

February 10, 53

Dear Mr. Needham,

I have been asked to give an opinion about Yett's chapter on chinese sun-dials, in his "Cull Chinese Bronzes", pages 116 to 165, and particularly about the stone sun-dials Fig. 39 & 40, which Yetts believes to be equinoctial sun-dials.

Before taking any conclusions, I have asked the Royal Ontario Museum to send me a real ink-squeeze of their dial, as Fig. 40 in Yetts is certainly an interpretation of a much less perfect thing. Personally, I am inclined to believe that Maspero, in "Mélanges Chinois & Bouddhiques, 1939, p. 281" is much nearer the truth. But there is a sentence in Maspero upon which I would like to have your opinion:

Maspero writes (page 284, line 23): "Comme d'autre part les Chinois n'ont connu le cadran décliné qu'à la fin des Ming par les Jésuites....". Of course one must understand "le cadran incliné" or better the equinoctial dial, parallel to the equator. (The terms "cadran décliné" or déclinant apply to sun-dials in a vertical plane not perpendicular to the meridian).

I have also been of the opinion that the equinoctial sundial has not been in use in China before the Jesuits. But is this true? Have you any proofs?

If my interpretation of the siun-ki is right, the serrated jade-disk siun-ki is really an equinoctial (star)-dial, and an astronomer who would have used it would easily device a sun-dial based on the same principle; i.e. a dial parallel to the equator, with a style directed against the pole.

I am somewhat perplexed about the square and the ring drawn in the center of the so-called Han sun-dials (Fig. 6 in Maspero; Fig. 39 & 40 in Yetts) Doesn't it appear to you that the drawing is very similar to my drawing of the combination siun-ki yu-hêng? Of course the square may only mean the 4 directions N-E-S-W; but which would be the purpose? And the central circle is only there because it would be difficult to trace the radiating lines up to the central hole. But still, there may be a clue there.

The main point is to know whether the chinese astronomers have ever used an equinoctial dial before 1650. You certainly can tell me. Thank you in advance.

I hear that you intend to come to Belgium this year. Let me hope that I shall have the pleasure to meet you. When do you expect to come?

yours very truly

H. Michel

My Dear Dr Michel:

As you are so kind as to write in English, I am replying in the same tongue, though I feel a little guilty in not writing French, with which I am quite familiar.

Your letter of the 10th. interested me very much. In my chapter on Astronomy, in the section on sun dials, I came to the conclusion that the equinoctial dial is very old in China. I enclose a carbon copy of this section herewith, and would be grateful if you would return it to me as soon as you have read it. Needless to say, I should greatly welcome any criticisms or comments which you might feel able to make on it. (If there are any other sections which would interest you - a schedule is enclosed - I would be delighted to have your criticisms on them).

My grounds for thinking that the equinoctial dial (dial set in equatorial plane and gnomon at right angles to it, pointing at the pole), were chiefly that I found the explanation of White & Millman much more convincing than that of Maspero. It is clear that there was a division of opinion among the Chinese themselves who studied the matter in this century. I am referring, of course, to the Han dials which have been found. I wonder whether you will be able to elucidate their markings further when you get the rubbings from the Royal Ontario Museum.

Subsequently, I found the important passage from the 12th. century which I give on p. 1230a. Wang Ling and I are inclined to think that this nearly proves that the equatorial dial was Han, and that the double dial, with a pin gnomon each side of the plate, was introduced in the Sung.

As you will see, I have ventured on the suggestion that while the Jesuits took the European vertical or horizontal dial to China, they actually sent back knowledge of the equinoctial (equatorial) dial to the west. But this question needs further research.

In view of all this, you will see that I agree with you that Maspero's words on p. 284 of his paper are in fact correct, though they are not what he intended to say!

Moreover, I feel that you have made two excellent new points (a) that the square and circle of the Han dials resembles the centre of the hsuan-chi yu-hêng (what I call the circumpolar constellation template) and (b) that any people using that would have found it very easy to devise a sundial based on exactly the same principle.

