

Zeitschrift: Genava : revue d'histoire de l'art et d'archéologie
Band: 43 (1995)

Artikel: Navicula de Venetiis : une acquisition prestigieuse du Musée d'histoire des sciences
Autor: Archinard, Margarida
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-728485>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 07.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

NAVICULA DE VENETIIS: UNE ACQUISITION PRESTIGIEUSE DU MUSÉE D'HISTOIRE DES SCIENCES

Par Margarida Archinard

INTRODUCTION

La *Navicula de Venetiis* entrée cette année dans nos collections (Inv. 2139) est incontestablement l'achat le plus spectaculaire, tant par sa rareté que par son ancienneté, jamais réalisé par le Musée d'histoire des sciences de Genève (fig. 6, 7 et pl. III). Héritier des anciens cabinets de physique des savants genevois du XVIII^e siècle, notre musée a toujours donné la priorité dans ses acquisitions aux pièces ayant un rapport quelconque avec Genève. Cependant, un survol même rapide de l'ensemble de ses fonds, très hétéroclites à l'origine, fait ressortir des lignes de force mais aussi quelques lacunes, toujours inévitables. Dans la perspective de la réouverture du bâtiment et du musée rénovés, l'effort soutenu depuis fort longtemps déjà pour combler ces vides a connu une accélération qui permet désormais de présenter au public des collections plus solides et cohérentes.

Les cadrans solaires, par exemple, qui regroupent la plupart des modèles très nombreux et très variés créés au cours des siècles, constituent l'un des points forts du musée. Dans cet ensemble, une petite mais exceptionnelle série de cadrans solaires rectilignes méritait d'être complétée par une pièce excessivement rare, et donc extrêmement prisée, que quelques manuscrits du Moyen Âge nommaient poétiquement *Navicula de Venetiis*¹ ou *Lytel Schippe of Venyse*². La perspective d'en acquérir un exemplaire relevait pourtant de la pure utopie. Jusqu'à présent, cinq musées³ seulement, en Europe comme ailleurs, avaient le bonheur et le privilège de posséder une *Navicula*. Par un autre privilège, qui n'est certes pas le fruit du hasard, ces musées se trouvent précisément dans des villes au passé scientifique prestigieux: le Museum of the History of Science d'Oxford, le Whipple Museum of the History of Science de Cambridge, l'Observatoire de Greenwich, l'Istituto e Museo di Storia della Scienza de Florence et le Museo Poldi Pezzoli de Milan.

Sixième exemplaire connu et répertorié dans des collections publiques, la *Navicula de Venetiis* du Musée d'histoire des sciences de Genève a quelques particularités qui augmentent encore, si besoin était, sa valeur intrinsèque. D'abord, ses chiffres et ses inscriptions sont en caractères gothiques, ce qui situe l'époque de sa fabrication au XV^e siècle, sinon avant. Seules deux des autres *Navicula*, celles d'Oxford et de Greenwich⁴, présentent la même caractéris-

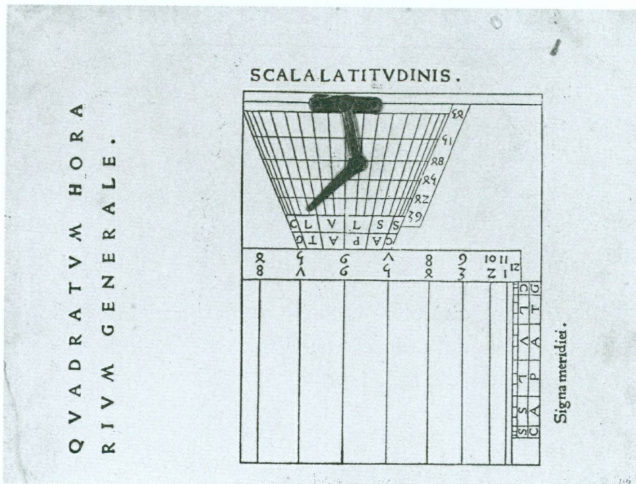
tique. Ensuite, sa taille (15,5 cm de hauteur) est de loin la plus importante de toutes et, fait non négligeable, son état de conservation est excellent.

DES ORIGINES MYSTÉRIEUSES

Quant aux sources historiques de ce type d'instrument, dont la forme et la conception sortent étonnamment de l'ordinaire, force est de constater qu'à l'heure actuelle, ses origines et sa genèse restent encore enveloppées d'un épais mystère. D'un côté, comme en témoignent quelques exemplaires et quelques manuscrits, la *Navicula* était déjà connue, décrite et même fabriquée au Moyen Âge. Or, d'un autre côté, la *Navicula* découle incontestablement du cadran solaire rectiligne universel, c'est-à-dire valable pour plusieurs latitudes, qui fut décrit pour la première fois en 1474 par le fameux astronome allemand Regiomontanus, de son vrai nom Johann Müller de Königsberg, dans son ouvrage intitulé *Calendarium*⁵ (fig. 1). C'est dire que Regiomontanus ne peut pas être l'inventeur du cadran solaire rectiligne universel, qui porte pourtant couramment son nom (fig. 2).

