principe est simple : dans l'angle formé par un plan horizontal orienté nord-sud (cadran horizontal) et un plan vertical (cadran vertical), on insère le plan équatorial ; la projection des méridiens espacés de 15° dans ce plan équatorial orienté par rapport au plan horizontal d'un angle égal à celui de la latitude donne les lignes horaires du lieu sur les deux types de cadrans constitués par les plans horizontal et vertical.

Le style, perpendiculaire au plan équatorial, est incliné selon les pôles célestes nord et sud d'un angle correspondant à la latitude du lieu ; il est orienté nord-sud dans le plan du méridien du lieu.

Les directions des styles de chacun des cadrans étant inversées (cadran horizontal : style polaire orienté vers le pôle céleste nord, incliné de la latitude φ ; cadran vertical : style polaire orienté vers le pôle céleste sud, incliné d'un angle de $90^\circ - \varphi$), les positionnements des lignes horaires sont inversés : cadran horizontal : heures du matin à droite, heures du soir à gauche ; cadran vertical : heure du matin à gauche, heures du soir à droite.

Conclusion

On l'aura compris, un objet devant être élaboré pour un lieu précis dont la latitude est un élément capital et la longitude un élément de correction, être orienté nord-sud de façon très précise, et être fixé strictement horizontalement (l'immobilisation évitant, en outre, son déplacement hors du plan du méridien du lieu), cet objet n'a absolument rien à voir ni avec les bateaux ni avec la navigation.

Cela dit, sa présence dans la rade interroge, mais peut être expliquée.

L'absence du style du cadran de Villefranche-sur-Mer empêche de déterminer, à partir de l'objet, la latitude pour laquelle il a été construit.

En effet, le style est une pièce en forme de triangle rectangle dont les longueurs des côtés permettent de calculer l'angle formé entre l'hypoténuse, le plus long côté qui donne l'heure solaire, et le côté plaqué sur la table, cet angle correspondant à la latitude du lieu¹¹.

Cependant, grâce aux tableaux des angles des lignes horaires avec la ligne de midi en fonction des latitudes données par les divers ouvrages cités, il est permis de cerner une « zone de fabrication »¹².

Pour le cadran étudié, les angles mesurés au rapporteur des différentes lignes horaires sont de 10°, 21,5°, 35°, 50°, 69°, 90°, 112°.

Rapportées au tableau concernant les cadrans horizontaux¹³, ces angles correspondent à des latitudes comprises entre 43° et 44°. De son côté, la carte IGN¹⁴ montre que la rade de Villefranche-sur-Mer est située entre les latitudes 43° 40' et 43° 45'. Ainsi, abstraction faite de la longitude, il semble ressortir que le cadran solaire découvert provient bien de la commune concernée.

À son insu, et donc à sa décharge, le cadran « Anao 2023 » demeure un témoin des activités humaines peu glorieuses liées indirectement à la mer qui, entre 1745 et aujourd'hui, a une nouvelle fois servi de dépotoir pour, probablement, des déblais de construction encombrants...

10. Tardy J.-N., 1996, Cadrans solaires les comprendre et les construire, Édisud, 115 p.

11. Ces deux côtés sont obligatoirement rectilignes, mais il arrive souvent que le troisième côté, la hauteur, est découpée pour former un décor, ce qui n'empêche pas de le mesurer (côté entre la table et la pointe du style).

12. En fait, en l'absence de longitude, le « parallèle de fabrication ».

13 Ce tableau, qui ne comporte pas les mesures d'angle pour les lignes horaires 4 h et 20 h, corrobore leurs absences sur la table étudiée et confirme, pour la latitude du lieu, l'inutilité du cadran avant 5 h et après 19 h (absence de soleil).

14. Carte IGN Top 25 Nice-Menton 3742 OT © 2002.



Fig. 1 : Face avant du cadran solaire

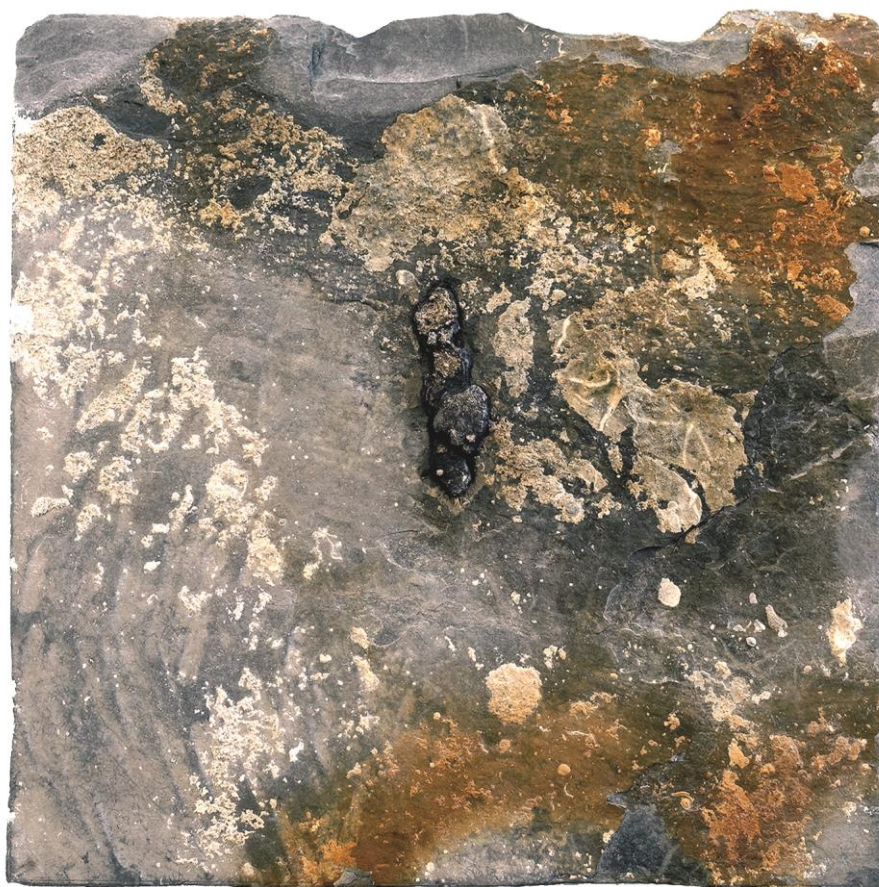


Fig. 2 : Face arrière du cadran solaire