Looking forward very much to seeing you in Brussels some time,

Yours sincerely,

Joseph Needham

*Astr. Latine XII<sup>o</sup> S*

*Théor. de la Tropic.*

*Sonn. de l'heure*

*Commémoratives*

*Fantaisies*

*Labor. (H.M. & V. Labor)*

*Cal. Sige*

*Mes. du temps*

23 février 1953

Monsieur le professeur J. Needham  
Caius College, Cambridge, Angleterre

Mon cher Monsieur Needham,

Puisque vous voulez bien m'autoriser à vous écrire en français, je réponds dans cette langue à votre lettre du 16 février, parce que je pourrai ainsi mieux préciser mon opinion sur les points soulevés par vous.

Je n'ai pas besoin de vous dire combien votre chapitre sur les cadrans solaires chinois m'a intéressé. J'attends avec impatience la publication de votre Encyclopédie des Sciences Chinoises, qui mettra bien des choses au point. Je vous renvoie (à regret) la copie que vous m'avez confiée de votre manuscrit. Quand ferez-vous paraître les autres chapitres ?

Je n'ai évidemment pas encore reçu le frottis de l'Ontario Museum, et ne puis juger des "cadrans Han" que d'après les reproductions de Yettès et Maspero. Mais ces reproductions suffisent pour le raisonnement que je vais vous exposer:

- 1) Incontestablement, les subdivisions du cadran correspondent aux k'o (j'emploie l'orthographe de Maspero, et préfère ce terme à l'expression "quart-d'heure" qui est inexacte aussi bien en heures chinoises qu'en heures européennes; le k'o valant 14, 4 minutes ou 14 minutes 24 secondes).
- 2) Sur les cadrans reproduits, dont l'un, celui du Bishop White, provient de Lo-Yang, il y a 69 points délimitant  $2 \times 34$  intervalles de part et d'autre de la ligne axiale. 34 k'o font 489,6 minutes ou 8,16 de nos heures, correspondant à un angle horaire de  $122^{\circ},4$ .
- 3) Si l'objet est un cadran destiné à marquer les heures, on doit de demander pourquoi il est gradué de façon que le trait I soit gravé  $\rightarrow 8,16$  h (ou à  $122^{\circ},4$ ) avant midi. Il est impossible d'y lire l'heure sans faire un calcul assez subtil, convertissant les k'o en heures. Maspero me semble avoir discuté cette question (p. 286 à 290). Il aurait été bien plus simple de graduer le cadran comme nos cadrans solaires.
- 4) Il me semble évident que la graduation s'étend sur le plus long jour de l'année, le jour du solstice d'été. Ceci permet d'établir la latitude pour laquelle le cadran est construit, dans les deux hypothèses:

a) si le cadran est disposé dans le plan équatorial, il marque l'angle horaire du soleil; cet angle H, au lever ou au coucher du soleil, est donné en fonction de la latitude  $\phi$  et de la déclinaison du soleil  $\delta$  par la relation  $\cos H = -\operatorname{tg} \phi \operatorname{tg} \delta$  d'où

$$\operatorname{tg} \phi = -\cos H / \operatorname{tg} \delta$$

Dans le cas présent  $H = 122^{\circ},24'$  et  $\cos H = -0,53583$   
 $\delta = 23^{\circ} 30'$  et  $\operatorname{tg} \delta = 0,43481$

d'où  $\operatorname{tg} \phi = 1,23233$  et la latitude  $\phi = 50^{\circ} 56'$  qui me semble bien élevée.

b) si le cadran est placé horizontalement comme le croit Maspero, il marque l'azimut du soleil; cet azimut A au lever et au coucher

du soleil, est donné par la relation  $\cos A = -\sin \delta / \cos \varphi$  d'où  
 $\cos \varphi = -\sin \delta / \cos A$

Dans le cas présent:  $\sin \delta = \sin 23^\circ 30' = 0,39875$   
 $\cos A = \cos 122^\circ 24' = 0,53583$

d'où  $\cos \varphi = 0,74417$  et la latitude  $\varphi = 41^\circ 55'$   
 chiffre qui correspond à la latitude que vous indiquez pour Shangtu.