En outre, il existe encore un modèle différent de cadran solaire rectiligne, appelé particulier parce que valable pour une seule latitude ou, plus familièrement, *capucin* à cause de la forme de ses lignes évoquant un capuchon de moine. En suivant un ordre logique dans l'évolution de la pensée, il nous est permis de supposer, *a priori*, que tout cadran particulier a précédé le cadran universel qui lui est associé. Si cette hypothèse se vérifiait un jour, cela ferait remonter l'invention du *capucin* à une date encore plus reculée que celle du cadran décrit par Regiomontanus et, *a fortiori*, que celle de la *Navicula*.

Quelques historiens des sciences se sont timidement avancés sur ce sujet. D'abord, Sédillot⁶ relève, dans un manuscrit arabe du XIII^e siècle, la référence à un astrolabe un peu spécial, appelé *scaphée* ou *zaourakhi*, qui possède un *shafiah* ou *saphea* en forme de bateau. Gunther⁷ fait le rapprochement entre cette *saphea* et la *Navicula de Venetiis*, et s'interroge sur l'éventualité d'un lien entre les deux. Ensuite, De Solla Price⁸, qui considère la *Navicula* comme



1.
Le tracé du cadran solaire rectiligne universel tel qu'il fut publié pour la première fois par Regiomontanus [Johann Müller de Königsberg], *Calendarium*, Norimbergae, [vers 1474].

«... one of the most ingenious and sophisticated mathematical artifacts of the Middle Ages»⁹, admet la possibilité de son origine arabe, qu'elle soit parvenue en Europe par Venise, alors très ouverte à l'Orient, ou par l'Espagne, dont les célèbres *Libros del Saber* ont, d'après lui, influencé la plupart des manuscrits latins traitant des instruments scientifiques.

A L'HEURE DE LA GÉOMÉTRIE

Si les documents dont nous disposons aujourd'hui sur la *Navicula* ne nous sont pas d'un grand secours pour en retracer l'historique, en revanche, l'analyse de la structure géométrique et astronomique de ces cadrans peut nous éclairer sur certains points. Ce travail a été exposé dans un précédent article¹⁰, qui établissait la validité et l'interdépendance des différents modèles de cadrans solaires rectilignes. Sans vouloir nous répéter ici, rappelons toutefois que les cadrans solaires rectilignes donnent l'heure solaire vraie, c'est-à-dire, l'angle horaire du Soleil à partir de la mesure de sa hauteur au-dessus de l'horizon. C'est donc grâce à une extraordinaire maîtrise de la géométrie dans l'espace et à un très astucieux stratagème que ces cadrans permettent de passer d'une coordonnée, la hauteur, du

