

Publications of the Institute
for the History of Arabic-Islamic Science

Islamic Mathematics
and
Astronomy
Volume 96

Publications of the
Institute for the History of
Arabic-Islamic Science

Edited by
Fuat Sezgin

ISLAMIC
MATHEMATICS
AND
ASTRONOMY

Volume
96

Astronomical Instruments
and Observatories
in the Islamic World

Texts and Studies
Collected and Reprinted
XII

1998

Institute for the History of Arabic-Islamic Science
at the Johann Wolfgang Goethe University
Frankfurt am Main

ISLAMIC
MATHEMATICS
AND
ASTRONOMY

Volume
96

ASTRONOMICAL INSTRUMENTS
AND OBSERVATORIES
IN THE
ISLAMIC WORLD

TEXTS AND STUDIES
XII

Collected and reprinted
by
Fuat Sezgin

in collaboration with
Mazen Amawi, Carl Ehrig-Eggert,
Eckhard Neubauer

1998

Institute for the History of Arabic-Islamic Science
at the Johann Wolfgang Goethe University
Frankfurt am Main

QA23

.I7

1977

v. 96



۳۰۹۹۱۰

100 copies printed

© 1998

Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften

Beethovenstrasse 32, D-60325 Frankfurt am Main

Federal Republic of Germany

Printed in Germany by

Strauss Offsetdruck, D-69509 Mörlenbach

TABLE OF CONTENTS

Creswell, Keppel Archibald Cameron: <i>A bibliography of Islamic astrolabes</i> . Bulletin of the Faculty of Arts, Fouad I University (Cairo) 9, part II. 1947. pp. 1-15.	1
Aga-Oglu, Mehmet: <i>Two astrolabes of the late Safawid period</i> . Bulletin of the Museum of Fine Arts (Boston) 45. 1947. pp. 79-84.	17
Crommelin, Claude Auguste: <i>Un astrolabe de Lahore du XVII^{ème} siècle dans la collection du Musée National de l'Histoire des Sciences Exactes et Naturelles à Leiden. (Communication no. 63 du musée mentionné.)</i> Orientalia Neerlandica. A volume of Oriental studies published under the auspices of the Netherlands' Oriental Society on the occasion of the twenty-fifth anniversary of its foundation (may 8th 1945). Leiden 1948. pp. 240-256; 4 pls.	24
Luckey, Paul: <i>Beiträge zur Erforschung der islamischen Mathematik. I. Die ältere Gnomonik</i> . Orientalia (Rome) N.S. 17. 1948. pp. 490-510.	46
Zajaczkowski, Ananiasz: <i>Astrolabium arabskie z IX wieku ze zbiorów Biblioteki Jagiellońskiej</i> . Przegląd Orientalistyczny (Warsaw) 1954. pp. 45-50; 4 pls.	67
Unver, A. Suheyl [i.e. A. Süheyl Ünver]: <i>Sur les cadrans solaires horizontaux et verticaux en Turquie</i> . Archives Internationales d'Histoire des Sciences (Paris) 7. 1954. pp. 254-266; 2 pls.	78
Price, Derek J.: <i>An international checklist of astrolabes</i> . (Introduction and section on Islamic astrolabes only.) Archives Internationales d'Histoire des Sciences (Paris) 8. 1955. pp. 243-9; 363-381	93

de los Santos Jener, Samuel: <i>Un reloj de sol hispano-árabe hallado en Córdoba.</i> Boletín de la Real Academia de Córdoba de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes 26. 1955. pp. 299-305. ...	121
de Orús, Juan J.: <i>Un cuadrante solar de la Alcazaba de Almería.</i> Homenaje a Millás-Vallicrosa Vol. II. Barcelona 1956. pp. 131-132.	129
Stern, Samuel Miklos: <i>A treatise on the armillary sphere by Dunas ibn Tamīm.</i> Homenaje a Millás-Vallicrosa. Vol. II. Barcelona 1956. pp. 373-382.	131
Mayer, Leo Ary: <i>Islamic astrolabists and their works.</i> Geneva 1956. 123 pp. 26 pls.	141
Mayer, Leo Ary: <i>An astrolabe by 'Abd al-A'imma.</i> Allen Memorial Art Museum Bulletin (Oberlin, Ohio) 14. 1956. pp. 2-6.	286
Mayer, Leo Ary: <i>Islamic astrolabists: Some new material.</i> Aus der Welt der islamischen Kunst. Festschrift für Ernst Kühnel zum 75. Geburtstag am 26.10. 1957. Berlin 1959. pp. 293-296.	291
Mayer, Leo Ary: <i>Location of Islamic astrolabes?</i> Isis (Philadelphia) 47. 1956. p. 60.	295
Mamedbeili, G.D.: <i>L'osservatorio di Maraga et l'osservatorio di Pechino nel XIII secolo.</i> Actes du VIIIe Congrès International d'Histoire des Sciences. Florence-Milan 3-9 septembre 1956. Vol. I. Paris 1958. pp. 422-424.	296
Hosotte-Reynaud, Manon: <i>Identification d'un des astrolabes de la mosquée des Andalous.</i> Hespéris (Paris) 44. 1957. p. 124; 1 pl.	299
Faransīs, Bashīr, Nāsir al-Naqshabandī: <i>al-Aṣṭurlābāt fī Dār al-Āthār al-'arabīya fī Baghdād.</i> Sumer (Baghdad) 13. 1957. pp. 9-33; 5 pls.	302

Cabanelas, Darío: <i>Relojes de sol hispano-musulmanes. al-Andalus (Granada/Madrid)</i> 23. 1958. pp. 391-406. ..	333
Stone, A.P.: <i>Astronomical instruments at Calcutta, Delhi and Jaipur.</i> Archives Internationales d'Histoire des Sciences (Paris) 11. 1958. pp. 159-162.	351
Destombes, Marcel: <i>Globes célestes orientaux et catalogues d'étoiles du Moyen-Age.</i> Actes du VIIIe Congrès International d'Histoire des Sciences. Florence-Milan 3-9 septembre 1956. Vol. I. Paris 1958. pp. 313-324.	355
Destombes, Marcel: <i>Un globe céleste arabe du XIIIe siècle.</i> Comptes Rendus de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres (Paris) 1958. pp. 300-313.	367
Destombes, Marcel: <i>Un globe céleste inédit de l'époque seljoukide (539 de l'Hégire).</i> Actes du IXe Congrès International d'Histoire des Sciences. Barcelona/Madrid 1959. pp. 447-452.	381
Destombes, Marcel: <i>Les chiffres coufiques des instruments astronomiques arabes.</i> Physis (Florence) 2. 1960. pp. 197-210.	387
Destombes, Marcel: <i>Un astrolabe carolingien et l'origine de nos chiffres arabes.</i> Archives Internationales d'Histoire des Sciences (Paris) 15. 1962. pp. 3-45; 4 pls.	401
Destombes, Marcel: <i>Deux astrolabes marocains du Musée de la Marine.</i> Neptunia (Paris) 72. 1963. pp. 16-18.	448
Destombes, Marcel: <i>Sur l'astrolabe d'Imola conservé à l'observatoire de Bologne.</i> Followed by: <i>Di un astrolabio settentrionale degli Arabi posseduto dal sig. Luciano Toschi da Imola (1886)</i> by Almerico da Schio. Coelum (Bologna) 34. 1966. Offprint of 15 pp.	451

A BIBLIOGRAPHY OF ISLAMIC ASTROLABES ⁽¹⁾

BY

K. A. C. CRESWELL

Abbott, Nabia. Indian Astrolabe Makers. *Islamic Culture*,
XI, pp. 144-6. 1937.

Two astrolabes, one made by 'Īsā, son of Ilāhdād in 1013 H.
(1604/5), the other made by Diyā' ad-Dīn Muḥammad son of
Qā'im Muḥammad, son of Mullā 'Īsā, son of Mullā Ilāhdād of
Lahore in 1057 H. (1647).

See Frank, J., and M. Meyerhof.

Amador de los Rios y Villalta, Rodrigo. Toledo. Folio.
Martin y Gamoneda, Madrid, 1905.

Astrolabe made at Toledo, 459 H. (1067) p. 140, with
illustrations. Also illustrated in Calvert's *Toledo*, plate 443.

Anon, Note sur un globe céleste arabe. *Journal Asiatique*,
III^e série, tome I, pp. 191-3. 1836.

Made 463 H. (1070) according to the calculation of Dr.
Schiepati, in whose collection it was. Acquired and brought
to Paris.

Assemani, Simone. Globus coelestis eufico-arabicus Veliterni
musei Borgiani... illustratus; praemissa ejusdem de Arabum
astronomia dissertatione et adjectis duabus epistolis, Cl. Josephi
Toaldi. 4to., pp. (14) and CCXIX, with 3 folding plates.

Patavii, 1790.

Made 622 H. (1225) for al-Kāmil, fifth Ayyubid Sultan of
Egypt.

(1) This bibliography forms part of a *Bibliography of the Architecture,
Arts and Crafts of Islam*, begun many years ago, which at the present
moment runs to 7450 items under AUTHORS and about 9,500 under SUBJECTS.

Beigel, G. W. S. Nachricht von einer arabischen Himmelskugel mit kufischer Schrift, welche im Curfürstl. mathematischen Salon zu Dresden aufbewahrt wird, mitgetheilt. *Bode's Astronomisches Jahrbuch für das Jahr 1808*, pp. 97-110. Berlin, 1805.

. Abbildung einer für Fostat berechneten Horizontal Sonnenuhr. *Fundgruben des Orients*, Band I, pp. 422-7, with 1 figure. 1809.

Bel, Alfred. Trouvailles archéologiques à Tlemcen. *Revue Africaine*, XLIX^e année, pp. 229-36, with 1 figure. 1905.

Includes "Un cadran solaire arabe", pp. 228-31, with 1 fig.
Of marble, found in the ruins of Mansūra and now in the Museum of Tlemcen.

Berchem, Max van. Notes d'archéologie arabe. Deuxième article. Toulounides et fatimites. *Journal Asiatique*, VIII^e série, tome XIX, pp. 377-407. 1892.

Sun-dial on wall of Mosque of Emir Qūsūn, dated 785 H. (1383); another on Mausoleum of al-Ashraf Ināl, dated 871 H. (1466), pp. 387-90. Astrolabes, pp. 390-92.

Brinckmann, Justus. Das Hamburgische Museum für Kunst und Gewerbe. Large 8vo. Hamburg and Leipzig, 1894.

One from the Spitzer Collection, Syrian, XVIth century, p. 774.

Carra de Vaux, Baron. L'Astrolabe linéaire ou bâton d'Et-Tousi. *Journal Asiatique*, IX^e série, tome V, pp. 464-516. 1895.

Casanova, Paul. Une sphère céleste de l'an 684 de l'Hégire. *Mémoires de la Mission Archéologique Française au Caire*, tome VI, pp. 313-330, with folding plate (coloured). 1892.

In the Musée du Louvre.

. La Montre du Sultan Noir ad Din. (554 de l'Hégire = 1159-1160). *Syria*, IV, pp. 282-99, pl. XLV-XLVII and 4 figs. 1923.

Chiarmi. In the *Revue Encyclopédique*, année 1820, tome VII, p. 609, there is a reference to an Arab astrolabe of copper in the

University of Warsaw, which is supposed to have been brought from Spain by the Piarists in 1642. It adds that M. Chiarmi, Professor of Oriental languages at the University, made it the subject of a dissertation, which he presented to the Royal Institute of Sciences at Warsaw. Published in their Memoirs?

Colin, Georges S. Un juif marocain du XIV^e siècle constructeur d'astrolabe. *Hespéris*, XXII, pp. 183-4. 1936.
Astrolabe made at Fez in 716 H. (1316/17).

Combe, Étienne. Cinq cuivres musulmans des XIII^e, XIV^e et XV^e siècles, de la Collection Benaki. *R.I.F.A.O.*, XXX, pp. 49-58. 1931.

Includes an astrolabe dated 729 H. (1328/9), pp. 54-6.

Cowper, H. Swainson. Through Turkish Arabia. A Journey from the Mediterranean to Bombay by the Euphrates and Tigris Valleys and the Persian Gulf. 8vo., pp. xx and 490, with 26 illustrations and 2 maps. Allen, London, 1894.

Appendix IV: An astrolabe purchased at Baghdād, pp. 469-75, and double-page frontispiece. Made by Hajī 'Alī 1125 H. (1712).

. A Fifteenth Century Planispheric Astrolabe, made at Granada. *Journ. Roy. Asiatic Society*, pp. 53-66, with 3 plates. 1904.

Date, by calculating backwards, about A.D. 1441-2.

Note on above by S. A. Ionides, (on the date calculated by the author), *ibid.*, pp. 542-3.

D'Allemagne, Henri René. Du Khorassan au pays des Backhtiaris, 4to., 4 vols. Hachette, Paris, 1911.

"Astrolabe en cuivre gravé contenant différentes cartes du ciel : face antérieure, XVIII^e siècle. (Collection de l'Auteur)", illustration, tome I, p. 195.

Delphin. L'Astronomie au Maroc. *Journal Asiatique*, VIII^e série, tome XVII, pp. 171-201, with 2 plates. 1891.

Description of a large astrolabe made 1197 H. (1782/3), pp. 178-84, with 2 plates.

Dorn, Dr. Bernhard. Description of the Celestial Globe belonging to Major-General Sir John Malcolm, G.C.B., K.L.S. &c., &c. deposited in the Museum of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland. *Transactions of the Royal Asiatic Society*, Vol. II, pp. 371-92, with 1 plate. 1830.

"Made by the most humble in the supreme God, Mohammed ben Helal, the astronomer of Mousul, in the year of the Hejira 674 (A.D. 1275)."

. Kurze Nachricht von zwei Astrolabien mit morgenländischen Inschriften. *Bulletin scientifique de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg*, tome V, col. 81-96, with 2 plates. 1839.

. Ueber ein drittes in Russland befindliches Astrolabium mit morgenländischen Inschriften. *Bull. scientifique publié par l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg*. IX, cols. 61-73, with 2 plates. 1842

Dated 1031 H. (1621/2). Made at Lahoræ by Muhammad Mukim ibn Mullâ 'Isâ ibn Sheykh al-Haddâd. See Soittas (J.), for another astrolabe by the same maker.

. Ueber ein viertes in Russland befindliches Astrolabium mit morgenländischen Inschriften. *Bulletin de la classe historico-philologique de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg*, tome, I, col. 353-66. 1844.

. Drei in der Kaiserlichen öffentlichen Bibliothek zu St. Petersburg befindliche astronomische Instrumente mit arabischen Inschriften. 4to., pp. 150, with 2 plates and 6 figures. St. Petersburg, 1865.

Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, VII^e série, tome IX, No. 1.

Drechsler, Dr. Adolph. Mitteilungen ueber die Sammlung des Königl. mathematisch-physikalischen Salons zu Dresden, nebst cultur-historischen Bemerkungen. *Bulletin de la Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou*, tome XLV, pp. 396-425. 1872.

Drechsler, Dr. Adolph. Separat Abdruck, 8vo., pp. 30.

Burdach, Dresden, 1873.

Arabischer Himmelsglobus, pp. 422-4: S.A. pp. 25-7.

. Der arabische Himmels-Globus
angefertigt 1279 zu Maragha von Muhammed bin Muwajid
Elardhi zugehörig dem Königl. mathematisch-physikalischen
Salon zu Dresden. Veröffentlicht in acht lithographischen
Tafeln mit Erläuterungen. 8vo., pp. 14.

Burdach, Dresden, 1873.

Ernst, Alfred. Les instruments de Mathématique. *La Col-
lection Spitzer*, tome V, pp. 80-122, with 4 plates and many
illustrations. Quantin, Paris, 1892.

Nos. 25, 26 (with illustration), 27, 133, (plate IV), 136, 137,
and 180. No. 133 is now in the Hamburg Museum. See
Brinckmann (J.).

Evans, Lewis. Some European and Oriental Astrolabes.
The Archaeological Journal, LXVIII, pp. 221-30 and Plates I-XI.
1911

Twenty Oriental astrolabes are listed, ranging in date from
the tenth to the thirteenth century.

Exposition d'Art Musulman. Les Amis de l'Art, Alexan-
drie, mars 1925. Large 4to. Morancé, Paris, (1925).

See p. 10 and pl. 8. One made for Sultan Bāyezid II, in 891
H. (1486).

Fiorini, Matteo. Erd- und Himmelsgloben, ihre Geschichte
und Konstruktion. Nach dem Italienischen...frei bearbeitet von
Siegmund Günther. Mit 9 Textfiguren. Large 8vo., pp. vi
and 137. Teubner, Leipzig, 1895.

Arabische Globen, pp. 13-17.

Floyer, E. A. Les cadrans solaires primitifs dans la Haute-
Égypte. *Bulletin de l'Institut Égyptien*, III^e série, No. 5,
pp. 167-174, with 1 plate and 2 diagrams. 1894.

Fraehn, C. M. Astrolabii Norimbergensis sæc. XIII, p. C.N. inscriptio eufica novis post Tyghsenium curis tractata. *Mémoires de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg*, tome VIII, pp. 569-71. 1822.

Reprinted in his *Antiquitatis Muhammedanae Monumenta Varia*, Particula II, pp. 73-5. 1822.

Frank, Joseph. Über zwei astronomische arabische Instrumente. *Zeitschrift für Instrumentenkunde*, XLI, pp. 193-200, with 3 figs. 1921.

Frank, Josef, and Max Meyerhof. Ein Astrolab aus dem indischen Mogulreiche. Mit vier Tafeln in Lichtdruck. Large 8vo., pp. 48. Winter, Heidelberg, 1925.

Heidelberger Akten der von-Portheim-Stiftung, 13. *Arbeiten aus dem Institut für Geschichte der Naturwissenschaft*, III.

In the Kestner Museum, Hanover. Dated 1018 H. (1609): made by the two sons of 'Isā ibn AHūhūd of Lahore.

See Abbott, Nabia.

Gunther, R. T. Early Science in Oxford. Vol. II—Astronomy. 8vo., pp. XV and 408, with many illus.

Printed for the Subscribers, Oxford, 1923.

See Oriental Astrolabes, pp. 188-99, with 4 plates. One dated 374 H. (984), two others of c. A.D. 1224 and 1400, and an Indian astrolabe dated Sambat 1730 = A.D. 1673.

. Historic Instruments for the Advancement of Science. A Handbook to the Oxford Collections prepared for the opening of the Lewis Evans Collection on May 5th, 1925. 12mo., pp. (ii) and 90. Oxford University Press, Oxford, 1925.

See pp. 11-16 for astrolabes and pp. 49-50 for a globe dated 764H. (1362) made by Ja'far ibn 'Umar ibn Dawhātshāh al-Kermānī.

. The Astrolabes of the World. Based upon the series of instruments in the Lewis Evans Collection in the Old Ashmolean Museum at Oxford, with notes on Astrolabes in the Collections of the British Museum, Science Museum, Sir J. Findlay, Mr. S. V. Hoffman, the Mensing Collection, and in

other public and private collections. Sm. 4to., 2 vols., pp. xvii, iii and 304, with 69 plates and 91 figs.; pp. viii and 305, with 86 plates and 79 figs.

University Press, Oxford, 1932.

Vol. I—The Eastern Astrolabes, begins with a reduced facsimile of Morley's great work [*g.v.*]. This is followed by a description of 153 Astrolabes, most of which have never been described before; see pp. 109-302, Plates XXII-LXVII and Figs. 59-139.

Hartner, Willy. The Principle and use of the Astrolabe, in Pope (A.U.), *Surrey of Persian Art*, III, pp. 2530-54. figs. 844-52 and plates 1397-1404. 1930.

Contents: HISTORY OF THE ASTROLABE. DESCRIPTION OF THE ASTROLABE: 1. The suspensory apparatus. 2. The body of the astrolabe. THE USE OF THE ASTROLABE. Introduction. 1. Determination of the longitude of the sun in the ecliptic. 2. Unequal and equal hours. 3. Ascendant, descendant, 'degree of the middle of the heavens', and 'degree of the point of revolution (that is, of the north line) of the earth'. 4. Day and night arcs. 5. Lengths of the unequal hours expressed in degrees or in equal hours. 6. The *motālī* (ascendant) in the oblique and right ascension. 7. Azimuth. 8. Longitude of the moon and of the planets in the ecliptic. 9. Ecliptical (geocentric) latitude of the moon and planets. 10. Configurations of the planets.

Hoernle, Dr. (Remarks on an astrolabe made by Hāmad, the son of Muhammad Mugim, at Lahore, A. H. 1087 (1677).) *Proceedings of the Asiatic Society of Bengal*, pp. 148-9. 1890.

Jomard (Edmé François). Les Monuments de la Géographie, ou Recueil d'anciennes cartes européennes et orientales. Accompagnées de sphères terrestres et célestes, de mappemondes et tables cosmographiques, d'astrolabes et autres instruments d'observation, depuis les temps les plus reculés jusqu'à l'époque d'Ortélius et de Gérard Mercator, publiés en fac-similé de la grandeur des originaux. Atlas folio, pp. (i), with 50 plates (some double). Paris, [1854].

Plates I₁ and I₂ Globe in the Bibliothèque Royale, XVIIIth century; plate II, another, in the Bibliothèque Impériale, made at Mecca in the XVIIth century; plate III, astrolabe with Kufic inscription, from Egypt, in the Marcel Collection.

Jourdain. Mémoire sur les Instruments employés à l'Observatoire de Méragah. *Magasin Encyclopédique*, année 1809, tome VI, pp. 43-101. Paris, 1809.

Kaye, G. R. The Astronomical Observatories of Jai Singh. Impl. 4to., pp. viii and 151, with 27 plates.

Supdt. Govt. Printing, Calcutta, 1918.

Archaeological Survey of India, New Imperial Series, Vol. XI.

See pp. 16-30 and plates II-VII for description of astrolabes dated from 1067 H. (1657) to 1091 H. (1680).

. A Guide to the Old Observatories at Delhi ; Jaipur ; Ujjain ; Benares. Sm. 8vo., pp. v and 108, with 15 plates. Supt. Government Printing, Calcutta, 1920.

Based on his larger work (*q.v.*). See Metal instruments, pp. 20-24 and plate II.

. Astronomical Instruments in the Delhi Museum. 4to., pp. 25, with 6 plates.

Suptd. Government Printing, Calcutta, 1921.

Memoirs of the Archaeological Survey of India, No. 12.

One of the latter part of the XIVth century, another c. 1500.

Khanykov. Lettre à M. Dorn. *Bulletin de la classe historico-philologique de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg*, tome XII, col. 161-76. 1855.

Reprinted in *Mélanges Asiatiques*, tome II, pp. 437-56. 1856.

Astrolabe made, according to an inscription, for Shāh Sultān Hussein. (XII, col. 169-76 ; II, pp. 447-56).

. Extrait d'une lettre à M. Dorn. *Bulletin de la Classe historico-philologique de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg*, tome XIII, col. 177-9. 1856

Reprinted in *Mélanges Asiatiques*, tome II, pp. 508-9. 1856.

Astrolabe made by Muhammed Kerim, 1133H. (1720).

. Un cadran solaire persan. *Bulletin de la classe historico-philologique de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg*, tome XIV, col. 233-4, with 1 plate.

Reprinted in *Mélanges Asiatiques*, tome III, pp. 69-70. 1857.

- Lane-Poole, Stanley.** The Art of the Saracens in Egypt. Svo. Chapman and Hall, London, 1886.
See p. 177. for an astrolabe in the British Museum made at Cairo by 'Abd al-Kerim in 633 H. (1235/6).
- **Saladin and the Fall of the Kingdom of Jerusalem.** Svo. Putnam, New York and London, 1898.
"Astrological Calculator, made by Mohammed ibn Kutlukh of Mosul A. H. 639 (1241); in the British Museum", plate to face p. 44.
- Maitrot de la Motte, A.** Un Astrolabe Shakaziyi. *Bull. Soc. de Géographie d'Alger*, XLV, pp. 108-32, with 14 figs. 1940.
- Marçais, Georges.** L'Exposition d'Art musulman d'Alger, avril 1905. Folio. Fontemoing, Paris, 1906.
Astrolabe with Kufic inscription, made at Fez, 1116 H. (1704), plate XX.
- Marçais, W., and G. Marçais.** Les Monuments arabes de Tlemcen. Svo. Fontemoing, Paris, 1903.
Sun-dial with Kufic inscription in the Mosque of Sidi'l-Halwi, fig. 70 and p. 292.
- Meucci, F.** Il Globo celeste arabico del secolo XI esistente nel Gabinetto degli Strumenti antichi di Astronomia, di Fisica e di Matematica del R. Istituto di Studi superiori. Svo., pp. 19, with 2 plates (1 large folding). Le Monnier, Firenze, 1878.
Dated 473 H. (1080).
- Middleton, J.** Description of a Persian Astrolabe, submitted to the Asiatic Society by Major Pottinger. *Journ. Asiatic Society of Bengal*, Vol. X, pp. 759-77, with 5 folding plates. 1841.
See Pratt (J. S.).
- Millás Vallicrosa, José Ma.** Un ejemplar de azafea árabe de Azarquiel. *Al-Andalus*, LX, pp. 111-19 and lám. 3-4. 1944.
Dated 650 H. (1252/3). Preserved in the Real Academia de Ciencias at Barcelona.
- Morley, William H.** Description of a Planispheric Astrolabe, constructed for Sháh Sultán Husain Safawí, King of Persia, and

now preserved in the British Museum ; comprising an account of the astrolabe generally, with notes illustrative and explanatory : to which are added, concise notices of twelve other astrolabes, Eastern and European, hitherto undescribed. Atlas folio, pp. iii and 50, with 21 plates and illustrations.

Williams and Norgate, London, 1856.

In addition to the large and very beautifully decorated astrolabe, made for Shāh Sulṭān Husain, 1124 H. (1712), the following are described :—

1. With inscriptions partly in Kufic and partly in Dēvanāgarī, dated 669 H. (1270/1). Obtained in Benares.
2. A *thulthī*, or tripartite instrument, constructed for one latitude only. Then in the East India House.
3. Another *thulthī* instrument, with Kufic inscription, but not ancient. This and the preceding were probably made for European use. In the British Museum.
4. A Persian *sudṣī*, or sexpartite, astrolabe of Indian workmanship, made by Muhammad Sālīh, at Tattu, 1076 H. (1665). Then in the East India House.
5. A *sudṣī* instrument, dated 1228 H. (1813). Then the property of W. H. Vaux.
6. Made for al-Malik al-Ashraf, by 'Abd al-Karīm al-Misrī, al-*Usturlābī*, 633 H. (1235). In the British Museum.
7. Made for a certain Muhammad Bākīr, *Isfahānī*, by Muhammad Mahdī al-Khādim. Inscriptions partly in Persian but chiefly in Arabic, dated by *Abjad* 1070 H. (1659). Then in the possession of Mr. Williams, Assist. Secy. Roy. Astronomical Socy.

Reprinted in reduced facsimile in Gunther, *Astrolabes of the World* [q.v.]. I, pp. iii and 1-50.

. Description of an Arabic Quadrant.
Journ. Roy. Asiatic Society, Vol. XVII, pp. 322-330, with 2 folding plates. 1860.

Dated 735 H. (1334). With several lines of Kufic inscriptions.

Nelthropp. A Catalogue chronologically arranged of the Collection of clocks, watches, chronometers, movements, sun-dials, seals, etc., etc., presented to the Worshipful Company of Clock-makers of the City of London by the Revd. H. L. Nelthropp, Master 1893 and 1894. Second edition, 8vo., pp. (iii) and 85, with 4 illustrations. Blades, East & Blades, London, 1900.

An Indian planispheric astrolabe, suitable for the latitude of Lahore, with Persian inscription:—

"The work of Hāmid, the son of Muhammad Mukim, ... of Lahore, the Royal Astrolabe-maker ..." Dated 1099 H. (1688), pp. 75-8, with 2 illustrations. Not in the first edition published in 1895.

Padmākara Dube. Astrolabes in the State Library, Rampur. *Journal of the United Provinces Historical Socy.*, IV, pp. 1-11, with 7 plates. 1928.

One dated 615H. (1218/19) and another dated 1074H. (1663/4), are described.

Pratt, Rev. J. S. Observations on the Herat Astrolabe, described in No. 118 of the Journal. *Journ. Asiatic Society of Bengal*, Vol. XI, pp. 720-22. 1842.

See Middleton (J.).

Prinsep, James. Note on the Nautical Instruments of the Arabs. *Journ. Asiatic Society of Bengal*, Vol. V, pp. 784-94, with 1 plate. 1836.

A description of the primitive instruments used by an Arab navigator of Prinsep's day, in working his way regularly from the Maldiv Islands to Calcutta.

Rehatsek, E. The Labours of the Arab Astronomers, and their Instruments, with the Description of the Astrolabe in the Mulla Firuz Library. *Journ. Bombay Branch, Royal Asiatic Society*, Vol. XI, pp. 311-30, with 5 plates. 1875.

Dated 119 H. no doubt meant for 1119 (1707).

Remondini, Pier Constantino. Intorno all'Astrolabio arabico posseduto dalla Società Ligure di Storia Patria di Genova. *Atti del IV Congresso Internazionale degli Orientalisti, 1878*, Vol. I, pp. 403-31. Le Monnier, Firenze, 1880.

Made between A.D. 1632 and 1637 according to calculation

Rey-Pailhade. Sur un astrolabe arabe de l'an 613 de l'hégire. *Bull. de Géographie historique et descriptive*, année 1890, pp. 217-18. 1890.

Made by Abū Bakr ibn Yūsuf in Morocco 613 H. (1216). In the possession of the Société archéologique du Midi de la France.

Roberts-Austen, Prof. W. Chandler. Alloys. Cantor Lecture IV. *Journal of the Society of Arts*, Vol. XLI, pp. 1016-19 and 1022-30. 1893.

Astrolabe made at Damascus by 'Abd ar-Rahmān son of Yūsuf, 598H. (1202), p. 1009 and fig. 1. In the South Kensington Museum.

Roncière, Charles de la. La découverte de l'Afrique au Moyen Âge. Tome premier: L'Intérieur du Continent. Large 4to., pp. viii and 175, with 19 plates. Le Caire, 1924.

Mémoires de la Société Royale de Géographie d'Égypte, tome V.

"Astrolabe arabe construit par Ahmed ibn Khalaf pour Djafar ibn Moktafi Billah (905-987 de J.C.)", p. 21 and pl. III. In the Bibliothèque Nationale.

Rothman, R. W. On the Arabic Globe belonging to the Society. *Memoirs of the Royal Astronomical Society*, Vol. XII, pp. 381-3. 1842.

Saavedra, Eduardo. Astrolabios árabes que se conservan en el Museo Arqueológico Nacional, en la Biblioteca del Real Palacio y en colecciones particulares. *Museo Español de Antigüedades*, tome VI, pp. 395-414, with 1 plate. 1875.

. Note sur un Astrolabe arabe. *Atti del IV Congresso Internazionale degli Orientalisti 1878*, Vol. I, pp. 455-6. Le Monnier, Firenze, 1880.

In the Tribuna Museum of Florence. Made for Pope Sylvester II, at the end of the Xth century, A.D., perhaps in Cairo.

Sauvaire, H. and J. de Rey Pailhade, Sur une mère d'astrolabe arabe du XIII^e siècle (609 de l'hégire) portant un calendrier perpétuel avec correspondance musulmane et chrétienne. Traduction et interprétation. *Journal asiatique*, IX^e série, tome I, pp. 5-76. 1893.

Made in Seville 609 H. (1212).

Schio, Almerico da. Intorno a due strumenti astronomici antichi trovati in Valdarno. *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, serie 5, I, pp. 1399-1402. 1874-1875.

Schio, Almerico da. Di due astrolabj in caratteri cufici occidentali trovati in Valdagno. Comunicazione seconda. *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, Serie 5, VI, pp. 259-68. 1879-80.

Dated 950H. (1543).

. Sur deux Astrolabes arabes. *Atti di IV Congresso Internazionale degli Orientalisti 1878*, Vol. I, pp. 367-9. Le Monnier, Firenze, 1880.

One dated 950H. (1543), the other 613H. (1216). The property of M. François Cengia.

. Di due astrolabi in caratteri cufici occidentali trovati in Valdagno (Veneto). Con sei tavole. Sm. 4to., pp. 1 and 71.

Ongania, Venezia, 1880.

Schier, Karl. Bericht über den arabischen Himmelsglobus im Königl. sächs. mathematischen Salon zu Dresden. *Zeitschr. für allgemeine Erdkunde*, neue Folge, Band XVI, pp. 494-500. Berlin, 1864.

Reprinted in his *Globus celestis arabicus*, (q.v.) pp. 65-71.

. Globus cœlestis arabicus qui Dresdæ in Regio Museo Mathematico asservatur. 8vo., pp. viii and 71. Typis Teubnerianis, Lipsiæ, 1865.

Schuck, A. Der Jakobsstab bei den Arabern. *Die Natur*, Band XL, pp. 352-5, with 1 figure. Halle, 1891.

On the navigation instruments of the Arabs, especially in the Indian Ocean.

. Hat Europa den Kompass über Arabien oder hat ihn Arabien von Europa erhalten. Litterarischsachliche Studie. *Ausland*, Jahrg. LXV, pp. 122-7, 141-3, 153-7. 1892.

. Ein altes indisches und arabisches Instrument zum Bestimmen der Polhöhe gewisser Orte. *Ausland*, Jahrg. LXV, "Geographische Mitteilungen", p. 814. 1892.

A "Jacob's Staff".

Sedillot, L. Am. Mémoire sur les instruments astronomiques des arabes. *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie royale des Inscriptions et Belles-Lettres*, série I, tome I, pp. 1-229, with 36 plates. 1844.

Various kinds used, pp. 35-7.

Sédillot, A. Description d'un astrolabe construit par Abd-ul-Aïma. *Annales de l'Observatoire Impériale de Paris*, IX, pp. 164-71. 1868.

Date suggested: "pas plus haut que le XIII^e siècle".

Siddiqi, A. Construction of Clocks and Islamic Civilization. *Islamic Culture*, I, pp. 245-51. 1927.

To be continued.

Sottas, Jules. Description d'un astrolabe arabe construit à Lahore. *Acad. de Marine, Communications et Mémoires*, IX, pp. 153-85, with 12 figs. 1930.

Made by Mohammad Mukim ibn Mullā 'Īsā ibn Sheykh al-Haddād. See Dorn (B), for another astrolabe by the same maker.

Sulaiman Nadvi. Some Indian Astrolabe-Makers. *Islamic Culture*, IX, pp. 621-31. 1935.

. Indian Astrolabe-Makers. *Islamic Culture*, XI, pp. 537-9. 1937.

Suter, H. Zur Geschichte des Jacobs-Stabs. *Bibliotheca mathematica*, neue Folge, Band IX, pp. 13-18. 1895.

. Nochmals der Jacobsstab. *Bibliotheca mathematica*, neue Folge, Band X, pp. 13-15, with 2 diagrams. 1896.

Wiet, Gaston. L'Exposition persane de 1931. 4to..

Institut français, Cairo, 1933.

See pp. 59-60 and 139, for a globe dated 1074 H. (1663/4).

. Une famille de fabricants d'astrolabes. *B.I.F.A.O.*, XXXVI, pp. 97-9. 1936.

Wittstein, Dr. Armin. Ueber das Wasserühr und das Astrolabium des Arzachel. *Zeitscher. f. Mathematik u. Physik, Jahrg. XXXIX, Historisch-lit. Abth.*, pp. 41-55 and 81-94, with 2 diagrams. 1894.

Arzachel was a Spanish Arab who lived in the XIth century.

Woepcke, F. Ueber ein in der Königlichen Bibliothek zu Berlin befindliches arabisches Astrolabium. *Mathematische Abh. der Kgl. Akad. der Wissenschaften*, pp. 1-31, with 3 plates. 1858.

Made by Muḥammad ibn as-Sāl in Toledo, 420 H. (1029).

. Ueber ein in der Kaiserlichen Bibliothek zu Paris befindliches arabisches Astrolabium. *Bulletin de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg*, tome VII, col. 220-27, with 1 plate. 1864.

Reprinted in *Mélanges Asiatiques*, tome V, pp. 98-108.

Made in Seville, 615 H. (1218).

. Trois traités arabes sur le compas parfait, publiés et traduits. *Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque Nationale*, tome XXII, pp. 1-175, with figures and diagrams. Imprimerie Nationale, Paris, 1874.

Description of a compass for drawing conic sections.

Two Astrolabes of the Late Safawid Period*

*This article was written at invitation of the late Dr. Ananda K. Coomaraswamy whose memory will be cherished by many, including the author.

THE planispheric astrolabe, called in Islamic terminology *Dhāt al-Safā'ih*, or simply *asturlāb* (from ἀστρολάβος), is the product of the Greek scientific mind.¹ Improved by the famous Alexandrian astronomer and mathematician, Claudius Ptolemaeos (d. after A. D. 161), and transmitted to Islamic culture through the intermediary of Syriac writings, notably those of Severus Sebōkht (ca. 650),² it was perfected by a number of outstanding men of scientific fame, such as Ibrāhīm al-Fazārī (d. ca. 777), al-Bīrūnī (d. 1048), and al-Zarqālī (d. ca. 1087), to mention only a very few.

The astrolabe was not only an indispensable instrument for astronomical and astrological studies, but was also employed for geodetic observations, constructional undertakings, city planning, and for determining the time and direction of the *qibla*. When the 'Abbāsīd Caliph, al-Manqūr, founded Baghdad in the year 762, the plans of the celebrated city, we are told, were drawn up by the Iranian astronomer, Naubakht, assisted by a Jewish astrolabist named Māshā'allāh, who is also credited with being the author of a treatise on this instrument.³

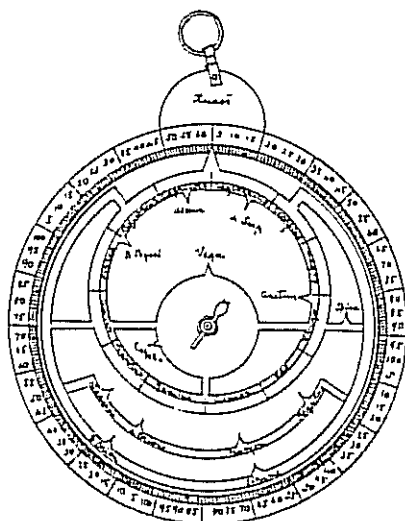
The art of astrolabe-making was held in high esteem by the Moslems since early centuries. The *Rasā'il*⁴ (Tracts) of the celebrated eclectic philosophical school called Ikhwān al-Safā' (The Brethren of Sincerity), which flourished toward the middle of the tenth century A. D. at Basra, contains a highly interesting observation. Discussing the arts and crafts and classifying them according to their usefulness and virtues, the Ikhwān place the art of astrolabe-making above all other crafts. The achievement of

¹Islamic scientists were aware of this. Al-Bīrūnī in his discussion on the subject writes: "The astrolabe is an instrument of the Greeks; its name *asturlābun*, i. e., mirror of the stars, Hamza of Ishān derived from the Persian as if it were *astara-yab* (star finder)." See *Kitāb al-Tahfīm il Aḥwā' il-Sin' at al-Tayyīm*, facsimile ed. and trans. by R. Ramzey Wright, London, 1934, p. 194.