J'ai calculé sur la base d'une déclinaison maxima de  $23^\circ 30'$   
 sans tenir trop compte de la variation de l'inclinaison de l'éclip-  
 tique. Cela ne change pas grand chose aux résultats.

Il résulte de ce petit calcul que l'instrument n'est pas prévu  
 pour marquer l'angle horaire du lever solsticial du soleil; qu'il  
 répond plutôt à l'azimut de ce lever pour la latitude de Shangtu.

Dans ces conditions, il est permis de douter de son utilisation  
 comme cadran solaire équinoxial.

5) Ceci n'exclut pas du tout que les chinois n'aient conçu de tels  
 cadrans solaires: a) leur astronomie est incontestablement basée  
 sur des mesures équatoriales; b) mon interprétation du hsuan-chi  
 yu-hêng conduit évidemment au cadran équinoxial. Mais ont-ils  
 utilisé cette façon de marquer les heures égales, en concordance  
 avec les heures marquées par les clepsydes? Pour autant qu'on  
 puisse appliquer aux chinois la façon de penser de nos régions, une  
 comparaison avec nos méthodes de mesure du temps est instructive:

Les astronomes grecs ont évidemment eu la notion claire de la  
 sphère céleste et mesuré les ascensions droites des astres, leurs  
 angles horaires. La sphère armillaire que Ptolémée appelle astrola-  
 bon organon, l'astrolabe plan montrent clairement les angles horai-  
 res du soleil. Et cependant l'heure n'a jamais été comptée de cette  
 façon avant la fin du moyen âge! Bien que les clepsydes aient  
 marqué des heures égales et les cadrans solaires des heures inégales  
 l'écart n'a gêné personne, en pratique. Jusqu'au XI<sup>e</sup> s. au moins,  
 je n'ai pas rencontré de cadran à style-axe; tous les cadrans sont  
 à gnomon.

Je ne connais de cadran équinoxial, en Europe, qu'à partir du  
 début du XVI<sup>e</sup> s. Mr. Zinner m'a affirmé qu'il en a vu de la fin du  
 XV<sup>e</sup>. C'est bien possible. Outre Seb. Munster (1531), il y a eu  
 Georg. Hartmann (1489-1564) qui en a construit plusieurs. Nous  
 avons au Musée de Bruxelles deux cadrans équinoxiaux de Cuignet  
 (1557) et Arsenius (1560). Ces dates suffisent à établir que le  
 cadran équinoxial n'a pas été introduit chez nous par les jésuites  
 des missions chinoises.

Pour ma part, je pense que l'idée du cadran équinoxial a germé  
 en Europe lors de la renaissance des conceptions astronomiques, à  
 la fin du XIII<sup>e</sup> s. Le Traité de la Sphère de Sacrobosco et son  
 immense succès témoignent d'une subite diffusion de l'astronomie  
 sphérique en Europe centrale, vers cette époque. On conçoit alors  
 mieux les mouvements célestes apparents, et l'on réalise que l'angle  
 horaire du soleil est le meilleur indicateur du temps. On conçoit

la révolution apparente du soleil autour de l'axe du monde, comme le mouvement le plus régulier que l'on connaisse. Ce mouvement peut être reproduit sur l'astrolabe, en faisant tourner régulièrement l'araignée autour du pivot central. Bientôt naît l'idée de réaliser ce mouvement mécaniquement, et l'on construit les premiers horloges, qui sont des astrolabes mécanisés, montrant le mouvement apparent du soleil. ( cf. mon article dans le Journal Suisse d'Horlogerie, Mars-Avril 1946, N° 3-4 pp. 127-134: Pourquoi les Horloges tournent-elles à l'envers ?). En même temps se répandent les cadrans solaires à style-axe, qui marquent l'angle horaire du soleil. Remarquez que ces cadrans ne peuvent être construits sous la forme portative qu'après l'invention de la boussole, indispensable à leur orientation.