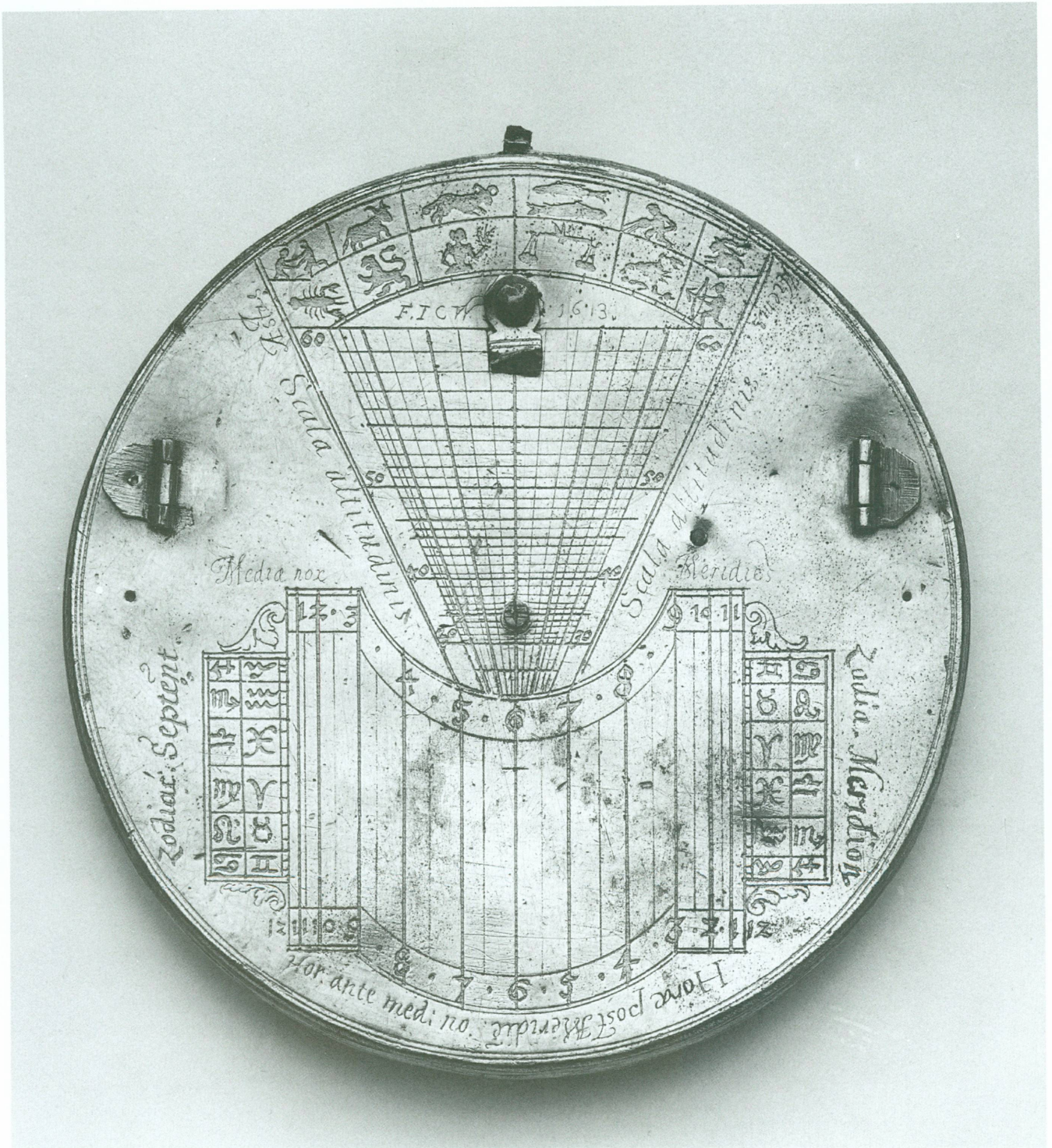
système de coordonnées locales, à une autre coordonnée, l'angle horaire, appartenant à un autre système de coordonnées, le système équinoxial. L'observation s'effectuant sans aucun recours au calcul, c'est uniquement la géométrie qui intervient.

Sans entrer là non plus dans les détails traités dans l'article déjà mentionné, rappelons encore que la construction de ces cadrans se base sur deux opérations essentielles. L'une, dite le *menaeus* et décrite par Vitruve¹¹ au I^{er} siècle avant notre ère, consiste dans la recherche, en projection orthogonale sur un plan perpendiculaire à l'équateur, de certains points bien définis sur l'écliptique, notamment les douze points qui séparent les signes du zodiaque. L'autre opération porte le nom de *trigone des signes* et découle de la première dans la mesure où l'on y relève la déclinaison du Soleil au début de chaque signe du zodiaque. Pour résumer, disons qu'un *trigone* a la forme d'un triangle isocèle, dont l'angle au sommet est égal au double de l'inclinaison de l'écliptique (deux fois 23,5° environ) et dont la base est graduée de façon à donner, en reliant les différents points de son échelle avec le sommet, la déclinaison du Soleil quand il entre dans chaque signe du zodiaque.

Un cadran solaire rectiligne universel dispose de deux *trigones des signes*, comme d'ailleurs la *Navicula*: «In hoc instrumento nauiculae, due zodiaci figure adminus sunt necessarie [...]»¹². Nous pouvons les reconnaître sur la gravure de Regiomontanus (fig. 1), où un premier *trigone* est placé en haut de l'instrument, couplé avec une échelle des latitudes et portant un index au bout duquel était fixé un petit fil à plomb. Le deuxième *trigone*, dont seule la base est dessinée, se trouve à droite des lignes horaires, exactement sur la ligne des douze heures.

Pour obtenir l'heure, il fallait d'abord placer le bout de l'index sur le point du premier *trigone* correspondant et à la latitude du lieu de l'observation et au jour de l'année. Ce point est défini, d'une part, à partir de l'échelle des latitudes et, d'autre part, grâce à l'échelle zodiacale marquée sur la base du *trigone*. Le fil, accroché à l'index mais généralement disparu avec les années, était ensuite tiré jusqu'au point correspondant à la même date sur le deuxième *trigone* et sa longueur, ainsi définie et donc chaque jour différente, était alors marquée par une perle coulissante ou par un nœud. Après quoi, il ne restait plus qu'à viser le Soleil à travers deux pinnules placées en haut de l'instrument et à laisser tomber librement le fil, l'heure de l'observation étant alors indiquée par la ligne horaire touchée par la perle ou le nœud du fil.