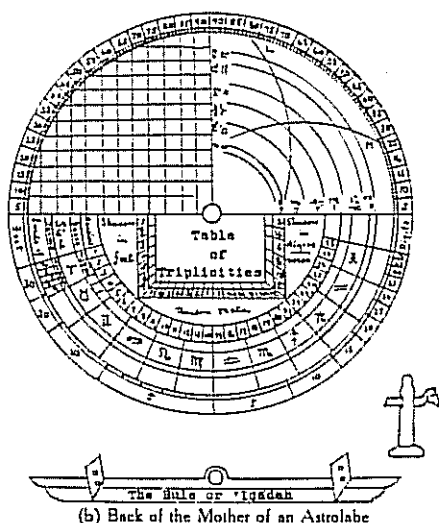
²G. Sarton, *Introduction to the History of Science*, Baltimore, 1927, I, p. 493.

³H. Suter, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke*, Leipzig, 1900, p. 31.

⁴Bombay, 1827, I, p. 32, 7 l., as Fr. Dieterici, *Die Philosophie der Araber im X. Jahrhundert n. Chr.*, Leipzig, 1858-79, XI, p. 213 l.



(a) The Spider of an Astrolabe



(b) Back of the Mother of an Astrolabe

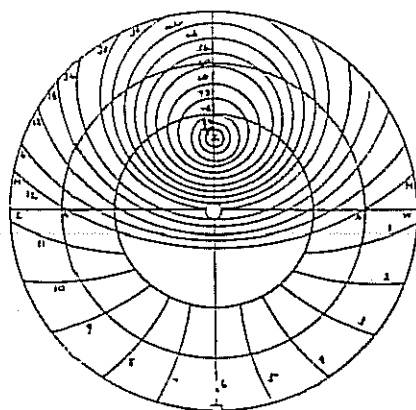
producing astronomical instruments like astrolabes, armillary spheres, and celestial globes, it is observed, is highly commendable, and that an astrolabe fashioned from a piece of bronze costing only five dirhams is worth a hundred. While the early Islamic literary sources rarely record the name of painters, architects, and masters of metal inlay or pottery, they are very generous in paying due recognition to astrolabe makers, a fact which illustrates the favorable status they enjoyed in the social structure of Islamic society.

The astrolabes were made not exclusively for scientists. As the dedicatory inscriptions of many preserved pieces indicate, they were sought by kings, high state officials, and members of the intellectual class in general. Moreover, we know from historical accounts that some institutions other than observatories possessed collections of astronomical instruments, including astrolabes. Z. al-Qazwini (d. 1283), in writing about the mosque at Sāwe (Iran), mentions its library which was founded by the Vezir Abi Tāhir al-Khātūnī, and adds that in it are all the important books of the time with rare objects composed of calligraphic works, astrolabes, and celestial globes.¹

An astrolabe consists of several separate pieces. The principal piece, called in Islamic terminology the "mother" (*umm*), is in the form of a flat, circular case with a raised edge (*hajra*) to which is attached a single handle (*kursi*) with a suspension ring (*halqa*). The inner surface of the case is termed the "face" (*wajh*), and the exterior, the "back" (*ṣahr*). Each astrolabe has nine or less circular tablets (*safā'ih*) placed in the mother beneath a perforated tablet, generally called the "spider" (*ankabūt*), but sometimes simply the "net" (*shabaka*). This spider is

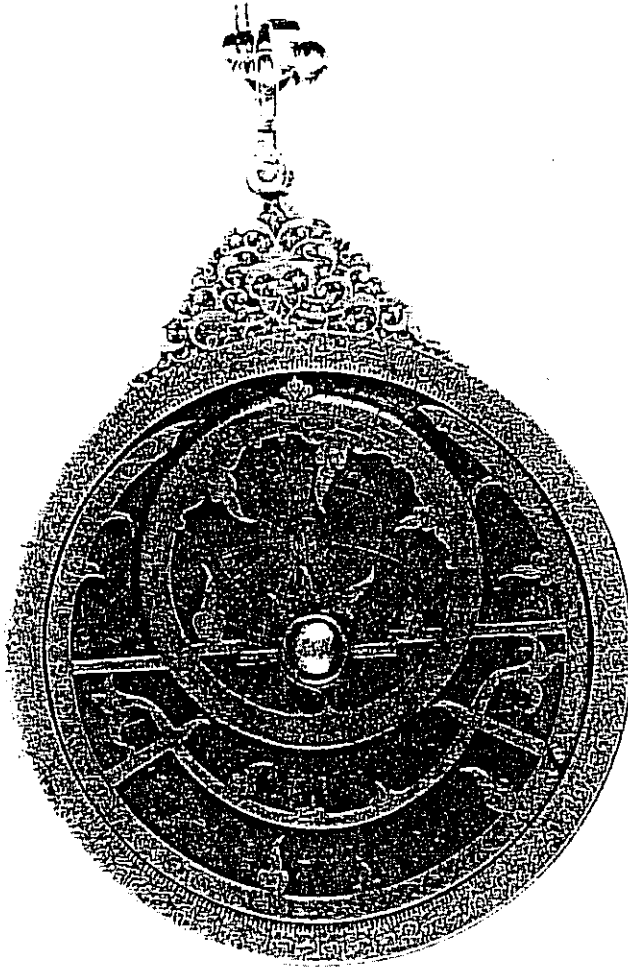
formed of a segmented circle which encloses at its opening a smaller, complete one. To these are attached several variously shaped indicators (*shaziya*) with pointed ends. On the back of the mother is the rule (*idāda*) with a perforated sighting piece (*hadaf*) near each end. The hole of these sighting pieces is called (*thuqba*). An axial pivot or "pole" (*mihwar*, *qutb*) passing through the center of all these pieces holds them firmly together. The head of the pivot is on the back, and to its end on the face is attached either a screw nut or a simple pin, generally in the shape of a horse, and hence called (*faras*).

The spider (a) fitted into the face of the mother over the tablets is bounded by the edge of the mother, which is graduated to 360° grouped in 15s = equal hours. On the complete circle of the spider



(c) The Tablet of an Astrolabe

¹ *Kitāb Athar al-Bilād*, ed. F. Wüstenfeld, Leipzig, 1848, p. 259, 8.



Astrolabe

Maker: Muhammad Khalil ibn Hasan 'Ali

John Wheelock Elliot Fund

are inscribed the twelve signs of the zodiac. Several indicators within and without the zodiac circle carry the names of fixed stars.

The back of the mother (b) is used principally for measuring altitude and shadow. It is divided into one half and two quadrants. The lower half has a parallelogram of two shadows with a table of triplicities in the interior; signs of the zodiac with their faces, terms, and lords, and the Mansions of the Moon are inscribed in semicircular bands. The upper left quadrant has sines and cosines. The quadrant at the right is marked with parallels of the signs, the meridian altitude of the sun at various latitudes, and its altitude at various places when it crosses the azimuth (*al-samt*) of the *qibla*.

Both sides of the tablets (c) are engraved with the stereographical polar projection of the *muqanṣarāt*, i.e., circles parallel with the horizon, the projection of the vertical circles (*dawā'ir al-sumūt*) of the equator, and of the ecliptic for a particular geographical latitude of the earth.¹

¹More technical details can be found in L. A. Sedillot, *Mémoire sur les instruments astronomiques des arabes*, Paris, 1841, or W. H. Mooney, *Description of a planispheric astrolabe, constructed for Shah Sultan Husain Safawi*, London, 1856. The descriptive paragraph here follows that of R. R. Wright in al-Biruni, *op. cit.*, p. 1951, and C. A. Nallino, "Astrolab," in *The Encyclopaedia of Islam*.

The astrolabe registered as M. F. A. 42.304, measuring .097 m. in extreme diameter, and .125 m. in height excluding the suspension ring, is made of



Astrolabe

Maker: 'Abd al-A'imma

John Wheelock Elliot Fund

brass. It contains, in addition to the spider, five tablets, and the pin which fits into a slot in the pivot is, in conformity with tradition, in the shape of a horse. The face of the handle is richly decorated with raised, symmetrically composed arabesques of admirable workmanship. Its back is covered by engraved floral design. Similar floral designs decorate various parts of the spider.

The upper right quadrant on the back is crossed by five lines of the azimuth of the *qibla* at Tus, Isfahan, Basra, Baghdad, and Shiraz.

The inscription in the cartouche on the lower part of the back contains the name of the maker. It reads:

صنعة الفقير المحتاج إلى الله إجليل محمد خليل
ابن حسن علي

"Work of the poor, the humble, the destitute yearning for God the Majestic, Muhammad Khalil ibn Hasan 'Ali."

On the lower section of the outer band of the

back is the following couplet of the famous Persian poet, Muṣliḥ al-Dīn Sa'dī (d. A. D. 1292):¹

غرض تفتیش کز ما باز ماند که هستی را نمی بینم بمانی
"Verily, it is a design which may remain of us, since I see no permanency to existence."

It is of particular interest to note that the father of Muhammad Khalil was a well-known astrologer of his time, and has been mentioned by J. Chardin, who resided in the capital city of the Safawids, Isfahan, from 1666 to 1676. Here is his account: "Lorsque j'étois à Isfahan, l'astrologue le plus fameux pour la fabrique des astrolabes, s'appeloit Akound Mahomed Emin, homme aussi savant qu'il étoit excellent artist; c'étoit le fils d'un autre savant astrologue, nommé Molla Hassen Aly. . . C'est à cet habile Mohamed Emin, que j'ai vu faire tout ce que je vais rapporter sur l'art des astronomes persans, pour la composition des astrolabes. . ."² Thus, Muham-

¹The *Gulistān* of Shaikh Muṣliḥ al-Dīn Sa'dī of Shiraz, ed. John Platts, London, 1874, p. 11, 18.

²Voyages du Chevalier Chardin en Perse et autres lieux de l'Orient, ed. L. Langlet, Paris, 1811, IV, p. 333.

mad Amin, the informant of the famous Frenchman, was the brother of Muhammad Khalil.

As far as I am aware, no astrolabe bearing the name of Muhammad Amin ibn Hasan 'Ali has as yet been made known. There are, however, two published astrolabes by the maker of the Boston piece. One of these is in the collection of L. Evans in the Old Ashmolean Museum at Oxford. R. T. Gunther¹ calls it "The Noble Ali Hassan's astrolabe" and presents its signatory inscription as reading: "The poor, the contemptible in the eyes of God, namely Ali [ibn] Hassan [ibn] Mohamed, the noble son of a noble man fabricated it." This is a very unfortunate misreading. Actually, the inscription (easily recognizable on Pl. XXXVIII) reads: "Work of the poor, the humble yearning for God the Majestic, Muhammad Khalil [ibn] Hasan 'Ali."

The second astrolabe is in the possession of Rudolph Said-Ruete, who supplied R. T. Gunther with the information that it has been "Made by the poor and the humble Muhammad el Kalil, son of Hassan Ali at Isfahan," and that "the name of the owner appears to be Mohammed Bager, Isfahan 1019 (i.e., A.D. 1612)." The piece has not been reproduced and therefore I am unable to verify the exactness of the statement.²

If the date 1019 (1610/11) has been read correctly, then the astrolabe was made fifty-six years before Chardin's arrival at Isfahan in the year 1666. Was Muhammad Khalil not alive at that time, or active elsewhere, and hence remained unknown to Chardin? This, however, is a question which need not be speculated upon until further documents are available. Whatever the case may be, the Boston astrolabe is a work of this renowned artist and was made during the first decades of the seventeenth century, possibly in Isfahan, which, since the tenth century was the home of famous astrolabists.³

An equally notable piece is the second astrolabe of the Museum's collection. Registered M.F.A. 42.303, it measures in extreme diameter .084 m. and in height, excluding the suspension ring, 1.09 m. Made of brass, its handle is decorated on both sides with arabesque and floral design. In addition to the spider, it has four disks held together in the moth-

er by the pivot with a screw-nut fastened by a piece ending in two bird heads. The lines of the azimuth of the *qibla* are at Tus, Isfahan, Baghdad, and Shiraz. The cartouche on the handle contains, instead of the customary Qur'anic verse 256 of *Sūra II* ("His throne is extended over the heavens and the earth"), a short, corrupt inscription which reads:

خوط سوات والرد [ن]

The name of the maker occurs in a cartouche on the lower section of the outer band of the back. It reads:

صنعة عبدالأيمه

"Work of 'Abd al-A'imma." It should be noted that the artist did not sign his personal name, but the surname (*kunya*) meaning "the servant of the *imāms*," which intimates his fervent adherence to *shī'ism*.⁴

There are known at present more than a dozen astrolabes signed by this able artist. Some of these were made in collaboration with other astrolabists and some bear his surname only. One of the most prominent of the first group is the astrolabe in the Indian Museum at Calcutta, signed by Muhammad Amin ibn Muhammad Tahir and 'Abd al-A'imma.⁵ The same artists collaborated on another astrolabe in the collection of S. V. Hoffman.⁶ Examples of the second group are far more numerous, but at present only three pieces should occupy our attention for the purpose of clarifying a serious confusion concerning the artist's period of activity. One of these astrolabes was in the collection of Sir William Townley, and has been published erroneously as being dated 874 (1469). R. T. Gunther,⁷ relying on the reading of Dr. E. Knobel, states that the signature of the maker is "followed by a date" in chronogram giving the year 874 (1469). The author apparently did not himself believe such an early date to be possible, as is evidenced by his remark that "if this reading is correct, the maker can hardly have been the same . . . as the one who turned out such fine work about A. D. 1700." As a matter of indisputable fact (which can be easily verified from the reproduction in Pl. XXIX), the signature of the artist is not followed by any chronogram.⁸

The second piece is among the astrolabes of L. Evans in the Old Ashmolean Museum. Its historical inscription, likewise erroneously recorded by

¹The *Astrolabes of the World*, Oxford, 1932, I, p. 157, no. 45. Most of the inscriptions of Islamic astrolabes published in this book are unfortunately misread and misinterpreted, and should be verified in every and each case.

²Op. cit., I, p. 131, no. 17. The year 1019 of the Hira began March 26, 1610 and ended February 14, 1611.

³At present the oldest Persian astrolabe, dated 374 (984), is the work of two brothers, Ahmad and Muhammad, the sons of Ibrahim from Isfahan, in the Old Ashmolean Museum at Oxford (R. T. Gunther, op. cit., I, p. 114). Other examples made by Isfahan artists are: the astrolabe of Muhammad ibn Abi'l-Qasim ibn Bakran al-Najjar al-Isfahani al-Salihi, dated 496 (1103), in Museo di Storia della Scienza at Florence (Et. Combe, J. Sauvage, et G. Wiet, *Répertoire chronologique d'épigraphie arabe*, Cairo, 1937, VII, p. 54, no. 2889); the astrolabe of Hamed ibn Mahmud al-Isfahani, dated 547 (1152), in the collection of S. V. Hoffman (inscription erroneously recorded in R. T. Gunther, op. cit., I, p. 117, has been correctly communicated by K. A. C. Creswell in *Répertoire*, VIII, p. 263, no. 3157), and one by Muhammad ibn Abi Bakr ibn Muhammad al-Rasbidi al-Isfahani, dated 618 (1223/4) in the collection of L. Evans (R. T. Gunther, op. cit., I, p. 116, Pl. XXV).

Mention should also be made of al-Badi' al-Astrulabi, who has been celebrated by Islamic writers as the greatest astrolabist of his time. He flourished in Isfahan about 510 (1116/77), and later in Baghdad where he died in 534 (1139/40).

⁴'*A'imma* is the plural of *imam*—"religious leader." In this case, the twelve *imams* of *Shī'a* sectarians are meant.

⁵G. R. Keyre, *The Astronomical Observatories of Jai Singh*, (*Astronomical Survey of India, New Imperial Series*, Vol. XL), Calcutta, 1918, p. 16, Pl. III, figs. 9 and 12.

⁶In R. T. Gunther, op. cit., I, p. 145, no. 31, Pl. XLI, figure at upper left; the name is given "Muhammed Amiri" instead of Muhammad Amin.

⁷Op. cit., I, p. 125, no. 11; the name has been given erroneously as Abdullah A'imma. I reserve the critical discussion of other astrolabes of this artist, published by R. T. Gunther under nos. 21, 34-37, 39, and 40, for some future occasion.

⁸It is not difficult to discover the mistake which led to such an unfounded dating. In the signatory inscription, the word *صنعة* is placed beneath the artist's name and has been read as *سنة* which, if considered as a chronogram, would correspond to 874.

R. T. Gunther,¹ contains the year of execution and hence offers a basis for an approximate dating of the Boston piece. The signature here appears, unlike on other pieces, with the pious formula:

سنة المحتاج إلى رحمة ربه العلي عبد الله

"Work of the destitute yearning for the mercy of the Lord the Self-Sufficing, 'Abd al-A'imma."

The second inscription on the handle reads:

حسب الترمودد عاليجاو قرتب الخاقان حاج
الحرمين الشريفين حاجي اسميل يك جبادار
باشي ست اتام يانت ١٢٤

"By the command of the high-ranking confidante of the Khāqān, the pilgrim to the two illustrious sanctuaries, Hājī Ism'īl Beg, Jabbādār-bāshī; this was completed (in the year) 124."

In R. T. Gunther's reading, *Jabbādār-bāshī*² has been interpreted as "the second *sumāda*" (the sixth month of the Islamic calendar), and the number 124 is made to stand for the year 1240 of the Hijra (which corresponds not to "A.D. 1730," but to 1824). This misinterpretation is due probably to the circumstance that in the inscription at the right side of the figure 124 are two dots of the final letter *yā* of the word *bāshī*, one of which has been considered to be part of the date. The fact is, however, that the date has been written in the abbreviated form. It was, if not a general practice, nevertheless customary after the year one thousand of the Hijra, to drop the millennial figure and to write the dates in three figures.³ Hence in the inscription of the astrolabe under discussion, 124 stands for 1124 of the Hijra, which corresponds to A.D. 1712.

Another astrolabe by the same artist, now in the

Detroit Institute of Arts, has been published by Mrs. A. C. Weibel,⁴ as being dated 1121 (1709/10), which indirectly confirms the observation offered above.

Among the outstanding astrolabe makers of Iran, 'Abd al-A'imma represents a closing chapter of a venerable profession, and thus his known works deserve a monographic study.⁵

Addenda:

Since the completion of this note, I came upon three astrolabes, all dated and signed by 'Abd al-A'imma. The oldest of these, measuring .165 m., was made in the year [11089 A.H., corresponding to A.D. 1678/9; the second of the same size was made in [11115 A.H. (1703/4); and the third piece, which is of smaller size (.109 m.), bears the same date as the astrolabe in the L. Evans Collection mentioned on p. 83. The dates on all three astrolabes occur without the millennial figure, thus confirming the observation already made. The most interesting, but provisional, data gained from these additional pieces is that the period of activity of the artist covered a span of thirty-five years.

MEHMET AGA-ÖGLÜ.

¹"A Persian Astrolabe," *Bulletin of the Detroit Institute of Arts*, XXV, 1946, p. 39 f. R. T. Gunther, *op. cit.* I, p. 148, no. 34, published an astrolabe, dated 1127 (1715) in the Victoria and Albert Museum as the work of this artist, but the piece has been mentioned and reproduced by A. H. Chahry, "Islamic Minor Arts and Their Influence upon European Work," in *The Legacy of Islam*, Oxford, 1931, p. 15, fig. 16, as being made by "Abd al-Hamid, in 1715." The authenticity of these statements needs confirmation.

²At present I am unable to verify the date in the statement of Major R. M. Smith (*Persian Art*, South Kensington Museum *Art Handbooks*, 2nd ed., London, 1876, p. 71): "Some ancient astrolabes bearing the names of renowned makers, such as 'Abd al-Ameh (A.H. 1100) still exist in Persia and are valued at the most extravagant prices." The date corresponds A.D. to 1688/9.

³In this connection, it is not without interest to note that R. M. Smith's remark about the popularity of astrolabes by 'Abd al-A'imma finds its confirmation in another nineteenth-century statement. A. Kritz, in his article, "Das persisch-arabische Astrokalkül des Abd-ül-Alim," *Das Weltall*, V, 1905, p. 121, says that according to the notes of his father, who was an instructor of artillery in the service of the Iranian government between 1850 and 1859, the astrolabes signed by this artist were "von den Caisern in Rußland sehr geschätzt und kamen mit 50 Dukaten bezahlt." One of the few astrolabes of 'Abd al-A'imma brought to the West was a presentation made to the French royal government some time before 1868 by Prince 'Alī Qolī Mirza, the minister of public instruction of Iran. See L. A. Sébillot, "Description d'un astrolabe construit par Abd-ül-Alim, ingénieur et astronome persan," *Astrolabe de l'observatoire impérial de Paris. Mémoires*, IX, 1868, pp. 164f., where it has been assigned to not later than the thirteenth century.

⁴*Op. cit.* I, p. 151, no. 38.

⁵This is the administrative title of the director of the arsenal. See *Tadhkirat al-Malik, A Manual of Safavid Administration* (ca. 1137-1725), (E. I. IV, *Urkund Memorial Series*, N. 5, XVII), facsimile edition and translation by V. Minorsky, London, 1943, pp. 65 and 136.

⁶As another example, mention can be made of an unpublished large tinued copper bowl with chased decorations made for a certain Muhammad 'Alī. The date of its execution is given 184 for 1184 A.H., corresponding to A.D. 1770/71. The bowl is in the collection of Mr. Myron Bement Smith, Washington, D. C.

UN ASTROLABE DE LAHORE DU XVII^{ÈME} SIÈCLE
DANS LA COLLECTION DU MUSÉE NATIONAL DE
L'HISTOIRE DES SCIENCES EXACTES ET
NATURELLES À LEIDEN ¹⁾

(COMMUNICATION No. 63 DU MUSÉE MENTIONNÉ)

PAR C. A. CROMMELIN, LEIDEN

Parmi les instruments astronomiques qui, dans l'Antiquité, au Moyen-Age et encore entre le XVI^{ème} et le XVIII^{ème} siècle, ont été usités par les astronomes, cartographes, navigateurs et géomètres, — nous mentionnons entre autres le cadran solaire, le torquetum, le globe terrestre et le globe céleste, la sphère armillaire — les astrolabes, nommés aussi planisphères, ont été de beaucoup les plus importants et les plus usités.

L'invention de cet instrument, ainsi que celle de la projection stéréographique sur laquelle en repose la construction, est attribuée à Hipparque, le plus célèbre astronome de l'Antiquité et le fondateur de l'astronomie scientifique. Hipparque vécut au II^{ème} siècle av. J.-C. ²⁾. Le nom *αστρολάβον* du reste, dérivé de *αστρον* et *λαμβάνειν*, indique l'origine grecque.

Cependant il faut se demander si on est en droit de parler de l'« invention » ou de l'« inventeur » de cet instrument, qui réunit un si grand nombre de possibilités. Il est beaucoup plus vraisemblable qu'on doit le considérer comme le produit d'une série d'inventions et de découvertes. Mais quoi qu'il en soit, il paraît certain qu'Hipparque a travaillé avec des astrolabes. Il est hors

¹⁾ Conférence prononcée dans la réunion annuelle de la Société Orientaliste Néerlandaise (Oostersch Genootschap in Nederland) à Leiden, le 22 mai 1943.

L'auteur remercie vivement M. le professeur J. H. Kramers qui a bien voulu traduire les inscriptions arabes, qui l'a renseigné sur la science arabe et qui a contribué à l'article par un nombre de notes précieuses, notamment les numéros 2 (p. 2), 1 et 2 (p. 3) et 1 (p. 7).

²⁾ R. Wolf, *Geschichte der Astronomie*, München 1877, p. 162.

de doute que, depuis le temps d'Hipparque, on a construit et employé des astrolabes¹⁾; seulement aucun exemplaire appartenant à l'Antiquité ne nous a été conservé.

L'utilité et l'universalité de l'instrument furent tellement évidentes qu'il est devenu peu à peu l'instrument principal des astronomes et astrologues, des géomètres et navigateurs, en somme de tous ceux qui s'occupaient d'astronomie, soit comme branche principale, soit comme branche secondaire. Partant d'Alexandrie¹⁾ l'astrolabe s'est répandu d'abord dans les pays orientaux, surtout l'Asie Antérieure et la Perse, mais on ne sait pas avec exactitude à quelle époque cette introduction a eu lieu. Mais, ainsi que le montre la littérature arabe, l'astrolabe avait déjà acquis sa popularité à l'époque où florissait l'astronomie arabe, à savoir vers 800²⁾. C'est au Moyen-Age que la connaissance en est venue en Europe occidentale sous l'influence de l'Orient. Ceci ressort des dates des plus anciens astrolabes que nous possédons encore. Gunther³⁾ mentionne comme le plus ancien un instrument persan daté de 984, actuellement dans le Musée de l'Histoire des sciences, ci-devant Old Ashmolean Museum à Oxford; les plus anciens astrolabes arabes, mauresques et indiens sont des X^{ème} au XIII^{ème} siècles. Les plus anciens exemplaires espagnols, italiens et français par contre appartiennent au XIV^{ème} siècle, ceux de provenance allemande et anglaise au XV^{ème} et les astrolabes flamands et hollandais au XVI^{ème} siècle. On voit donc que des

¹⁾ Ceci n'est pas juste. M. Henri Michel prouve dans son livre (voir note 2 à la page 3) d'une manière indiscutable, que l'origine de l'astrolabe doit être cherchée beaucoup plus tard c.-à-d. dans les premières années du VI^{ème} siècle (après J.C.) à Alexandrie.

²⁾ A part la littérature scientifique les références à l'emploi d'astrolabes sont assez rares dans la littérature arabe. La mieux connue est l'histoire du barbier de Bagdad dans les 1001 Nuits, qui veut déterminer le moment le plus favorable de la journée pour raser son client impatient (traduction de Littmann, I, p. 380). Puis il y a la narration dans *al-Farağ ba'd al-Šidda* d'al-Tannūhī (éd. Le Caire II, 1904, p. 7). Le calife al-Ma'mūn (813—833), pendant son séjour dans le Khorasan, était assiégé par une armée de rebelles. Lorsqu'il désespère de son salut le vizir al-Faql ibn Sahl consulte son astrolabe et lui prédit qu'il sera sauvé. Ce qui a lieu en effet au dernier moment. Il y a aussi la notice donnée par A. von Kremer dans sa *Culturgeschichte des Orients* II (Vienne, 1877, p. 81) sur un poète qui offre au prince 'Aḍud al-Dawla (950—983) à Bagdad un astrolabe à l'occasion d'une fête; il accompagne son don d'un poème dans lequel il dit que les biens célestes sont mieux appréciés par son maître que les biens du monde. Al-Ġāhiz (mort vers 865) mentionne l'astrolabe parmi les instruments inventés par les Grecs (*Tria Opuscula*, ed. Van Vloten, Leiden 1903, p. 44).

Les miniatures persanes ne paraissent pas montrer d'astrolabes.

³⁾ R. T. Gunther, *The astrolabes of the world*, Oxford 1932, p. 114. Dans cet ouvrage sont décrits 325 astrolabes, dont une partie a été reproduite dans le texte.

astrolabes ont été construits au Moyen-Age et plus tard dans tous les pays civilisés ; d'abord en Orient et ensuite en Europe occidentale. Les plus tardifs appartiennent au XVIII^{ème} siècle, alors qu'ils furent remplacés peu à peu par des octants et des sextants, pour tomber bientôt en désuétude complète.

Il existe encore bien des centaines d'astrolabes, tant orientaux qu'occidentaux, dans nombre de musées et de collections ; la plus importante collection se trouve dans le musée susmentionné à Oxford.

La qualité de tous ces instruments est très variée. A côté d'instruments simples et dont l'état d'usure trahit un usage fréquent, il existe des exemplaires richement ornementés qui apparemment furent peu manipulés. Ce sont des exemples d'un art de la gravure et de la construction d'instruments qui est actuellement perdu et qui a droit à notre plus haute admiration.

La littérature qui s'occupe des astrolabes est très volumineuse. Dans sa bibliographie, qui est loin d'être complète, Gunther mentionne près de 200 noms d'auteurs de traités et de livres. Seulement ces ouvrages appartiennent pour la plus grande partie à l'Antiquité et au Moyen-Age ; ils sont difficiles à acquérir et généralement encore plus difficiles à lire ¹⁾. Dans la littérature moderne on trouve des descriptions de certains exemplaires intéressants, mais pour autant que je sache il n'existe pas d'ouvrage dans lequel la construction et le maniement de l'astrolabe soient décrits d'une façon plus ou moins détaillée ²⁾.

L'astrolabe est en premier lieu un instrument d'observation servant à mesurer des angles et en second lieu un instrument à

¹⁾ Voir encore pour la littérature scientifique arabe : H. Suter, *Die Mathematiker und Astronomen der Araber*, Leipzig 1910 ; J. Frank, *Zur Geschichte des Astrolabs*, Erlangen 1920.

Nous attirons l'attention sur le manuscrit Nr. 591 Warner dans la Bibliothèque de l'Université de Leiden, écrit en 614 (= 1217/8) et contenant plusieurs traités astronomiques et mathématiques. Le plus étendu de ceux-ci est le *Kitāb al-Isṭī'āb* du célèbre al-Bīrūnī (973—1048) sur l'emploi et la construction de l'astrolabe (voir Wiedemann dans *Der Islam* IV, 1913, p. 5 suiv.). On y trouve aussi un traité de Šarīf al-Dīn Muzaḥḥar al-Ṭūsī (vers 1200) sur l'astrolabe linéaire inventé par lui.

²⁾ La dernière description compréhensive de l'astrolabe et de son usage est de la main de Willy Hartner, *The Principle and use of the Astrolabe*, dans le Chap. 57 de A. Upham Pope, *A Survey of Persian Art* III, London and New York 1939, p. 2530 suiv.

M. Henri Michel à Bruxelles, connaisseur éminent en instruments mathématiques et astronomiques anciens m'a appris qu'un livre de sa main sur l'astrolabe paraîtra bientôt. [Note de 1948 : L'auteur, en rédigeant le texte en 1943, n'a pas eu la bonne fortune de pouvoir consulter le livre de M. Michel, qui a paru en 1947 sous le titre de « Traité de l'Astrolabe » chez Gauthier-Villars à Paris.]

calcul qui nous permet de résoudre un grand nombre de problèmes astronomiques, astrologiques et trigonométriques selon un procédé graphique et non par le calcul. On pourrait donc l'approcher d'une règle ou cercle à calcul de nos jours ; il est vrai que, sur ces derniers, on ne trouve pas de données astronomiques, mais ils contiennent, à part les échelles logarithmiques de multiplication et de division, des échelles pour les logarithmes, les carrés, les réciproques et les fonctions goniométriques. Un des principaux problèmes qu'on peut résoudre de manière rapide et simple à l'aide d'un astrolabe est le suivant : quelle est, pour tel lieu et pour tel moment d'observation, la position du firmament par rapport au zénith et à l'horizon ? La réponse à cette question est rendue possible par un disque travaillé à jour, appelé *rete* (réseau), *arachne* ou *araignée* ; celui-ci porte l'indication d'un certain nombre d'étoiles claires ainsi que de l'écliptique et peut tourner autour du pôle sur un autre disque sur lequel se trouvent gravés le zénith et l'horizon. Une fois qu'on place le disque tournant dans la juste position on voit immédiatement quelle partie du firmament se trouve au-dessus de l'horizon. C'est exactement selon le même principe que les astronomes amateurs opèrent encore aujourd'hui avec une carte d'étoiles tournante en carton.

Pour comprendre la construction de l'astrolabe il faut commencer par se rendre compte de la manière dont, dans un astrolabe, les corps célestes et les cercles du globe céleste sont projetés sur un plan. Cela ne se fait pas par le moyen d'une projection parallèle, telle qu'elle est connue dans la géométrie descriptive, mais moyennant une projection centrale particulière qu'on nomme stéréographique ; cette projection est effectuée sur le plan de l'équateur céleste. Pour effectuer la projection d'une étoile on trace une ligne entre cette étoile et le pôle sud ; alors la projection de l'étoile est le point dans lequel cette ligne coupe le plan de l'équateur. C'est selon la même méthode qu'on trouve la projection du soleil, ainsi que des cercles sur le globe céleste comme l'écliptique, l'horizon, les tropiques, etc.

Cette projection stéréographique, qui est encore pratiquée généralement dans la cartographie et aussi dans la cristallographie, possède deux qualités précieuses que nous mentionnons ici sans en fournir les preuves. D'abord les projections de tous les grands et petits cercles sur le globe céleste, quelque oblique que soit leur position, deviennent de nouveau des cercles. Cette qualité curieuse

avait un avantage particulier pour les constructeurs d'astrolabes ; elle leur permettait en effet de tracer toutes ces lignes dans le métal moyennant un compas, la construction d'autres courbes n'étant qu'exceptionnelle. En second lieu la grandeur d'un angle entre deux circonférences de cercles (ou autres lignes) sur le globe n'est pas changée par la projection.

L'astrolabe, ainsi qu'il a été dit, est employé pour des observations, c.-à-d. pour mesurer des angles et pour déterminer graphiquement toutes sortes de quantités¹⁾. Le dos est pourvu, autour du bord, d'une division en degrés et en outre, manque d'un télescope, d'un mécanisme pour viser, appelé l'alidade à pinnules, et moyennant lequel on peut observer une étoile ou le soleil. Lorsque l'instrument est suspendu librement, donc en position exactement verticale, il est possible de trouver de cette manière la hauteur d'un corps céleste au-dessus de l'horizon. Celle-ci est une donnée très importante parce qu'elle permet de calculer tant la latitude géographique que le temps local. Souvent le dos contient également une échelle montrant les douze signes du zodiaque, chacun divisé en trente degrés, et à côté de celle-ci une autre avec les jours de l'année ; elle permet donc de lire dans quelle partie du zodiaque se trouve le soleil à un certain jour de l'année. Enfin on y trouve souvent des échelles sur lesquelles on peut lire les sinus, les cosinus, les tangentes et les cotangentes des angles observés.

Le front de l'astrolabe est entouré d'un bord élevé, qui est divisé en heures et minutes ou en degrés. A l'intérieur du bord peuvent être placés un certain nombre de disques minces superposés (le plus souvent quatre ou cinq), appelés tympans ; au-dessus de la surface de ceux-ci il a été placé un *rete* ou *arachne* (*araignée*) tournant. Le tout est complété par un index tournant et qui est souvent pourvu d'une division pour indiquer les déclinaisons.

L'araignée, qui est la partie la plus caractéristique et en même temps souvent celle travaillée et ornée avec le plus grand soin, représente l'hémisphère septentrional et encore la zone située le plus vers le nord, large de $23\frac{1}{2}$ degrés, de l'hémisphère méridional, entre l'équateur et le tropique du Capricorne, le tout en projection stéréographique. C'est une plaque métallique percée à jour, et où a été réservée l'écliptique, divisée d'après ses douze signes avec graduation, et encore au moins une vingtaine de pointes saillantes

¹⁾ Dans ce qui suit nous nous limitons à l'essentiel. Qu'on veuille se rendre compte en outre que chaque astrolabe n'a pas les mêmes divisions et échelles.

qui indiquent les positions d'autant d'étoiles claires. Les noms des étoiles sont ajoutés plus ou moins distinctement, parfois très indistinctement, p.e. *crus Pegasi*, *oculus Tauri*, *pectus Andromedae* etc. ; en outre souvent les noms particuliers de certaines étoiles très claires, comme *Aldebaran*, *Procyon*, *Sirius*, etc. Les tympanes ne doivent pas être tournés, mais ont leur position fixe au-dessous de l'araignée. Les cercles gravés dans les tympanes représentent le Tropique du Cancer, l'équateur et, le long du bord, le Tropique du Capricorne, tous les trois naturellement concentriques autour du pôle nord ; en outre les cercles d'altitude ou *almucantarats* (non concentriques dans la projection stéréographique) autour du zénith, parmi lesquels l'horizon est le plus bas. Puis les cercles de latitude ou cercles de l'azimut, qui passent tous par le zénith, en enfin les maisons — qui ont de l'importance pour l'astrologie —, les heures babyloniennes et les heures égales ; ces dernières données ont moins d'importance pour nous.

Chaque tympan a été construit pour une certaine latitude ; par conséquent les coordonnées sphériques qu'on y trouve, l'altitude et l'azimut, se rapportent au système horizon-zénith. Les coordonnées de l'araignée au contraire sont la déclinaison et l'ascension droite et se rapportent au système équateur-axe polaire. Il est possible de lire sur un tympan l'altitude et l'azimut d'un point quelconque, de même que, sur l'araignée, on peut lire la déclinaison et l'ascension droite d'un point. De cette manière l'astrolabe permet de passer d'un système de coordonnées à l'autre, sans qu'on ait besoin de formules ou de calculs.

Sur le fond de la partie frontale de l'astrolabe, donc au-dessous des tympanes, on trouve quelquefois les noms d'un certain nombre de villes, accompagnés de l'indication de leurs latitudes géographiques ; les cadrans solaires contiennent également ces données. Le but est de savoir quel tympan il faut prendre lorsqu'on fait des observations dans une ville quelconque.

L'astrolabe indien qui nous intéresse ici en premier lieu et qui a été acquis il y a peu de temps par le Musée National de l'Histoire des Sciences exactes et naturelles, porte l'inscription : « l'œuvre du serviteur Muḥammad Muḳīm ». Ni la date ni le domicile de l'artisan ne sont mentionnés. On connaît cependant un certain nombre d'autres astrolabes qui sont l'œuvre du même Muḥammad Muḳīm ¹⁾. Celui-ci, Muḥammad Muḳīm ibn Ḥāfiẓ 'Isā ibn

¹⁾ Voir Gunther *l.c.* les numéros 69, 71, 72, 78. Voir aussi les numéros 77 et 80.

Šaiḥ Ilāhdād, était un constructeur d'astrolabes de Lahore au milieu du XVII^{ème} siècle, peut-être le plus capable de son époque. Il appartenait à une famille d'astrolabistes de Lahore, parmi lesquels sont connus encore son père 'Īsā, son frère Kā'im Muḥammad et son neveu Diyā' al-Dīn ¹⁾. Muḥammad Muḳīm lui-même était comme astrolabiste au service de l'empereur Šāh Ġāhān ²⁾. Bien que l'Inde de ce temps appartint à la tradition culturelle persane, les inscriptions de ces astrolabes sont en arabe. Il y a cependant d'autres astrolabes dont les inscriptions sont en persan, à part la plus grande partie des termes techniques, qui sont tous en arabe.

DESCRIPTION DE L'ASTROLABE ³⁾.

I. Le dos.

Le dos est partagé en quatre quarts de cercle par une ligne horizontale et une ligne verticale, le sud se trouvant au haut, le nord au bas, l'est à gauche et l'ouest à droite. Les deux quarts supérieurs portent à la circonférence des graduations procédant de l'est au sud et de l'ouest au sud, chacune de 90°. C'est sur ces échelles qu'on lit la position de l'alidade tournant lorsqu'on observe un corps céleste.