6) En ce qui concerne les cadrans équinoxiaux chinois du type B, l'échelle de la béquille est effectivement graduée d'une façon bien étrange, car au lieu d'être graduée selon la latitude, comme il conviendrait, elle est graduée selon les 24 chhi ou périodes de l'année. Je n'arrive pas à comprendre, à moins que les chinois n'aient confondu les déclinaisons successives du soleil avec les latitudes diverses des localités chinoises. Ce ne serait pas impossible: j'ai trouvé sur les meilleurs instruments européens des hérésies tout aussi monstrueuses. P.ex. tous les astrolabes de Habermel, le maître des maîtres en matière de gravure d'instrument: vers 1600, confondent les longitudes du soleil sur l'écliptique avec son ascension droite ! Je crois très sincèrement que les cadrans du type B sont une copie de cadrans européens, dont il existe de nombreux exemplaires dès le XVIIe s.

7) Quant aux cadrans équinoxiaux tracés sur la face supérieure du couvercle des cadrans-diptyques chinois, c'est la reproduction d'un tracé qui existe sur beaucoup de cadrans-diptyques européens du XVIIe s., et notamment sur tous les cadrans magnétiques de Diep: (voir mon Cat. du Musée de la Vie Wallonne, p. 26-27).

Voilà, cher Monsieur Needham, une bien longue lettre, que vous ne devez en aucune façon prendre pour une critique de votre magnifique travail: Je mets simplement à votre disposition les quelques observations que mes recherches d'amateur m'ont permises. Prêt à m'incliner si vous me montrez un jour mon erreur.

Je vous ai envoyé le tiré à part que vous me demandez, et y ai joint quelques autres brochures que je ne crois pas vous avoir communiquées. A toute fin utiles et sans prétention aucune.

Bien cordialement à vous

H. Michel

Annexe: Votre texte (The sun-dial)

Sous pli séparé: Astrolabe latin du XIIIe s. - Théorie de la Trépidation - Service de l'heure millénaire - Terminologie - Fantaisies astronomiques - Jades astronomiques (Mél. & van Esbr. Catalogue Musée de Liège - La Mesure du Temps.

Dear Dr Michel:

Your interesting letter has come this morning, and (unusually) I happen to be able to reply to it straight away.

The preliminary calculations which you have made concerning the Han sundials are of the greatest interest. One cannot believe that the dial was intended for lat.  $50^{\circ}$  which would be near Lake Baikal, but that of Shangtu (lat.  $40^{\circ}$  approx.) is also difficult, for Shangtu was not really within the Han culture-area, certainly not near its centres; Shangtu was the Mongol summer capital. The problem seems to remain unsolved. I trust that you will keep me informed about further progress, and as to whether you can deduce any more from the rubbings from Canada. I shall then be able to introduce any necessary modifications into my text before that part of the book goes to press.

I have already introduced at the appropriate places your very good point that the equatorial sun-dial would have been a natural development from the jade circum-polar constellation template (as I call it), and also that the square marked on the Han sun-dials might be significant in this connection. You don't say anything in your letter about the +12th. century passage which I quoted about the equatorial sun-dial with gnomon or style pointing both up and down. This must surely show that at the least the idea arose independently in China and in Europe. Of course I agree with you that the Jesuits could not be responsible for any transmission, because the European equinoctial dials are too early, but one must remember that the Portuguese were travelling in China from the beginning of the +16th. century, so that a possibility of transmission may exist through them.