Etant donné leur base de construction commune, il est évident que l'étude du cadran de Regiomontanus permet de



2.

Cadran solaire rectiligne universel ou cadran de Regiomontanus, portant l'inscription «F.I.C.W., 1613» dont la qualité de la gravure fait croire à un ajout, peut-être de la main du propriétaire. L'index est cassé et les pinnules sont placées de chaque côté du premier trigone. Il semble avoir fait partie d'une boîte ou, plus vraisemblablement, d'un nécessaire astronomique. Diam. 8,3 cm. Genève, Musée d'histoire des sciences, Inv. 1556.

mieux comprendre la *Navicula*, à ceci près que, si l'un est parfaitement exact, tant du point de vue astronomique que géométrique¹³, l'autre, la *Navicula*, présente quelques fantaisies et imprécisions dues à l'adaptation à la forme, certes charmante mais fort contraignante, de vaisseau vénitien. Ainsi, sur une *Navicula*, les deux *trigones* sont des «*curuili-neos Zodiacos*»¹⁴, c'est-à-dire que leurs bases, portant l'échelle zodiacale, ne sont pas rectilignes comme dans le cadran de Regiomontanus, ce qui serait correct, mais qu'elles épousent la courbe de la coque du bateau. En outre, la base du premier *trigone* est dessinée en bas, en fond de cale si l'on peut dire, et c'est l'extrémité inférieure du mât qui parcourt l'échelle zodiacale pour le fixer sur le point correspondant à la date du jour de l'observation. Un curseur, porteur du fil, glisse le long du mât où est marquée l'échelle des latitudes et doit, lors d'une observation, s'arrêter sur le point correspondant à la latitude du lieu. Quant à la détermination de la hauteur du Soleil, la visée se fait en utilisant les deux tourelles en guise de pinnules. A partir de là, la procédure à suivre lors d'une observation est analogue à celle du cadran de Regiomontanus, c'est-à-dire qu'il faut tenir compte de la latitude et du jour de l'observation, la longueur du fil étant déterminée par le point correspondant au même jour sur l'échelle du deuxième *trigone*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE DE LA NAVICULA

En première approximation, l'imprécision due à ces quelques libertés prises par l'inventeur de la *Navicula* semble négligeable par rapport à la marge d'erreur d'un instrument d'aussi faibles dimensions et d'un maniement aussi compliqué. Cependant, en poussant plus loin l'étude de la *Navicula*, nous pouvons nous amuser à calculer mathématiquement cette erreur. Deux paramètres sont en cause. D'une part, la longueur du fil qui, sur la *Navicula*, n'est visiblement pas la même que dans le cadran de Regiomontanus. D'autre part, la position du point de départ du fil, qui n'est pas exacte non plus sur la *Navicula*.

Pour y voir plus clair, regardons attentivement le dessin (fig. 3) montrant la longueur et la position du fil dans les deux cas, celui du cadran de Regiomontanus et celui de la *Navicula*.

Soit, en gardant certaines notations adoptées dans notre précédente étude¹⁵:

$$\overline{OB} = r$$

$$\overline{EO} = \overline{EP}_1 = r_1$$

$$\overline{EQ}_2 = \overline{EP}_2 = r_2$$

$$\sphericalangle EBO = \varphi$$

$$\sphericalangle BEP_2 = \sphericalangle BEP'_2 = \varepsilon$$

$$\sphericalangle OEP_1 = \sphericalangle OEP'_1 = \delta$$

$$\sphericalangle OEQ_1 = \sphericalangle BEQ_2 = \varepsilon$$

où r est le rayon de la sphère céleste, r_1 le rayon du premier *trigone*, r_2 le rayon du deuxième *trigone*, φ la latitude du lieu, δ la déclinaison du Soleil et ε l'inclinaison de l'écliptique (environ 23,5° à cette époque).

Soit aussi $l_1 = \overline{P_1P_2}$

la longueur du fil dans le cadran solaire de Regiomontanus

et $l'_1 = \overline{P'_1P'_2}$

la longueur du fil, le même jour d'observation et sur un même lieu, dans une *Navicula*.