1°. Le quart supérieur de gauche montre 60 lignes horizontales équidistantes, à l'aide desquelles on peut trouver les sinus des angles observés. Ces lignes sont coupées par cinq arcs de cercle numérotés et non-concentriques, qui se touchent au centre de l'instrument ; leurs centres sont situés sur la ligne verticale nord-sud et ils ont rapport aux heures inégales ou babyloniennes. L'habitude dans les pays orientaux était en effet de diviser le temps entre

¹⁾ L'activité et les liens de parenté des membres de cette famille sont discutés dans l'article de Sulaiman Nadvi, *Some Indian Astrolabe Makers* dans *Islamic Culture* IX, 1935, p. 621 suiv. Après cet article parurent deux notices additionnelles sous le titre *Indian Astrolabe Makers*, dans *Islamic Culture* XI, 1937, l'une de Nabia Abbott (p. 144 suiv.) et l'autre de Sulaiman Nadvi (p. 537 suiv.). On y trouve énumérés un certain nombre d'astrolabes construits par les membres de cette famille de Lahore, portant les noms des constructeurs et les dates. Voir aussi G. R. Kay, *Astronomical instruments in the Delhi Museum, Mem. of the Archaeological Survey of India*, Nr 12, p. 1 suiv., Calcutta 1921.

Les données de Gunther ont été corrigées ci-dessus d'après les indications plus exactes des articles dans *Islamic Culture*.

²⁾ L'astrolabe de Muḥammad Muḳīm décrit par Gunther sous le n° 72 porte la date 1053 (= 1643/4).

³⁾ L'auteur a eu, en 1943, le grand avantage d'une correspondance fréquente avec M. Michel, qui lui a éclairci nombre de choses qui ne lui étaient pas claires. Beaucoup de ce qui suit a été emprunté à des lettres de M. Michel et à son traité sur l'astrolabe de Muḥammed Mehdi dans *Ciel et Terre*, Bruxelles 1936, n°. 8, 9 et 10.

le lever et le coucher du soleil en douze « heures » égales qui, bien que ne différant pas entre elles, sont différentes de jour en jour. Le cercle intérieur se rapporte à l'heure 6 (midi), ceux qui suivent successivement aux heures inégales 5 et 7, 4 et 8, 3 etc. 0 h. est le temps du lever du soleil et 12 celui du coucher; la ligne 0 h.—12 h. coïncide donc avec le diamètre horizontal de l'instrument. Lorsqu'on connaît (par une table astronomique) l'altitude du soleil à midi le jour de l'observation, on place l'alidade à cette altitude et on lit sur l'alidade le point (M) où celui-ci coupe le cercle le plus petit (6 h.). En faisant pointer ensuite l'alidade vers le soleil on apprend par la position de ce point M sur un des autres cercles (ou entre deux cercles) l'heure (inégale) au moment de l'observation.

2°. Sur le quart supérieur de droite se trouvent sept cercles concentriques numérotés, à distances inégales; ils servent à simplifier la détermination des heures inégales que nous venons de décrire.

Les cercles sont construits de la manière suivante. L'altitude du soleil à midi pour une latitude géographique déterminée est connue par des tables astronomiques pour le jour auquel le soleil entre dans un certain signe du zodiaque (p.e. 0° Cancer etc.). Maintenant nous déterminons dans le quart de gauche, pour la dite altitude du soleil, le point M sur l'alidade, après quoi nous traçons, en prenant pour rayon la distance entre le centre et M, le cercle pour Cancer dans le quart de droite; ce cercle devient le plus extrême des sept cercles. Si nous continuons les constructions pour tous les 12 signes nous obtenons les 7 cercles qui, passant de l'extérieur à l'intérieur, se rapportent à 0° de Cancer, Leo, Virgo, Libra, Scorpius, Sagittarius et Capricornus. Dans le sens inverse les mêmes cercles se rapportent à 0° d'Aquarius, Pisces, Aries, Taurus et Gemini.

Or pour déterminer à l'aide de ces cercles les heures inégales on place l'alidade sur le quart de droite et on détermine le point M d'après le jour de l'observation¹⁾. Ensuite l'alidade est dirigé, dans le quart de gauche, dans la direction du soleil. La place de M sur un des cercles ou entre deux cercles indique alors comme ci-dessus l'heure inégale. Les cercles du quart de droite servent donc à déterminer plus facilement et plus rapidement le point M.

3°. Le sémi-cercle inférieur montre les divisions suivantes:

a) la division extérieure est une échelle de cotangentes, qui

¹⁾ Souvent les espaces entre les cercles sont encore subdivisés.

correspond avec les angles indiqués sur le sémi-cercle supérieur ¹⁾, à gauche en pieds et à droite en emfans. Ces cotangentes indiquent la longueur des ombres pour une altitude du soleil égale à l'angle sous observation. C'est pour cette raison que ce cercle est appelé l'« échelle des ombres ». Il est clair que cette division devient plus étroite à mesure que les angles deviennent plus petits et qu'elle ne peut pas être continuée jusqu'à l'angle 0°, puisque $\text{Cotg. } 0^\circ = \infty$. On trouve cette échelle circulaire de cotangentes ou d'ombres presque toujours sur les astrolabes orientaux, mais, chose remarquable, jamais sur ceux de provenance occidentale ²⁾.

b) Puis nous voyons au-dessous du diamètre horizontal deux carrés portant aux côtés une division en forme d'échelle. Les deux parties horizontales de celles-ci (C) sont identiques avec les échelles de cotangentes mentionnées ci-dessus sous a). La division à gauche est en pieds et à droite en emfans ; elle se rapporte aux angles (45°—90°) dans les deux quarts supérieurs.

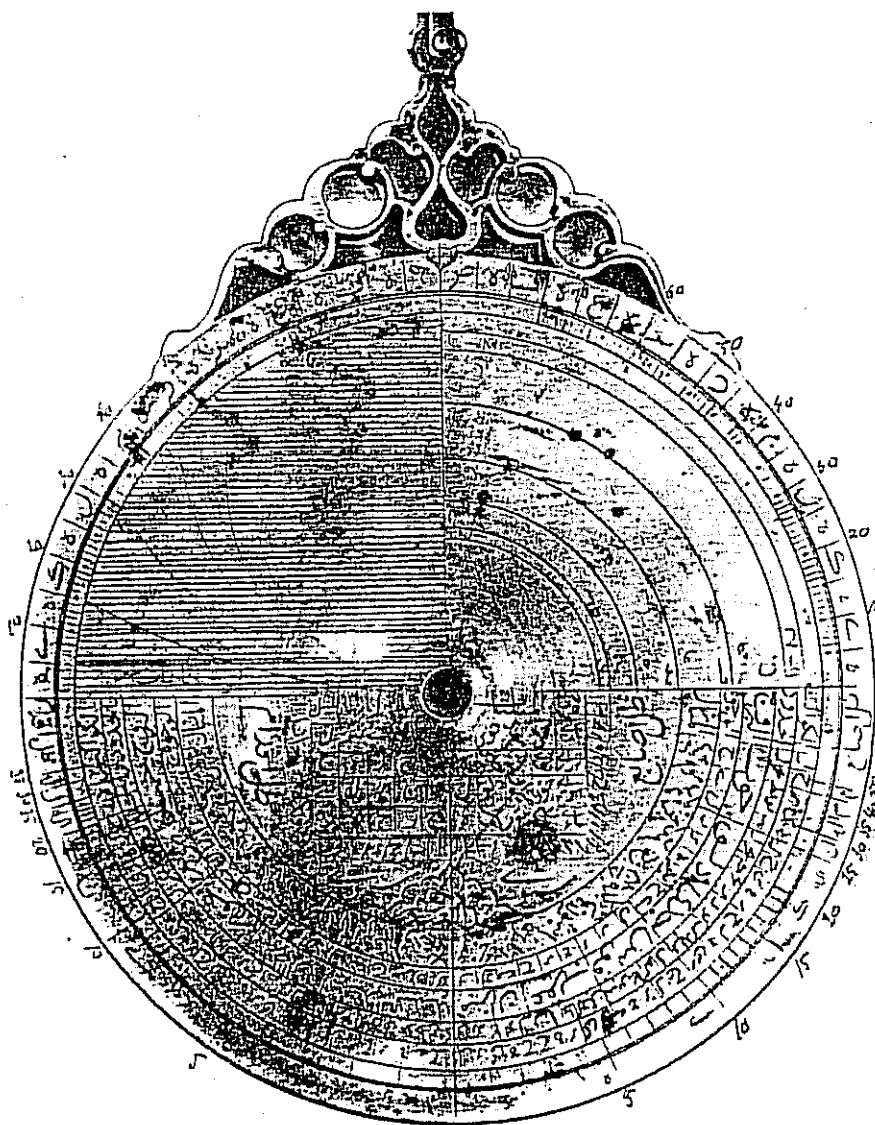
Ainsi que nous avons déjà remarqué on ne peut pas continuer l'échelle des cotangentes jusqu'à 90° et c'est probablement pour cette raison que les échelles verticales à côté des deux carrés ont été changées en des échelles de cotangentes qui sont les images réfléchies des échelles de cotangentes. Les deux échelles peuvent servir au calcul de l'altitude de l'objet qui jette l'ombre (h), étant donné l'altitude du soleil, ou inversement, c.-à-d. lorsque dans les deux cas la longueur de l'ombre (r) est connue. Puisque $\text{tg } \varphi = \frac{h}{r}$ et $\text{cotg } \varphi = \frac{r}{h}$.

Enfin le sémi-cercle inférieur contient encore un certain nombre de données qui ont rapport à l'astrologie :

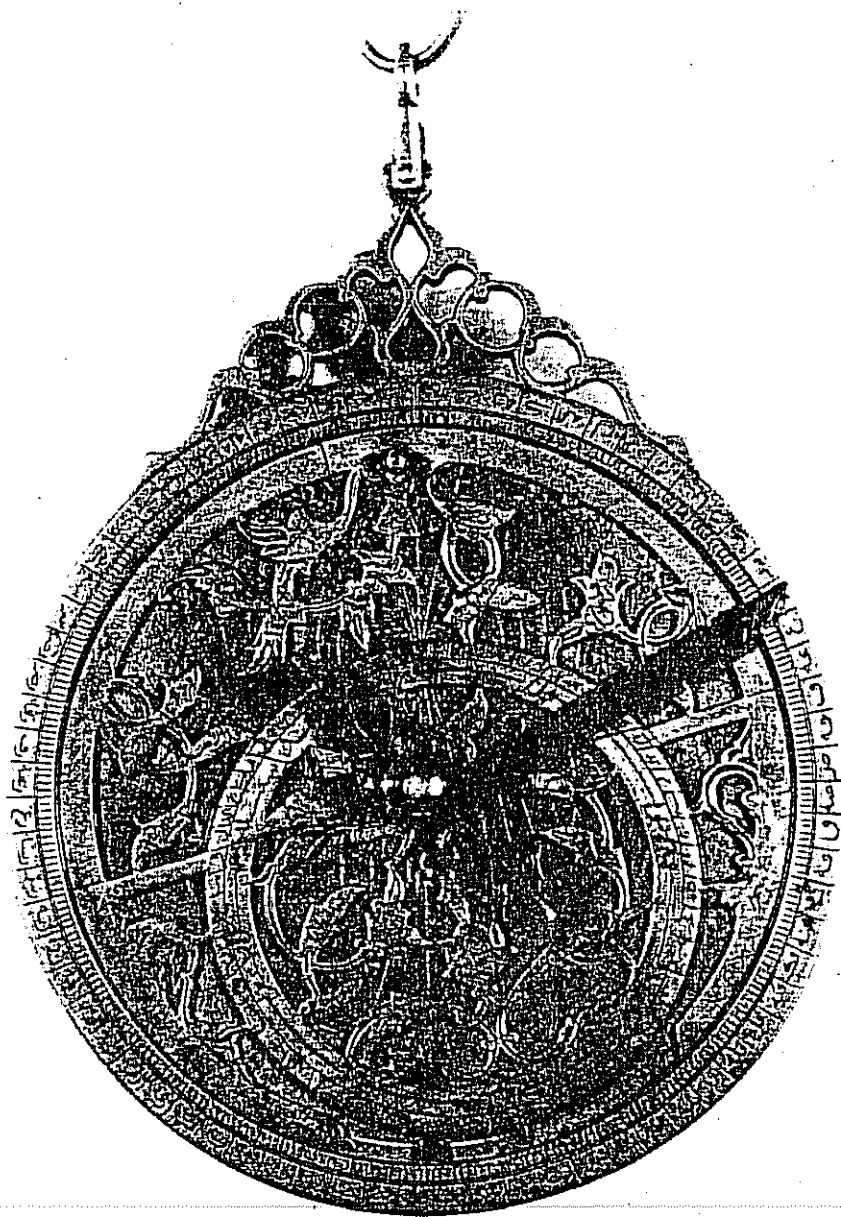
- c) une échelle des planètes ;
- d) une échelle des limites ou termes, par lesquels on entend les cinq parties inégales en lesquelles chaque signe du zodiaque est subdivisé ; chacune de ces parties est mise en rapport avec une des planètes ;
- e) un cercle avec les signes du zodiaque, commençant à gauche avec Aries ;
- f) les faces des planètes, indiquant les planètes dominantes pour un certain jour ;

¹⁾ Pour trouver les cotangentes dans la notation aujourd'hui en usage il faut diviser les valeurs lues à gauche par 7 et celles lues à droite par 12.

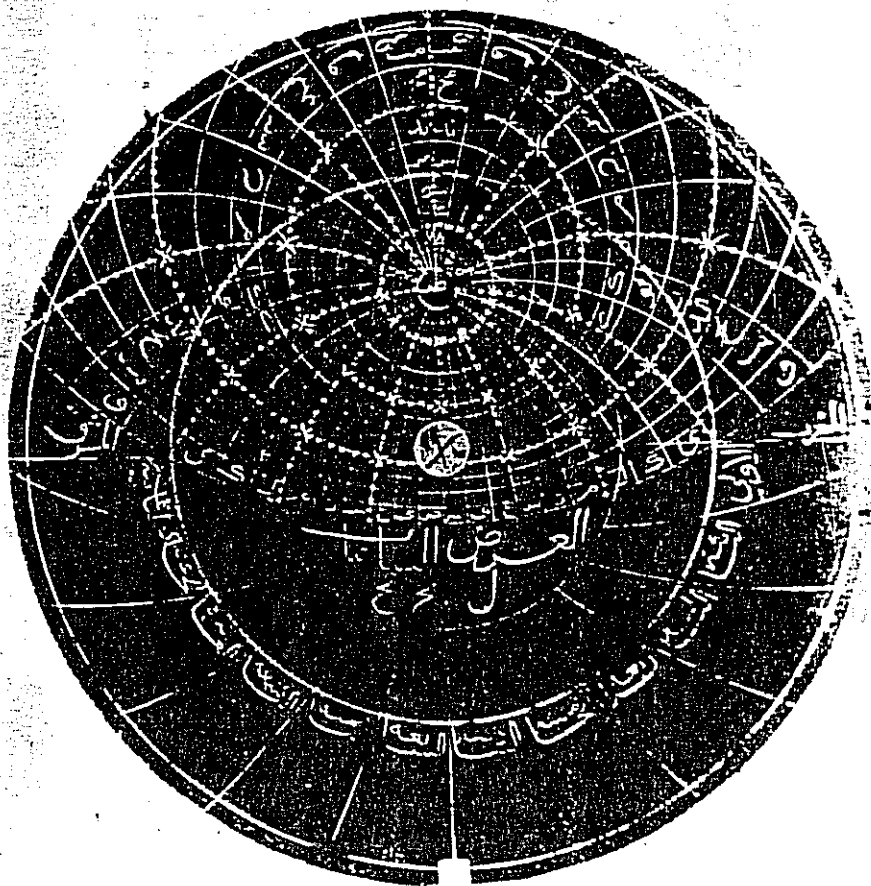
²⁾ A comparer les reproductions nombreuses dans le livre de Gunther ; également ce qui est dit ci-après sur la division des échelles aux côtés des deux carrés.



Le dos (sans alidade).



Le front.



Le tympan pour la latitude 30 degrés.



L'Araignée.

(les numéros se réfèrent aux étoiles énumérées et déterminées dans le tableau)

g) les maisons; à savoir celles qui ont rapport aux 28 positions de la lune dans le ciel; il y a encore plusieurs autres manières de diviser le ciel en maisons;

h) à l'intérieur des carrés déjà nommés on trouve enfin encore des données sur les « triplicités » c.-à-d. sur les combinaisons de chaque fois trois signes qui exercent la même influence sur les éléments feu, terre, air et eau, qui se trouvent écrits à côté; chacune des triplicités subit l'influence d'une planète déterminée.

Dans ce qui suit nous ne nous occuperons plus de ces données astrologiques.

II. Le front.

Sur le bord élevé il y a une graduation qui commence en haut et continue vers la droite dans le sens des aiguilles d'une montre; elle va de 0° à 360°. Cette division peut servir à lire sur l'araignée l'ascension droite d'une étoile; alors le point vernal de l'écliptique sur l'araignée (0° Aries) doit être placé sur le zéro de la graduation ¹⁾.

A l'intérieur du bord sur le fond, donc au-dessous de l'araignée et des tympans, on trouve, repartis sur une série de cercles, les noms d'un grand nombre de villes situées dans les pays orientaux de l'Islam avec leurs longitudes et latitudes géographiques; ces indications servent à choisir le tympan qu'on doit employer à un certain lieu.

III. L'araignée (*rete*, *arachne*, en arabe *'ankabūt*, signifiant également araignée).

Ci-dessus il a été déjà donné une description sommaire de cette partie de l'astrolabe. Il vaut la peine d'examiner quelles sont les étoiles qui figurent sur l'araignée, parce que cela permet de juger du degré d'exactitude qu'on peut atteindre avec un astrolabe. Sur tous les astrolabes les noms des étoiles ont été inscrits auprès des pointes indiquant leur position. Ces noms ne sont généralement pas ceux qui sont aujourd'hui en usage. Les étoiles claires sont indiquées actuellement par une lettre grecque suivie du nom de la constellation, comme α Ursae majoris, β Tauri, γ Orionis, etc. Cette notation a été introduite seulement en 1603 par l'astronome allemand Bayer ²⁾.

Au XVII^{ème} siècle et plus tard les constructeurs d'astrolabes

¹⁾ Du point de vue de la notation moderne la direction de l'échelle est à l'envers.

²⁾ Johannes Bayer, *Uranometria*, Augsburg 1603; voir R. Wolf, *l.c.*, p. 423.

suivaient cependant l'ancienne méthode, en écrivant sur leurs instruments *Oculus Tauri*, *Humerus Pegasi* etc., ou bien les noms arabes correspondants. Souvent on voit immédiatement quelle est l'étoile en question. Ainsi, sur l'instrument de Muḥammad Muḥim : *ḥalb al-asad* « le cœur du lion » = Regulus, α Leonis ; *širā yamāniya* « Sirius méridional » = Procyon, α Canis Minoris ; *ʿayn al-ṭawr* « l'œil du taureau » = Aldebaran, α Tauri, etc. Mais dans d'autres cas l'identification est moins facile. Cependant la construction de l'astrolabe même nous aide à surmonter cette difficulté. On peut y lire en effet les coordonnées d'une étoile, à savoir l'ascension droite sur la graduation sur le bord du front et la déclinaison sur l'index qui, du moins chez les instruments plus grands, porte une échelle. Lorsque cette échelle manque ou que l'on n'a pas confiance en elle — il se trouve des échelles construites très négligemment — on peut la construire avec peu de difficulté par la projection stéréographique.

On peut donc lire les coordonnées de toutes les étoiles, mais, pour pouvoir être comparées avec les coordonnées telles qu'elles se trouvent dans les tables astronomiques contemporaines, comme celles du « *Nautical Almanac* » de l'observatoire de Greenwich, elles ont besoin d'être corrigées pour la précession de l'axe de la terre, ce qui est le mouvement conique que l'axe de la terre exécute autour de l'axe de l'écliptique. Ce mouvement est très lent, à savoir de $50\frac{1}{4}''$ par année¹⁾, de sorte que la révolution entière sur 360° a une durée de 26.000 ans. On serait donc tenté de douter que cette correction soit nécessaire pour une période de 300 ans. Il se trouvera cependant qu'on ne peut la négliger. En comparant ainsi les valeurs corrigées avec celles du « *Nautical Almanac* » on peut déterminer sans beaucoup de peine les étoiles de l'araignée. Ainsi nous avons réussi à identifier 36 étoiles sur l'astrolabe de Muḥammad Muḥim, pour la plus grande partie avec une certitude absolue. Il n'y en a que peu où l'exactitude de l'identification reste douteuse.

¹⁾ La longitude augmente annuellement de $5''.25$ (d λ) d'une manière (pratiquement) constante, mais il n'en est pas de même pour l'ascension droite, l'augmentation de cette grandeur étant la projection de d λ sur l'équateur. Heureusement la différence est très petite : par exemple pour Sirius en 600 ans $54''$; il est absolument impossible de mesurer cet angle sur un astrolabe. On peut donc sans faire une faute appréciable appliquer la correction à l'ascension droite.

Je dois cette remarque à M. Henri Michel; cf. F. Brünnow, *Lehrbuch der sphärischen Astronomie*, 4^{ème} ed. (1881), p. 116 et suivant.

Inscription sur l'araignée

Identification de l'étoile

1. nasr tā'ir	aigle volant	α Aquilae	Altair
2. fam (al-faras)	bouche (du cheval)	ϵ Pegasi	
3. minḵār al-dağāğa	bec de la poule	β Cygni	
4. manḵib al-faras	épaule du cheval	β Pegasi	
5. kaḥḥ (al-ḥaḍīb)	main (du coloré)	β Cassiopeiae	
5a. ḥadab al-musalsala	bosse de l'enchaînée	β Andromedae ¹⁾	
6. mirfālḥ al-ğūl	coude du démon	β Persei ²⁾	Algol
7. zahr al-dubb	dos de l'ours	α Ursae majoris	
8. ḵā'id (al-dubb)	conducteur (de l'ours)	η Ursae majoris	
9. nayyir al-fakka	lumière de la couronne	α Coronae borealis	
10. (simāk) rāmih	(étendard) portant lance	α Boötis	Arcturus
11. 'unulḥ al-ḥayya	cou du serpent	α Serpentis	
11a. mirfālḥ al-ḥawwā'	coude du serpenteaire	$\times$ Ophiuchi ³⁾	
11b. rukbat (al-ḥawwā')	genou (du serpenteaire)	ϵ Ophiuchi	
11c. ḍanab al-'uḵāb	queue de l'aigle	ξ Aquilae	
11d. ra's (al-ḥawwā')	tête (du serpenteaire)	α Ophiuchi	
12. ḵalḥ al-'akrab	cœur du scorpion	α Scorpii	Antares
13. simāk a'zal	étendard sans armes	α Virginis	Spica
14. ḡanāḥ al-ğurāb	aile du corbeau	γ Corvi	
15. ḵā'idat (al-būḥiya)	socle (du cratère)	α Crateris	
16. ḵalḥ al-asad	cœur du lion	α Leonis	Regulus
17. fard al-ṣuğā'	solitaire de l'hydre	α Hydrae	
17a. ṭaraf al-saffina	bord du vaisseau	φ Puppis ⁴⁾	
18. šī'rā šāmīya	Sirius septentrional	α Canis minoris	Procyon
19. šī'rā yamānīya	Sirius méridional	α Canis majoris	Sirius
20. yad al-yumnā	main droite	α Orionis	Betelgeuze
20a. yad al-yusrā	main gauche	γ Orionis	
21. riğl (al-yumnā)	pied (droit)	$\times$ Orionis	
21a. riğl al-yusrā	pied gauche	β Orionis	Rigel
22. nābī masāfat (al-nahr)	rive éloignée (du fleuve)	γ Eridani	
23. 'ayn al-tawr	œil du taureau	α Tauri	Aldebaran
24. fam (ḵaytūs)	bouche (de la baleine)	α Ceti	
25. ṣadr ḵaytūs	poitrine de la baleine	π Ceti	
26. ḍanab šamālī	queue septentrionale	ϵ Ceti	
26a. ḍanab (ḵaytūs)	queue (de la baleine)	β Ceti	
27. ḍanab al-ğady	queue du capricorne	δ Capricorni	

¹⁾ β Andr. sur la ceinture d'Andromeda.

²⁾ β Persei sur la tête de Medusa.

³⁾ Ophiuchus = Serpentarius.

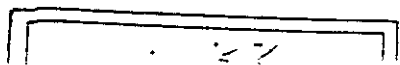
⁴⁾ Les coordonnées concordent bien, mais c'est une étoile de la cinquième grandeur.

Or la concordance plus ou moins complète entre les valeurs lues sur l'astrolabe et celles du « Nautical Almanac », qui sont beaucoup plus exactes, nous permet de nous former une opinion de l'exactitude qui peut être atteinte en général avec un astrolabe. Lorsque nous prenons le moyen arithmétique (sans faire attention aux signes) de toutes les déviations, p.e. celles des déclinaisons ou des ascensions droites, cette faute moyenne nous fournit une mesure pour le degré d'exactitude de l'instrument.

Dans l'astrolabe de Muḥammad Muḫīm on trouve comme moyenne des fautes dans les déclinaisons : $1^{\circ}31'$, et dans les ascensions droites : $2^{\circ}4'$. Ceci est en effet un résultat singulièrement satisfaisant pour un instrument dont le diamètre n'est pas plus de 9 centimètres. Pour mieux juger nous pouvons comparer les fautes moyennes d'un astrolabe très beau et très soigneusement travaillé de l'Anversois Michel Coignet de 1601 ; cet instrument, qui appartient également à la collection du Musée national de l'Histoire des Sciences exactes et naturelles à Leiden, a un diamètre de 22.5 cm., mais les fautes moyennes ne sont pas beaucoup moindres ; à savoir de $1^{\circ}18'$ pour les déclinaisons, et de $1^{\circ}24'$ pour les ascensions droites. Si l'on n'applique pas la correction pour la précession de l'axe de la terre, les déviations, surtout celles de l'ascension droite, deviennent plus grandes pour l'instrument de Muḥammad Muḫīm : pour les déclinaisons : $1^{\circ}45'$ et pour les ascensions droites : $3^{\circ}0'$.

A première vue on serait amené à appliquer la correction de la précession pour la période qui sépare l'année de la construction de l'astrolabe de notre propre temps. On serait en droit de demander cependant si les astrolabistes des XVI^{ème} et XVII^{ème} siècles, et surtout les Orientaux, disposaient des données exactes sur les étoiles et s'ils n'ont pas travaillé avec des données surannées. Pour examiner cette question je suis parti de la supposition que Muḥammad Muḫīm aurait opéré avec des données datant de l'année 800 de notre ère, époque de la plus haute floraison de l'astronomie arabe ; les corrections devraient être appliquées alors pour une période de $1940 - 800 = 1140$ années. Mais dans ce cas les déviations moyennes, surtout celles des ascensions droites, deviennent beaucoup plus grandes, à savoir pour les déclinaisons $2^{\circ}24'$ et pour les ascensions droites $11^{\circ}45'$.

Ce résultat prouve que Muḥammad Muḫīm a disposé, pour les coordonnées des étoiles, de données qui étaient exactes pour sa propre époque. Ce résultat ne saurait du reste nous étonner trop :



l'astronome persan Naşir al-Din al-Ṭūsī connaissait déjà en 1260 à peu près exactement la valeur de la correction pour la précession, à savoir 51" par an ¹⁾. Elle ne dévie que très peu de la valeur donnée en 1925 par Newcomb, qui était de 50".2619 ²⁾. On sait du reste que, au XVII^{ème} siècle et même beaucoup plus tôt, il existait du moins en Europe des catalogues d'étoiles contenant les étoiles claires avec indication de leurs coordonnées.

Mais on pourrait se demander comment un homme comme Muḥammad Muḳīm aurait pu se procurer ces catalogues occidentaux. De son temps il n'y avait pas encore d'observatoires dans l'Inde ³⁾.

IV. Les tympan.

Ceux-ci, au nombre de quatre, sont gravés des deux côtés. Des 8 diagrammes 6 ont le type normal, c.-à-d. ils montrent le tropique du Cancer, l'équateur et le tropique du Capricorne. Ce sont tous les trois des cercles concentriques avec comme centre le pôle nord, qui est aussi le centre du tympan ; puis le zénith et autour de celui-ci des cercles horizontaux non concentriques ou almucantarats, l'horizon étant le cercle inférieur. A travers ceux-ci il y a les cercles verticaux, qui cependant se trouvent sur seulement deux des six diagrammes. Enfin on y trouve des lignes qui ont rapport aux heures égales et inégales, mais qui ont moins d'importance pour nous.

Ces six diagrammes, tous en projection stéréographique, ont été construits pour les latitudes géographiques de 24°, 29°, 30°, 34°, 36° et 37°. Lahore, le domicile du constructeur, a une latitude de 31°30' et on peut donc employer l'astrolabe jusqu'à 7°30' au nord et 5°30' au sud de Lahore. Rien n'indique que l'instrument aurait eu un usage nautique. Seulement le 24^{ème} degré latitudinal traverse en effet la partie septentrionale de la Mer Arabe, entre Oman et l'embouchure de l'Indus, et le 29^{ème} traverse l'extrémité septentrionale du Golfe Persique ; les autres latitudes sont entièrement continentales et couvrent la Perse, l'Afghanistan, l'Inde et le Tibet. A droite, au-dessous de l'horizon, une inscription indique la latitude géographique, à gauche a été marquée la durée de la plus longue journée sur cette latitude.

¹⁾ R. Wolf, *l.c.*, p. 159.

²⁾ H. N. Russell, R. S. Dugan et J. Q. Stuart, *Astronomy (a revision of Young's Manual of Astronomy)* 1926, I, p. 141.

³⁾ Dans la première moitié du XVIII^{ème} siècle des observatoires ont été construits dans l'Inde. Voir G. R. Kay, *A Guide to the Observatories at Delhi, Jaipur, Ujjain and Benares*, Calcutta 1920.

Le septième diagramme contient, à part l'équateur et les deux tropiques, 28 horizons pour les degrés latitudinaux de 12° , 14° , 16° 66° , partagés sur les 4 quarts de cercle, parce qu'autrement les lignes seraient trop proches l'une de l'autre, en outre elles n'ont été tracées que pour la moitié. Elles servent à trouver quelle étoile vient de se lever au moment de la naissance d'une personne, ce qui est une donnée de première importance pour l'horoscope.

Le Sème diagramme, bien qu'appartenant au même type que les six premiers, semble pourtant être construit pour un autre but. L'équateur y traverse le zénith et le degré latitudinal du diagramme est donc de 0° , c.-à-d. l'équateur même, ce qui est en désaccord avec l'inscription « latitude 90° » ; ceci indiquerait le pôle nord. Mais le diagramme n'est certainement pas tracé pour le pôle nord car dans ce cas le zénith devrait coïncider avec le pôle nord. Ainsi la vraie signification de ce diagramme ne nous est pas encore entièrement claire.

Quels sont les problèmes qu'on peut résoudre à l'aide d'un astrolabe ? Quelles observations peut-on faire avec cet instrument, enfin quel en est l'usage ? La littérature scientifique arabe est extrêmement détaillée sur ce point. Il y a des auteurs qui mentionnent quelques dizaines de problèmes, d'autres font monter le nombre à des centaines. Nous nous bornons ici à quelques exemples qui sont de nature à donner une idée des multiples possibilités qu'offre cet instrument remarquable.

1) Observation de la hauteur du soleil ou d'une étoile à l'aide de l'alidade sur le dos. Ces données permettent le calcul de la latitude géographique et ensuite du temps local, la déclinaison et la latitude géographique étant connues. Ceci est la seule observation astronomique proprement dite qui puisse être exécutée avec l'astrolabe, à part la possibilité de l'employer généralement pour mesurer des angles, entre autres dans la géodésie.

2) Détermination des lieux à l'horizon où une étoile se lève ou se couche. En faisant tourner l'araignée on place l'étoile sur l'horizon oriental ou occidental du tympan, après quoi on y peut lire l'azimut.

3) Détermination des lieux sur l'horizon où le soleil se lève et se couche. On commence par lire sur le dos le point de l'écliptique où le soleil se trouve à une date déterminée (par exemple 10° Cancer,

20° Virgo etc.), après quoi on place ce point de l'écliptique du front sur l'horizon du tympan. Alors on peut y lire l'azimut.

5) Détermination de l'altitude à laquelle une étoile passe par le méridien. Même méthode que dans 4) ; seulement on place le point de l'écliptique où se trouve le soleil sur le méridien et on peut y lire l'altitude.

6) Détermination de la position du firmament à un moment donné. On observe d'abord l'altitude d'une étoile quelconque comme dans 1) ; puis on fait tourner l'araignée jusqu'à ce que l'étoile se trouve sur l'almucantaré exigé. Le firmament est alors à sa place.

7) Détermination de la déclinaison d'une étoile. On peut la lire sur l'indicateur au front.

8) Détermination de l'ascension droite d'une étoile. On place le point de l'équinoxe vernal de l'araignée (0° Aries) sur le XII en haut de la division du bord et en même temps on place l'indicateur sur l'étoile. Ensuite on lit sur l'échelle du bord la position de l'index, en partant du point vernal vers l'est (en sens inverse des aiguilles d'une montre) de 0 à 24 heures. Cette division s'applique en effet aux angles horaires, c.-à-d. aux angles que fait le colure (cercle passant par l'étoile et les pôles nord et sud) du corps céleste avec le méridien du lieu d'observation. On peut lire en même temps sur le tympan l'altitude et l'azimut, ainsi qu'il a été dit.

(Pour les déterminations du temps qui vont suivre il faut observer en outre les définitions suivantes :

Temps stellaire = l'angle horaire du point vernal = l'ascension droite du corps céleste sur le méridien.

Temps solaire véritable = l'angle horaire du vrai soleil.

Temps solaire moyen = l'angle horaire du soleil moyen.

La différence entre les deux temps solaires est l'équation de temps ; celle-ci ne peut pas être déterminée à l'aide de l'astrolabe.)

9) Détermination du temps du lever et du coucher d'une étoile. On place l'étoile sur l'horizon (comme chez 2) et en même temps l'indicateur sur l'étoile, après quoi on lit sur l'échelle du bord l'angle horaire. On trouve alors le temps stellaire. Lorsqu'on veut connaître le temps du lever ou du coucher d'après le temps solaire moyen on ne place pas l'indicateur sur l'étoile, mais sur le point

de l'écliptique où se trouve le soleil ; après on consulte l'échelle du bord. On peut déterminer ainsi également la différence entre le temps stellaire et le temps solaire moyen. Inversement on peut aussi, le temps et le lieu d'un certain événement (p.e. d'une naissance) étant connus, trouver quelle étoile ou quel signe du zodiaque s'est levé à ce moment, ce qui est une donnée importante pour l'horoscope.

10) Détermination du temps du lever et du coucher du soleil. On place le point de l'écliptique où se trouve le soleil, sur l'horizon et en même temps l'indicateur sur le même point. Ensuite on peut lire sur la division du bord le temps solaire moyen.

11) Détermination de la maison où se trouve un corps céleste. C'est à ce but que servent les cercles sur le tympan qui passent par les points nord et sud de l'horizon et qui délimitent les maisons.

12) Détermination moyennant l'alidade des tangentes des angles. Elles sont lues sur les deux carrés du dos, tandis que les angles sont lus sur la division du bord.

13) Détermination des sécantes d'angles. On les lit sur l'alidade même.

14) Détermination des sinus d'angles. On les lit dans le quart supérieur de gauche du dos (les nombres lus doivent toujours être divisés par 60, parce que le rayon avait reçu la valeur de 60).

Beiträge zur Erforschung der islamischen Mathematik

P. LUCKEY – Gönningen (Württemberg)

Drei um die Erschliessung der mathematischen Wissenschaften im Bereich des Islam verdiente Männer deutscher Zunge traten in den zwanziger Jahren vom Schauplatz der Forschung ab. Im Jahre 1922 verschied Heinrich Suter, 1925 raffte eine tückische Krankheit den rührigen Carl Schoy allzufrüh hinweg und 1928 starb auch Eilhard Wiedemann. Während Wiedemann und seine Schüler sich mehr der islamischen Physik, praktischen Astronomie und Technik zuwandten, galt die Arbeit der beiden zuerst Genannten hauptsächlich der Mathematik und mathematischen Astronomie, Gebieten, auf die ich mich in den folgenden Ausführungen meist beschränken werde. Im Jahrzehnt vor dem Hitlerkriege und während desselben zeigten sich die Früchte neuer Arbeit. Das, was hiervon zu meiner Kenntnis gelangte, nenne ich, soweit es mir bemerkenswert erscheint. Was in und nach dem Kriege jenseits des deutschen Machtbereichs veröffentlicht wurde, ist mir auch bei Abfassung dieser Arbeit noch nicht bekannt.

Im Jahre 1930 veröffentlichten G. Junge und W. Thomson eine mit einer Übersetzung und wertvollen Erläuterungen versehene Ausgabe des uns nur arabisch erhaltenen Kommentars von Pappos zum zehnten Buch der Elemente Euklids⁽¹⁾. G. Junge, J. Raeder und W. Thomson brachten 1932 die 1897 von Besthorn und Heiberg begonnene Ausgabe des Textes und der lateinischen Übersetzung der Leidener Handschrift 399, I zum Abschluss⁽²⁾. Das ganze Werk enthält die ersten 6 Bücher der Elemente Euklids in der Übersetzung von al-Ḥaǧǧāg mit den Erläuterungen von an-Nairizī. 1934 erschien

(¹) G. Junge und W. Thomson, *The Commentary of Pappus on Book X of Euclid's Elements*. Cambridge 1930.

(²) *Codex Leidensis 399*, I. ... arabice et latine ediderunt notisque instruxerunt R. O. Besthorn et J. L. Heiberg. Ad finem perduxerunt G. Junge, J. Raeder, W. Thomson. Pars III. Kopenhagen 1932.

eine Ausgabe von al-Bīrūnī's *Taḥḥīm* ⁽¹⁾, d. i. seinem Lehrbuch der Elemente der Astrologie, das ausser der eigentlichen Astrologie als Vorbereitung auf sie eine Fülle von Angaben aus der Geometrie, der Arithmetik, der Astronomie und der Geographie enthält. Sein Herausgeber R. R. Wright, ehemals Professor der Biologie an der Universität Toronto, also, wie so mancher andere Arbeiter auf dem Gebiet der islamischen Mathematik und Astronomie, für die Orientalistik ursprünglich ein Aussenseiter, starb kurz vor dem Erscheinen dieses leider nur in 100 Exemplaren erschienenen Buches, in welchem er dem in Faksimile (*Replika Process*) wiedergegebenen Text einer guten arabischen Handschrift seine mit gründlichem Fleiss ursprünglich nach einer persischen Handschrift angefertigte, 333 Seiten starke englische Übersetzung gegenübergestellt hat.