Your conception of the clock as a mechanised astrolabe is extremely interesting. Would you by any chance have a reprint of your paper in the Journal Suisse d'Horlogerie (which will certainly not be available in Cambridge, and probably not in England)? If so, I should be most grateful for it. Many thanks for all the others which I safely received, and have quoted. The water-clock building at Fez was particularly interesting, since striking Arab water-clocks are mentioned in +8th. century Chinese texts, which I give. Moreover, your drawing attention to the ambiguity in the term "declination circle" was most welcome, as I had brought this to the attention of astronomers here when doing my sub-section on definitions, and few of them seemed to have realised it, or to think that it mattered.

Are there any other sections of my book which you would like to read over?

With best wishes,

Yours sincerely,

Joseph Needham

3.6

39

144

108

254

122.4

10 mars 1953

Dear Mr. Needham,

I must apologize for not having answered immediately your letter of Feb. 25th. I have been awfully busy with non-scientific matters : Conseils d'administration, bilans, assemblées générales, etc. One must live !

1) Je suis bien d'accord avec vous sur la singularité d'une latitude de  $42^\circ$  pour un instrument découvert, selon White, près de Ho-Yang, c.à d. à une latitude de  $35^\circ$  environ. A ce propos, je vous signale une erreur dans les calculs de Maspero (Mél. Chin. & Bouddh. 1939, p. 292, dernier alinea): l'angle couvert par les ~~64~~ k'o n'est pas de  $122^d4$ , mais de  $122^\circ 4$ . En effet, chaque k'o couvre  $1/100$  de  $360^\circ$  et mesure donc  $3^o6$  européens. Le résultat est donc assez loin de "se confondre avec les  $118^o8$  théoriques".

L'autre "cadran solaire" décrit par Maspero a été trouvé "à Kouei-houa dans le Nord du Tche-li" (p. 281). J'ignore la latitude de cet endroit; et d'ailleurs, a-t-il été déterré là, ou trouvé chez un marchand ?

2) Le passage que vous avez cité d'après Tcheng Min-Hsing, au sujet d'un cadran solaire équinoxial imaginé par son père ou grand-père Tcheng Nan-Chung établit incontestablement l'existence d'un tel cadran au milieu du XIIIe s. (à moins que le passage soit apocryphe, ce que je ne puis croire). Mais pour autant que je me souviens de ses termes (je n'en ai pas pris copie) l'auteur considère cet instrument comme inédit, et exceptionnel. Je pense que les Chinois, imprégnés d'astronomie équatoriale, doivent avoir pensé très tôt à un cadran équinoxial, et rien n'interdit de croire qu'un de leurs astronomes en ait réalisé, longtemps avant l'arrivée des européens en Chine. Quant à savoir s'ils l'ont vulgarisé, c'est une autre affaire.

3) A ce propos, je vais un peu étudier la singulière graduation de l'échelle des cadrans équinoxiaux chinois (alinea 6 de ma lettre du 23.2). Votre observation est fort intéressante, et j'ai négligé cette étude dans mes recherches sur les cadrans solaires exotiques. S'il me vient une idée, je vous en reparlerai. Je n'ai malheureusement pas pris copie de ce que vous avez écrit à ce sujet dans les pages que vous m'aviez confiées. A l'occasion, ne pourriez-vous me faire faire une copie de ce paragraphe ? (Graduation en chhi !).

4) Je n'ai aucun tiré à part de mon article dans le Journal Suisse d'Horlogerie, et aucun numéro disponible. Mais cette revue doit se trouver en Angleterre. C'est la revue suisse la plus importante en matière d'horlogerie, et chaque numéro s'accompagnait d'une traduction résumée en anglais.

5) Pour ce que vous me proposez au sujet de votre livre, je n'ose répondre. J'attends impatiemment la parution. Quand peut-on l'espérer ?

Très cordialement vôtre

H. Michel