Les deux triangles $\triangle OEB$ et $\triangle P_1EP_2$ étant semblables, avec un rapport de similitude égal à $\cos \delta$, il en découle que

$$l_1 = \frac{r}{\cos \delta}$$

Dans le cas de la *Navicula*, cherchons à calculer aussi la longueur de son fil:

$$l'_1 = \overline{P'_1P'_2}$$

Considérant le triangle rectangle $\triangle P'_1EP'_2$, nous obtenons

$$l'^2_1 = r_1^2 + r_2^2$$

mais $r_1 = r \sin \varphi$

et $r_2 = \frac{\overline{EB}}{\cos \varepsilon}$

où $\overline{EB} = r \cos \varphi$

donc $r_2 = r \frac{\cos \varphi}{\cos \varepsilon}$

par conséquent

$$l'^2_1 = (r \sin \varphi)^2 + \left(r \frac{\cos \varphi}{\cos \varepsilon}\right)^2$$

d'où $l'_1 = r \sqrt{1 + \cos^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \varepsilon}$

L'inclinaison de l'écliptique ε étant une constante, nous pouvons déjà conclure que, contrairement à ce qui se passe avec le cadran de Regiomontanus, la longueur l'_1 du fil dans la *Navicula* ne dépend pas de δ , c'est-à-dire que, pour un même lieu d'observation, la longueur du fil ne varie jamais au cours de l'année.

Quant à l'erreur, $\Delta l_1 = l'_1 - l_1$, nous pouvons l'exprimer par l'expression:

$$\Delta l_1 = r \left[\sqrt{1 + \cos^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \varepsilon} - \frac{1}{\cos \delta} \right]$$

dont la lecture n'est hélas pas très explicite mais qui nous indique quand même que cette erreur est nulle quand $\varphi = 0$ et $\delta = \varepsilon$, c'est-à-dire dans un lieu sur l'équateur les deux jours des solstices. Il en serait de même pour $\varphi = 90^\circ$ et $\delta = 0$, soit lors des équinoxes sur le pôle Nord ou le pôle Sud, mais il faut remarquer que la *Navicula*, comme n'importe quel autre cadran solaire rectiligne, n'est pas valable, pour des raisons géométriques, sur ces lieux extrêmes où le Soleil garde la même hauteur au-dessus, ou en dessous, de l'horizon pendant toute la journée.

Considérons maintenant la position du point P'_1 , d'où part le fil dans la *Navicula*, par rapport à sa position correcte dans le cadran de Regiomontanus sur le point P_1 . D'après le même dessin explicatif (fig. 3), nous voyons que nous avons:

$$\begin{aligned} \text{en abscisses} \quad d' &= \overline{P_1 P'_1} \sin \delta \\ \text{en ordonnées} \quad d'' &= \overline{P_1 P'_1} \cos \delta \end{aligned}$$

$$\text{Or} \quad \overline{P_1 P'_1} = \overline{EP_1} - \overline{EP'_1}$$

$$\text{avec} \quad \overline{EP_1} = \frac{r_1}{\cos \delta}$$

$$\text{et} \quad \overline{EP'_1} = r_1$$

$$\text{mais comme} \quad r_1 = r \sin \varphi$$

$$\text{alors} \quad \overline{P_1 P'_1} = r \sin \varphi \left(\frac{1}{\cos \delta} - 1 \right)$$

$$\text{et} \quad d' = r \sin \varphi (\operatorname{tg} \delta - \sin \delta)$$

$$d'' = r \sin \varphi (1 - \cos \delta)$$

Il en découle que quand $\delta = 0$, soit les deux jours des équinoxes, d' et d'' sont nuls, ce qui signifie que le point d'où pend le fil est le même sur la *Navicula* et sur le cadran de Regiomontanus. C'est aussi le cas quand $\varphi = 0$, c'est-à-dire, pour n'importe quel lieu sur l'équateur.

Ces résultats, relatifs à la longueur du fil et à son point de départ, permettent de conclure que c'est seulement les deux jours des solstices et pour un lieu sur l'équateur que la *Navicula* n'est pas entachée d'erreur et fonctionne exactement comme un cadran de Regiomontanus.

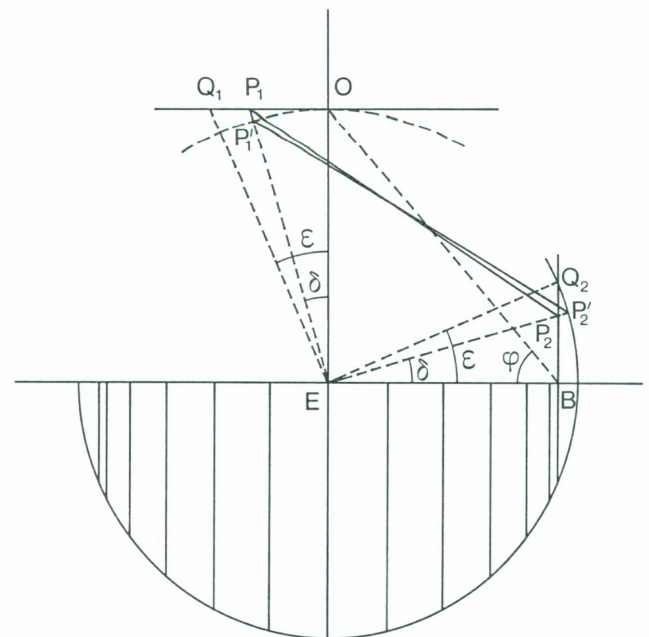
Ce serait, à l'évidence, peine perdue que de chercher à déduire de la *Navicula*, comme nous avons procédé pour le cadran de Regiomontanus¹⁶, la formule bien connue en astronomie de position qui en garantirait la validité:

$$\sin h = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \delta \cdot \sin h_0$$

où h est la hauteur du Soleil et h_0 sa hauteur quand $\delta = 0$, c'est-à-dire, les deux jours des équinoxes. Nous l'avons

quand même fait, pour la beauté du geste, et obtenu une expression visiblement fautive qui, comme il fallait s'y attendre, ne mérite pas que l'on s'y attarde.

Au vu de ces faibles résultats, nous aurions peut-être dû nous contenter d'un examen attentif des facteurs en jeu, suffisant dans ce cas pour juger tant de l'insignifiance de l'imprécision inhérente à une *Navicula* que de l'inutilité de la recherche de son expression mathématique. Pour résumer, nous pouvons imaginer, jusqu'à preuve du contraire, qu'un inconnu, familier de la gnomonique, vivant pendant le bas ou le haut Moyen Age, en Europe ou en pays islamique, a été pris un jour d'un surprenant élan de fantaisie et s'est permis de modifier quelque peu, pour le plaisir des yeux sinon de l'esprit, le très sérieux et très sophistiqué cadran solaire rectiligne universel, décrit quelque temps après par un non moins sérieux astronome, Regiomontanus, en utilisant une technique alors toute nouvelle, l'imprimerie.



3. Dessin explicatif de la position et de la longueur du fil dans un cadran de Regiomontanus et dans une *Navicula* (Dessin: Jean Pflirter).

LA NAVICULA DE GENÈVE

Quant à la *Navicula de Venetiis* désormais conservée au Musée d'histoire des sciences de Genève, signalons une fois encore sa taille exceptionnelle (hauteur 15,5 cm, largeur 11,5 cm) et ses chiffres et lettres en caractères gothiques qui indiquent que sa fabrication date au plus tard du XV^e siècle. Au recto de l'instrument, figurent, comme il se doit, les lignes horaires et les deux *trigones des signes*. En bas de la coque, les douze signes du zodiaque du premier *trigone* sont désignés par des abréviations:

cap	[Capricornus]	can	[Cancer]
aq ^r	[Aquarius]	leo	[Leo]
pis	[Pisces]	vgo	[Virgo]
ari	[Aries]	lib ^r	[Libra]
tau	[Taurus]	scor	[Scorpius]
gēi	[Gemini]	sag ^t	[Sagittarius]

À droite, le deuxième *trigone* comporte exceptionnellement une double échelle zodiacale, l'une curviligne et l'autre sur la ligne des douze heures, sans que les noms des signes y soient indiqués. Sur le mât, l'échelle des latitudes est marquée de degré en degré de 20° à 60°, un long trait étant tiré tous les 5°. Au verso, un diagramme des heures inégales¹⁷ est dessiné à droite et, à gauche, un carré des ombres avec douze divisions. Sous chaque tourelle, une table du calendrier zodiacal séparée en deux parties indique les jours de l'année où le Soleil pénètre dans chaque signe du zodiaque.

À gauche:

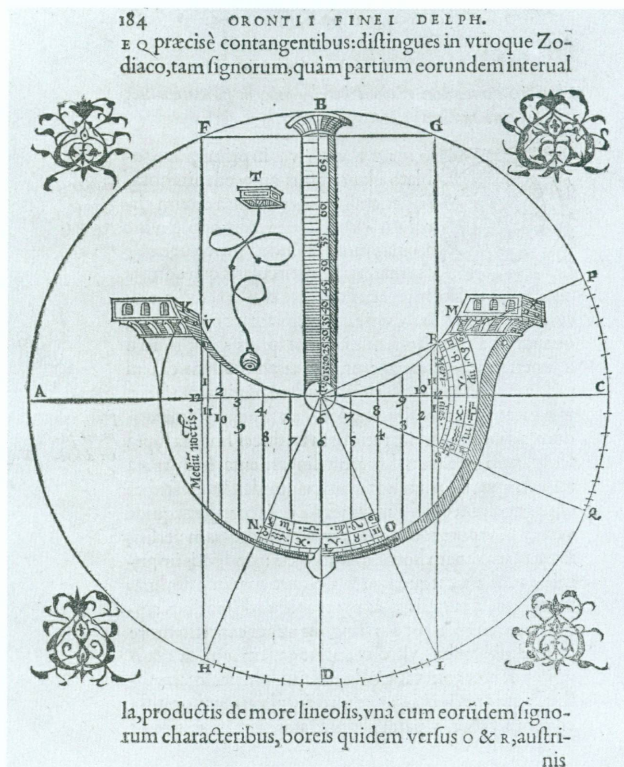
ca	13	d	[Capricornus, 13 décembre]
aq	11	ja	[Aquarius, 11 janvier]
p	10	fe	[Pisces, 10 février]
a	12	m	[Aries, 12 mars]
ta	12	a	[Taurus, 12 avril]
g	13	m	[Gemini, 13 mai]