Wer auf dem noch so unvollkommen bearbeiteten Gebiet der islamischen mathematischen Wissenschaften aus den Quellen forschen will, muss vielseitig sein. Er sollte sich mit mathematischem und historischem Verständnis in den antiken exakten Wissenschaften, vor allem den griechischen, aber auch den ägyptischen, babylonischen und indischen, umgesehen haben und diese Wissenschaften, zumal die hellenistischen, möglichst aus den Quellen schöpfen können, wozu mancherlei Sprachkenntnisse gehören. Er muss dann insbesondere den Schwierigkeiten der arabischen Sprache gewachsen sein. Die allgemeinen Wörterbücher versagen meist gegenüber der Fachsprache, und es gibt bisher nur wenige kleine Sonderverzeichnisse von Fachwörtern. Und da auch nur eine kleine Zahl von Textausgaben vorliegt, von denen nur ein paar neuzeitlichen Anforderungen genügen, muss er einen schweren Kampf um die Handschriften und mit den Handschriften aufnehmen. Was das bedeutet, zeigt das Beispiel Schoys, dem es in seinem zu kurzen Leben nicht vergönnt war, auf dem Gebiete der Textübersetzung Vollkommenes zu leisten. Oft verstand er nur durch richtiges Ahnen des mathematischen Zusammenhangs die ihm vorliegende Handschrift, manchmal aber, und dies besonders bei seinem Ringen mit der schwierigen Sprache al-Bīrūnī's, griff er fehl.

Max Krause, 1909 geboren und der Hamburger islamischen Forschungsstätte angehörig, stellte sich die Lebensaufgabe, den Mathematikhistorikern durch Bekämpfung solcher Schwierigkeiten die

⁽¹⁾ *The Book of Instruction in the Elements of the Art of Astrology by al-Bīrūnī*. Reproduced from Brit. Mus. MS. Or. 8349, The Translation facing the Text by R. Ramsay Wright. London 1934.

Wege zu ebnen. Sein 1936 erschienenes Verzeichnis *Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker* ⁽¹⁾, das er unter Anleitung und Mitarbeit seines Lehrers H. Ritter an der Quelle aufstellte, erschliesst dem Forscher eine Fülle guter Handschriften mathematischer, astronomischer und astrologischer Werke, von denen eine Anzahl wertvoller Stücke nur in diesen Handschriften bekannt ist und erst durch diesen Katalog einem weiteren Kreise mitgeteilt wurde. Krause ging auch an die Herstellung von Textausgaben mit Übersetzungen. 1936 veröffentlichte er *Die Sphärik von Menelaos aus Alexandrien in der Verbesserung von Abū Naṣr Maṣṣūr b. 'Alī b. 'Iṣāq* ⁽²⁾. Neben Text und Übersetzung bringt dieses 365 Seiten starke Buch ausführliche Untersuchungen zur Geschichte des Textes. Der junge Forscher fiel 1944 in Russland. Möge das, was er gesammelt und erarbeitet hat, darunter seine Vorarbeiten zu einer Ausgabe des Maṣ'ūdischen Kanons von al-Bīrūnī, der Wissenschaftsgeschichte nicht verloren gehen! Einem anderen Schüler Ritters, K. Garbers, verdanken wir eine ebenfalls 1936 erschienene, mit Übersetzung und Erläuterungen versehene Ausgabe der Schrift von Ṭābit b. Qurra *Über die Stundeninstrumente* (Sonnenuhren), welche 'Ruchamen' (*ruḥāmāt*) heissen (Köpr. 948, 1) ⁽³⁾ ⁽⁴⁾. Eine kürzere stéréometrische Schrift von 'Omar al-Karābīsī ⁽⁵⁾ und eine ebensolche von Ṭābit b. Qurra ⁽⁶⁾ bearbeiteten O. Spies und Erich Bessel-Hagen (geb. 1898), ein feinsinniger Mathematiker und Mathematikhistoriker, dessen kranker Körper 1946 dem grausamen Hunger erlag. Dem arabischen Euklid galten Studien von Cl. Thaer ⁽⁷⁾ und von Claire Baudoux ⁽⁸⁾, während S. Pines ⁽⁹⁾

⁽¹⁾ *Quellen u. Studien z. Gesch. d. Math., Astronomie u. Physik* B, 3, 1936, S. 437-532.

⁽²⁾ *Abh. d. Ges. d. Wiss. zu Göttingen, phil.-hist. Kl.* (3) 17, 1936.

⁽³⁾ Handschriftenkataloge zitiere ich mit den Abkürzungen in C. Brockelmann, *Gesch. d. arab. Litt.*, 1, 2. Aufl., Leiden 1944, und *Supplement* 1, Leiden 1937.

⁽⁴⁾ *Quell. u. Stud. z. Gesch. d. Math. usw.* A, 4, 1936.

⁽⁵⁾ *Quell. u. Stud. z. Gesch. d. Math. usw.* B, 1, 1931, S. 502-540. — Vgl. dazu S. Gandz B, 2, 1933, S. 81-97 u. S. 98-105.

⁽⁶⁾ *Quell. u. Stud. z. Gesch. d. Math. usw.* B, 2, 1933, S. 186-198.

⁽⁷⁾ *Quell. u. Stud. z. Gesch. d. Math. usw.* B, 3, 1936, S. 116-121; *Hermes*, 77, 1942, S. 197-205.

⁽⁸⁾ Vgl. A. Mieli, *La science arabe*, Leiden 1939, S. 86.

⁽⁹⁾ S. Pines, *Beiträge zur islam. Atomlehre*, Dissertation Berlin 1936; *Revue des études juives* (2) 3, 1938, S. 3-64; (2) 4, 1938, S. 1-33; *Archeion* 21, 1939, S. 298-306.

die islamischen Atomenlehren und Bewegungslehren aus handschriftlichen Quellen untersuchte. Arbeiten von S. Gandz über die älteste arabische Algebra sollen weiter unten genannt werden. Mehr literaturgeschichtlicher Natur ist die Dissertation von A. G. Kapp *Arabische Übersetzer und Kommentatoren Euklids auf Grund der Gelehrtenbiographien von Ibn al-Qifṭī* ⁽¹⁾. Bei dieser Gelegenheit sei auch auf die zusammenfassenden Werke von Sarton ⁽²⁾ und von Mieli ⁽³⁾ hingewiesen.

Im Folgenden berichte ich über die Ergebnisse eigener Untersuchungen auf dem Gebiete der arabischen Mathematik und sphärischen Astronomie. Diese Arbeiten waren durch die Zeitverhältnisse sehr erschwert. Insbesondere konnte ich mir schon vor dem Kriege infolge der deutschen Währungsnot nur unter Schwierigkeiten einige Handschriftenkopien aus dem Ausland verschaffen. Als dann während des Krieges die deutschen Bibliotheken ihre Schätze verlagerten, waren Handschriften und Kopien fast nur noch durch die Hilfsbereitschaft einzelner Personen zu erlangen ⁽⁴⁾. Meine Ergebnisse wären vollstän-

⁽¹⁾ *Isis* 22, 1934, S. 150-172, 23, 1935, S. 54-99, 24, 1935, S. 39-79.

⁽²⁾ G. Sarton, *Introduction to the History of Science* I. II. Baltimore 1927 u. 1931.

⁽³⁾ Vgl. S. 492, Anm. 8.

⁽⁴⁾ Vor dem Kriege verdankte ich mehrere Kopien Stambuler Handschriften der Güte von Professor H. Ritter in Istanbul. Durch das grosszügige Entgegenkommen von Professor Diepgen und Professor Ruska in Berlin durfte ich verschiedene Handschriften und Kopien, die aus dem Nachlass von C. Schoy in den Besitz des Instituts für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften zu Berlin übergegangen waren, während des Krieges und über sein Ende hinaus entleihen. Bis Ende 1942 konnte ich noch aus der Reichsbibliothek zu Leiden und durch die Société des Amis de la Bibliothèque Nationale aus der Pariser Nationalbibliothek Kopien erhalten. 1943 erwirkte mir Professor van der Waerden in Leipzig bei der Fürstl. Jablonowskischen Gesellschaft der Wissenschaften die Gewährung eines Guthabens zur Anschaffung von Photokopien. Er verhalf mir dann durch die Sächsische Akademie der Wissenschaften zu den Devisen für die Kopie des weiter unten erwähnten Badi' von al-Karaḡi, die in der Vatikanischen Bibliothek mit gütiger Erlaubnis ihres Herrn Präfecten R. P. Anselmo M. Albareda, O. S. B., hergestellt wurde. Im selben Jahre verschaffte mir Herr van der Waerden durch die freundliche Vermittlung von Herrn Dr. Sencer in Ankara mit Genehmigung des Türkischen Unterrichtsministeriums Lichtbilder des ebenfalls weiter unten erwähnten, in Istanbul befindlichen Rechenbuchs von Kūṣyār. Den Personen, Gesellschaften und Behörden, die mir unter schwierigen Verhältnissen halfen, nicht zumindest meinem Vetter Walter A. Erley in Chicago, der wiederholt mit kaufkräftiger Währung einsprang, schulde ich grössten Dank.

diger und umfassender ausgefallen, wenn mir eine Anzahl einschlägiger Handschriften, deren Titel mich in den Katalogen lockten, erreichbar gewesen wäre. Die Früchte meiner Arbeit konnte ich bisher nur zum geringsten Teil veröffentlichen. Da ich mich im Rahmen des vorliegenden Berichts meist auf die Angabe der Ergebnisse beschränken muss und die Einzelheiten des Materials und der Begründungen nicht ausbreiten kann, führe ich auch diejenigen meiner druckfertig abgefassten Arbeiten an, deren Veröffentlichung ich erst von der Zukunft erhoffe. Einige Erläuterungen und Übersetzungen, die dem Orientalisten überflüssig erscheinen mögen, sollen dazu dienen, die Ausführungen auch dem des Arabischen nicht kundigen Mathematikhistoriker verständlich zu machen.

Der Bericht zerfällt in zwei Teile. Der erste handelt von der älteren Gnomonik und der in ihr zum Ausdruck kommenden Kunst der Konstruktion und Berechnung sphärischer Grössen, der zweite vom Zahlenrechnen und der Algebra.

I. Die ältere Gnomonik

Aus dem 987 von Ibn an-Nadīm verfassten *Fihrist* erschen wir, dass mit den Schriften über das (ebene) Astrolab, das auf der stereographischen Projektion der Kugeloberfläche beruht, diejenigen über die Sonnenuhren zu den ältesten in arabischer Sprache geschriebenen Werken der Mathematik und Astronomie gehören. Bei den Herstellungsmethoden der Sonnenuhren spielen die senkrechten Parallelprojektionen der Sphäre auf Hauptebenen die wichtigste Rolle. Schriften gnomonischen Inhalts verfassten im neunten Jahrhundert al-Hwārizmī, al-Māhānī, al-Kindī, Muḥammad b. 'Omar b. al-Farruhān, al-Fargānī und Muḥammad b. aṣ-Šabbāḥ. Zu den älteren Schriftstellern über die Sonnenuhren rechne ich weiter die beiden grossen Šābier Tābit b. Qurra (starb 901) und al-Battānī (starb 929), ferner Habaš, von dem noch nicht endgültig entschieden ist, ob er, wie Nallino annimmt, ein Zeitgenosse al-Battānī's oder etwa ein Jahrhundert älter als dieser ist⁽¹⁾.

Unsere noch lückenhaften Kenntnisse in der arabischen Gnomonik wurden zunächst aus jüngeren Werken geschöpft. J. J. Sédillot untersuchte in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die grosse,

(1) Vgl. J. Tropfke, *Gesch. d. Elementarmathematik* V², 1923, S. 7, Anm. 16.

1230 verfasste Schrift von al-Marrākušī, und Schoy bearbeitete insbesondere gnomonische Abschnitte aus dem Tafelwerk des 1009 gestorbenen Ibn Yūnus. Aus der älteren Zeit war lange kaum mehr als die gnomonischen Teile des von Nallino herausgegebenen Tafelwerks von al-Battānī ⁽¹⁾ bekannt. Da übersetzten 1922 E. Wiedemann und J. Frank die Schrift des Tābit b. Qurra *Über die Formen der Linien, auf denen das Ende des Schattens des Gnomons läuft* ⁽²⁾, und dann erschloss 1936 Garbers die schon (oben S. 3) erwähnte andere gnomonische Schrift des Tābit.

Von den Werken der oben genannten ältesten gnomonischen Autoren scheint nur sehr wenig auf uns gekommen zu sein. Und doch wäre uns gerade der Einblick in diese Schriften besonders erwünscht, nicht zum mindesten auch deshalb, weil sie uns vielleicht Aufschluss über die Einflüsse geben könnten, welche die indische, die griechisch-hellenistische und etwa eine persische Behandlungsweise der antiken Sonnenuhr — um diese und allein um sie handelt es sich — auf die islamischen Methoden genommen haben. Weniges ist doch noch erreichbar. Die im Jahre 1926 aus Istanbul erworbene und noch in keinem gedruckten Katalog aufgeführte Sammelhandschrift Ms. or. oct. 2294 der ehemaligen Pr. Staatsbibliothek zu Berlin enthält, worauf mich M. Krause freundlichst aufmerksam machte, auf fol. 31b bis 33a zwei kleine gnomonische Artikel al-Kindī's: *Herstellung der Richtung auf einer Kugel* ('amal as-samt 'alā kura) und *Geometrische Herstellung der Ruchame* ('amal ar-ruḥāma bil-handasa) ⁽³⁾. Diese Titel sind uns in derselben Form im *Fihrist* für al-Kindī bezeugt.

Der Gegenstand ist in einer schlichten, primitiven Art und in einer Sprache behandelt, die in einigen Fachausdrücken von derjenigen der späteren Zeit abweicht. Ganz handwerksmässig und rezeptartig werden Konstruktionsvorschriften ohne jeden Beweis und ohne jede Erläuterung mitgeteilt. Ein Beispiel möge zeigen, wie in der

⁽¹⁾ Al-Battānī, *Opus astronomicum*, ed. C. A. Nallino. Mailand I, 1903; II, 1907; III, 1899.

⁽²⁾ Kgl. Danske Vid. Selsk., *Mathem.-fysiske Medd.* 4, 9. Kopenhagen 1921/22.

⁽³⁾ Text, Übersetzung und Erläuterungen dieser beiden Schriftchen von al-Kindī sowie eines kurzen, weiter unten erwähnten gnomonischen Artikels von al-Māhānī über die Bestimmung des Azimuts sind meiner Arbeit über Ibrāhīm b. Sinān, die ich später (S. 504) anführen werde, als Anhang beigegeben.

zweiten Schrift die einzelnen Handgriffe ebener Konstruktionen sehr umständlich geschildert sind. Berlin, Ms. or. oct. 2294, 31 b25 - 32 a1:

..... ثم تركز رجل البركار على علامة ه وتدير رجله الاخرى حتى تقع على خط ا د وتعلم هنالك ح وتأخذ من العلامة التي قاطع عليها خط د وخط ا د البعد الذي (*) بين ط وح بالبركار وتتركز احد قطبي البركار على علامة ط وتديره الى جهة المشرق خط ا ب فيحيث وقع من قوس ا ب د فهو مشرق تلك الدرجة وتغرض مشرق الدرجة علامة ي

..... " Dann setzest du den [einen] Fuss des Zirkels auf das Zeichen h und drehst seinen anderen Fuss, bis er auf die Linie ag trifft, bezeichnest hier [mit] h, nimmst von dem Zeichen [t] ab, in dem die Linie hw die Linie ag schneidet, den Abstand, der zwischen t und h besteht, in den Zirkel, setzest den einen der Pole (so!) des Zirkels in das Zeichen t und drehst ihn nach der Ostseite [bis zur] Linie abg. Dann ist [die Stelle], wo er auf den Bogen abg trifft, der Aufgang[spunkt] jenes Grades, und du nimmst als Aufgang[spunkt] des Grades das Zeichen i an

In den meisten geometrischen arabischen Texten sind wir eine knappere und abstraktere Sprache nach Euklidischem Vorbild gewöhnt. Obwohl Zirkel und Lineal die Geräte sind, mit denen die Konstruktionen der Euklidischen Geometrie sinnlich und praktisch ausgeführt werden, finden wir bekanntlich bei Euklid nirgends eines dieser Geräte genannt. Denn hier macht sich das Bestreben der Platonischen Philosophie geltend, die Geometrie rein und abgewandt von Sinnlichen zu lehren. Man muss sich in der umfangreichen mathematischen und astronomischen Literatur der Griechen schon etwas umsehen, um Worten wie 'Zirkel' und 'Lineal' zu begegnen. In seiner Schrift *Über das Analemma* ⁽¹⁾ nennt und verwendet Ptolemäus neben einem rechten Winkel, der zum Errichten von Senkrechten dient, einen Zirkel mit zwei Spitzen zum Abgreifen und Übertragen von Bögen und Strecken. Und hier wie bei al-Kindī handelt es sich um möglichst genaue Herstellung von Bögen, die für die Konstruktion von

(*) Vor الذى steht التى durchgestrichen.

⁽¹⁾ *Cl. Ptolemaei opera* ed. Heiberg, II, Leipzig 1907, S. 187-223. — Vgl. P. Luckey, *Das Analemma von Ptolemäus*. *Astron. Nachr.* 230, 1927, Nr. 5498.

Sonnenuhren verwendet werden sollen, also um Aufgaben der angewandten, praktischen Geometrie.

Für den 'Punkt' finden wir an anderen Stellen dieses al-Kindī-Textes auch das in der arabischen geometrischen Sprache übliche, schon vor al-Kindī vom Euklidübersetzer al-Ḥaḡḡāg gebrauchte Wort *nuqṭa* verwendet; mit dem in der Textprobe vorkommenden 'alāma = Zeichen ist wohl ursprünglich die Markierung des Punktes gemeint, dann aber auch dieser selbst. Ob bei diesem Gebrauch des Wortes 'alāma eine wörtliche Übersetzung von σημείον vorliegt oder eingewirkt hat?

In der ersten kurzen Abhandlung ist unter Richtung (*samt*) die Richtung im Raume vom Beobachter (Kugelmittelpunkt) zur Sonne zu verstehen. Es werden zwei Methoden angegeben um an einem Orte für einen gegebenen Tag und für volle Stundenzahlen den Sonnenstand auf einer als Abbild der Himmelskugel zu denkenden Kugel zu verzeichnen. Der Punkt wird als Schnittpunkt zweier Kreise gewonnen, die mit einem Zirkel auf der erhabenen Seite der Kugel gezogen werden. Der eine dieser beiden Kreise ist bei beiden Methoden der um den Zenitpunkt (d. h. mit dem Zenitpunkt als Einsatzpunkt der einen Zirkelspitze) gezogene Parallelkreis zum Horizont, der andere ist bei der ersten Methode ein Kreis um den Aufgangspunkt, bei der zweiten ein solcher um den Nordpol des Himmels. Durch die so gewonnenen Stundenpunkte auf der Kuppel (*qubba*) sollen Löcher gebohrt werden, durch die dann zu der betreffenden Stunde der Sonnenstrahl zum Kugelmittelpunkt geht. Es handelt sich also um eine sphärische Sonnenuhr oder um ein Modell für eine solche.

In der Schrift über die geometrische Herstellung der *Ruchame*, d. h. hier der horizontalen ebenen Sonnenuhr, sind, wie stets bei Herstellung von Sonnenuhren für einen gegebenen Ort, die Schiefe ε der Ekliptik und die Ortsbreite φ als gegeben zu betrachten. Als gegeben werden ferner angesetzt die Sonnenlängen $\lambda = 0^\circ, \pm 30^\circ, \pm 60^\circ, \pm 90^\circ$ für die Anfangspunkte der Tierkreiszeichen und die Zeitpunkte $\tau = 0, 1, \dots, 6$ antiker Zeitmessung, d. h. die Zeitpunkte, für die der jeweilige Tagbogen der Sonne in 6 gleiche Teile zerfällt, deren jeder in einer temporalen oder antiken Stunde des betreffenden Tages durchlaufen wird. Die gesuchten Grössen sind Aufgangsweite, Deklination und Mittagshöhe, Sonnenhöhe und Schattenlänge, Azimut. Aus den zuletzt gefundenen Grössen, Schattenlänge und Azimut, kann, worauf der Text nicht eingeht, für die gegebene Sonnenlänge und

die gegebene Stunde das Ende des Gnomonschattens in der Ebene der Horizontaluhr gezeichnet werden.

Die gesuchten Grössen werden nach einem Verfahren gefunden, das wir am ehesten als Lösung der betreffenden sphärisch-trigonometrischen Aufgabe durch ein Mittelding zwischen darstellender Geometrie und graphischem Rechnen bezeichnen können. Grundsätzlich besteht dieses Verfahren darin, dass wie beim Analemma des Ptolemäus von Hause aus stereometrische Konstruktionen von Bögen und Sehnen der Kugel auf Folgen von Teilkonstruktionen in der Ebene zurückgeführt werden. Alle diese Konstruktionen bei al-Kindī werden nach Möglichkeit in einem durch zwei Durchmesser in Quadranten zerlegten Kreis vorgenommen und so eingerichtet, dass die Eintragung aller gegebenen und die Messung aller gefundenen Bögen auf einer ein für allemal sorgfältig hergestellten Einteilung des genannten Fundamentalkreises in 360 Grad erfolgen kann. Es wird eben kein beweglicher Winkelmesser ('Transporteur') verwandt. Man vergleiche damit das Verfahren des Ptolemäus, der im *Analemma* gegebene und gefundene Bögen auf einem auf der Zeichentafel ein für allemal entworfenen, in 90 Grad geteilten Quadranten abgreift. Eine unmittelbare Anlehnung an das *Analemma* von Ptolemäus zeigen die Konstruktionen und ihre Beschreibung nicht. Insbesondere gewinnt al-Kindī das Azimut ganz anders als Ptolemäus. Aber das analemmatische Verfahren war schon lange vor Ptolemäus in uns nicht erhaltenen hellenistischen Schriften behandelt. Wir wissen, dass Pappus einen Kommentar zum *Analemma* des Diodor schrieb⁽¹⁾, der als ein Zeitgenosse Cäsars und Ciceros gelten darf. Was mag das *Buch Analemma* gewesen sein, dem al-Kindī's Zeitgenosse Abū Sa'īd ad-Ḍarīr al-Ġurgānī die Auffindung der Mittagslinie⁽²⁾ entnahm?

Natürlich muss man auch die Möglichkeit anderer, insbesondere indischer und persischer Einflüsse auf die früharabische Gnomonik im Auge behalten. Bei der Bestimmung des Schattens nimmt al-Kindī sowohl auf diejenigen Leser Rücksicht, die den *ġaib* des Ptolemäus zugrunde legen und den Kreishalbmesser in 60 Einheiten teilen, wie auf diejenigen, die mit dem *ġaib* der *Indier* arbeiten und den Halb-

(1) Pappus ed. Hultsch, Buch IV, S. 246, 1.

(2) Vgl. C. Schoy, *Abhandlung über die Ziehung der Mittagslinie, dem Buche über das Analemma entnommen, samt dem Beweise dazu, von Abū Sa'īd ad-Ḍarīr. Annalen d. Hydrographie u. marit. Meteor.* 50, 1922, S. 265-271.

messer zu 150 Teilen ansetzen. Wir sehen hier im Ausdruck *ġaiḇ* des Ptolemäus das Wort *ġaiḇ*, der eigentlichen Bedeutung des zugrundeliegenden indischen Wortes *jīva* entsprechend, als Bezeichnung der Vollsehne gebraucht, für die man später nur die Bezeichnung *watar* zugelassen hätte. Dagegen ist mit dem *ġaiḇ* der *Inder* der Sinus, also die Halbsehne gemeint. Ein Gegenstück zu al-Kindī's *ġaiḇ* des Ptolemäus bildet al-Battānī's Gebrauch von *watar* für die Halbsehne, die später nur *ġaiḇ* hieß.

Die beiden gnomonischen Traktate al-Kindī's erscheinen mir auch für die al-Kindī-Forschung von Interesse, weil uns in ihnen mathematische Ausführungen des vielseitigen Mannes erhalten sind, von dessen zahlreichen kleinen Schriften — auch über Gnomonik sind uns noch weitere bezeugt — so viel verloren ging. Al-Kindī war, wie Ibn al-Qiṣṣī sagt, "im islamischen Volk berühmt, weil er in den Zweigen der griechischen, persischen und indischen Wissenschaft zuhause war". Zu seiner Würdigung führt man gern an, dass ihn Cardano in seiner Schrift *De Subtilitate* ⁽¹⁾ zu den zwölf Männern der Wissenschaft zählt, die er für die scharfsinnigsten hielt (*virī duodecim subtilitate praestantes*). Aber dem Cardano ständen die Quellen der Wissenschaftsgeschichte nicht genügend offen. Er rechnet auch *Geber*, d. i. Ġābir b. Aflāḥ, zu jenen zwölf Grossen des Geistes. Heute wissen wir, dass Ġābir's 'Regel der vier Grössen', eine Formel der sphärischen Rechenkunst, die Cardano als seinen ersten Ruhmes-titel nennt, lange vor Ġābir im Osten der islamischen Welt gefunden wurde, und man hat Grund zu dem Verdacht, dass Ġābir, der in so überheblichem Ton den Ptolemäus herabzusetzen sucht, sich mit fremden Federn schmückte. Hinsichtlich der Frage, ob wir es bei dem gepriesenen al-Kindī mit einem schöpferischen Geist oder vielmehr mit einem für jene Zeit so wertvollen überaus empfänglichen und hochgelehrten Sammler zu tun haben, der zugleich ein geschickter Darsteller und Verbreiter des aufgenommenen älteren Gutes war, wird der Mathematiker geneigt sein, neben den philosophischen und den meteorologisch-optischen die im eigentlichen Sinne mathematischen Leistungen als Prüfsteine der Originalität heranzuziehen. An-Nasawī (um 1000 n. Chr.) charakterisierte ein Rechenbuch von al-Kindī als "sich [auf allerhand Dinge] einlassend und übermässig weitschweifig" (متداخلا مغرطا في الاطالة).

(1) *Hieronymi Cardani de Subtilitate libri 21*. Lugduni 1554, p. 596-597; Basilea 1554, p. 445.



Bei den vorliegenden gnomonischen Rezepten al-Kindī's habe ich den Eindruck, dass jemand wertvolles übernommenes Lehrgut mit aller Umständlichkeit und Deutlichkeit darlegt, ohne das Bedürfnis nach Richtigkeitsnachweisen beim Leser vorauszusetzen oder bei sich selbst an den Tag zu legen. Andere vor und nach seiner Zeit verfahren auf diesem ins Handwerk einmündenden Gebiet der Gnomonik ähnlich. Dass sein Verfahren zur Bestimmung der Höhe nur näherungsweise für kleine Breiten gilt, sodass seine Sonnenuhr beim Gebrauch in Bagdad mit einem damals praktisch tragbaren Fehler behaftet ist — ich habe ihn berechnet —, verschweigt er, und es ist fraglich, ob er sich dieses Fehlers bewusst war. Sehr befremdend wirkt eine Einzelheit im ersten Traktat: Während er beim zweiten Verfahren den Komplementbogen der Sonnenhöhe h aus h ganz natürlich dadurch findet, dass er h von 90° abzieht, soll beim ersten Verfahren dieselbe primitive Subtraktionsaufgabe durch eine, anscheinend mit Hilfe der Tabellen der Funktionen Sinusversus und Sinus auszuführende Rechnung gelöst werden, die wir durch $90^\circ - h = \text{arc Sin}(r - \text{Sinvers } r)$ ausdrücken können. Das erscheint ungeheuerlich. Sollte es beim einen Verfahren um jeden Preis anders gemacht werden, als beim anderen?

Die angekündigte Veröffentlichung von al-Kindī's *Buch über die Chemie des Parfüms und die Destillation* durch K. Garbers⁽¹⁾ verspricht weitere Aufschlüsse über die anziehende und immer noch rätselhafte Gestalt des "Philosophen der Araber", von dem der *Fihrist* eine Kette von nicht weniger als 25 Vorfahren rein arabischen Bluts aufzählt, während al-Baihaqī (starb 1169) über seine Herkunft sagt: "Man ist über seine Volkszugehörigkeit (مِلَّة) verschiedener Meinung. Einige sagen: er war ein Jude, der dann zum Islam übertrat; andere sagen: er war ein Christ"⁽²⁾.

Ein anderes Zeugnis der Gnomonik des neunten Jahrhunderts ist uns in Istanbul auf zwei Blättern (Seray 3342, 3) erhalten. Es ist ein Traktat von al-Māhānī unter dem Titel: *Abhandlungen (so!) über die Bestimmung der Richtung für jede beliebige Stunde und an jedem beliebigen Ort*. Über die Person und die Werke al-Māhānī's, des Zeitgenossen al-Kindī's, hat Krause in seiner oben (S. 492) erwähnten Ausgabe von Abū Naṣr's Bearbeitung der Sphärik des Menelaos (S. 24-25) das wenige Erreichbare gesammelt, dem ich nur hinzuzufügen weiss,

⁽¹⁾ Vgl. ZDMG 97, 1943, S. 77*.

⁽²⁾ Al-Baihaqī, *Tatimmat* ed. Muḥammad Šāfi' I, Lahore 1935, S. 25.

dass Ibrāhīm b. Sinān, von dem wir noch hören werden, in der Einleitung seiner *Schrift über die Schatteninstrumente* (66 b 17) angibt, al-Māhānī solle eine Arbeit über die Bestimmung des Aszendenten aus der *Ruchame* — auch dies ein Thema der Gnomonik — verfasst haben. Da die Mehrzahl der uns überlieferten oder bezeugten Schriften al-Māhānī's an die Werke griechischer Mathematiker anknüpft, so besteht eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, dass seine Gnomonik sich im Fahrwasser griechisch-hellenistischer Überlieferung bewegt.

Die Schrift über die Bestimmung der Richtung lehrt die Ermittlung für die Gnomonik in Betracht kommender Bögen nach einem zeichnerischen Verfahren, das grundsätzlich von derselben Art ist, wie das von al-Kindī in seiner *Geometrischen Herstellung der Ruchame* angewandte. Wie al-Kindī arbeitet al-Māhānī mit einem Fundamentalkreis. Dieses graphische Verfahren wurde in späterer Zeit weiter ausgebildet. Der Kreis begegnet uns wieder in der *Geometrischen Bestimmung der Richtung der Qibla* von Ibn al-Haiṭam⁽¹⁾ (starb 1038) und in desselben Verfassers Schrift *Über die horizontalen Ruchamen*⁽²⁾. Hier ist der in Grade und Quadranten eingeteilte Kreis auf einer besonderen Platte aus festem Material gezeichnet und heisst *dustūr* (etwa: Handbehelf, Muster, Modell, Vorlage). Auch Ibn Yūnus benutzt den Dustur. Mehr noch als bei al-Kindī hat sich bei al-Māhānī das Verfahren äusserlich von dem der darstellenden Geometrie entfernt und ist zu einem reinen graphischen Rechnen geworden. Dem mathematischen Inhalt nach aber stimmt speziell die Bestimmung des Azimuts, deren Text ich mit Übersetzung und Erläuterungen in meiner Arbeit über Ibrāhīm b. Sinān als Gegenstück zu al-Kindī's Azimutbestimmung wiedergegeben habe⁽³⁾, mit derjenigen überein, die wir im Analemma des Ptolemäus und bei den Indern ausgeführt sehen, während al-Kindī anders vorgeht.

Bemerkenswert ist, dass al-Māhānī der zeichnerischen Lösung zweier seiner Aufgaben eine rechnerische Lösung, eingeleitet durch Worte wie: "Verfahren hierzu durch Rechnung" (*bāb ḡālik min al-*

(1) Vgl. dazu C. Schoy, *Abhandlung des ... ibn al-Haiṭam (Alhazen) über die Bestimmung der Richtung der Qibla*. ZDMG 75, 1921, S. 242-253. Diese Schrift (Bodl. I 877, 4) wirft Brockelmann (I², S. 618, Nr. 22) irrtümlich mit desselben Verfassers Schrift über die rechnerische Bestimmung der Qibla (Fatih 3439, 12; Atif 1714, 1; Berlin Ms. or. oct. 2970, 1) zusammen.

(2) Berlin Ms. or. oct. 2970, 153 a-161 b.

(3) Vgl. S. 495, Anm. 3.

hisāb), beigt. Hier sehen wir die aufeinander folgenden Schritte der zeichnerischen Lösung ins Rechnerische übertragen. Dem Ziehen einer Halbsehne entspricht das Aufschlagen eines Sinus in der Sinustafel. Al-Māhānī rechnet nämlich mit Sinussen, nicht mit Sehnen. Bekanntlich stellt auch Ptolemäus im *Analemma* dem konstruktiven Verfahren das entsprechende rechnerische zur Seite. Dem al-Kindī ist offenbar ebenfalls die rechnerische Lösung der von ihm geometrisch behandelten Aufgaben bekannt. Sonst spräche er nicht in der Überschrift der oben behandelten Traktate wie auch anderer, deren Titel uns überliefert sind, ausdrücklich von der Lösung "durch (praktische) Geometrie" (*bil-handasa*). Al-Māhānī gibt einer seiner rechnerischen Lösungen sogar einen "Beweis" (*burhān*) bei; doch ist dies nur der Nachweis, dass die Rechnung dem unbewiesen mitgeteilten graphischen Verfahren entspricht.

Ein historischer Ausblick: Bei der Bestimmung des Azimuts handelt es sich, modern gesprochen, um die Aufgabe, aus den Seiten des Kugeldreiecks Zenit-Pol-Stern, das *ZPS* heißen möge, seinen Winkel bei *Z* zu ermitteln. Al-Kindī's graphische Lösung, die wie gesagt von derjenigen des *Analemmas* von Ptolemäus verschieden ist, lässt sich auf die Konstruktion des ebenen Dreiecks *Z'P'S'* zurückführen, das die senkrechte Projektion des Kugeldreiecks *ZPS* auf die Ebene des Horizonts ist. Dieses Dreieck *Z'P'S'* wird aus seinen Seiten hergestellt, und sein Winkel bei *Z'* ist gleich dem gesuchten Azimut. Eine derartige Konstruktion liegt der Methode zugrunde, nach der Regiomontan am Ende des vierten Buches seines Werks *De triangulis* in Aufgabe 34 aus den Seiten eines Kugeldreiecks einen Winkel berechnet. Delambre ⁽¹⁾ und von Braunmühl ⁽²⁾ glaubten, Regiomontan habe hierin unter den "Arabern" keinen Vorgänger gehabt.

Überträgt man dagegen al-Māhānī's mit derjenigen des Ptolemäus übereinstimmende Konstruktion des Azimuts *a* Schritt für Schritt ins Rechnerische, so erhält man die Formel

$$\sin a = \frac{r \left| \frac{r \sin \delta}{\cos \varphi} \pm \frac{\sin h \sin \varphi}{\cos \varphi} \right|}{\cos h},$$

⁽¹⁾ J. B. J. Delambre, *Histoire de l'astronomie du moyen-âge*. Paris 1819, S. 310.

⁽²⁾ A. von Braunmühl, *Vorles. üb. Gesch. d. Trigonometrie*. Leipzig 1900, I, S. 129.

die wir bei Anwendung des sphärischen Cosinussatzes auf das Dreieck *ZPS* als richtig erkennen. Zu derselben Formel gelangt man, wenn man durch Einsetzen der Werte die Vorschriften (Formeln) zusammenfasst, nach denen al-Battānī im elften Kapitel seines astronomischen Werks das Azimut berechnet. In wie weit das Studium al-Battānī's Regiomontan zur Entdeckung des sphärischen Cosinussatzes angeregt haben mag, kann hier nicht erörtert werden.

Da die in eine etwas spätere Zeit fallenden gnomonischen Schriften des Tābit b. Qurra und die wohl noch späteren Ausführungen al-Battānī's über diesen Gegenstand veröffentlicht und eingehend erläutert worden sind⁽¹⁾, sei zu ihrer Kennzeichnung nur Folgendes gesagt: Die für die punktweise Konstruktion der Sonnenuhren erforderlichen Werte von Azimut und Schattenlänge für die einzelnen temporalen Stunden werden nicht mehr zeichnerisch, wie bei al-Kindī und al-Māhānī, sondern nur noch rechnerisch gewonnen, wie wir das teilweise schon bei al-Māhānī ausgeführt sahen. Die Rechnungen sind nach beweislos mitgeteilten Vorschriften — Formeln — zu vollziehen, in denen die Sinusfunktion zur Verwendung kommt. Fragen wir nach der Herkunft dieser Formeln, so erweisen sie sich als die rechnerischen Übertragungen oder wenigstens als die Äquivalente ebener Konstruktionen von der Art, wie al-Kindī und al-Māhānī sie uns vorführen. Diese ebenen Konstruktionen aber sind Teilkonstruktionen derjenigen geradlinigen Konstruktionen in der Kugel, die erforderlich sind, um von gegebenen Bögen über deren Sehnen oder Sinusse zu den Sehnen oder Sinussen der gesuchten Bögen und damit zu diesen selbst zu gelangen. In vielen Fällen lassen sich die Konstruktionen mit Hilfe der von Ptolemäus im *Analemma* gelehrteten Orthogonalprojektionen und Umlappungen auf die drei Hauptebenen ausführen.

Al-Battānī behandelt in seinem Tafelwerk nur die Horizontalsonnenuhr, Tābit dagegen lehrt die Herstellung der drei Uhren, deren Ebenen in den Horizont, den Meridian und den ersten Vertikal fallen, ferner der drei Uhren, deren Ebenen beliebig durch die Achsen der genannten Fundamentebenen gehen, und endlich einer Uhr, deren Ebene eine beliebige Stellung zum Horizont des Benutzers hat. Durch Umrechnungsformeln von der Art, die wir als Koordinatentransformationsformeln bezeichnen, kann Tābit die Berechnungsformeln gewisser der Uhren aus denjenigen anderer ableiten.

⁽¹⁾ S. oben S. 495. — Vgl. auch P. Luckey, *Tābit b. Qurra's Buch über die ebenen Sonnenuhren. Quell. u. Stud. z. Gesch. d. Math. usw.* B, 4, 1938, S. 95-148.

Tābit b. Qurra besass einen Enkel Abū Ishāq Ibrāhīm b. Sinān b. Tābit, auf den sich die mathematische Begabung des Grossvaters übertragen hatte, wie denn überhaupt die Generationen der Nachkommen der Sabier Tābit b. Qurra und Ibrāhīm b. Zahrūn schöne Beispiele dafür bieten, wie durch Vererbung und Tradition hochbegabte Familien eine Reihe von Geschlechtern hindurch blühen und ihrem Volke hervorragende Philosophen, Astronomen, Mathematiker, Ärzte und Geschichtsschreiber schenken. Tābit's Enkel Ibrāhīm wurde nach Ibn Abī Uṣaibi'a im Jahre 296 d. H., d. i. 908-909 n. Chr. geboren und starb schon am 16. August 946, ziemlich genau ein Jahrtausend, bevor ich dies niederschreibe, an einer Lebergeschwulst. Seine Schriften, von denen uns glücklicherweise Wertvolles erhalten ist und besonders in Bankipore neuerdings Verschiedenes ans Licht kam, befassen sich mit Geometrie und Astronomie und knüpfen dabei meist an die unvergänglichen griechischen Werke über diese Gegenstände an. Mit Apollonius hat er sich besonders beschäftigt. Im Druck veröffentlicht wurde bisher nur seine Parabelquadratur, und zwar durch eine gut erläuterte Übersetzung von Suter⁽¹⁾. Uns soll hier seine *Schrift über die Schatteninstrumente* (*kitāb fī ālāt al-aẓlāl*) beschäftigen⁽²⁾.

Die einzige uns erhaltene Handschrift (Aya Sofya 4832, 15. 66 b-75 b) ist leider unvollständig und umfasst von den drei Büchern des Werkes nur das erste und den Anfang des zweiten. Aber auch dieser Torso enthält genug des Anziehenden. Die Schrift ist, wie der Verfasser im Vorwort selbst ausführt, die verbesserte und erweiterte Fassung eines Werkes, das er schon in sehr jugendlichem Alter verfasste. Die Biographen berichten, es sei in seinem 16. oder 17. Lebensjahr gewesen. Ohne eingehendes Studium der Schriften seiner Vorgänger, deren Leistungen er vom Hören kannte, berichtet Ibrāhīm, habe er damals die erste Fassung seines Werkes niedergeschrieben.

(¹) *Vierteljahrsschrift d. naturforsch. Ges. Zürich* 63, 1918, S. 214-228. — In Hyderabad erschienen 1943-47 die Textausgaben von 6 Schriften des Ibrāhīm b. Sinān. S. *Catalogue of the Arabic Publications of the Dairat-ul-Maarif-il-Osmanīa*. Hyderabad 1948, S. 19-20.

(²) Vgl. P. Luckey, *Die Schrift des Ibrāhīm b. Sinān b. Tābit über die Schatteninstrumente*. Als Dissertation in 6 maschinenschriftlich vervielfältigten Stücken 1944 der Philosophischen Fakultät der Universität Tübingen überreicht. Die Arbeit besteht aus 85 Seiten Übersetzung, 114 Seiten Einleitung und Erläuterungen und 37 Figurentafeln. Eine Ausgabe des arabischen Textes ist vorbereitet.

Wie weit er bei der Umarbeitung von den Errungenschaften der älteren Gnomoniker Kenntnis nahm, erfahren wir nicht genau. Ein Anzeichen dafür, dass er im Ausstrahlungsbereich der hellenistischen Gnomonik steht, ist seine Bemerkung, er setze ebenso wie Diodor und andere in ihren Schriften über die Instrumente die Gnomonspitze als Mittelpunkt der Kugel an, ebenso der Umstand, dass er an einer Stelle seiner Schrift Alexandrien beispielsweise als Ort für eine zu entwerfende Uhr nennt.

Das erste Buch behandelt die ebenen Sonnenuhren, das zweite in 17 Abschnitten, deren Überschriften uns erhalten sind, eine Anzahl Fragen, die mit den ebenen Sonnenuhren zusammenhängen, und Aufgaben, zu deren Lösung diese Instrumente sich einrichten lassen. Auch kugel- und kegelförmige Uhren werden hier behandelt. Nach den Andeutungen der Einleitung brachte das dritte Buch weitere Ausführungen über nicht-ebene Uhren. Fast alles, was er im zweiten und dritten Buch darbot, glaubte er neu, oder wenigstens unabhängig von den Leistungen etwaiger Vorgänger, deren Werke er wenig und nur vom Hörensagen kannte, gefunden zu haben.

Ibrāhīm schlägt in der Gnomonik neue Töne an. In frischem Angriffsgeist tadelt er an seinen Vorgängern, sie hätten die einzelnen Sonnenuhren, Horizontaluhr, Mittagsuhr, Ostwestuhr usw. isoliert und ohne organischen Zusammenhang behandelt, während er die Behandlung aller Uhren unter ein einheitliches Prinzip bringe. Ferner wirft er den bisherigen Gnomonikern vor, sie hätten ihre Lehren und Vorschriften — von einigen ganz leichten Gegenständen abgesehen — ohne Beweise dargeboten.

Der erste Vorwurf mag auf die Mehrheit von Ibrāhīm's Vorgängern zutreffen. Ungerecht erscheint er aber gegenüber Ibrāhīm's Grossvater Tābit b. Qurra. Denn dieser zeigt nicht nur, wie wir oben erwähnten, dass man die eine Uhr aus der anderen durch eine Transformation der sphärischen Koordinaten ableiten kann, sondern wir finden auch an einer Stelle seiner Schrift über die Ruchamen (Handschriftseiten 48-50 oben) gerade den Gedanken als Prinzip einer systematischen Behandlung aller ebenen Sonnenuhren ausgesprochen, den Ibrāhīm für sich in Anspruch nimmt: Eine Sonnenuhr, deren Ebene zum System unseres Horizonts eine beliebige Stellung hat, ist Horizontaluhr für einen gewissen anderen Ort der Erde. Man kann sie also wie eine Horizontaluhr berechnen. Die Linien, die das Ende des Gnomonschattens durchläuft, sind für unseren Ort dieselben wie für jenen. Nur die Stundenpunkte sind auf die tempo-

ralen Stunden unseres Ortes umzurechnen. Bei Tābit aber wird das auf diesem Gedanken beruhende Berechnungsverfahren aller Sonnenuhren nur skizziert und nicht rechnerisch durchgeführt. Denn Tābit sagt, das von ihm befolgte Verfahren der Ableitung aller Uhren durch Transformation aus den drei Hauptuhren sei leichter und näherliegend (Handschriftseite 50 oben).

Sollen wir nun Ibrāhīm für so charakterlos und dumm halten, dass er das in einem Werke seines Grossvaters ausgesprochene Prinzip als eigene Erfindung ausgibt? In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass er die gnomonischen Schriften seines Grossvaters nicht erwähnt, — er betont ja, er habe die Leistungen anderer auf diesem Gebiet zumeist durch Hören kennengelernt — während er in seiner Schrift über die Parabelquadratur gewissenhaft angibt: "Schon mein Grossvater, Tābit b. Qurra, hat eine Schrift über diesen Gegenstand verfasst, ebenso al-Māhānī". Der Grossvater Tābit war acht Jahre vor Ibrāhīm's Geburt gestorben. Über seine Bücher und Dusture (Handexemplare) wusste Ibrāhīm's älterer Bruder Tābit b. Sinān Auskunft zu geben (Ibn al-Qiṣṭī ed. Lippert 120, 11), und wir können mit Chwolsohn ⁽¹⁾ (I, S. 605) vermuten, dass dieser Enkel den literarischen Nachlass Tābit b. Qurra's verwaltete. Daraus folgt nicht, dass er seinem jüngeren Bruder Ibrāhīm Einblick in des Grossvaters Schrift über die Ruchamen gab. Die uns vorliegende Fassung dieser Schrift wurde, wie aus ihrem Kolophon hervorgeht (Handschriftseite 89), erst im Jahre 981 n. Chr., fast 35 Jahre nach Ibrāhīm's Tode, hergestellt, und zwar vom Schwiegervater der Schwester des Ibrāhīm und des Tābit b. Sinān. Dies war Ibrāhīm b. Hilāl b. Ibrāhīm b. Zahrūn, also der Enkel des Stammvaters jener anderen geistig hervorragenden Sabierfamilie. Er, der gepriesene Verfasser der "Sendschreiben", der eine politische Rolle spielte, war nach Ibn al-Qiṣṭī auch ein guter Geometer und Astronom. Wenn uns auch in dem genannten Kolophon versichert wird, dass die Fassung der Schrift über die Ruchamen mit dem Dustur Tābit b. Qurra's übereinstimmt, so erscheint es mir bei den literarischen Gepflogenheiten jener Zeit doch als möglich, dass die Bemerkung der Handschriftenseiten 48-50 über die andere Ableitbarkeit aller Ruchamen eine Hinzufügung, etwa des sachkundigen Herausgebers, ist, zumal man in der Bemerkung oben auf der Handschriftseite 50 eine leichte

(1) D. Chwolsohn, *Die Sabier und der Sabismus*. I. II. Petersburg 1856.

polemische Spitze gegen unseren Ibrāhīm b. Sinān b. Ṭābit sehen kann. Heutzutage wäre eine solche Bemerkung als Fussnote des Herausgebers erschienen.

Nun zum anderen Vorwurf des Ibrāhīm, die Gnomoniker hätten ihre Vorschriften ohne Beweise gegeben. Dieser Tadel wäre in der älteren Zeit, als man die gesuchten Grössen konstruierte, kaum berechtigt gewesen, solange die Konstruktionen noch in unmittelbarer Beziehung zu der ursprünglichen räumlichen Konfiguration standen, für deren Richtigkeit man sich auf die Anschauung berufen konnte. Als dann aber die darstellende Geometrie immer mehr in graphisches Rechnen überging und der Zusammenhang mit der Stereometrie verloren ging, und als weiter statt graphischer Rechnungen numerische Rechnungen vorgenommen wurden, für die zur Lösung jeder Aufgabe knappe, formelartige Vorschriften entstanden, wie bei Ṭābit und al-Battānī, ist Ibrāhīm's Ruf nach Beweisen verständlich.

Er bringt solche Beweise, und anziehend ist, dass er die Beweise der Richtigkeit seiner gnomonischen Berechnungen nicht mehr durch Zurückgehen auf die direkte konstruktive Erzeugung der gesuchten Sehnen und Bögen erbringt, sondern sich derjenigen sphärischen Rechenkunst bedient, mit der Ptolemäus im *Almagest* gesuchte Bögen sphärischer Figuren aus gegebenen berechnet. Diese Rechenkunst können wir nicht eigentlich als Kugeldreiecksrechnung (sphärische Trigonometrie) bezeichnen, denn nicht Formeln mit den Funktionen von Seiten und Winkeln sphärischer Dreiecke werden benutzt, sondern eine Formel mit den Sehnen von Bögen des vollständigen sphärischen Vierseits, der Satz des Menelaos, den die islamischen Mathematiker "Schneidefigur" oder "Schneidelehrsatz" (*ṣakl al-qaffā*, *aṣ-ṣakl al-qaffā*) nannten. Mit diesem schweren Geschütz bezwingt Ibrāhīm alle für die Konstruktion seiner ebenen Sonnenuhren erforderlichen sphärischen Rechnungen und erweist sich hierin griechischer als sein Meister und Vorbild Ptolemäus, der zwar in seiner grossen Syntaxis mit dem Menelaosatz arbeitet, dagegen bei den gnomonischen Aufgaben im *Analemma* der ursprünglicheren und für den Zweck geschmeidigeren direkten Methode seiner Vorgänger treu bleibt. Ibrāhīm scheint mit seinen Beweisen keinen Anklang gefunden zu haben. Spätere Autoren, wie Ibn al-Haiṭam, Ibn Yūnus und al-Marrākusī, erbringen gewöhnlich keine Beweise, jedenfalls nicht solche mit Hilfe des Satzes von Menelaos.

Ohne hier auf Ibrāhīm's Berechnung der einzelnen Sonnenuhren einzugehen, hebe ich hervor, dass er unter anderen Uhren die Aqua-

torealuhr behandelt, deren Ebene dem Himmelsäquator, und deren Schattenstab der Weltachse parallel ist. Diese einfachste Sonnenuhr war dem Altertum bekannt. Das Britische Museum bewahrt unter Nr. 2546 eine rechteckige Marmorplatte mit oberer und unterer Äquatorealuhr. In der islamischen Gnomonik ist sie meines Wissens vor Ibrāhīm nicht nachgewiesen. Der zur Weltachse parallele Schattenstab ist als wesentliches Merkmal der sogenannten abendländischen Sonnenuhr besonders bedeutsam. Erst in der spätarabischen Gnomonik entdeckten Schoy und Drecker die Berechnung von Uhren mit dieser Gnomonrichtung (¹). Gewiss kommt als weiteres Kennzeichen dieser abendländischen Uhr hinzu, dass sie gleiche Stunden anzeigt, aber die Eintragung der Linien gleicher Stunden in die Äquatorealuhr musste zwangsläufig erfolgen, als diese dem Astronomen geläufigen Zeiteinheiten im bürgerlichen Leben an die Stelle der ungleichen antiken Stunden traten. Die zum Äquator parallele Uherebene durch eine solche beliebiger anderer Stellung unter Beibehaltung der Weltachsenrichtung des Gnomons zu ersetzen, was eine für die islamischen Gnomoniker lösbare geometrische Aufgabe.

Ibrāhīm gibt auch Vorschriften für die technische Herstellung und Aufstellung ebener Sonnenuhren. Die Platten sollen aus *isfidāg* gegossen werden. Man pflegt dieses Wort mit "Bleiweiss" zu übersetzen. Ich möchte an Gips denken.

In dem uns noch erhaltenen Anfang des zweiten Buches schneidet Ibrāhīm eine interessante theoretische Frage an. Auf der gewöhnlichen sphärischen Sonnenuhr erhält man die mit 0, 1, ..., 5, 6 zu beziffernden Punkte der vollen antiken Stunden eines Tages, indem man das auf ihr durch Zentralprojektion vom Mittelpunkt aus gewonnene verkleinerte Abbild des betreffenden Tagbogens der Sonne in 6 gleiche Teile teilt. Die Stundenlinien aber erhält man, indem man die mit derselben Tagesstunde bezifferten Stundenpunkte der verschiedenen Tagbögen des Jahres miteinander verbindet. Die so punktweise konstruierten Stundenlinien sind auf den in Betracht kommenden Teilen zwischen den Wendungen praktisch nicht von Grosskreisbögen zu unterscheiden. Sind sie Grosskreisbögen? Für die ebenen Uhren, die ja gnomonische Projektionen der sphärischen Uhr sind, lautet diese Frage: Sind die Stundenlinien gerade Linien? Ibrāhīm wirft seinen Vorgängern vor, die Stundenlinien der ebenen

(¹) Vgl. die oben S. 492, Anm. 4 angeführte Arbeit von Garbers, S. 8-11.

Uhren fälschlich als Geraden angesehen zu haben, und er tritt einen mühseligen geometrischen Beweis dafür an, dass sie keine Geraden sind. Der letzte Teil des Beweises fehlt in unserer verstümmelten Handschrift, lässt sich aber so ergänzen, dass die behauptete Krümmlichkeit erwiesen wird.

Das Problem der Natur der Stundenlinien hat eine lange Geschichte, die bis in die Neuzeit reicht. Ibrāhīm tadelt seine Vorgänger zu Unrecht. Ptolemäus berechnet im Analemma die Stundenpunkte für alle 7 Parallelkreise der Anfänge der Tierkreiszeichen. Schon hier kann man vermuten, dass der Verfasser sich der Krümmlichkeit der Stundenlinien bewusst war. Auf jeden Fall scheint Ibrāhīm's Grossvater Ṭābit die Krümmlichkeit zu kennen, denn er empfiehlt, die Stundenpunkte nicht nur für die Sonnenwenden, sondern auch für die Parallelkreise der Anfänge der übrigen Tierkreiszeichen zu berechnen, "sodass die Stundenlinien richtiger hinkommen, die nicht geradlinig sind" (Textseite 8). Auch aus anderen Stellen der Schrift des Ṭābit über die Ruchamen schliessen wir mit Garbers (S. 7), dass ihr Verfasser von der Krümmlichkeit der Linien der temporalen Stunden überzeugt war. Angesichts der Verhältnisse Ibrāhīm's stehen wir hier vor einem ähnlichen Problem der literargeschichtlichen Beziehung des Enkels zum Grossvater, wie bei der Frage der Ableitung aller ebenen Uhren als Horizontaluhren.

Ibn al-Haiṭam sagt in der Einleitung seiner Schrift *Über die horizontalen Ruchamen* (vgl. oben S. 501), dass die alten Gnomoniker die Krümmlichkeit der Stundenlinien der ebenen Uhren vermuteten. Derselbe Gelehrte knüpft in seiner Schrift *Über die Stundenlinien* an Ibrāhīm an ⁽¹⁾. Von diesem Werk, das ich leider noch nicht einsehen konnte, kann man ebenfalls einen Beweis der Krümmlichkeit der Stundenlinien und vielleicht auch weitere Aufschlüsse zur Geschichte dieser Frage erhoffen. Jedenfalls wird dem Ibrāhīm wohl der Ruhm bleiben, den ältesten uns bekannten Beweis für die Krümmlichkeit erbracht zu haben. Die spätere Geschichte des Problems zeigt, wie leicht auch kluge Menschen bei einer Frage irren, in der sorgfältige Zeichnungen trügen können, und nur der Verstand rettet. Commandinus gab infolge mangelnder Raumschauung einen Scheinbeweis für die Geradlinigkeit, an den fast alle älteren abendländischen Gnomoniker glaubten, und trotzdem später Clavius die Krümmli-

(1) Vgl. das oben (S. 492) erwähnte Handschriftenverzeichnis von Krause, S. 476. — S. auch Ibn Abī Ūṣaibi'a II, S. 94.

nigkeit nachwies, ging nach ihm lange Zeit kaum jemand daran, seinen elementaren aber nicht sehr glücklichen Beweis zu verbessern. Ja. noch ein so aufs Kritisieren eingestellter Geist wie Delambre konnte 1817 wieder die Geradlinigkeit behaupten, um dann allerdings bald darauf zur endgültigen Klärung der Frage beizutragen.

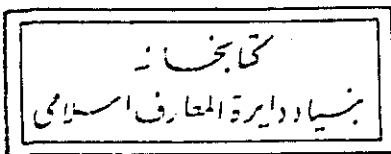
Das, was hier über die ältere islamische Gnomonik ausgeführt wurde, ist zugleich ein Beitrag zur älteren Geschichte der sphärischen Rechnungen. Auf keine jener älteren Berechnungsmethoden passt der Name 'Kugeldreiecksrechnung'. Man arbeitete nicht mit Formeln für Beziehungen zwischen Seiten und Winkeln von Kugeldreiecken, sondern entweder nach der alten, darstellend-geometrischen Konstruktionsmethode, die zu graphischen Methoden und formelhaften Rechenvorschriften führte, oder, wie Ibrāhīm nach dem Vorbild des Almagest, mit dem Satz des Menelaos. Die früher von dieser oder jener Seite vorgebrachte Meinung, ein Mann wie al-Battānī habe den sphärischen Cosinussatz oder wenigstens den Sinussatz besessen, geht fehl. Er hat überhaupt nicht mit sphärischen Dreiecken gerechnet.

Der Ruhm, die eigentliche Kugeldreiecksrechnung erfunden zu haben, gebührt erst Männern wie Abul-Wafā', Abū Naṣr und al-Ḥuḡandī, die um das Jahr 1000 lebten. Durch Übersetzung und Erläuterung eines Lehrbriefs, den Abū Naṣr auf Anregung seines Schülers al-Bīrūnī schrieb ⁽¹⁾, habe ich Material zum Beweise dafür beigebracht, dass als erster Begründer der eigentlichen Kugeldreiecksrechnung und als Entdecker des sphärischen Sinussatzes Abul-Wafā' al-Būzāḡānī anzusehen ist ⁽²⁾.

(Fortsetzung folgt)

⁽¹⁾ Bankipore, Katalogband 22, S. 72, Nr. 2468, 18 (fol. 100 b-103 a).

⁽²⁾ P. Luckey, *Zur Entstehung der Kugeldreiecksrechnung. Deutsche Mathematik* 5, 1941, S. 405-446.



ASTROLABIUM ARABSKIE Z IX WIEKU ZE ZBIORÓW
BIBLIOTEKI JAGIELLOŃSKIEJ

Na wystawie zorganizowanej w Krakowie z okazji uroczystego obchodu rocznicy Kopernikowskiej znalazło się też astrolabium arabskie z napisami kufickimi i łacińskimi, sporządzone w Kordobie w r. 1054. Ekspонат ten świadczy najdobitniej o związkach kultury i nauki Wschodu i Zachodu oraz stanowi dalsze uzupełnienie do tych wzmianek o astronomach arabskich, jakich nie brak w wiekopomnym dziele Kopernika *O obrotach sfer niebieskich*. Może to właśnie na tym przyrządzie astronomicznym pobierał młody Kopernik naukę we Wszechnicy Jagiellońskiej? Należy więc bliżej się przyjrzeć temu zabytkowi sprzed (dokładnie!) 900 lat i opisać choćby pokrótce ten najstarszy przyrząd astronomiczny ze zbiorów polskich*.

*

Pierwszą wzmiankę o astrolabium arabskim w dawnym obserwatorium astronomicznym w Krakowie podał Fr. Karliński w r. 1864 w monografii poświęconej dziejom tego zakładu naukowego. Lecz już w 30 lat potem wiadomości te musiał prostować badacz dziejów astronomii w Polsce, Ludwik Birkenmajer. W rozprawie o Marcinie Bylicy z Olkusa, astronomie z XV w., parę stron druku poświęcił także astrolabium „z napisami arabskimi”, które prawdopodobnie — jak podał — stanowiło niegdyś własność tegoż Marcina Bylicy¹.

Z podanych szczegółów wynika, że niezrozumiałe podówczas w Polsce (nie było orientalistów w Polsce w XIX w.!) napisy arabskie astrolabium wysłano do odczytania profesorom Kämpfowi w Pradze i Dieterici w Berlinie, którzy wspólnie doszli do wniosku, że astrolabium to sporządzono w Kordobie w r. 446 hidżry, czyli w r. 1054 n. e. Innymi szczegółami, dotyczącymi samego astrolabium, napisów, układu itd., i tym razem nie podano. Taki stan rzeczy trwał właściwie niemal do dnia dzisiejszego, mimo że tymczasem doczekaliśmy się własnej orientalistyki.

* W sprawozdaniach, które ukazały się w druku z tej wystawy, astrolabium to wymienione jest wśród czterech „bezcennych i rzadkich eksponatów”: 1) globus niebieski z mapą konstelacji i planisferycznym astrolabium, 2) terquetum — przyrząd średniowieczny do mierzenia współrzędnych niebieskich, 3) astrolabium planisferyczne z r. 1486, 4) astrolabium planisferyczne arabskie z r. 1054 — najstarszy przyrząd astronomiczny w Polsce. Por. H. Csorba, *Wystawy kopernikowskie*, „Nauka Polska”, I, nr 3, PAN, Warszawa 1953, s. 152.

¹ L. Birkenmajer, *Marcin Bylica z Olkusa oraz narzędzia astronomiczne, które zapisał Uniwersytetowi Jagiellońskiemu w r. 1493*, „Rozprawy Akademii Umiejętności, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy” t. V, seria II, Kraków 1893, str. 99—101.

Dzięki uprzejmości dra Tadeusza Krzepakowskiego otrzymałem doskonałe odbitki fotograficzne tego zabytku, co pozwala mi na bliższe zajęcie się tym astrolabium.

I

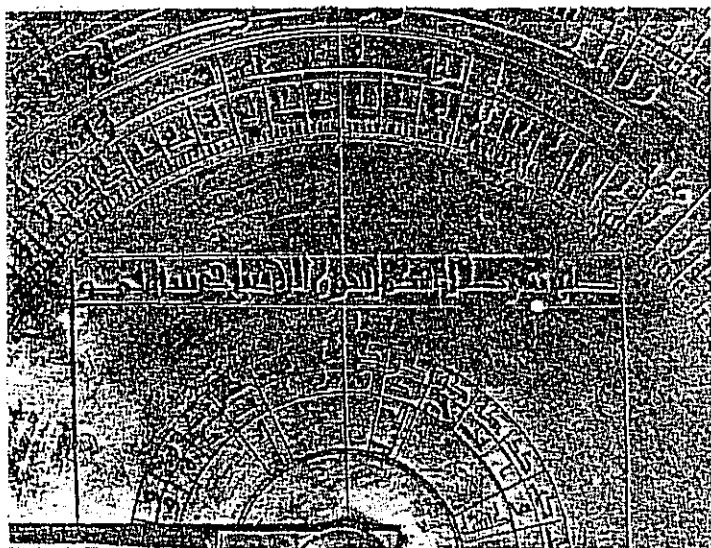
O astrolabiach arabskich doskonale informuje artykuł świetnego znawcy nauki astronomicznej i w ogóle matematycznej u Arabów, prof. C. Nallino, w *Encyklopedii Islamu* pod hasłem *asṭurlāb*, tak bowiem z greckiego ἀστρολάβος nazywali Arabowie przyrząd astronomiczny². Najbardziej rozpowszechniony na wschodzie typ astrolabium — to astrolabium planisferyczne, po arabsku tzw. *saḥīḥ* lub *muṣaṭṭaḥ* najczęściej nazywane *ḍū al-ṣafā'ih* „instrument płaszczyzn”. Stąd też i astrolabium było nazwane od nazw tych płaskich dysków *ṣafā'ih*, w liczbie pojedynczej *ṣafiha*. Astrolabium krakowskie jest właśnie arabskim astrolabium planisferycznym, taką *saḥīḥ* arabską. Ma kształt okrągły o średnicy blisko 20 cm (zwykły to wymiar dla tego rodzaju przyrządów) i składa się z pięciu ruchomych tablic czy raczej tarcz, „pokrytych obustronnie rysunkami rzutów kół astronomicznych” (L. Birkenmajer).

Mniejsze koło, widoczne na zdjęciu, podobizny astrolabium zawiera nazwy 12 znaków zwierzyńcowych w języku arabskim z obocznymi nazwami łacińskimi znaków Zodiaku. I tak czytamy od góry posuwając się w kierunku przeciwnym niż ruch wskazówki zegarka:

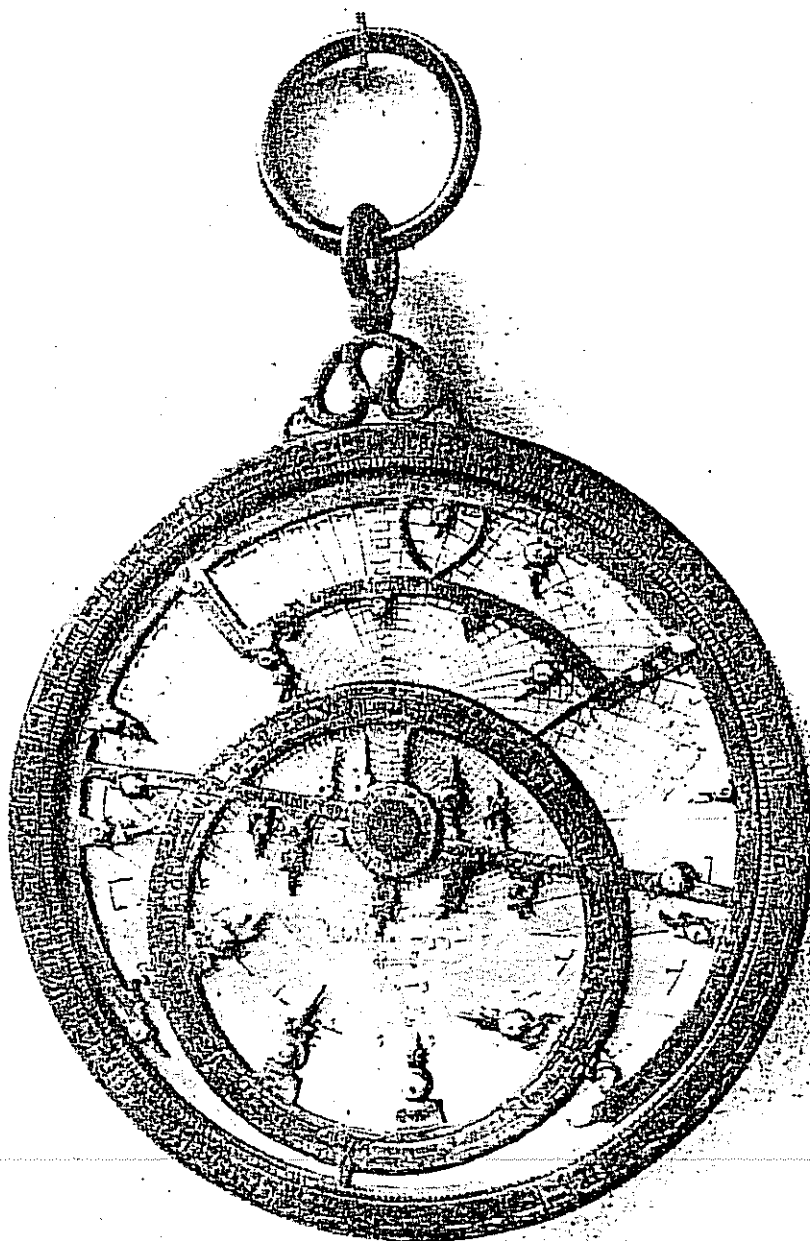
الحمل	<i>al-ḥamal</i>	Baran
الثور	<i>al-ṭawr</i>	Byk
الجوزا	<i>al-dżawzā</i>	Bliźnięta
السرطان	<i>al-saraṭān</i>	Rak
الاسد	<i>al-asad</i>	Lew
السنبلة	<i>al-sunbula</i>	Panna
الميزن	<i>al-mizān</i>	Waga
العقرب	<i>al-'aḳrab</i>	Skorpion
القوس	<i>al-ḳaws</i>	Strzelec
الجدي	<i>al-dżadī</i>	Koziorożec
الدلو	<i>al-dalw</i>	Wodnik
الحوت	<i>al-ḥūt</i>	Ryby

² C. A. Nallino, *Asṭurlāb*, *Encyclopédie de l'Islām* t. I, Leyde 1913, str. 508—510.

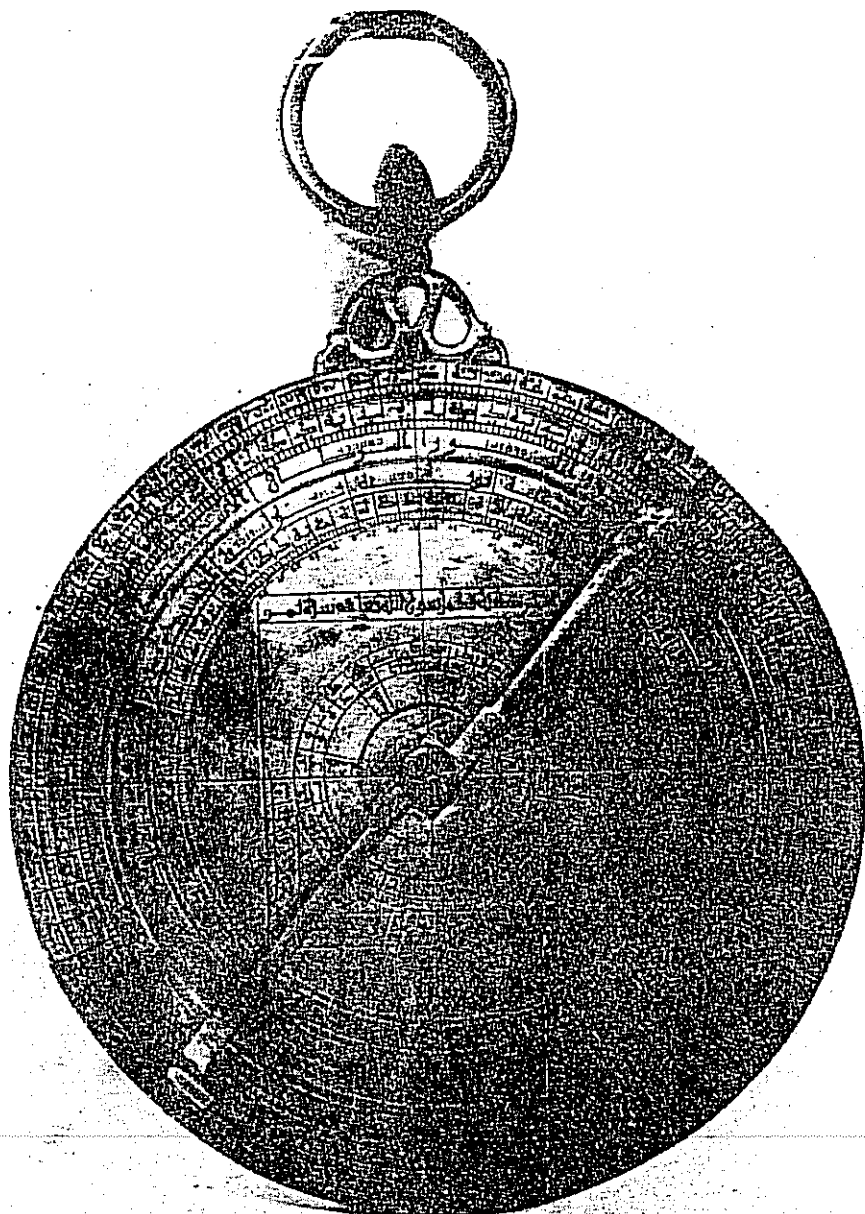
Tabl. I



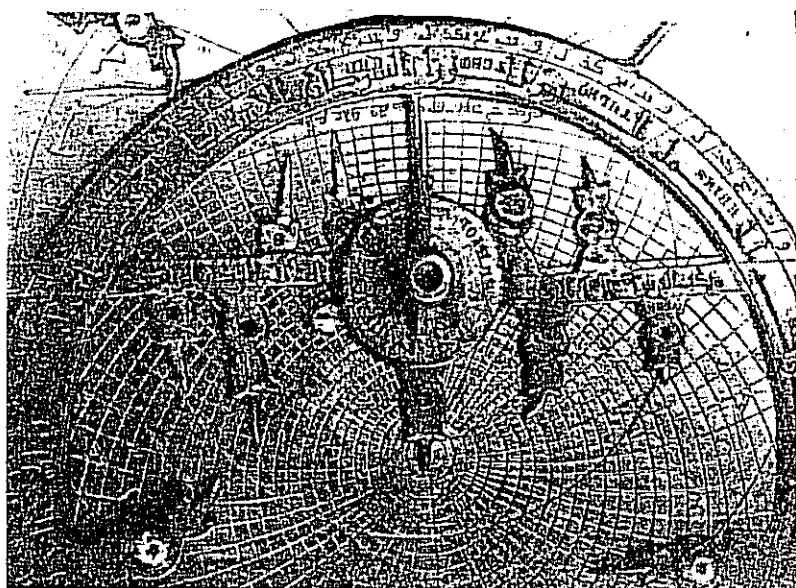
„Szczegół z arabskiego astrolabium planisferycznego. Napis z datą i miejscem sporządzenia astrolabium: Kordoba, r. 446 hidżry (r. 1054 n.e.)



Arabskie astrolabium planisferyczne z r. 1054. Strona przednia — wadż al asturlāb. (Ze zbiorów Biblioteki Jagiellońskiej)



Arabskie astrolabium planisferyczne z r. 1054. Strona tylna — zuhr al-asturlāb
(Ze zbiorów Biblioteki Jagiellońskiej)



Szczegół z arabskiego astrolabium planisferycznego. Znaki zwierzyńcowe (zodiaku)

Ta przednia strona astrolabium, nazywana po arabsku *وجه الأسطرلاب* *waǧh al-aṣṭurlāb*, czyli „twarz (a więc przednią płaszczyzną) astrolabium”, na obwodzie dużego koła oraz poprzecznych liniach z licznie rozgałęzionymi wskazówkami zawiera arabskie oraz czasami także łacińskie nazwy gwiazd i konstelacji.

Na obwodzie największego koła posuwając się od dołu w kierunku wstecznym do ruchu wskazówki zegarowej figurują nazwy:

ذنب قيطوس	<i>ḍanab kiṭūs</i>	Ceti (północ) („Ogon wieloryba”)
بطن قيطوس	<i>baṭn kiṭūs</i>	Ceti („Kadłub wieloryba”)
رجل الجوزا	<i>riǧl al-dżawzā</i>	Orionis (Orion)
جناح الغراب	<i>dżanāḥ al-ǧurāb</i>	Corvi

Na górnej poprzeczce występują dalsze nazwy:

قلب الأسد	<i>ḳalb al-asad</i>	Leonis
الشعرا لغميصا	<i>al-szu'arā al-ǧamiṣā</i>	Canis minoris
منكب الجوزا	<i>mankib al-dżawzā</i>	Orionis

Na środkowej poprzeczce widnieją znów nazwy: (z prawej ku lewej)

منكب الفرس	<i>mankib al-fars</i>	Pegasi
راس الغول	<i>ra's al-ǧūl</i>	Persei („Głowa demona”) ^{2a}
الردف	<i>al-radf</i>	Cygni
الركبة	<i>al-rakba</i>	Ursae majoris
الفكّة	<i>al-fakka</i>	Coronae
الرامح	<i>al-rāmaḥ</i>	Bootis

Zewnętrzna tarcza na obwodzie strony przedniej *safiḥy* podzielona jest na 72 kratki z podziałką pięciokreskową; w ten sposób obwód podzielony jest właściwie na 360 stopni. Poszczególne kratki zaznaczone są literami arabskimi.

^{2a} Ten sam wyraz arabski *al-ǧūl* „Demon” dał terminologii astronomicznej europejskiej nazwę *Algol*. Jak wiadomo, wiele gwiazd i konstelacji w średniowieczu (a stan ten przetrwał niemal do najnowszych czasów) określano nazwami arabskimi, np. *Deneb* (ar. *ḍanab* — „ogon”), *Beteigeuze* (ar. *bāṭ al-dżawzā*, por. wyżej), *Wega* (ar. *al-wāḳi*), *Aldebaran* (ar. *al-dabarān*) itd. Por. dokładnie o zapożyczeniach arabskich w dziedzinie terminologii astronomicznej niemieckiej (i w ogóle europejskiej) E. Littmann, *Morgenländische Wörter im Deutschen*, Tübingen 1934, str. 78.

oddającymi liczby, oraz znakami cyfrowymi europejskimi (tzw. arabskimi), a więc:

شس — — — ل كه ك يه ي
5, 10, 15, 20, 25, 30 itd. aż do 360.

Na właściwej dolnej płaszczyźnie *safihy* pod sierycznymi kołami widnieje z prawej strony napis: arabski:

المغرب	<i>al-mağrīb</i>	„Zachód” oraz z lewej strony:
المشرق	<i>al-maszarīq</i>	„Wschód”.

Poniżej, w środkowej części mniejszego obwodu, umieszczono napis określający szerokość geograficzną miejscowości Toledo oraz długość dnia w okresie zrównania dnia z nocą dla tejże miejscowości.

لعرض م ساعاته يدند — طليطله و شارات

li-'arḍ mīm sā'ātuḥu jā-dāl nūn-dāl Ṭulajṭula wa-Szūrāt

„Szerokość 40°, godzin (dnia) 14^h 54' (dla) Toledo oraz (gór) Szarat (las Sierras)”³.

II

Strona odwrotna astrolabium nazywa się po arabsku *ظهر الاسطرلاب*, czyli „grzbietem astrolabium”. Strona ta przedstawia pięć kół koncentrycznych z napisami lub znakami arabskimi, z kwadratem pośrodku, do którego znów wpisano mniejsze koło.

Pierwsze koło, biegnące wzdłuż obwodu odwrotnej strony *safihy*, podzielone jest, podobnie jak na przedniej stronie, na 72 podziałki z pięcioma kreseczkami każda. Całe koło podzielone jest na cztery kwadranty po 90 stopni każdy. W ten sposób znaki arabskie i cyfry europejskie znaczą tę podziałkę od 5 do 90, a więc:

ن، مه، م، ل، كه، ك، يه، ي، د
5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, etc.

Drugie koło ma również podziałkę na 72 kratki, przy czym 12 razy powtarza się podział na 30 stopni od 5 do 30.

Trzecie koło zawiera nazwy arabskie oraz łacińskie znanych już nam znaków Zodiaku. Dokładnie podaliśmy te nazwy przy omówieniu strony poprzedniej.