À droite:

ca	13	ju	[Cancer, 13 juin]
le	15	ju	[Leo, 15 juillet]
v	15	a	[Virgo, 15 août]
li	15	s	[Libra, 15 septembre]
s	15	oc	[Scorpius, 15 octobre]
sa	14	no	[Sagittarius, 14 novembre]

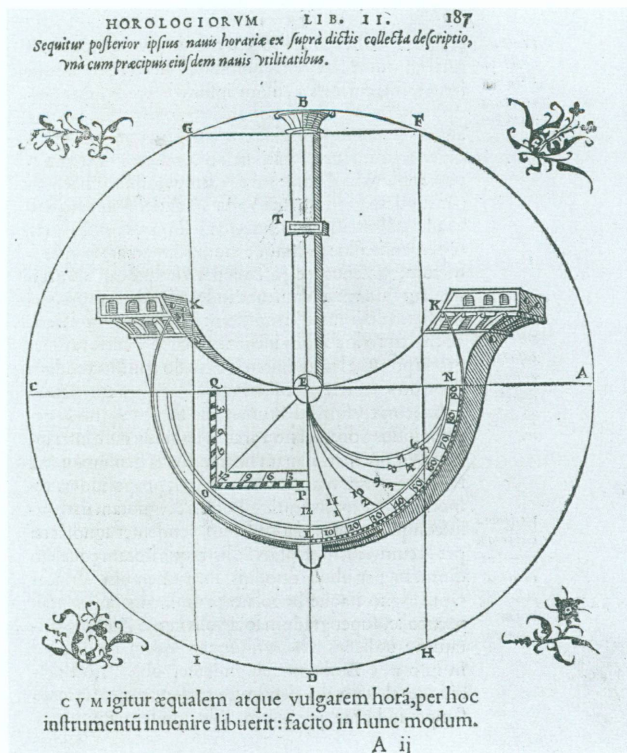
Au dos du mât, une brève liste indique les latitudes de quelques villes anglaises¹⁸:

eborac'	53 g	40 m	[Eboracum-York]
norhāt	52	20	[Northantone-Northampton]
ocōia	51	50	[Oxonia-Oxford]
londoni	51	34	[Londinium-Londres]
win/tonia	51	0	[Winton-Winchester]



4.

La *Navicula de Venetiis* représentée par Oronce Fine, *De solaribus horologiis et quadrantibus...*, Paris, [1560].

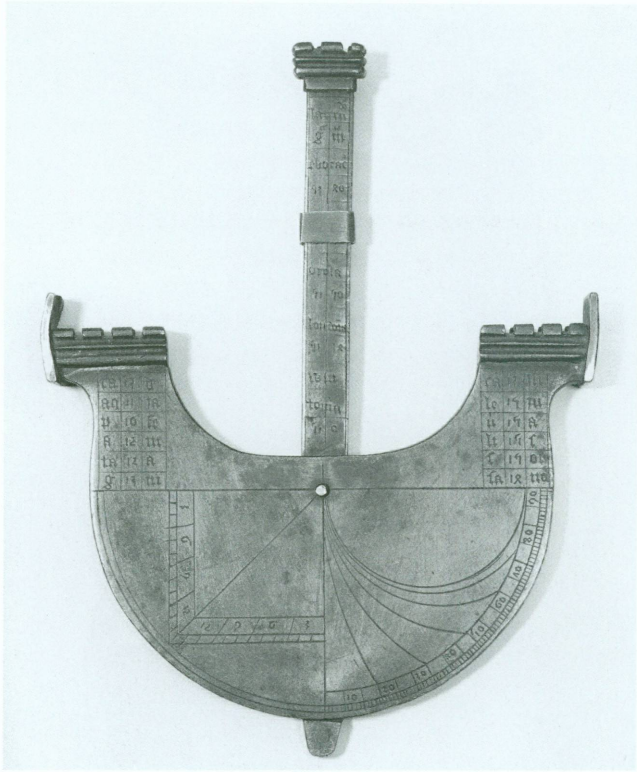


5.