Następne, czwarte koło zasługuje na szczególną uwagę, zawiera bowiem nazwy łacińsko-europejskie miesiący pisane literami arabskimi obok nazw w pisowni łacińskiej (bardzo niedokładnej). Słownik arabski *D o z y'ego, Supplément aux dictionnaires arabes* (I—II, Leyde 1881) na podstawie materiałów

³ Napis mało czytelny na fotografii. Toledo zwykle się umieszcza w strefie *asz-Szārāt*, Las Sierras por. *Encyclopédie de l'Islām*, artykuł *Toledé*, t. IV, str. 852 oraz art. *al-Shārāt*, t. IV, str. 330—331. Nad napisem arabskim widnieje łac. TOR-

TOSA, ale grafia ar. *طرطوش* jest wykluczona.

andaluzyjsko-arabskich zna wprowadzić te nazwy miesięcy, choć nie wszystkie, ale ze względu na odmianki fonetyczne i graficzne warto tu przytoczyć całość. Nasze astrolabium podaje następujące nazwy (w nawiasach formy łacińskie wyryte na astrolabium).

ينير	<i>janajar</i>	(Dozy: <i>jannajr</i>) styczeń (łac. tekst GINER)
فبرير	<i>fibrajr</i>	(Dozy: także <i>fibrajr</i>) luty (łac. FEBER)
مارس	<i>mārs</i>	marzec
ابريل	<i>abrīl</i>	(Dozy: <i>ibrīl</i>) kwiecień
مايه	<i>mājuh</i>	(Dozy: <i>maju</i>) maj (łac. tekst: MAG)
يونيه	<i>jūnjuh</i>	czerwiec (łac. GVN)
يوليه	<i>jūljuh</i>	lipiec (łac. IOLIOL)
اغست	<i>agust</i>	(b r a k u Dozy'ego) sierpień (łac. AGOST)
شتبر	<i>szutanbar</i>	wrzesień (łac. SETEMBRE)
اكتوبر	<i>uktūbar</i>	październik (łac. UTUBRE)
نوفبر	<i>nūwanbar</i>	listopad
دكبر	<i>dakanbar</i>	(b r a k u Dozy'ego) grudzień ⁴ .

Pod tymi nazwami miesięcy następuje piąte koło z podziałką dostosowaną ściśle do miesięcy. I tak dla miesięcy: styczeń, marzec, maj, lipiec, sierpień, październik i grudzień podziałka wynosi od 5 do 31:

لا ، ك ، ك ، يه ، ي ، م
5 , 10 , 15 , 20 , 25 , 31

Dla miesięcy: kwiecień, czerwiec, wrzesień i listopad podziałka wynosi analogicznie od 5 do 30, zaś dla lutego podziałka zmienia się od 5 do 28^ك.

We wspomnianym już przez nas kwadracie wpisana jest wreszcie data i miejsce sporządzenia tego astrolabium. Już właściwie dane dotyczące położenia geograficznego Toledo, wysunięte na czoło wśród wiadomości zawartych na przedniej stronie *safihy*, wskazywać by mogło na pochodzenie andaluzyjskie astrolabium. Przemawiają zresztą za tym także inne szczegóły pisowni i grafii. Ale niezbitego dowodu dostarcza nam wspomniany napis:

طبع بقرطبه فكمّل بعون الله تعالى في سنة تمّو
pubi'a bi-Kurṭuba fa-kamula bi'awn Allāhi ta'ālā fī sanmati tā-nīm-wāw

⁴ Podana transkrypcja jest tylko w przybliżeniu dokładna. Brak znaków samogłoskowych (wokalizacja) nie pozwala na dokładniejsze oddanie wymowy.

„(Astrolabium) zostało wybite w Kordobie a ukończone z pomocą Allaha — on jest wywyższony — w roku 446 (hidżry)“, czyli w roku 1054 n.e. (r. 446 zaczął się 12.IV.1054, a trwał do 1.IV.1055).

Ta ścisła wiadomość o dacie i miejscu sporządzenia astrolabium wyjaśnia nam cechy zewnętrzne tego przyrządu: pismo jest rodzajem pisma arabskiego, tzw. kufickiego, ale zachodniego (uwzględnia ono znaki diakrytyczne). Astrolabium pochodzi więc z Hiszpanii za panowania arabskiego, gdzie też musiały być sporządzone napisy bądź cyfry na sposób europejski znakami łacińskimi lub cyframi arabskimi (w tekście arabskim cyfry zastąpiono literami arabskimi). Bilingualny charakter Andaluzji arabskiej w średniowieczu jest dobrze znany. Przecież słynny Alvaro z Kordoby już w IX w. gorzko narzeka na swych pobratymców i współwyznawców chrześcijan hiszpańskich, że ci wolą księgi arabskie od utworów łacińskich⁵.

Arabista hiszpański J. Ribera y Tarrago stwierdził dobitnie w swych dziełach, że w Hiszpanii muzułmańskiej rozpowszechnione były obocznie dwa języki: klasyczny arabski oraz łaciński⁶.

Bardzo podobny egzemplarz astrolabium arabskiego, pochodzenia hiszpańsko-muzułmańskiego, posiadała dawniej (obecny los nie znany autorowi) Biblioteka Berlińska. Astrolabium to zostało sporządzone w Toledo w r. 420 hidżry, czyli w r. 1029 n. e. Jest to więc przyrząd zaledwie o 25 lat starszy od astrolabium Biblioteki Jagiellońskiej. Astrolabium berlińskie zostało opisane przez niemieckiego uczonego Woepcke w rozprawie w zbiorze Berlińskiej Akademii Nauk, pt. *Über ein in der Königl. Bibliothek zu Berlin befindliches arabisches Astrolabium* w r. 1858⁷.

W rozprawce tej podano też zasady astronomiczno-matematyczne działania tego przyrządu. Do tych wywodów wspomnianego autora odsyłamy ciekawego czytelnika. Nasza bowiem notatka ogranicza się do odczytania i wyjaśnienia w zasadzie napisów arabskich na astrolabium.

Podobne astrolabia (dwa egzemplarze), wykonane pismem kufickim zachodnim, znajdują się również w obserwatorium w Wenecji. Praca poświęcona tym przyrządom, zawierająca także wykaz wszystkich astrolabiów arabskich przechowanych w zbiorach europejskich, pozostała niestety niedostępna autorowi niniejszej notatki⁸. Dlatego też nie mogłem sprawdzić, czy istotnie (w co raczej można wątpić) astrolabium arabskie ze zbiorów polskich zostało tam zarejestrowane.

Ananiasz Zajączkowski

⁵ Por. J. Kraczkowski, *Polwieka ispańskoj arabistiki*, „Zapiski Kollegii Wostokowiedow“ t. IV, Leningrad 1930, str. 17.

⁶ Por. Julian Ribera y Tarragó, *Disertationes y opúsculos* t. I, Madryt 1928, str. 28.

⁷ Woepcke, *Über ein in der Königl. Bibliothek zu Berlin befindliches arabisches Astrolabium*, „Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften“, Mathematische Abhandlungen, Jhr. 1858, Berlin 1859, str. 1—39.

⁸ A. di Schio, *Di due astrolabi in caratteri cufici occidentali trovati in Valdagno* (Veneto), Wenecja 1880. W bibliotekach naszych nie odszukałem.

Sur les cadrans solaires horizontaux et verticaux en Turquie

Après avoir gagné la campagne de Malazgird en 1071 (464 h.), les Turcs se sont installés dans l'Asie Mineure en conquérants et y ont érigé les plus belles et toutes dernières bâtisses de la civilisation du Grand Empire Seldjoucide. Cette région de l'Asie Mineure où ils se dispersèrent se trouva, en particulier après l'Empire Romain, dans les mains de Byzance que l'on désignait Rome orientale, mais ils vécurent sous l'influence du faste des richesses de la civilisation romaine. Tandis que les Turcs qui se dispersèrent et s'installèrent en Anatolie étaient musulmans. Il est naturel qu'ils tirèrent profit des particularités, qui ne portaient pas atteinte aux principes de leur religion, contenues dans la civilisation de ces habitants chrétiens de l'Anatolie, car, partout où ils ont été, les Turcs se sont appropriés ce genre de particularités et les ont adoptées sans déroger à leurs us et coutumes.

Si l'invention de la montre est ancienne, sa propagation parmi les masses est récente. Car les premières montres étaient grandes et pouvaient être mises à la disposition du public dans des endroits définis. Mais dans les petites agglomérations les gens ne pouvaient même pas profiter de celles-ci. Il existait en Anatolie une très belle tradition. Depuis les siècles les plus reculés, il existait des cadrans solaires suspendus aux murs ou bien posés sur des surfaces planes, indiquant les heures au moyen de l'ombre du soleil reflétée par les aiguilles et portant selon le cas des subdivisions diverses. Ils avaient été placés en des endroits connus du public, sur les façades des immeubles permettant de discerner la position du soleil. Ces cadrans ont plu aux Turcs qui pouvaient ainsi fixer leur temps et ils les ont adoptés. Car, étant donné qu'ils devaient faire leurs

prières à cinq époques différentes de la journée, ils pouvaient, grâce aux ombres du soleil qui se reflétaient pendant le jour sur ces pierres, fixer et établir le moment de la prière du midi et celle du goûter, c'est-à-dire entre midi et le soir, en se basant sur les degrés de longitude et de latitude de l'Arabie d'où la religion de l'Islam commença à être diffusée. Ceux que nous avons pu voir dans les musées, érigés sur les ruines d'Ephèse et de Pergame ainsi que parmi ceux qui en ont été ramenés, nous apprennent que les Byzantins furent les premiers après les Romains à savoir tirer profit de ces cadrans solaires. Plus tard, les astronomes Turcs se sont occupés des calculs de ces cadrans solaires et au moyen de leurs calculs spéciaux, ayant fixé la position locale, ils ont fait sculpter sur le marbre une série de divers cadrans solaires de position plutôt verticale et les ont installés là où il n'y en avait pas ou bien encore sur les murs principaux, épais et lisses et exposés au soleil, des bâtisses, en y marquant les calculs au moyen d'empreintes.

Les calculs astronomiques de l'Islam constituèrent la base de ces cadrans solaires et ceux-ci provenaient de l'astronome bien connu PROLÉMÉE, car on y rencontrait de temps en temps des abréviations des caractères arabes. De même que les abréviations des termes techniques désignant les minutes, les heures et les noms des constellations dans les livres d'astronomie en arabe du xv^e siècle, sont fondamentaux, on s'est servi des anciens chiffres hindous qui sont entrés dans notre pays au xiii^e siècle. Cependant, ces termes techniques et ces chiffres et même les expressions premier après-midi et deuxième après-midi ont été, selon le cas, utilisés dans la langue arabe. De cette façon, notre pays a pris possession de très nombreux cadrans solaires, tous différents les uns des autres et qui, actuellement, ont été mis hors service. Ces cadrans solaires font place aux montres de poche qui durant les derniers siècles en particulier commencèrent à se propager, puis ce sont les maisons du régulateur des horloges publiques appelées « Muvakkithane » qui tantôt se trouvent dans des petites chambres indépendantes, tantôt contiguës aux mosquées et faisant partie de ces immeubles. On y trouve des horloges publiques parfaitement réglées qui, à partir du xv^e siècle, sont installées dans ces chambres du régulateur public fondées en Turquie aux alentours des grandes mosquées et où les célèbres savants de l'astrologie entrent en fonction. Ces derniers, au moyen d'instruments servant à mesurer

l'altitude, mesurent le temps et indiquent dans les diverses localités des villes, la direction de la Mecque, direction vers laquelle les Musulmans se tournent pour faire leurs prières. Ils établissent des tables astronomiques (horoscopes) et les contrôlent au moyen de cadrans solaires ou bien encore ils en fabriquent de nouveaux modèles très variés et les installent aux endroits qu'on leur désigne.

Ces cadrans solaires n'ont rien perdu de leur importance même au XVIII^e siècle, à l'époque où l'on rencontrait dans les maisons du régulateur des horloges publiques (dont chacune d'elles représentait pour nous une école d'application pour les amateurs et savants de l'astronomie), de grandes horloges de fabrication indigène ou bien encore importées d'Occident.

Les hommes d'affaires et les personnes pieuses qui étaient obligées de s'enquérir du temps sur ces horloges installées sur des pierres ou du marbre, arrivaient à déchiffrer les caractères qui y étaient gravés au moyen d'un petit exercice. D'autre part, la régularisation des horloges publiques, des montres de table dans les maisons et même des montres de gousset (que l'on gardait alors sur la poitrine) avant l'invention des montres de poche, se faisait toujours sur le temps basé sur le coucher du soleil. Les cadrans solaires, eux aussi, étaient régularisés de la même manière. Les montres de nos jours qui sont régularisées sur la base du déclin du soleil n'ont commencé à se propager chez nous qu'au XIX^e siècle. Avant cette époque, on s'est toujours basé sur le lever et le coucher du soleil, pour la régularisation de l'heure appelée « ezani » ou temps basé sur le coucher du soleil.

Le fait que les Turcs Ottomans aient attaché tant d'importance au temps (heure) ne peut être attribué qu'au but et à la nécessité de connaître les heures (temps) de la prière durant le jour en particulier. De nos jours encore, dans les villages très éloignés qui ne peuvent pas se procurer des horloges et des montres, lorsqu'il y a du soleil, les paysans plantent une canne dans le sol et arrivent pratiquement à mesurer le temps sur ce genre de pierre en se basant sur la direction de l'ombre. Notre sujet ne s'engagera pas dans ce domaine de connaissances publiques (folklore). Nous donnerons ici, en particulier, tout ce que nous avons pu voir et recueillir sur les cadrans solaires dans les villes.

Nous ne connaissons pas encore le nombre exact de ces cadrans solaires qui se trouvent dans les diverses villes de la Turquie. Mais

nos recherches ont prouvé qu'il s'en trouve en certains endroits. Par déduction nous pouvons avancer qu'il peut s'en trouver ailleurs également. De fait, nous recevons de temps en temps des informations à ce propos.

Nous avons eu l'occasion de voir à peu près les neuf dixièmes de ceux qui se trouvent à Istanbul et avons pu les examiner. Dans notre rapport nous indiquons sur une liste en abrégé, leur emplacement et leur nombre et en partie leur date de construction.

Emplacements des cadrans solaires que nous avons pu relever jusqu'à ce jour à Istanbul (1) :

Mosquée Soultan Sélim, Istanbul	1	
Mosquée Bayézid, Istanbul ...	3	dont l'une signée Osman, 1155 (1742).
» Fatih, Istanbul	1	878 (1473), par Ali Kouchdji.
» Edirnékapsi, Istanbul.	1	
» YéniDjami, Istanbul..	3	1032 (1671), Ridvan dont l'un portait des inscriptions arabes.
» Soultan Ahmet, Istanbul	4	dont l'une de Hüseyin Chami.
Mosquée Süleymanié, Istanbul.	1	1186 (1772), Hafiz Abdurrahman.
» Hekimoglou Alipacha et sa bibliothèque	2	sur la base du minaret de la mosquée, 1177 (1763), Ismail Halifé zadé.
Ecole Tahsin efendi, Ankara Caddesi	1	
Place du Tunnel, Ankara Caddesi	1	portant l'inscription latine « Sine Sole Sileo ».
Mosquée de Laleli, Istanbul ...	1	1193 (1779), Mouvakkit Ismail.
» de Sainte-Sophie, Istanbul	2	dont l'un est ancien.

(1) Parmi ceux-ci je n'ai pas encore pu visiter une vingtaine de vieilles mosquées où il est fort probable de rencontrer de ces cadrans. Je n'ai pas pu les ajouter à cette liste. D'autre part, il n'y en a pas dans seize autres mosquées.

Médressé de Bayézit, Istanbul..	2 neufs et horizontaux.
Mosquée YéniDjami, Üsküdar..	1
» Mihrimah Soutan, Üs- küdar	1
Mosquée EskiDjami, Eyoup Soulтан	1
Sérail de Topkapi, Istanbul ...	3 dont l'un horizontal.
Mosquée Kurkdjubachi, Chehre- mini	1 v. 917 (1511).
Mosquée Ahmetpacha, Topkapi.	1 de Hekimbachi Gevrek zadé Hasan efendi, 1207 (1792-93).
» Atik Validé Djami, Üsküdar	2
Mosquée Beylerbey	3 dont 2 horizontaux, 1 de 1192 (1778).
Cour de l'hôpital Zeynep Kiamil	1
Académie des Beaux-Arts	1 du peintre Ahmet Ziya bey, professeur de cette acadé- mie (2) (1931).
Dans la cour de la Direction de l'Hôpital des Aliénés de Ba- kirkeuy	1
Mosquée de Chehzadé	1
En outre :	
Musée de Brousse	1 probablement de l'époque des Romains.
» de Pergame	1 caractères illisibles, Romain.
» d'Ephèse	1 1 mètre diamètre. Signes en caractères hellènes.
Koniah : à l'extérieur de l'au- tel de la Mosquée HadjiHasan Djami (KadiMürsel)	1 812 (1409), orfèvre Hasan.
Base du minaret de la Mosquée Cheyhülislam d'Erzeroum ..	1
Dans la cour se trouvant en face de l'Hôtel de Ville de Koniah	1 a été déplacé.

(2) AHMET ZIYA bey a installé à plusieurs endroits des cadrans solaires horizontaux.

Sélimiye à côté de son minaret
 de droite du milieu, Andri-
 nople 2
 Boulevard Alupacha, Kütahya.. 1 1212 (1797).

Le premier cadran solaire fut installé à Istanbul en 878 (1473) dans la cour principale de l'Université fondée par FATİH SOULTAN MEHMET, par les soins de ALI KOUCHDJI, que l'on avait fait venir en vue d'y faire enseigner les sciences d'astronomie et de mathématique. Une foule d'autres cadrans solaires lui succédèrent. Nous ne sommes pas en mesure de donner une liste chronologique complète, car un certain nombre de ceux-ci ne portent pas la date de la construction et le nombre de ceux qui en portent une est limité. Parmi ceux-ci, nous ne pouvons relever qu'un seul qui porte la date 917 (1511). Il vient après celui qui fut construit par ALI KOUCHDJI. Un autre cadran, sans date, de la même époque, et que nous supposons être l'œuvre du même astronome, se trouve actuellement à la Mosquée de Sainte-Sophie. Ceux-ci en particulier ont été construits à Istanbul au xvii^e siècle, celui de Yéni Djami en 1082 (1671) et ceux qui viennent après cette date se réfèrent au xviii^e siècle. D'ailleurs les noms des astronomes qui les ont construits ainsi que les dates y ont été sculptés.

On peut dire qu'il n'y en a presque pas dont la construction remonte au xix^e siècle. Au xix^e siècle, il n'y a que les divers cadrans solaires horizontaux, taillés dans la pierre, construits par le régulateur et peintre AHMET ZIYA.

Parmi tous ceux que l'on a construits durant ce siècle, il doit y en avoir certains qui se réfèrent à l'époque du xvi^e siècle. Mais leurs dates de construction n'y figurent pas. On peut établir une corrélation entre la date de la construction des bâtisses sur lesquelles ils ont été placés. Parmi ceux-ci doivent figurer certains de ceux qui ont été construits par MİRİM TCHÉLÉBİ, petit-fils de ALI KOURCHDJI. On prétend même que TAKIYYÜDDİN, fondateur de l'observatoire d'Istanbul, aurait construit un certain nombre de ces cadrans solaires. Il est probable que ceux-ci également figurent dans le nombre de ceux qui ne portent pas de date et de nom.

Ces cadrans solaires sont appelés chez nous « cadrans » et on peut se rendre compte qu'ils se subdivisent en plusieurs catégories. Les cadrans verticaux surtout, tout en étant construits sur la base des mêmes principes et calculs, sont très variés et de différentes

catégories. Ceux qui sont horizontaux sont également très différents les uns des autres. Les cadrans verticaux de chez nous sont tout à fait semblables au plan vertical qui les supporte. On les appelle cadrans inclinés.

Ils ont été pour la plupart dessinés sur les murs de l'ouest méridional des mosquées. Ceux-ci ont des clous de fer ou de bronze destinés à refléter l'ombre du soleil sur les lignes qui indiquent l'heure. Aujourd'hui on ne peut plus profiter de ceux qui sont tordus ou cassés. Mais il est encore possible de discerner l'heure basée sur le coucher du soleil sur certains d'entre eux. Parmi ceux-ci il y en a qui sont très précis. On dit que celui qui se trouve à la mosquée de Laléli est le plus précis.

La plupart de ces cadrans solaires ont été tracés sur un triangle avant un angle droit. A chaque point de leurs hypoténuses il existe une ligne courbe appelée Tropicque du Cancer. Il a été ainsi appelé par analogie à la constellation du tropique, étant donné que c'est à peine vers le 21 juin que l'ombre du soleil reflétée sur cette pierre peut monter jusque là. A l'extrémité supérieure du Tropicque du Cancer se trouve l'emplacement du clou métallique. Entre le sommet (tête) et le Tropicque du Cancer il y a une ligne droite que l'on appelle le Tropicque de l'Agneau. L'ombre du soleil qui est reflétée sur cette pierre par une barre métallique arrive jusque là au printemps et en automne. Elle y a été tracée dans le but de l'indiquer. Il existe encore une troisième ligne tracée à travers les côtés verticaux tout près du sommet qui est appelée Tropicque du Capricorne. L'ombre du soleil reflétée sur la pierre par le clou métallique ne peut aller au-delà de cette ligne, car les calculs de cette horloge artistique sont effectués sur la base des lignes intérieures, dont les déclinaisons entre elles augmentent au fur et à mesure, et sur lesquelles reposent les extrémités des ombres qui y sont reflétées.

Etant donné qu'autrefois avec l'heure basée sur le coucher du soleil on prenait pour base 12 heures pour le coucher du soleil, on peut discerner les heures anciennes par le resserrement et la raréfaction ou espacement des ombres reflétées sur le cadran comme suit : entre 9, 10, 11 et 12, c'est-à-dire le resserrement des ombres proportionnellement au retour du soleil à l'horizon et entre 5, 6, 7, et 8 l'espacement des ombres du fait que le soleil est élevé.

IBNI KEMAL, Cheyhülislam de YAVUZ SULTAN SELIM, dans un

passage des vers qu'il avait récités à l'occasion du décès du Monarque, a dit :

*Chemsi asridi, asirda Chemsin
zilli memdud olur zamani kasir.*

Ce qui veut dire : « Sa vie a été de courte durée, car au moment du goûter l'ombre du soleil est longue sur le cadran solaire, mais sa durée est courte; son cycle comme le soleil du temps du goûter fut de courte durée. » Ce qui prouve que même les ombres des cadrans solaires ont inspiré les poètes.

Parfois on trouve à l'extérieur des hypoténuses un second cadran séparé qui est le complément de ceux-ci et qui indique le « premier après-midi » et le « deuxième après-midi ». Parfois sur certains cadrans on s'est contenté de les marquer seulement. Parmi ces cadrans nombreux sont ceux qui se complètent entre eux. Ainsi que nous l'avons déjà dit, sur certains murs il s'en trouve parfois deux et même trois. Les chiffres hindous qui indiquent les heures sont inscrits sur les hypoténuses des cadrans solaires triangulaires.

Nous n'avons pas l'intention de décrire ici la technique de construction et tous les détails relatifs aux cadrans solaires. Les calculs et le mode de construction de ceux-ci sont indiqués dans les nombreux ouvrages écrits en langue turque et en partie en arabe.

Grâce à ces connaissances succinctes, nous nous bornons ici à analyser de plus près la nature de nos découvertes.

Les cadrans de cette catégorie n'indiquent pas les minutes. Ceux qui ont de la pratique peuvent y discerner les quarts d'heure ou bien les cinq minutes. Les chiffres et les lignes indiquant les heures et les quarts d'heure ont été sculptés dans la pierre d'une manière qui permet de les distinguer de près. Quoiqu'ils soient plus hauts que le niveau de la vue, cet inconvénient est aisément éliminé en se rapprochant d'autant plus qu'il est nécessaire de les voir de près.

Le fait que dans une immense ville comme Istanbul, qui durant cinq siècles a servi de capitale à l'Empire, il existe encore une telle quantité et tant de types de ces cadrans solaires, construits dans le but d'annoncer l'heure de la prière a attiré notre attention, malgré que certains d'entre eux sont hors d'usage. et nous les avons recueillis dans le but de documenter l'histoire

astronomique sur les sciences positives des Turcs Ottomans. Nous nous abstenons de mentionner ici les détails techniques et autres à ce propos que nous nous réservons de développer dans l'ouvrage que nous allons publier à ce sujet et nous nous bornons à mentionner ce qui précède.

Université d'Istanbul.

Ord. Prof. D^r A. SUHEYL UNVER.

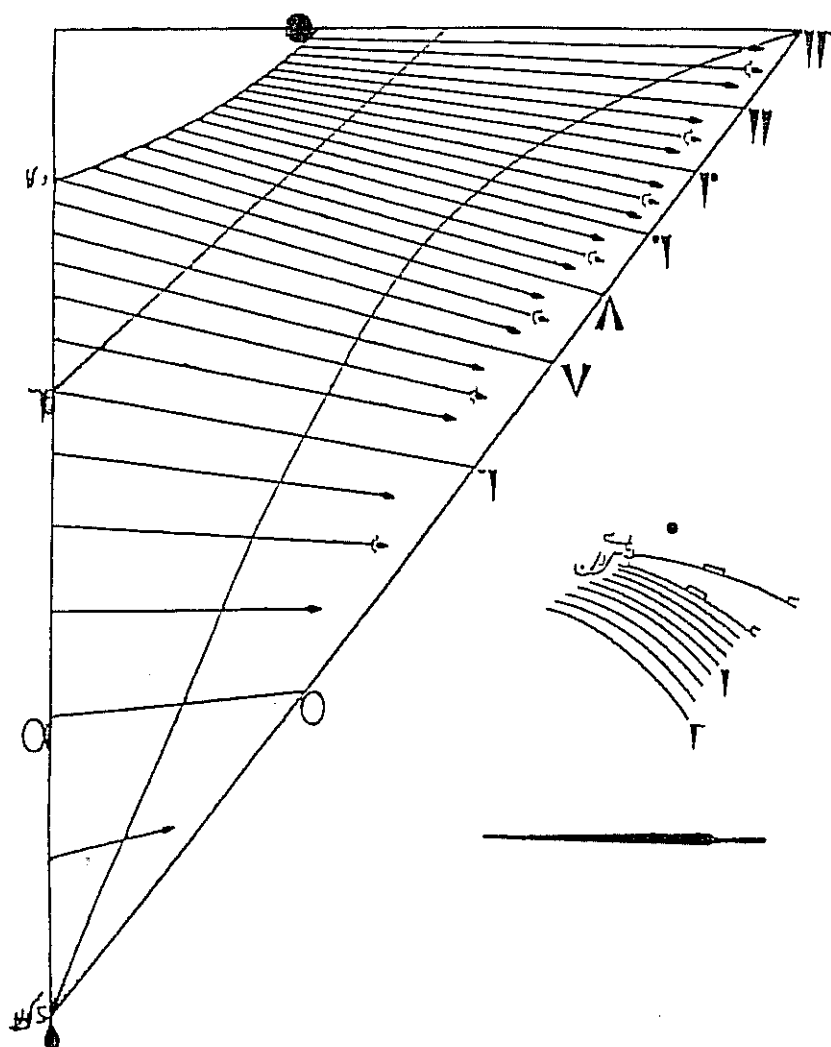


Fig. 1. - Cadran solaire vertical de la mosquée Fatih (Istanbul)
à la base du minaret droit (XV^e siècle), dessin exact

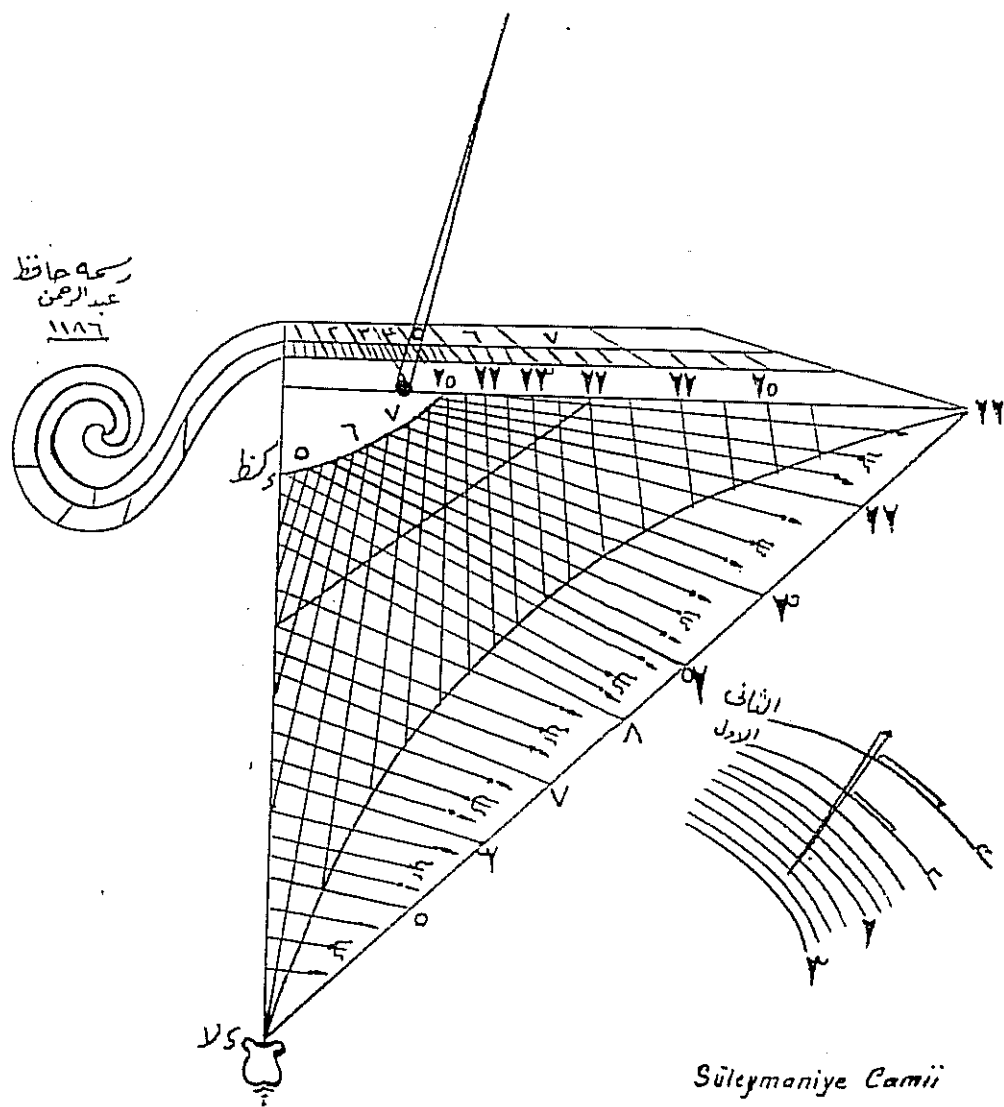
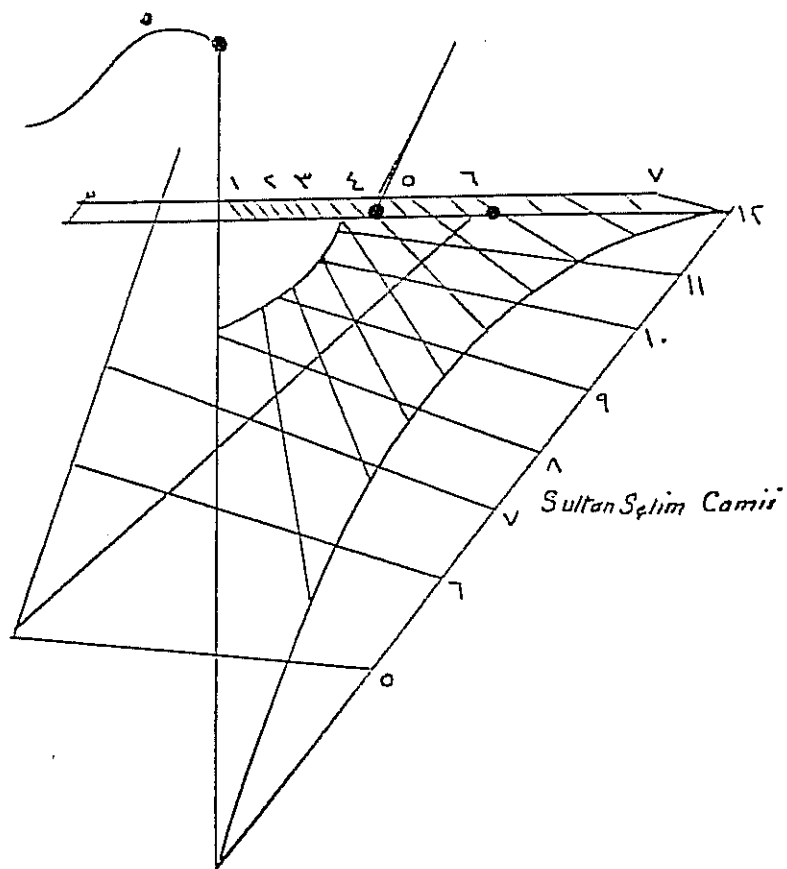


Fig. 2. - Cadran solaire vertical de la mosquée Süleymaniye (Istanbul)
gravé sur pierre par Abdurrahman en 1772



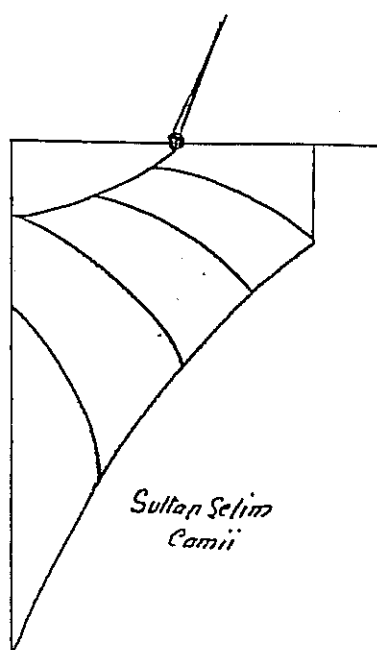


Fig. 4. - Un autre cadran solaire
de la mosquée précédente



Fig. 5. - Cadran solaire vertical de la mosquée Kırkcubazlı (Istanbul) daté 1511

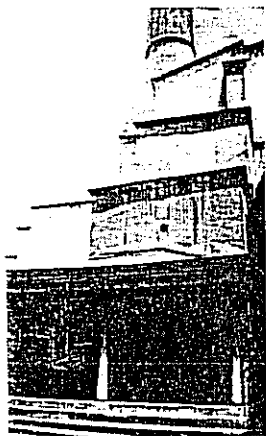


Fig. 6. - Ancien cadran solaire vertical (II) de la mosquée d'Hasulva (Istanbul) vers 1511 ?



Fig. 7. - Un autre cadran solaire vertical (l'autre côté double du Vieux-Sérai Istanbul)

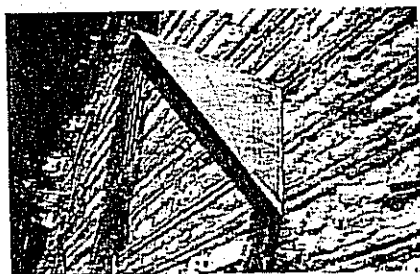


Fig. 8. - L'autre côté du cadran solaire vertical du Vieux-Sérai

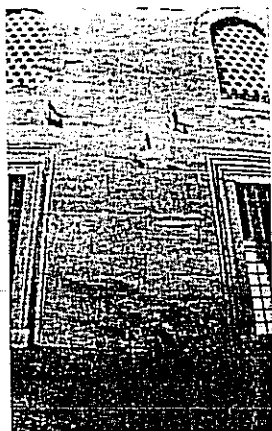


Fig. 9. - Cadran solaire vertical (XVII^e siècle) de la mosquée Yenidjami. On voit 2 pigeons sur son aiguille

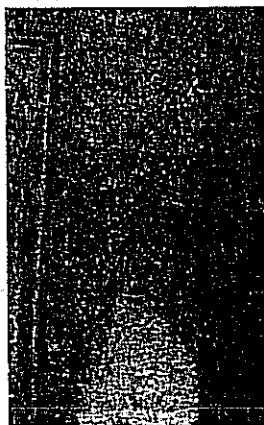


Fig. 10. - Deux aiguilles de cadran solaire vertical de la mosquée Bayezid (Istanbul)



Fig. 11. - Cadran solaire vertical avec son aiguille
sur la Bibliothèque He - Kimeglio Ali Pacha



Fig. 12. - La place du cadran solaire horizontal du Vieux-Sérai
(Musée de Topkapı - Istanbul)

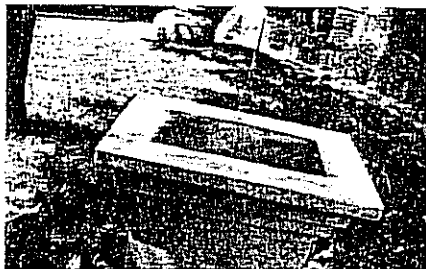


Fig. 13. - Cadran solaire horizontal dans le jardin du Mâdriesté Hacerîl
Istanbul fait par l'astronome Ahmet Ziya



Fig. 14. - Très ancien cadran solaire horizontal
qui se trouve actuellement dans le Musée de Pergame
(Environ d'Izmir)



Fig. 15. - Une autre vue
de ce cadran solaire horizontal (période Romaine)

An International Checklist of Astrolabes

(First of two parts)

It has long been recognised that printed and manuscript sources in the history of science can and should be supplemented by reference to the many scientific instruments preserved in museums and private collections. Each instrument is a valuable document in itself, yielding historical and scientific data often unobtainable elsewhere. Past studies have shown however that the full significance on any one instrument cannot properly be realised except by comparison with the corpus of all such instruments extant; there is therefore considerable profit to be obtained from the establishment of such a corpus. In pursuit of this aim the *Commission de Bibliographie de l'Académie Internationale d'Histoire des Sciences* has set up a Sub-Commission for the cataloguing of early globes and instruments for terrestrial and celestial measurement. Proposals for an historical catalogue of early globes have already been published in this journal (4^e ann., n° 16, juillet 1951, pp. 731-734) and the catalogue has since been making steady and satisfying progress.

The present Checklist is a second work, sponsored by the same Sub-Commission and again appealing for the collaboration of all fellow-workers. The planispheric astrolabe is certainly one of the most important types of astronomical instrument, and a large literature has grown up covering its design, history and construction, and describing certain extant examples in great detail. Unlike many other groups of antique instruments, the number of astrolabes in the world is fairly readily denumerable — there are less than 1,000 extant whereas the populations of sundials, telescopes or microscopes must run into tens of thousands. It is therefore very suitable as well as profitable that a complete catalogue of astrolabes should be compiled.

The pioneer work on the astrolabe (R. T. Gunther, *The Astrolabes of the World*, Oxford, 1932, 2 vols.) contains a well-illustrated account of just less than 300 instruments. Since that publication many of the items have changed hands, revisions of the dates and ascriptions have been made, and at least 400 more items have been brought to our notice. The present Checklist is therefore a revision and an extension of Gunther's work; because of their already wide use the reference numbers taken by him have been preserved. We have numbered the additional items serially as they have been brought to our notice starting with 400 for Western instruments and with 1,000 for Eastern. It is hoped that within the next few years it will be possible to gather material for a complete and accurate catalogue of astrolabes. The present Checklist, it is emphasised, is only an interim stage in that production and its authority is therefore limited. We are very conscious of the fact that it lists only the barest details sufficient to identify each item and, in spite of considerable vigilance, it is felt that some of the items may have been listed two or three times over under different owners and slightly varying descriptions. It seems that the only reasonable way of arriving at an accurate list is to publish at the present stage and invite additions and corrections which will be issued from time to time as provisional addenda pending a definitive catalogue.

APPEAL.

On behalf of the Sub-Commission I appeal to all museums and private collectors to verify the entries which concern them and to supply corrections, missing details and notices of unrecorded instruments. It would be of the greatest help if, whenever possible, owners would have the goodness to donate pairs of photographs (back and front) of each astrolabe not hitherto reproduced in published form. A file of such photographs is being maintained and will be available on request.

All such notices, corrections and photographs should be sent to the Hon. Sec. of the Sub-Commission, as undersigned.

SCOPE.

For the purpose of this list an astrolabe is taken to be an instrument which uses the principle of stereographic projection

to map the apparent positions of the stars and planets at any time of the year for one or more latitudes of observation. Typical instruments may be seen in Gunther (*op. cit.*), in H. Michel, *Traité de l'Astrolabe*, Paris, 1947, and in S. G. Franco, *Catálogo Crítico de Astrolabios existentes en España*, Madrid, 1945.

The usual type of astrolabe is characterised by the presence of an open-work metal *rete* which contains pointers marking the star positions. In addition to this type we have also included the *De Roias* and other types which use a different form of projection and the very few *Mariners Astrolabes* which are known to exist. We have deliberately excluded those astrolabes which are part of a more complex instrument — i. e. astrolabe clocks, astronomical compendia (*nécessaires astronomiques*) etc. We have also excluded all instruments designed only for land-surveying and containing no stereographic projections, e. g. graphometers, circumferentors and other angle-measuring devices (*). More difficult to decide is the question of fakes and reproductions; where there may be doubt as to an instrument's authenticity it has been included but the date set in brackets; when an instrument is clearly a reproduction or electrotype copy it has been excluded.

ARRANGEMENT.

For convenience the list is divided into sections, Western and Eastern. An item is listed as Western only if it is engraved in Latin or a European language; if any Arabic appears it is classified as Eastern. The few Hebrew instruments are counted as Eastern as is also the one Byzantine item. This arrangement leads to a slight difficulty in the case of items from the early Hispano-Moorish schools which are to be found in both lists. For some purpose it may be found convenient to conflate the two lists at this point.

Each section has been listed in two ways, by date and by collections. The chronological arrangement has the advantage of setting instruments by the same maker or in the same style reasonably close together; amongst the data listed is a three-letter abbreviation signifying the collection to which the item belongs.

(*) Other instruments often mistakenly termed < astrolabe > and excluded here are : the spherical astrolabe, the armillary *astrolabon*, armillary spheres, sundials and the modern prismatic astrolabe.

The list by collections is set in alphabetical order of the abbreviations and is useful in testing whether all instruments have been included in the list; each item is denoted by a symbol such as 267/1540 = 22 which denotes that Item 267 on the list is dated 1540 and is No. 22 in the named collection.

NOTES ON DATA LISTED.

1) *Date*. — When a date engraved on the instrument refers to the date of manufacture it has been listed without further comment. Dates estimated from the identity of the maker, the style, the astronomical constants involved, etc. are prefixed by c. = *circa*. Bracketted dates imply that the item is of suspected authenticity. For Islamic items the hegiral date is given first if this is actually engraved on the instrument. Instruments dated only by century or not dated at all are in sections at the end of the main chronological list.

2) *Reference Number*. — All numbers below 400 refer to Gunther, from whose work other details of the items can be found. Numbers above this are given serially to items not noted by Gunther. It is recommended that museums and collectors might note them as a means of unambiguous reference.

3) *Diameter*. — All diameters are given in mm. and refer to the main circular disc of the instrument. Because some measurements are only approximate and others may have been converted from inches there is some variation in cited figures. As an instance of this, four Hartmann astrolabes are cited as 158, 159, 160 and 163 mm. — they should probably be all equal and correspond to 6 Nuremberg inches. The diameter measure is often useful in distinguishing between otherwise similar instruments in one collection.

4) *Equinox*. — If the astrolabe has a calendar scale, usually on the dorsum, it is useful to record the date of the first point of Aries. This is a date between 9th March and 15th March; the number only being recorded in this list to an accuracy of 1/4 day whenever possible. Otherwise undated instruments have been set in the list in decreasing order of this date; theoretically the decrease should be about 3 days in 400 years (the amount of the Gregorian calendar reform) but it is much safer to use this procedure to

rank items in order than it is to establish an absolute date. In any case there may be confusion caused by the difference between the civil and astronomical day (12 hours) and the difference in equinox date through the 4-year bissextile cycle. *N. B.* Using this method the corpus of early European astrolabes has been thoroughly examined and completely re-dated to form a consistent and continuous sequence.

5) *Precession.* — Whenever possible the star positions marked on the astrolabe rete have been measured by means of a special precession protractor designed for this purpose by the author. The protractor consists of a disc of celluloid about 200 mm. in diameter on which are marked the equator, the two tropics and the ecliptic just as on a rete. The star positions for 1900 were taken from standard tables, marked on the disc, and used to draw radial lines corresponding to about 20 of the most popular astrolabe stars. This disc can be laid on a photograph or an actual instrument and turned until the pointers on the rete coincide with the radial lines on the disc. The amount of turn needed is recorded in degrees and measures the amount of precession that has occurred between the data used in the astrolabe and 1900. The method is much more speedy than the customary laborious measurement of the stars one by one, and it has the advantage that one may identify the stars at a glance and automatically average their positions while making due allowance for pointers which have become accidentally bent and stars erroneously set in the wrong position. This measurement of precession is useful as an approximate means of dating, particularly with anonymous and undated Eastern instruments. It must not however be applied indiscriminately, for the date of the star calculations is often much earlier than the date of construction of the instrument. One finds indeed that there are groups of astrolabes which use, without any adaptation, star positions taken from all the principal astronomical tables, i. e. there is a Toledo group, an Alfonsine, etc.

6) *Type.* — For early Western instruments and for all Eastern items it has been thought wise to give whenever possible some indication of the type of instrument concerned; for signed instruments when the maker can be identified this information is redundant and the town or country of origin has been substituted. For unsigned instruments the type may be a description of style

or an indication of region of origin. Gothic astrolabes may be divided into classes according to the design of their rete. The earliest group are distinctly Hispano-Moorish in character, later comes a patterned rete using a characteristic series of trefoils (Trefoil Gothic), then a class in which the central line of the rete is branched at the top (Y Gothic); the latest Gothic class consists of instruments whose retes consist of a simplified pattern of straight lines and arcs of almost concentric circles (Late Gothic). Eastern instruments are divided into the constituent areas of Islam; i. e. the Hispano-Moorish school, the main Persian tradition, the Indo-Persian schools chiefly in Lahore, etc.

7) *Makers.* — Whenever possible makers have been identified and their names recorded in a standard form, not necessarily that appearing in any engraved signature. Attributions not supported by a signature are also so marked. Especially with Eastern makers, the reduction to standard form is a matter of some difficulty. For example, *Muhammad Makim ibn Sale Isa ibn Sothar al-Haddad Asturlabi Humayuni* is the author of instruments with signatures which have been read as *Muhammad Makim*, *Muhammad Isa ibn Mulla Ilahadad*, *Isa ibn Ilahadad*, *el-Haddad*, *Mohammed Mougim ibn Moula Aisa Sheik al-Haddad*, etc. We have endeavoured to reduce all these uniformly and shorten the entries by abbreviating *Muhammed* to M, and *ibn* or *bin* to b. For the fuller forms of the names and biographies of the makers, Eastern and Western, see H. Michel (*op. cit.*). In cases where the engraved legend on the instrument cannot be identified with any certainty, it has been transcribed in *italics*.

ACKNOWLEDGEMENTS.

This compilation would have been quite impossible without the unstinted and effective help I have received from many people in many countries. To each museum recorded and to all the private collectors I must express my thanks for the facilities given to me personally or to those on whose work I have been privileged to draw. Particularly I should like to acknowledge the help given me by Professor L. A. Mayer (Jerusalem) who has provided information about many Eastern astrolabes and corrected many errors of reading in their dates; M. Henri Michel (Brussels) who has recorded for me many astrolabes, particularly those in Bel-

gium and French collections; Professor E. Zinner (Bamberg) who has set at my disposal his unpublished typescript catalogues of instruments at Nuremberg, Vienna and other German and Austrian museums. For the many errors which must remain in this interim work, for the misdatings and the omissions I accept full responsibility, hoping that the work will be more useful than misleading.

Christ's College, Cambridge.

Derek J. PRICE.

An International Checklist of Astrolabes

(Part II)

Index 2. a. — EASTERN ASTROLABES IN CHRONOLOGICAL ORDER

Heg.	Date	Ref. No.	Colln.	Diam.	Equinox.	Prec.	Type	Maker, etc.
	c. 950	99	PBN	130		13	Arabian	Ahmad b. Khalaf
	c. 950	1099	NUR	115			Syrian?	Ahmad b. Khalaf
	c. 950	1026	BIL	113			Arabian	Khaffif
343	954	100	PAR	154			Arabian	Hamed b. Ali
374	984	3	OXF	132		10 1/2	Isfahan	Ahmad & M. b. Ibrahim
374	984	111	MOR	c. 150		12	Nejd	Hamid b. al-Khidr
	c. 990	101	FLO	160	(15 1/2)	12	Arabian	for Pope Sylvester?
	c. 1000	1177	IST					M b. Hamid
420	1029	116	BES			11	Toledo	M b. al-Saffar
	c. 1050	1082	PAR	c. 150	15	10 1/2	Moorish	Ibrahim b. Abd al-Karin
	1062	2	BSC	380		11	Byzantine	
459	1066	117	MAA	240	14 1/2	11	Toledo	Ibrahim b. Said
460	1067	118	OXF	168	14	9	Toledo	Ibrahim b. Said
478	1086	121	KAS	155			Valencia	Ibrahim b. Said
490?	1096	1167	ROM				Valencia	Ibrahim b. Said
	c. 1100?	138	MAR		15?	11?	Moorish	
	c. 1100	110=135	BRI	125		11 1/2	Arabian?	
496	1102	1139	MUN					M b. Said
496	1102	122	FLO	122			Moorish	M b Abu al-Kasan b. Ba kram
	c. 1130	1068	MAV	142	15	9?	Moorish	
	c. 1150	1077	FLO	170	14			
	c. 1150	1058	KEN	160	13 1/2 (9 1/2)	9 1/2	Moorish	
	c. 1150	126	ALE				Moorish	
547?	1153?	4	HOF	134		10 1/2	Isfahan	Ahmad b. M
	c. 1200	159	ADL	115		c. 10	Hebrew	
	c. 1200	105	BRI	168		c. 10	Arabian	
598	1202	102	YAA	c. 200	12		Damascus	Abdul Rahman b. Yusuf
605	1208	124	STO	165	14	12	Morocco	Abu Bakr b. Yusuf
	c. 1208	1090	TOU				Morocco	Abu Bakr b. Yusuf
	c. 1208	1160	MAR				Morocco	Abu Bakr b. Yusuf
609	1212	127	SAU	165	13 1/2		Seville	M b. Fattuh
613	1216	1081	ROM	215	13		Seville	M b. Fattuh
615	1218	125	LAR	75			Morocco	Abu Bakr b. Yusuf

Heg.	Date	Ref. No.	Colln.	Diam.	Equinox.	Prec.	Type	Maker, etc.
615	1218	1147	CAT				Seville	M b. Fattuh
615	1218	128	PBN	225	13 1/2		Seville	M b. Fattuh
618	1221	129	OXF	200			Seville	M b. Fattuh
618	1221	5	OXF	185		9 1/2	Isfahan	M b. Abu Bakr (geared)
621	1224	130	OXF	188	13 3/4	(6)	Seville	M b. Fattuh
623/8	1226/31	1042	NMM	116		7	Damascus	Sarraj
625	1227	103	OXF	280	13?	(4 1/2)	Egyptian?	Abd al-Karim (rete is later)
626	1228	102 A	PAD	138			Damascus	Sarraj
628	1230	1148	HAR				Seville	M. b. Fattuh
633	1235	154	ADL	150	12	11		M b. Yusuf b. Hatim
633	1235	104	BRI	330		9	Cairo	Abd al-Karim
634	1236	153=150	ADL	192		9	Seville	M b. Fattuh
650	1252	1071	BAO	175	14.3		Moorish	M b. M b. Hudhail
662	1263	131	MAA?	160			Valencia	Ibrahim b. al-Nu'man (= 117?)
664	1265	132	GAY	c.150			Oran?	Ahmad b. Husain b. Baso
669	1270	106	BRI	163			Damascus	Ibrahim
669	1270	67	WIL	95			Indian?	Mahmud b. Ali b. Yusha
	c.1280	134	DEL	143				
681	1282	107	OXF	130			Cairo	Hasan b. Ali
	c.1285	1063	BMR	121				Shams al-Din M (mater only)
689	1290	1168	IST					Mahmud b. Jalal b. Ja'far
692	1292	1105	CKE	125			Persian	
695	1295	109	NYM	160			Arabian	for Omar b. Yusuf b. Omar, etc.
698	1298	1134	NUR	160			Egyptian?	al-Sahl al-Narsaburi
	c.1300	158	BRI	92	11 3/4		Hebrew	
	c.1300	149	OXF			7 1/2	Moorish	belonged to Selden
	c.1300	30	OXF	70		8	Persian	
	c.1300	1100	VIT				Moorish	
704	1304	1080	GEN					Ahmad b. Husain b. Bash
	c.1305	144	HOF	165	13 1/2		Moorish	Ahmad b. Husain b. Barakah
714	1314	1130	HAR				Egyptian?	for Altunbugha al-Izzi
716	1316	1122	DUV				Fez	Ya'qub b. Musa
	1320	136	GAY	c.125			Cadiz	Ibrahim b. Arrocan
	1323	1121	FEZ	241		3 1/2	Marrakesh	Ahmad b. M b. Aroum el-Hadami (rete dated 1141 = 1728 A. D.)
726	1325	6	POB	150			Persian	Ali b. Ibrahim b. M, etc.
729	1328	140	BEN					Ahmad b. al-Sarraj
729	1328	1161	STK					Ahmad b. Ali ash-Sharafi
734	1333	141	LEN				Moorish?	
735	1334	1132	MLY				Egyptian	Ali b. al-Shihab

Heg.	Date	Ref. No.	Colln.	Diam.	Equinoxy.	Prec.	Type	Maker, etc.
738	1337	142	PBN				Moorish	Ali b. Ibrahim al-Muthi
738	1337	1131	HAR				Egyptian	Ali b. Ibrahim al-Muthi
	c. 1340	143	OXF	132	10	5 1/2	Moorish	
751	1350	1003	OXF	82			Persian	(silver) perhaps 711 1311 AD
767	1365	1165	ALM					Ali b. Ibrahim 'Ibn al- Shatir
	1377	1061	ROM					
	1425	7	OXF			4 1/2	Persian	rete of No. 103 (A. H. 62
882	1477	1136	HDS				Egyptian?	Shams al-Din M Shaffar
	1478	1186	FIT	120			Egyptian?	Shams al-Din M Shaffar
886	1481	108	OXF	120			Persian?	Shams al-Din M Shaffar
	1485	112	BRI	132			Arabian	Auhad M al-Auhadi
891	1486	12	HAR				Persian	Shukr Allah Mukhlis Shirwan
	c. 1495	13	DEL	95		c. 5	Persian	
	c. 1500	48	OXF	142		6	Persian	Hunter on throne
	c. 1500	76	JAI	150		5		
	c. 1500	49	HOF	117				cf. No. 48
	c. 1500	1040	NMM	96		6 1/2	Persian	
927	1520	1030	NMM	123		4	Persian	Yusuf Hajji al-Jilani
929	1522	1031	NMM	93		6	Persian	Yusuf b. Hajji al-Jilani
933	1526	1188	NEW	105		7	Cufic	Ahmad b. Umar al-Jilan
950	1543	148	ROM	171	10	6	Moorish	Abul Hassan Ali & Al Alla M
974	1566	15	HOF	75		8	Kerman	Jafar b. Omar b Dau Shah
975	1567	1120	HYD				Lahore	al-Haddad
(75)	1567?	1033	NMM	81		10	Kerman	Ja'far b. Umar
990	1582	16	KAY			9 1/2	Kerman	Ja'far b. Umar
	c. 1582	1066	MAN	198	10 1/2	4	Moorish	
	c. 1600	139	OXF	230	22	6	Moorish	
	c. 1600	91	ADL	98			Indian	'Ship' pattern rete
	c. 1600	1002	OXF	176			Lahore	
	c. 1600	92	IND	172		5	Hindu	
1013	1604	1096	ADL				Lahore	Isa b. al-Haddad
	c. 1604	68	WEB	267			Lahore	Isa b. al-Haddad
1014	1605	1059	KEN	120			Arabian	Mustafa 'Ayyubi
1018	1609	69	KES	84			Lahore	Diya al-Din & M Mak b. Isa
1020	1611	70	HOF	87			Lahore?	Ali b. Iwad al-Mahmudi
	c. 1620	114	OXF	163		3 1/2	Persian?	belonged to Laud
1034	1624	1128	CAL				Lahore	Kaim M b. Isa
1039	1629	113	ADL	90			Arabian?	perhaps Turkish
	c. 1630	1028	NMM	83	10?	c. 5 1/2	Arabian?	
1044	1634	71	OXF	193	11 1/2?	3 1/2	Lahore	M Makim b. Isa

g.	Date	Ref. No.	Colln.	Diam.	Equinox.	Prec.	Type	Maker, etc.
47	1637	1127	BAN				Lahore	Kaim M b. Isa
51	1641	19	OXF	105		4 1/2	Ghilan	Abd al-Rarzak
53	1643	72	OXF	168		3 1/2	Lahore	M Makim b. Isa
	c. 1646	193	MAV	193	21	4	Moorish	
57	1647	1095	ADL				Lahore	Diya al-Din M b. Kaim M
57	1647	18	OXF	305		3	Yezd	M Mehdi
59	1649	1126	LUC				Lahore	Diya al-Din M b. Kaim M
	c. 1650	1056	KEN	79		4	Persian?	
	c. 1650	1057	KEN	70		4	Persian?	de R. type on dorsum
	c. 1650	1089	CHA				Lahore	M Makim b. Isa (?)
	c. 1650?	1072	PAT	90				Cufic and Latin
	c. 1650	1097	LEY	91		3	Lahore	M Makim b. Isa
	c. 1650	151	NEG			3 1/2	Moorish	
	c. 1650	74	JAI	330			Indian	
	c. 1650	1054	NMM	134		4	Lahore?	
	c. 1650	1013	BIL	130			Lahore	M Makim b. Isa
	c. 1650	1005	WHI	125		4	Persian?	
	c. 1650	1014	BIL	107			Lahore	ascr. to M Makim b. Isa
	c. 1650?	1011	BIL	183	11?	3	Seville?	similar to M Futtah?
	c. 1650	1119	SOT				Lahore	M Makim b. Isa
62	1651	73	OXF	87		c. 5 1/2	Mogul	Ibn Muhibb Haqiqah
64	1653	1118	ALI				Lahore	Diya al-Din M
	1657	75	JAI	330		2 1/2	Indian	
69	1658	77	OXF	178		4	Lahore	Diya al-Din M
70	1659 +	1101	BES				Lahore	Diya al-Din M
70	1659	78	BRI	142			Lahore	M Makim b. Isa
70	1659	20	WHI	115			Persian	M Mehdi al-Khadim & M. Bakir
70	1659	1153	PET					M Zaman
	c. 1660	1045	NMM	89			Yezd	M Mehdi
	c. 1660	9	BRI	82			Yezd	M Mehdi
	c. 1660	1051	NMM	190		3 1/2	Yezd	M Mehdi & M Makim? (Arsenius type)
	c. 1660	1000	OXF	146			Yezd	M Mehdi
	c. 1660	1015	BIL	93		3	Yezd	M Mehdi
	c. 1660	1016	BIL	115			Yezd	M Mehdi
	c. 1660	44	HOF	89		2	Yezd	M Mehdi
	c. 1660	8	OXF	111		4	Yezd	M Mehdi
074?	1663?	22	VAA	190			Egyptian	
074	1663	1117	BAN				Lahore	Diya al-Din M
074	1663	1116	ALI				Lahore	Diya al-Din M
	1663	78 A	PAD	130			Hindu?	similar to No. 72 (1643 A. D.)
074	1663	1060	VAA	115			Lahore	Diya al-Din M
076	1665	23	INC	124			Tattah	M Salih
	1666	24	VAA	114			Yezd	M Mehdi

Heg.	Date	Ref. No.	Colln.	Diam.	Equinox.	Prec.	Type	Maker, etc.
1078	1667	25	HOF	114		3 1/2	Yezd	M Mehdi
1079	1668	26	RAF	89			Yezd?	M Mehdi?
1081	1670	1106	CKE	178			Persian	
	c. 1670	85	HOF	242			Kain	Kassim Ali
	c. 1670	134 ^A	KNU	150	11?	4	Moorish	
	c. 1670	1123	GAR	181			Sanskrit	Abd al-Ghader Moheb
	c. 1670	1049	NMM	160		4 1/2	Lahore?	belonged to Naymatala
	c. 1670	1035	NMM	105		2 1/2	Persian	
	c. 1670	94	KAY	203		3 1/2	Sanskrit	
	c. 1670	93	JAI	406		3	Sanskrit	
	1673	79	PIT	115			Indian	Indraji
	1675	1020	BIL	153			Lahore	M Amin
	c. 1675	21	OXF	74		c. 2	Persian	M Tahir and Abd a A'immah
	c. 1675	31	HOF	76			Isfahan	M Amin b. M Tahin
	c. 1675	32	CAM	186		5	Isfahan	M Amin and Abd a A'immah
	c. 1675	1155	BEM					M Zaman
1088	1677	1166	ALL					Hasan al-Hasani al-Karar
1088	1677	1154	BUK					M Zaman
1089	1678	28	OXF	85			Persian	
1091	1680	80	JAI	610	10		Lahore	Diya al-Din M
1092	1681	81	IND	165			Lahore	Jamal(?) al-Din
1095	1683	1140	DEU	138			Persian	M Khalil
1096?	1684	1012	BIL	208			Persian	M Amin (dated 996)
1099	1687	145	OXF	125	9	4 1/2	Moorish	Abu-l-Tayyib; 'Abd All b. Sasi
1099	1687	1115	CLO				Lahore	Ahmed b. M Makim
	c. 1690	43	POT				Persian	from Herat
1106	1694	1152	TEH				Persian	M Khalil
	1699	1018	BIL	90			Persian	M Khalil and Ibn Abd al Hasan Abd al-A'imm
	c. 1700	47	HOF	96			Persian	ascr. to Fazl-Ali
	c. 1700	46	OXF	99			Persian	Fazl-Ali
	c. 1700	45	OXF	88		2 1/2	Persian	Ali b. Hasan b. M
	c. 1700	1017	BIL	118			Persian	M Khalil and Ibn Abd al Hasan Abd al-A'imm
	c. 1700	1019	BIL	118			Persian	M Khalil and Ibn Abd al Hasan Abd al-A'imm
	c. 1700	1065	ANM	140			Egyptian	
	c. 1700	1088	DES	90			Persian	M Khalil and Abd al-A' mah.
	c. 1700	95	KAY			2 1/2	Hindu	'Janna'

Heg.	Date	Ref. No.	Colln.	Diam.	Equinox.	Prec.	Type	Maker, etc.
	c.1700	97	DEL	177			Hindu	
	c.1700?	96	INC	88			Hindu	
	c.1700	90	OXF	150		2	Lahore?	Ship pattern rete
	c.1700?	14	HAR				Isfahan	M Khalil and M Bakir (dated 912)
	c.1700	155	OXF	120		3 1/2	N. African	
	c.1700	1036	NMM	100		2 1/2	Persian	
	c.1700	1041	NMM	90	9 1/2	3 1/2	Moorish	dated 1135? = 1722
	c.1700	1102	VIE	193			Isfahan	M Bakir
	c.1700	1103	DEU	170		c.3	Arabic	
	c.1700	1150	BOS				Isfahan	M Khalil
	c.1700	1151	GAR				Isfahan	M Khalil
1115	1703	1104	HOR					
1116	1704	1162	ALG				Fez	Ahmad b. M b. Ibrahim
1119?	1707?	17	SRU	185			Isfahan	M Khalil and M Bakir (dated 1019)
1119?	1707?	1029	NMM	185		2 1/2	Isfahan	M Khalil and M Bakir (da- ted 1019)
1119	1707	1157	MFE				Persian	Abd al-Ali
1119	1707	10	OXF	109		3 1/2	Persian	Abd al-Ali
	1707	1064	LIE	140			Egyptian	Ibrahim al-Mufti
	c.1710	1146	CAK				Isfahan	M Bakir
	c.1710?	1144	HAR				Isfahan	M Bakir (dated 911 = 1505).
	c.1710	1021	BIL	90			Persian	Abd al-Ali and Abd al- A'immah
1122	1710	1010	WHI	150			Persian	M Adin for Hajji M Sharif
1124	1712	33	BRI				Persian	Abd al-Ali and M Bakir for Shah Husain
	c.1712	1159	VIE				Persian	Abd al-Ali
1124?	1712?	38	OXF	189		3	Persian	Abd al-A'immah (dated 124)
1125	1713	1163	SWC				Persian	Hajji Ali
1126	1714	1158	TEH				Persian	Abd al-Ali
1127	1715	34	VAA	124			Persian	Abd al-A'immah
	c.1715	1171	SLO				Persian	Abd al-A'immah
	c.1715	1170	DET				Persian	Abd al-A'immah
	c.1715	1169	TUN				Persian	Abd al-A'immah
	c.1715	1001	OXF	90			Persian	Abd al-A'immah
	c.1715	1087	CHA				Persian	Abd al-A'immah
	c.1715	37	HOF	95			Persian	Abd al-A'immah
	c.1715	40	HOF	95			Persian	Abd al-A'immah
	c.1715	1174	POB				Persian	Abd al-A'immah
	c.1715	1173	LAH				Persian	Abd al-A'immah
	c.1715	1172	HAR				Persian	Abd al-A'immah
	c.1715	39	HOF	92			Persian	Abd al-A'immah

Heg.	Date	Ref. No.	Colln.	Diam.	Equinox.	Prec.	Type	Maker, etc.
	c. 1715	1113	KIT				Persian	Abd al-A'immah
	c. 1715	11	OXF	126		4½	Persian	Abd al-A'immah
	c. 1715	35	OXF	70			Persian	Abd al-A'immah
	c. 1715	36	OXF	95			Persian	Abd al-A'immah
	c. 1715	1114	CME				Persian	Abd al-A'immah
	c. 1715	1184	EDI	95			Persian	Abd al-A'immah
1128	1715	1039	NMM	161		2½	Persian	Abd al-A'immah
1133	1720	1149	LEN				Persian	M Karim
	1721	1023	BIL	230			Moorish	M al-Battuti
	c. 1724	83	JAI	2100			Indian	Jai Singh's brass astrc
	c. 1724	82	JAI	2100			Indian	Jai Singh's iron astro.
1137	1724	1142	RAB				Moorish	M b. Ahmad al-Battuti
1138	1725	1143	FEJ				Moorish	M b. Ahmad al-Battuti
	1728?	147	OXF		9½		Moorish	M b. Ahmad al-Battuti (dated 9
1141	1728	1129	FEZ	208		3½	Moorish	al-Battuti, see No. 1 1323 A. D.
1142	1729	1145	TET				Moorish	M b. Ahmad al-Battuti
	c. 1730	1024	BIL	112			Moorish	mater only, perhaps 3 Battuti
	c. 1730?	1062	GRE	270			Moorish	M al-Battuti (dated 16
1150	1737	1027	NMM	160	9	4	Moorish	M b. Ahmad al-Ba (compass added 126 1845)
	c. 1750	146	WHI	200		2	Persian	
	c. 1750	1047	NMM	177			Persian	Wood, no rete (sundic
	c. 1750	1048	NMM	145	9	5	Morocco	
	c. 1750	1034	NMM	81	9	5	Moorish	
	c. 1750	1190	FEZ	208	9		Moorish	Style of al-Battuti
	c. 1750	65	HOF	115		2	Persian	
1179	1765	1070	MAG	164	7½	6	Moorish	
1184	1770	1046	NMM	238	8	4	Arabian	Sidi M b. Abdullah
1187	1773	1108	LUD			1	Persian?	M Hashim Narafi
1189	1775	52	HOF	95			Persian	M Sadik
	c. 1775?	1135	MCT	93			Persian	Ali Hn-Sadik
	c. 1775	1175	WAT				Persian	Ali b. Sadiq
	c. 1775	1176	HAR				Persian	Ali b. Sadiq
1192	1778	1180	TET				Rabat	Qasim b. Abd as-Salan
1192	1778	1053	NMM	75			Persian	rete c. 1900?
c. 1192	c. 1778	1043	NMM	75			Persian	sindar to 1053/1788
1194	1780	54	HOF	81		4	Persian	ascr. to Abd al-Ghafur
	c. 1780	1067	MAA	210	8	0	Moorish	
1314?	1781	53	HOF	96			Persian	Abd al-Karim
1195	1781	56A	VAA	255			Persian	Abd al-Ghafur
	1783	55	HOF	135		2	Persian	Abd al-Ghafur
	c. 1785	1025	BIL	91			Persian	ascr. to Abd al-Ghafur

Heg.	Date	Ref. No.	Colln.	Diam.	Equinox.	Prec.	Type	Maker, etc.
	c. 1785	1079	PAR				Persian	Ibrahim b. Abd al-Karim
1202	1787	57	HOF	89			Persian	
1203	1788	27	MUN	92			Persian	Hajji Ali
	c. 1788	41	EDI				Persian	Hajji Ali
	c. 1788	1109	SWE			3	Persian	Hajji Ali; work 12th
	1790	1022	BIL	125			Persian	Ibn Said Hossein master of Abd al-Baqi
1207	1792	1164	BEN				Persian	Hajji Ali
1208	1793	1038	NMM	90		4	Persian	Hajji Ali; work 13th (date 12 8)
	c. 1795	42	HOF	89			Persian	Hajji Ali; work 15th
1212	1797	56	ADL	133			Persian	ascr. to Abd al-Ghafur
	c. 1800	1044	NMM	142		1½		Humble One Hassan Ab- dullah
	c. 1800	50	VAA	117			Persian	figures of two beggars
	c. 1800	98	PLI	178		1½	Hindu	
	c. 1800	152	IND	226		c. 1	Cufic	
	c. 1800	1189	FEZ		8	2	Moorish	
	c. 1800	1182	HOW	147		2	Indian?	Rete only, with gearing
1228	1813	84	VAU	63			Indian	Ahmed
1228	1813	1055	NMM	66			Indian?	
1234	1818	58	HOF	219			Persian	M Akhbar
1236	1820	1006	WHI	95		1	Persian	M Akhbar
1237	1821	1004	WHI	150			Arabian	owner Abd al-Ali
	c. 1825	1032	NMM	93		1	Persian	
1245	1829	59	HOF	90			Persian	Hamza
	1849	60	ELL	155			Indian	Balhoomal for Sir Henry Elliot
	c. 1850	1008	WHI	75				Nonsense rete
	c. 1850	1009	WHI	100				Nonsense rete
1281	1864	61	HOF	117			Persian	Sahib Ali Kabir Khan
1281	1864	62	HOF	121			Persian	Ala'uddin
1308	1890	84A	HOF	117				Given to the greatest mosque
1314	1896	1181	RAR				Fez	M. b. Ali al-Ghzawi
	c. 1900	1037	NMM	90			Turkish	Copy of instrument c. 1670
	c. 1900	1050	NMM	74			Arabic	altitude sundial like astro- labe
	c. 1900	1052	NMM	160			Turkish?	

ASTROLABES NOT FULLY DATED

	Cent.	Ref. No.	Colln.	Diam.	Type	Maker, etc.
early	XIII	1078	FLO	180		
	XIII	133	BRI	155	Moorish	
	XIV?	1112	SWC	170	Granada?	
	XIV	1076	ROM			
	XIV	1075	ROM			
	XIV	1075	ROM			
	XIV-XV	1187	FIT	92	Persian	Ali b. ?
early	XV	1185	FIT	142	Moorish	
	XV	1110	ALL		Persian	
	XVI	1086	NAC		Persian	
late	XVI	1085	CHA		Persian	M Mohssen
	XVI?	115	ADL	83	Arabian	Franco-Turkish?
	XVI	150	ADL	192	Cufic	
	XVI	1098	HAK		Syrian	
	XVII	1107	CKE	148	Persian	Razi al-Din M b. Kasim M
	XVII	29	OXF	83	Persian	
	XVIII	1111	SOT		Constantinople	
	XVIII	1094	NYC		Hindu	
	XVIII	1093	NYC		Hindu	
	XVIII	51	EDI	160	Persian	
	XVIII	1092	NYC		Hindu	
	XVIII	1084	CHA		Persian	
	XVIII	86	HOF	143	Lahore?	
	XVIII	66	HOF	90	Persian	Plate for London
	XVIII	87	HOF	90	Lahore?	
late	XVIII	88	HOF	160	Indian	
	XIX?	63	HOF	125		Mirza Jahan Bakhsh

*
* *

ASTROLABES NOT DATED

Ref. No.	Colln.	Diam.	Type	Maker, etc.	Ref. No.	Colln.	Diam.	Type	Maker, etc.
64	HOF	150	Persian		1073	PAR			
1074	ROM				1083	PMM		Moorish	
1091	NYC		Arab		1124	GAR c. 197		Persian ?	
1125	WAR		Moorish		1179	WET			M b. Shaddad
1178	KAR			Ali b. M	1137	EDI	133	Arabian	
89	EDI	117	Indian		1138	BEV	80		
1141	LEI	175	Arabic		1183	EDI	159	Persian	

Index 2. b. — EASTERN ASTROLABES BY MUSEUMS AND COLLECTION

- ADL Adler Planetarium, Chicago; formerly Mensing Collection (numbers taken from catalogue by M. Engelmann, Amsterdam [F. Muller & Co] 1924) : 159/c. 1200 = 20, 91/c. 1600 = 39, 1096/1604 = ?, 113/1629 = 38, 1095/1647 = ?, 153/1236 = 35, 154/1235 = 36, 56/1797 = 41, 115/XVI? = 37, 150/XVI = 35?.
- ALE Aleppo, descr. by Dorn, Journal de l'Institut, Oct. 1839 : 126/c. 1150.
- ALG Algiers, Exposition d'Art Musulman d'Alger, Apr. 1905 : 1162/1705.
- ALI Aligarh, Library of Nawab Sadar Yar Jung Maulana Habibu'r-Rahman Khan Sherwani, Habib Ganj : 1118/1653, 71116/1663.
- ALL ex d'Allemagne Coll. : 1166/1677, 1110/XV.
- ALM Aleppo, Madr. Ahmadiyya : 1165/1365.
- ANM Antwerp, Musée National de Marine : 1065/c. 1700.
- BAN Bankipore, Oriental Library : 1127/1697, 1117/1663.
- BAO Barcelona, Observatorio Fabra : 1071/1252 = Franco 24.
- BEM Berlin, Staatl. Museum : 1155/c. 1675.
- BEN Antoine Benachi Coll., Athens : 140/1328, 1164/1792.
- BES Berlin, Staatsbibliothek : 116/1029, 1101/1659+.
- BEV Berlin, Völkerkunde Museum : 1138/u. d.
- BIL J. A. Billmeier Coll., London (catalogue by C. H. Josten, Oxford, 1954) : 1026/c. 950 = ?, 1013/c. 1650 = 3, 1014/c. 1650 = 4, 1011/c. 1650 = 1, 1015/c. 1660 = 5, 1016/c. 1660 = 6, 1023/1721 = 13, 1025/c. 1785 = 20, 1022/1790 = 12, 1020/1675 = 10, 1012/1684? = 2, 1018/1699 = 8, 1017/c. 1700 = 7, 1019/c. 1700 = 9, 1021/c. 1710 = 11, 1024/c. 1730 = 14.
- BMR Brussels, Musées Royaux : 1063/c. 1285.
- BOS Boston, Museum of Fine Arts : 1150/c. 1700.
- BRI British Museum, London : 110 = 135/c. 1100 = 1873 unreg, 105/c. 1200 = 80 3-8 1, 104/1235 = 55 7-9 1, 106/1270 = 90 3-15 3, 158/c. 1300 = 93 6-16 3, 112/1485 = 64 12-21 1, 78/1659 = 93 6-16 4, 9/c. 1660 = 86 3-17 1, 33/1712 = Sloane, 133/XIII = unreg.
- BSC Brescia, Museo dell'Eta Cristiana : 2/1062.
- BUK Bukhara, Private Coll. : 1088/1677.
- CAK Cairo, Khawwam Coll. : 1146/c. 1710.
- CAL Calcutta, Qazi Obeidu'l-Bari : 1128/1624.
- CAM Calcutta, Indian Museum : 32/c. 1675.
- CAT Cairo, Cattau Pasha Coll. : 1147/1219.
- CHA Chadenat Coll. : 1089/c. 1650, 1087/c. 1715, 1085/late XVI, 1084/XVIII.
- CKE Cyril Kenney Coll., London : 1105/1292, 1106/1670, 1107/XVII.
- CLO Clockmakers Company Museum, London : 1115/1688.
- CME Cairo, Meyerhoff Coll. (deceased) : 1114/c. 1715.
- DEL Delhi Museum : 134/c. 1280, 13/c. 1495, 97/c. 1700.