Verso de la *Navicula de Venetiis* représentée par Oronce Fine.



6. *Navicula de Venetiis*, non signée ni datée, mais portant des inscriptions en caractères gothiques qui situent sa fabrication au XIV^e ou XV^e siècle. La face principale représente un cadran solaire rectiligne universel, adapté à une forme de bateau qui évoque les anciens vaisseaux vénitiens. H. 15,5 cm. Genève, Musée d'histoire des sciences, Inv. 2139.



7. Verso de la *Navicula de Venetiis* de Genève, où sont gravés, à droite, un diagramme des heures inégales et, à gauche, un carré des ombres en douze parties. Sur le mât, indication de la latitude de certaines villes en Angleterre et, sous les tourelles, le calendrier zodiacal.

À l'instar des autres exemplaires connus de *Navicula*, le fil, qui devait pendre du curseur et glisser avec lui le long du mât, s'est perdu après de longs siècles d'utilisation. Dans le cas très particulier de cette *Navicula* où, comme nous venons de le souligner, il existe une deuxième graduation zodiacale sur la ligne des douze heures, il serait possible d'utiliser le deuxième *trigone* comme dans un cadran de Regiomontanus. Le fil partirait toujours du point P_1' (fig. 3) mais sa longueur, $l''_1 = \overline{P_1' P_2'}$, serait alors définie par le point P_2' et égale à

$$l''_1 = r \sqrt{1 + \cos^2 \varphi \cdot \operatorname{tg}^2 \delta}$$

Cette expression confirme, contrairement à la précédente, que la longueur du fil dépend dans ce cas du jour de l'année et qu'elle est légèrement plus courte que pour une *Navicula* ne disposant que de *trigones* curvilignes. Les deux jours des solstices seulement, quand $\delta = \varepsilon$, la longueur du fil est la même dans les deux cas. C'est dire que, en dehors de ces jours spécifiques, l'utilisation de l'inhabituelle deuxième échelle zodiacale, marquée sur la ligne des douze heures dans la *Navicula* de Genève, réduit quelque peu l'erreur propre, hélas, à ce bel et si fascinant instrument.

Pièce d'exception, la *Navicula de Venetiis* récemment acquise par le Musée d'histoire des sciences de Genève constitue, indéniablement, l'un des principaux bijoux des collections publiques genevoises.

Notes:

- 1 Bodleian Library, Oxford, Ms. Bodl. 68, dans: R. T. GUNTHER, *Early science in Oxford*, vol. 2 (*Astronomy*), 1^{ère} éd., London, 1923, réimpression, London, 1967, p. 375.
- 2 Trinity College, Cambridge, Ms. corpus 0.5.26, dans: Derek J. DE Solla PRICE, «The Little Ship of Venice – a Middle English Instrument Tract», dans: *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, vol. 15, 1960, pp. 399-407, p. 402.
- 3 Giuseppe BRUSA, «Le navicelle orarie di Venezia», dans: *Annali dell'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze*, anno 5, 1980, fasc. 1, pp. 51-59.
- 4 Kristen LIPPINCOTT, «The Navicula Sundial», dans: *Scientific Instrument Society Bulletin*, n° 35, December 1992, p. 22.
- 5 REGIOMONTANUS (Johann Müller de Königsberg), *Calendarium*, Norimbergae, vers 1474.
- 6 L.A. SÉDILLOT, «Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes», dans: *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie royale des Inscriptions et Belles-Lettres de l'Institut de France*, série 1, t. 1, Paris, 1844, pp. 1-229, p. 182.
- 7 GUNTHER, *op. cit.*, p. 40.
- 8 DE Solla PRICE, *op. cit.*
- 9 *Ibid.*, p. 399.
- 10 Margarida ARCHINARD, «Les cadrans solaires rectilignes», dans: *Nuncius*, Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze, anno 3, 1988, fasc. 2, pp. 149-181.
- 11 VITRUVÉ, *De l'architecture*, Livre IX, texte établi, traduit et commenté par Jean Soubiran, Paris, 1969.
- 12 GUNTHER, *op. cit.*, p. 378.
- 13 ARCHINARD, *op. cit.*
- 14 Oronce FINE, *De solaribus horologiis et quadrantibus...*, Paris, [1560], p. 183.
- 15 ARCHINARD, *op. cit.*
- 16 *Ibid.*
- 17 Margarida ARCHINARD, «The Diagram of Unequal Hours», dans: *Annals of Science*, vol. 47, 1990, pp. 173-190.
- 18 Trevor WATERMAN, *The Late-Mediaeval Navicula*, London, [1993].

Crédit photographique:

Bibliothèque nationale, Paris: fig. 1.
Musée d'histoire des sciences, Genève, photo Christian Poite: fig. 2 à 7 et pl. III.