- DES Destombes Coll., Paris : 1088/c. 1700.
 DET Detroit, Institute of Arts : 1170/c. 1715.
 DEU Deutsches Museum, Munich : 1140/1683 = 37852, 1103/c. 1700 = (1736).
 DUV Duval Coll. : 1122/1316.
 EDI Edinburgh, Royal Scottish Museum; [Sir John Findlay Coll. : 41/c. 1788, 51/XVIII, 89/u. d., 1137/u. d.], 1183/u. d., 1184/c. 1715.
 ELL Rev. H. L. Elliot, Gosfield, Essex : 60/1849.
 FEJ Fez-Jadid, Main Mosque : 1143/1725.
 FEZ Fez, Dar Batha Museum : 1121/1323, 1129/1728, 1189/c. 1800, 1190/c. 1750.
 FIT Fitzwilliam Museum, Cambridge (C. Holden-White Colln) : 1185/early XV = 113, 1186/1478 = 114, 1187/XIV/XV = 115.
 FLO Florence, Museum of the History of Science : 101/c. 990 = 1113, 122/1102 = 1105, 1077/c. 1150 = 1109, 1078/early XIII = 1112.
 GAR Messrs. Malcolm Gardner, London : 1151/c. 1700, 1124/u. d., 1123/c. 1670 (sold to U. S. A.).
 GAY Don Pascual de Gayangos : 132/1265, 136/1320.
 GEN Genoa, Societe Ligure de Storia Patria : 1080/1304.
 GRE Greppin Coll., Brussels : 1062/c. 1730.
 HAK Hamburg, Museum fur Kunst und Gewerbe : 1098/XVI.
 HAR Harari Coll., Cairo : 1148/1231, 1130/1314 = 400, 1131/1137 = 152, 12/1486, 1144/c. 1710, 1772/c. 1715, 1176/c. 1775.
 HDS descr. by Handasa 1934 : 1136/1477.
 HOF Samuel Verplanck Hoffman Coll. : 84A/1890 = 1, 144/c. 1305 = 2, 70/1611 = 4, 88/late XVIII = 5, 47/c. 1700 = 6, 61/1864 = 7, 49/c. 1500 = 8, 57/1787 = 10, 58/1818 = 11, 25/1667 = 12, 15/1566 = 13, 59/1829 = 14, 39/c. 1715 = 16, 40/c. 1715 = 18, 87/XVIII = 19, 37/c. 1715 = 20, 66/XVIII = 21, 62/1864 = 22, 64/u. d. = 23, 52/1775 = 24, 63/XIX? = 25, 44/c. 1660 = 26, 53/1781 = 27, 4/c. 1150 = 28, 86/XVIII = 29, 54/1780 = 30, 55/1783 = 31, 65/c. 1750 = 32, 42/c. 1788 = 37, 85/c. 1670 = 38, 31/c. 1675 = 39.
 HOR Horniman Museum, London : 1104/1703.
 HOW R. P. Howgrave-Graham Coll., London : 1182/c. 1800.
 HYD Hyderabad, Library of Sir Salar Jung Bahadar : 1120/1567.
 INC East Indian Company Museum : 23/1665, 96/c. 1700?
 IND Indian Museum of Royal Asiatic Society : 92/c. 1600, 81/1681, 152/c. 1800 = 406-1924.
 IST Istanbul, Top Kapu Saray : 1177/c. 1000?, 1168/1291.
 JAI Jaipur Observatory : 76/c. 1500, 74/c. 1650 = A, 75/1657 = B, 93/c. 1670 = G, 80/1680, 83/c. 1724, 82/c. 1724.
 KAR Karachi, Urdu College (?) : 1178/u. d.

- KAS Kassel Landesmuseum : 121/1086.
 KAY descr. by G. R. Kaye : 16/1582, 94/c. 1670, 95/c. 1700.
 KEN Science Museum, South Kensington, London :
 1058/c. 1150 = 1952-225, 1059-1605 = 1952-226,
 1056/c. 1650 = 1938-427, 1057/c. 1650 = 1951-287.
 KES Kestner Museum, Hannover : 69/1609.
 KIT Kitabgi-Khan Coll. : 1113/c. 1715.
 KNU Dr. L. Knuthsen Coll. : 134A/c. 1670.
 LAH Lahore, Sayyid Bahadur Shah : 1173/c. 1715.
 LAR Baron Larrey Coll. : 125/1218.
 LEI Leipzig, Kunstgewerbe Museum : 1141/u. d. = 05.31.
 LEN Leningrad, Asiatic Museum : 141/1333, 1149/1720.
 LEY Leyden, Museum of the History of Science :
 1097/c. 1650 = A. 277.
 LIE Liège, Musée de la Vie Wallonne, Elskamp Coll. : 1064/1707.
 LUC Lucknow, Library of Nadwatul-Ulama : 1126/1649.
 LUD Lund, Domkyrkans Byggnadskontor : 1108/1773.
 MAA Madrid, Archaeological Museum : 117/1066 = Franco 12,
 1067/c. 1780 = Franco 13, 131/1264 = ?
 MAG Madrid, Inst. Geografico y Estadistico : 1070/1765 = Franco 21.
 MAN Madrid, Museo Naval : 1066/c. 1582 = Franco 4.
 MAR Marcel Coll. (lost?) : 138/c. 1100?, 1160/c. 1208.
 MAV Madrid, Inst. de Valencia de Don Juan :
 1068/c. 1130 = Franco 18, 1069/c. 1646 = Franco 19.
 MCT Mercator Coll. (Mrs Hamilton, Paris c. 1928) :
 1135/c. 1775 = 164.
 MFE Molla Feeroze Library : 1157/1707.
 MLY descr. by Morley, 1860 : 1132/1334.
 MOR Messrs. Moradoff & Sons, 1929 : 111/984.
 MUN Munich, Nationalmuseum : 1139/1102 = 33-242,
 27/1788 = 33-245.
 NAC Nacet Coll., Paris : 1086/XVI.
 NEG Marchese L. Negrotto Coll., 1880 : 151/c. 1650.
 NEW R. S. Newall Coll., Wiltshire : 1188/1526.
 NMM National Maritime Museum, Greenwich : 1027/1737 = 1,
 1028/c. 1630 = 2, 1030/1520 = 5, 1031/1522 = 6,
 1032/c. 1825 = 7, 1033/1567? = 8, 1034/c. 1750 = 9,
 1035/c. 1670 = 10, 1036/c. 1700 = 11, 1037/c. 1900 = 12,
 1038/1794 = 13, 1039/1715 = 14, 1040/c. 1500 = 15,
 1041/c. 1700 = 16, 1042/1226(1231?) = 17, 1043/c. 1670 = 18,
 1044/c. 1800 = 19, 1045/c. 1660 = 20, 1046/1770 = 25,
 1047/c. 1750 = 26, 1048/c. 1750 = 28, 1049/c. 1670 = 29,
 1050/c. 1900 = 31, 1051/c. 1660 = 35, 1052/c. 1900 = 42,
 1053/c. 1670? = 44, 1054/c. 1650 = 48, 1055/1813 = 49,
 1029/1707? = 4.
 NUR Nuremberg, Germanisches Nationalmuseum :
 1099/c. 950 = 353, 137/1298 = 20.

- NYC New York, Columbia University Library, David Eugene Smith Coll. : 1091/u. d. = 10, 1092/XVIII = 11, 1093/XVIII = 12a, 1094/XVIII = 12b.
- NYM New York, Metropolitan Museum of Art : 109/1295.
- OXF Oxford, Museum of the History of Science : 3/984, 129/1221, 130/1224, 107/1282, 118/1067, 5/1221, 103/1227, 149/c. 1300, 300/c. 1300, 143/c. 1340, 1003/1350, 7/1425, 108/1481, 139/c. 1600, 1022/c. 1600, 114/c. 1620, 71/1634, 48/c. 1500, 19/1641, 72/1643, 18/1677, 73/1651, 77/1658, 1000/c. 1660, 8/c. 1660, 21/c. 1675, 28/1678, 145/1687, 46/c. 1700, 45/c. 1700, 90/c. 1700, 155/c. 1700, 10/1707, 38/1712, 1001/c. 1715, 11/c. 1715, 35/c. 1715, 36/c. 1715, 147/1728, 29/XVII.
- PAD descr. by Padmakara, 1928 : 102A/1228, 78A/1663.
- PAR Palermo, Royal Museum : 100/954 = 2131, 1032/c. 1050 = 2121, 1079/c. 1785 = 2113 etc., 1073/u. d. = 4669.
- PAT Palermo, Town Library : 1072/c. 1650? = 8.
- PBN Paris, Bibliothèque Nationale : 99/c. 950, 128/1218, 142/1337.
- PET Petit Coll. : 1153/1659.
- PIT Pitt Rivers Museum, Oxford : 79/1673.
- PLI Plimpton Coll. : 98/c. 1800.
- PMM Paris, Musée de la Marine : 1083/u. d. = NA 098.099.
- POB Paris, Observatoire National : 6/1325, 1174/c. 1715.
- POT Major Pottinger Coll. : 43/c. 1690.
- RAB Rabat, Terrasse Coll. : 1142/1724.
- RAF Unknown R. A. F. Officer (see Gunther) : 26/1668.
- RAR Rabat, Coll. Renaud : 1181/1896.
- ROM Rome, Observatory (Cat. con Agg.) : 1074/u. d. = 7847, 1076/XIV = 7850, 1081 (= 227A?)/1216 = 7851, 148/1543 = 7852, 1061/1377 = 7854, 1075/XIV = 7859, 1167/1096 = 7866.
- SAU descr. by Sauvaire & de Rey Pailhade, 1893 : 127/1212.
- SLO St. Louis, City Art Museum : 1171/c. 1715.
- SOT Dr. Sottas Coll. : 1111/XVIII, 1119/c. 1650.
- SRU R. Said-Ruete Coll. : 17/1707.
- STK Stockholm, Sjöhistoriska Museum : 1161/1328.
- STO Strasbourg, Old Observatory : 124/1208.
- SWC ex Swainson Cowper Coll. : 1112/XIV?, 1163-1713.
- SWE Swedish Royal Academy of Science : 1109/c. 1788.
- TEH Téhéran, Musée Archéologique : 1152/1694, 1158/1714.
- TET Tetuan, Ruiz Orsatti Coll. : 1145/1729, 1180/1778.
- TOU Toulouse, Musée Saint-Raymond : 1090/c. 1208.
- TUN Tunis, Musée Alaoui : 1169/c. 1715.
- VAA Victoria and Albert Museum, London : 102/1202 = 504-1888, 22/1663 = 530-1876, 1060/1663 = 530-1876, 24/1666 = M. 38-1916, 34/1715 = 458-1888, 56A/1781 = 826-1928, 50/c. 1800 = 26-1889.
- VAU W. S. W. Vaux Coll. : 84/1813.

VIE	Vienna, Kunsthistorisches Museum : 1102/c. 1700 = AR.2638, 1159/c. 1712 = ? (perhaps identical with 1107?)
VIT	Vienna, Technische Museum : 1100/c. 1300.
WAR	University of Warsaw : 1125/u. d.
WAT	O. V. Watney Coll., Cornbury Park : 1175/c. 1775.
WEB	Percy Webster Coll. (sold) : 68/c. 1604.
WET	ex Wetzstein Coll. : 1179/u. d.
WHI	Wipple Museum of the History of Science, Cambridge : 1005/c. 1650 = 342, 20/1659 = 1001, 1010/1710 = 1147, 146/c. 1750 = 737, 1004/1821 = 239, 1006/1820 = 599, 1008/c. 1850 = 1144, 1009/c. 1850 = 1145.
WIL	Professor Wilson Coll. : 67/1270.

SUMMARY NOTES

1) *Definition of Astrolabe.*

It must be emphasised that this list is concerned only with the *planispheric astrolabe* as described in the works by Gunther, Michel, Franco, etc. One might also consider examples of the spherical astrolabe which is described in many texts, but unfortunately no specimens have been preserved. The term *astrolabe* has been widely misapplied to almost every variety of astronomical instrument except the telescope. Much confusion has arisen from Ptolemy's description of his *armillary astrolabon* in the *Almagest*; this instrument is a form of armillary sphere designed for direct observation of various celestial coordinates. and it bears no relationship to the planispheric astrolabe. Except inadvertently we have not included in this list any sundials, armillary spheres or modern prismatic < astrolabes >. It is hoped that armillary spheres might form the subject of a future international checklist.

2) *The Precession Protractor.*

The effect of precession is to increase uniformly the ecliptic longitude of all stars. In the stereographic projection used for the astrolabe rete this motion leads to a distortion of the relative positions of the stars and it cannot accurately be represented by a simple rotation about the centre of the astrolabe or even about any other centre. The use of a protractor marked with the

bearings from the centre of a number of bright stars can therefore only give an approximate indication of the true precession. In spite of this, the approximation is sufficiently close to give an error of less than $1/2^\circ$ with angles of 12° or less as used in this list, and the basic inaccuracy of the method is amply compensated by its ease of application. In any case, such a measure of precession must be used only as a guide to the dating of the astronomical tables used in constructing the instrument; the actual date of construction may be considerably later.

3) *Dating from Astronomical Constants.*

It has not hitherto been noted that precession and date of equinox afford two independent means of dating. Precessional motion of the stars with respect to the equinox corresponds to the modern usage of the term, but the steady retrogression of the date of vernal equinox through the year corresponds principally to the error in assuming the tropical year to be $365 \frac{1}{4}$ days. This latter error is now corrected in the Gregorian calendar by missing 3 (leap-year) days in 400 years.

Even admitting that errors in the original construction and in our modern measurements of the instruments, together with the adoption of varied conventions by the makers can cause divergencies of up to 1° in precession or a day in equinox date, one still cannot use these as a firm basis for dating. In this checklist we have used such data only to set items in their right places in the chronological series; comparison with dated instruments must be used as the fixed points.

By casting the eye down the relevant columns in the chronological lists it will be seen that the precession and equinox figures frequently deviate considerably from the otherwise fairly steady secular decrease. Such variations make graphs of these figures against time rather unreliable. It is more important and valuable to note that the greater number of instruments fall into set groups with characteristic values of these constants. For examples, there is a group, probably based on the Toledo Tables, which gives precession as $10-12^\circ$ and equinox as 14-15th March; such instruments are found in 12th century Islam and in 13th century Europe. A second group, based on the Alfonsine Tables, gives precession c. 9° and equinox 13-14th March; in Islam these date from the first

half of the 13th century, and in Europe they are again about a century later. Another very marked group is that associated with the boom in producing astrolabes in Islam during the 17th and 18th centuries. All such instruments show a precession of $2-4^\circ$ and an equinox of c.9th March. In Europe the date of equinox becomes valueless as an aid to dating after c.1500 when it approaches the value of 10 1/2 March at which it was stabilised by calendar reform; of course, any equinox value c.20-22 March means that the astrolabe was made after the adoption of the Gregorian calendar.

4) Sizes of Collections.

In all, about 200 collections have been noted, but slightly more than half of these comprise a single instrument. The only recorded collections containing 10 or more astrolabes are as follows :

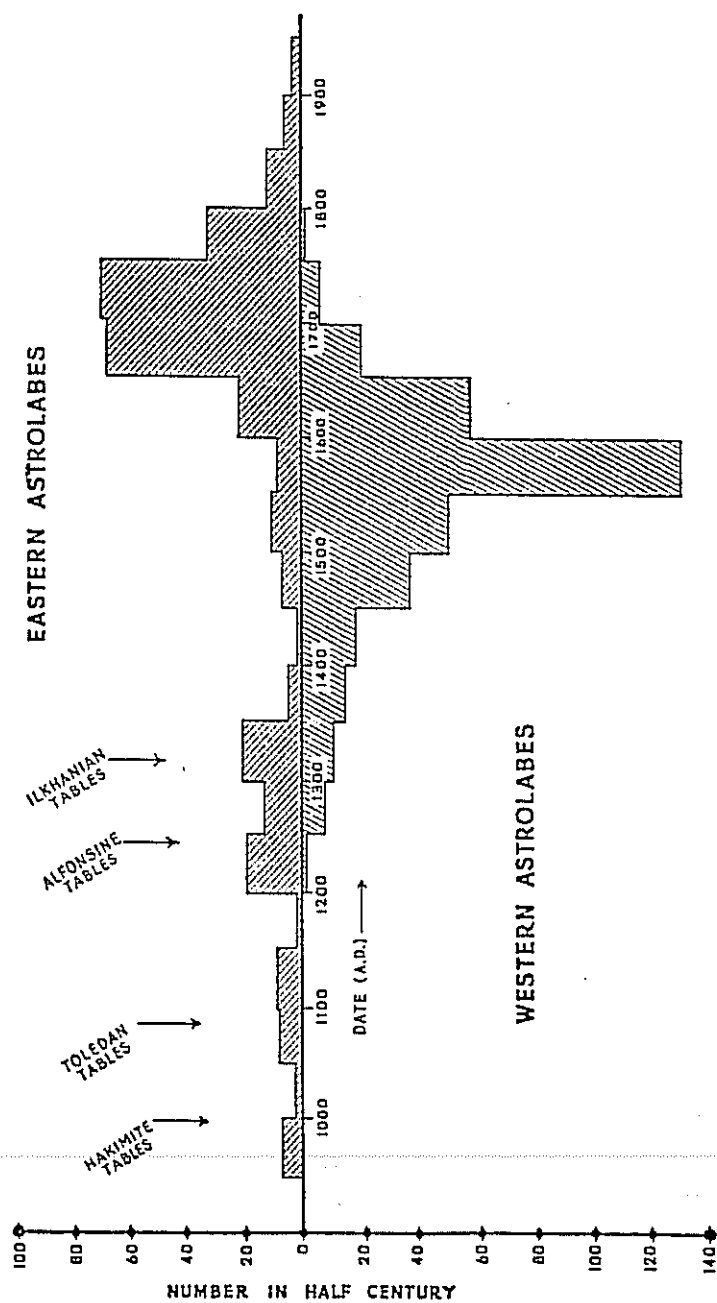
	Eastern	Western	Total
Oxford, Museum of Hist. of Science..	40	44	84
National Maritime Museum, Greenwich	27	23	50
S. V. Hoffman (deceased) Colln. New York	31	7	38
British Museum	10	23	33
Adler Planetarium, Chicago	10	15	25
J. A. Billmeier Colln. London	16	6	22
Florence, Museum of Hist. of Science.	4	17	21
Science Museum, London	4	11	15
Germanisches Museum, Nuremberg..	2	12	14
Rome Observatory	7	6	13
Whipple Museum, Cambridge	8	5	13
Royal Scottish Museum, Edinburgh..	6	6	12

Nearly two-thirds of the recorded astrolabes are preserved in Great Britain (38%), Germany and Austria (15%), and the United States (10%); this may be in part a reflection of the greater accessibility of such areas to the compiler.

CHRONOLOGICAL DISTRIBUTION OF ASTROLABES

Dates	EASTERN				WESTERN			
	engraved	ascribed	century	total	engraved	ascribed	century	total
950-999	3	4		7				
1000-1049	1	1		2				
1050-1099	5	2		7				
1100-1149	2	6		8				
1150-1199	-	1		1				
1200-1249	15	4		20	-	1		1
1250-1299	10	2	2	13	-	7		7
1300-1349	12	6		20	2	6		8
1350-1399	3	-	4	5	1	12		13
1400-1449	1	-	1	1	-	14	8	18
1450-1499	4	1		6	13	21		38
1500-1549	3	4		10	34	8		51
1550-1599	4	1	5	7	76	47	18	132
1600-1649	13	8		22	28	23		53
1650-1699	31	36	2	68	8	4	14	19
1700-1749	22	44		71	2	3		6
1750-1799	15	14	10	34	-	-	1	-
1800-1849	5	6		12				
1850-1899	3	2	1	5				
1900-1949	-	3		3				
undated				13				14
Totals.				335				366

N. B. — The above data correspond to information in the checklist at a date slightly earlier than publication; some discrepancies may exist in detail.



5) *Chronological Distribution of Astrolabes.*

The most striking and immediately useful product of this checklist is derived in the accompanying table and the graph derived from it showing numbers of extant astrolabes plotted by half-centuries. One must allow for the fact that a greater proportion of the older instruments must have been lost, but even so such a graph provides a very good and objective barometer of astronomical activity through the centuries.

It will be seen that activity in Islam is represented by a series of humps separated by significant periods of little or no activity. The humps correspond to times of great activity associated with the establishment of the great observatories and the calculation of sets of astronomical tables which retained their supremacy until secular celestial motions defeated them and gave thereby an impetus to the next wave and hump of activity.

In Europe, the earliest instruments occur simultaneously with the transmission of the Toledo Tables, and they are followed close on their heels by those based on the Alfonsino Tables which superseded them. The peak of activity in Europe is reached in the second half of the 16th century and is followed by a very rapid decline during the 17th century caused by the obsolescence of the astrolabe and the ascendancy of the telescope. The peak of activity in later Islam during the period 1650-1750 seems in many ways to be a re-transmitting back from Europe of the popularity of the instrument.

Christ's College, Cambridge.

Derek J. PRICE.

Un reloj de sol hispano-árabe hallado en Córdoba

Por Samuel de los Santos Jener

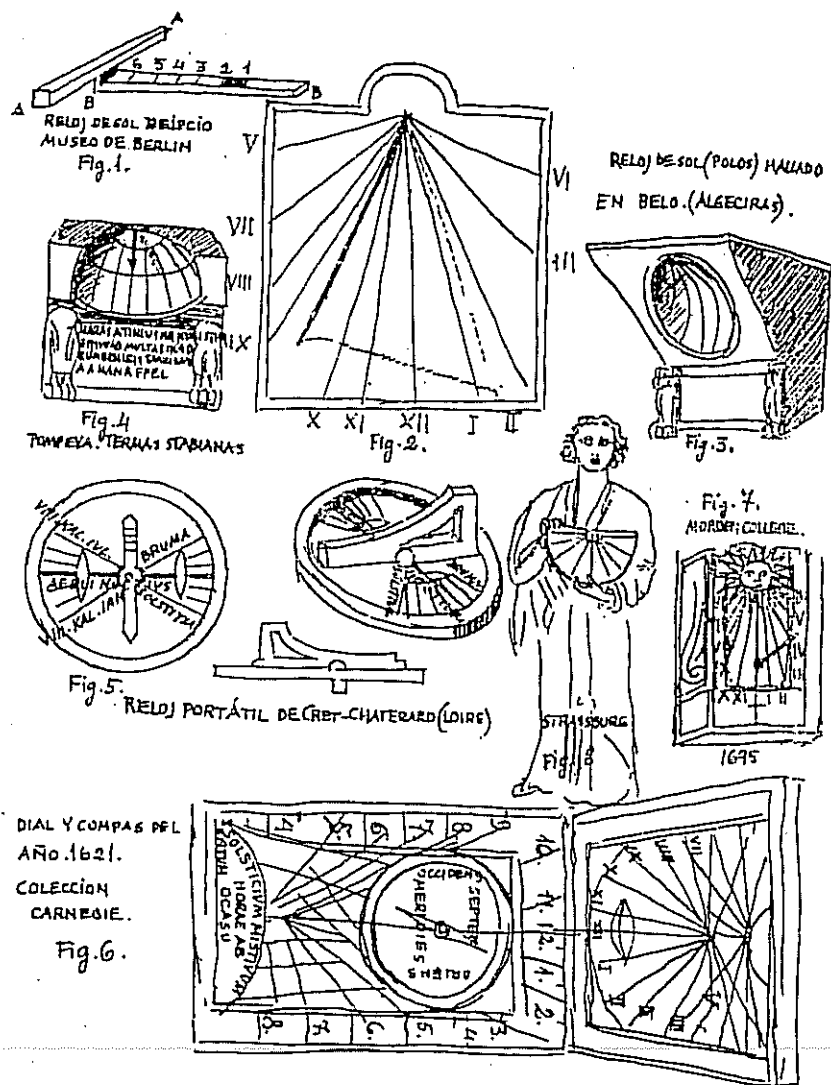
En terrenos cercanos a la gran tumba romana de torre que hace años hallaron fortuitamente obreros municipales al replantar el Camino Viejo de Almodóvar, se ha encontrado este año 1956 junto a un murallón de aparejo musulmán, una pequeña placa de mármol blanco de forma rectangular reducida por rotura a su mitad, en la que se conserva grabado y escrito un cuadrante o reloj de sol árabe. No sabemos si existen ya otros ejemplares de relojes de sol árabe hallados en otros países habitados por musulmanes, o si este es el primero descubierto hasta el día de hoy, pero no por ello dejará de ser interesante su estudio y descripción para completar la evolución de tan poco divulgados aparatos de la antigüedad.

Los hombres más primitivos y los sencillos habitantes de pueblos alejados de la civilización moderna, sabían calcular las horas transcurridas del día, observando la proyección de su sombra personal en el suelo en pleno campo. Las horas del día se marcaron más tarde sobre piedras planas en las que se dibujaba un cuadrante sobre el que la sombra de una varilla metálica vertical iba marcando las horas que se numeraban en torno al meridiano.

Los egipcios ya utilizaban un aparato para tales cálculos desde la dinastía XVIII (1300 a. C.) El Museo de Berlín posee uno (fig. 1) en el que por la mañana el travesaño A. A. se ponía de cara a oriente y su sombra caía sobre la regla graduada B. B. en el punto 2-1 marcando allí la hora prima. Cuando el sol ocupa su cénit en el punto más alto del meridiano, la sombra es más corta, es el verdadero mediodía y el día comienza al salir el sol en el horizonte de oriente.

Quizá de los egipcios imitaron los hebreos y los fenicios sus relojes de sol, pues el rey Acab de Judá (742-a. d. C.) y el Profeta Isaías (Cap. XXX v.º 8) hablan de ellos y Beroso recuerda que un

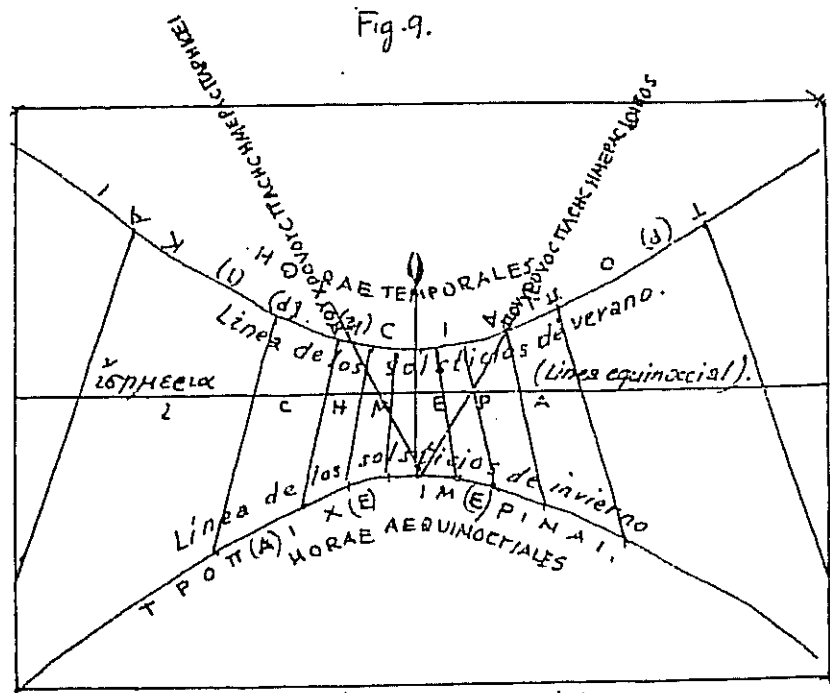
sacerdote de Bel regaló a Antioco II.^o uno en el año 250: a. C. Se sabe que Tales de Mileto, Anaximandro y Eudoxo construyeron en Grecia cuadrantes solares de gnómon metálico para determinar los



solsticios tan útiles a los griegos para marcar los años olímpicos y el comienzo del año ateniense en el de verano. Vitrubio dice que el inventor de los relojes de sol fué el caldeo Beroso hacia el año 250

a. d. C. y Varron relata el caso de Marco Valerio Messala que trajo un reloj de Catania para colocarlo en una plaza de Roma, pero como no supieron ponerlo en su lugar debido, no marcaba bien las horas y fué preciso construir otro en 164 a. C. por orden del Pretor Quinto Marco Filippo adaptado a las horas y meridiano romano.

Fig. 9.

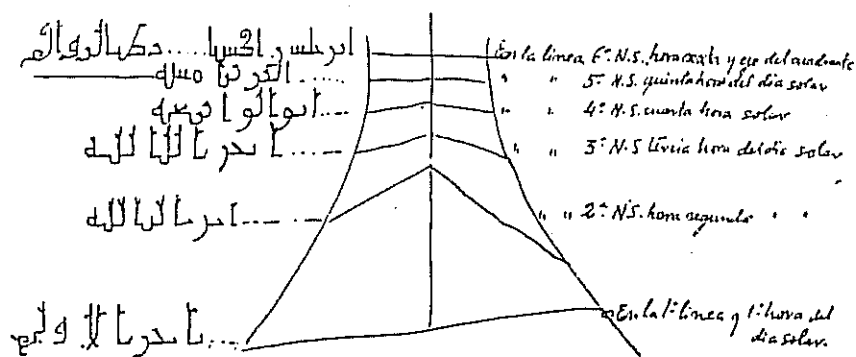


Cuadrante solar horizontal griego
hallado en Delos. Construido para una latitud de 37°
(El original tiene solo el texto griego).

En las Termas Stabiana de Pompeya se halló en 1854 un reloj solar (fig. 4) mandado construir por el Questor Maras de la tribu osca de Attinia por Decreto del municipio, con los fondos de las multas según consta escrito en letra y lengua osca al pie del mismo cuadrante. En Belo se halló otro reloj de sol, monumental, de mármol blanco apoyado en garras como el de Pompeya e igual también al de otro fragmento hallado en Mérida (fig. n.º 3 y 4).

De los árabes que tan profundos conocimientos tuvieron de astronomía en la Edad Media, heredados de los caldeos y egipcios

sabemos que medían también el tiempo con relojes de sol y astrolabios, valiéndose de la longitud de la sombra del gnómon, pero no teníamos noticias ni dibujos de cuadrantes solares aunque por el ejemplar que vamos a estudiar sabemos que los imitaron de modelos griegos antiguos. Abderrahman II (822-852) buscó en el Zich y y en Sindhind los resultados de las investigaciones indias en el Irak para aplicar sus estudios también en Córdoba. Su alfaquí Yahia-ben-Yahia fulminó muchas diatribas contra los poetas astrólogos que vivían a costa de su soberano (L. Provençal. HISTORIA DE ESPAÑA, de Menéndez Pidal t.º pág. 174). Azarquiel, el sabio astrónomo del rey Almam-un de Toledo (1070), Abul-Kasim-abu-Assam



y el mismo Averroes, escribieron multitud de tratados sobre el modo de construir aparatos astronómicos muchísimo más complicados que los relojes, tales como los astrolabios, azafeas, alidadas, etc. (fig. 9) pero cuando creíamos agotados nuestros datos, pues todos los modelos eran de origen romano y diferentes al que hemos hallado, tuvimos la suerte de encontrar en la enciclopedia Daremberg Saglio (t.º LLL pág. 260, fig. 3888) el dibujo de un cuadrante solar de plan horizontal hallado en 1894 por Nr. Couve en Delos y cuyo dibujo y funcionamiento es igual que este musulmán de Córdoba recientemente hallado. Por este ejemplar que ofrecemos en la figura 10 con las inscripciones de ambos superpuestas para comprobar su identidad, quedará demostrado que el reloj de sol califal cordobés está imitado de los antiguos gnomones griegos del s. V.º a.C. (fig 10) Para mayor ilustración del tema reproducimos algunos dibujos de relojes de sol medievales tipo *solarium* como el de Cret-Chaterard, del siglo XII y el sostenido por un angel en la catedral de Strass-

RELOJ DE SOL MUSULMÁN. S. XI.
CORDOBA
MUSEO ARQUEOLÓGICO.

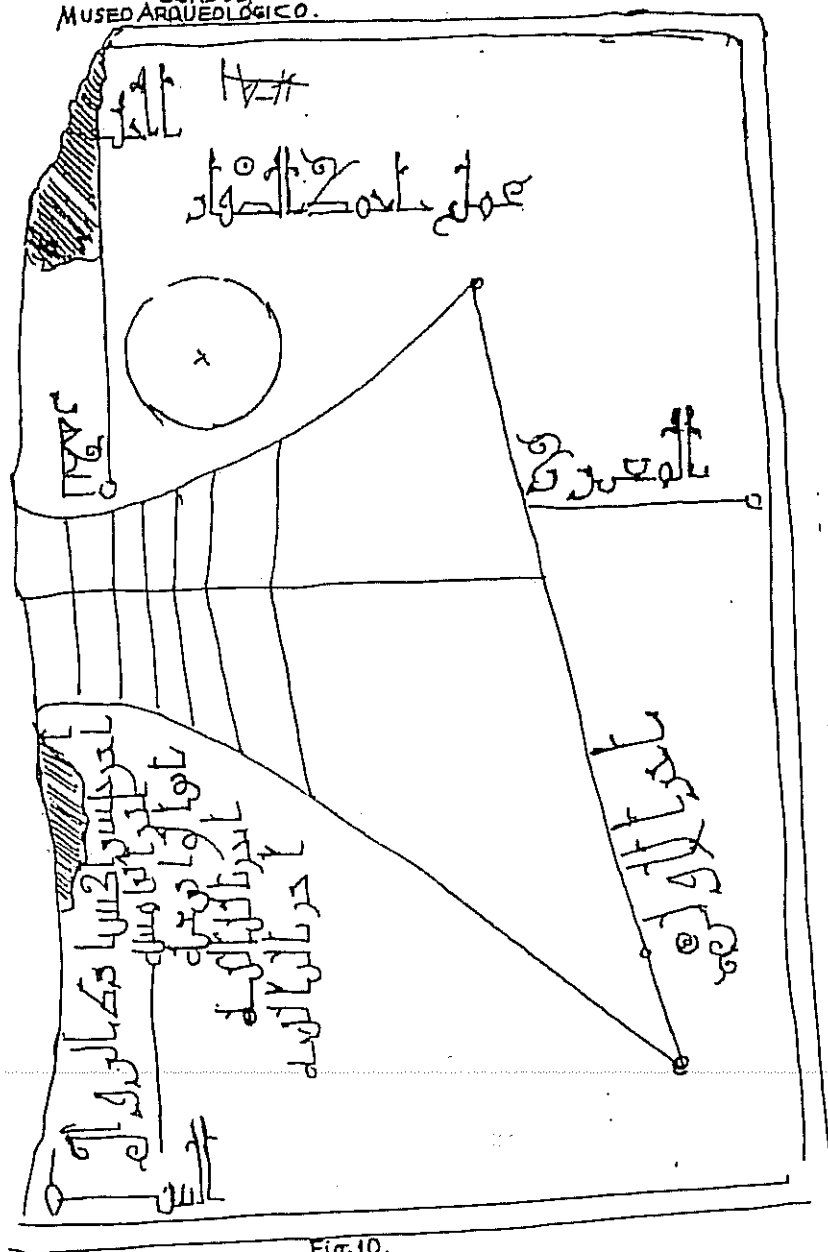


Fig. 10.

burg (fig. 8) o el de la catedral de Chartres cuyo cuadrante es ya del siglo XVI o el de la Colección Carnegie, s. XVII (fig. 6) y el del Marden College en Black-Head (fig. 7).

Describiremos ahora el reloj hallado en Córdoba en el Camino Viejo de Almodóvar (fig. 10). Es una placa rectangular de mármol blanco que mide 0,34 m. de ancho, por 0,23 de alto, correspondiente solo a la mitad derecha del cuadrante pues por desgracia le falta la mitad izquierda rota y desaparecida. En la parte inferior izquierda que es la que conservamos, se ha trazado una línea horizontal equi-

noccial (ἡσημερία. cruzada perpendicularmente por otra norte-sur

والله

formando entre ambas cuatro cuadrantes. En el primero (N.E.) sobre la línea N. S. hay un orificio donde estuvo clavado el gnómon metálico cuya sombra recorría según la altura del sol una línea parabólica de las *horae temporales* durante el solsticio de

verano ἡ τροπικὴ θερινὰί sombras máxima y mínima del verano.

Dentro de este primer cuadrante hay un pequeño círculo grabado en línea incisa por cima de la línea parabólica cuyo valor ignoramos y encima del mismo, la inscripción que suponemos es la firma del autor

أحمد التولبي

(¿Obra de Ahmed-al-Tulb?).

En un astrolabio de Alcazarquivir del 1728 (1141 de la Hejira) figura la firma de Ahmed-al-Battuti. En el punto extremo de la línea

norte-sur vemos esta palabra incompleta الله seguida de unas

líneas rayadas en esta forma الله sin valor epigráfico algu-

no. La línea que une los puntos extremos occidentales de las líneas parabólicas, oblicua con relación al eje N. S. lleva esta inscripción

قوسا لال-Magrib occidenté, y se halla cruzada por otra

línea paralela a la equinoccial con otro orificio en su extremo derecho, quizá expresión del punto cardinal indicado.

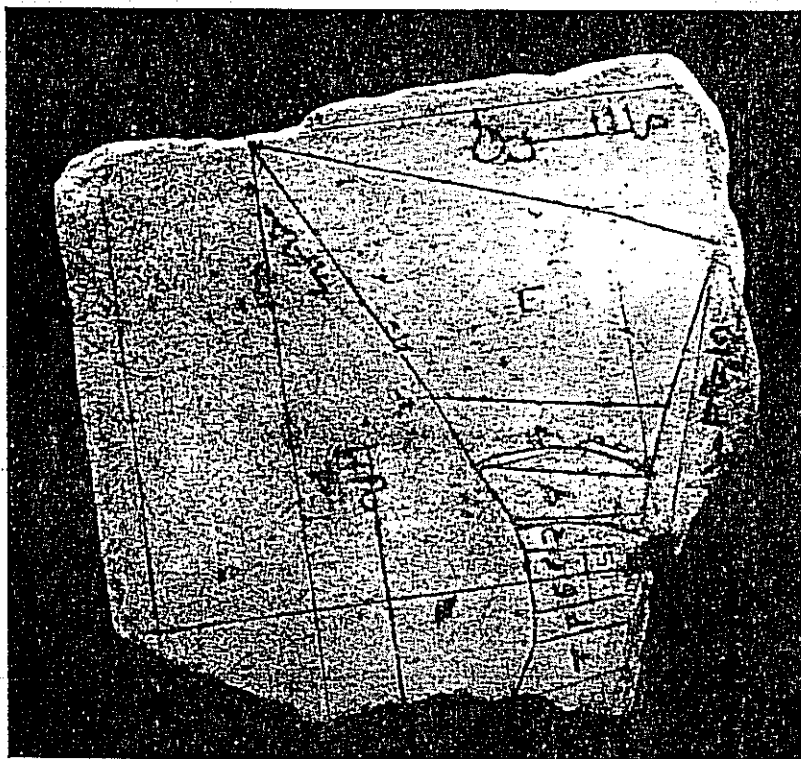
En el cuadrante suroeste está la línea parabólica *horae aequinoctiales* del *τεῖοναι χειμερῖαι* (solsticio de invierno) cuyas horas marcadas con líneas hasta seis, indican cada una de las seis horas matutinas desde la salida del sol en oriente, hasta el mediodía, separadas con más o menos anchura según la altura del gnomon y la inclinación del sol cuyos puntos de intersección con la parábola quizá corresponda con cada una de las horas principales del día musulmán llamadas *masriq*, *tayr*, *asr*, *zuhur*, *zawal*, *safaq* y *magrib*; más no debe ser así pues las inscripciones que cada una de estas líneas tienen en su parte inferior dicen así, perpendicularmente a la palabra *al-kiblah?* (sur).

Córdoba 11 de Junio 1956.

✕

UN CUADRANTE SOLAR DE LA ALCAZABA DE ALMERÍA

En esta breve nota queremos estudiar un interesante cuadrante solar árabe recientemente encontrado en un aposento excavado junto a la muralla norte de la Alcazaba de Almería, determinando aproximadamente la época de su construcción.



El fragmento, de mármol, de dimensiones máximas 28 x 29 centímetros, apareció incrustado al piso con mortero de cal y arena, habiendo sido utilizado como solera con otros trozos del

mismo mineral. El lugar del hallazgo no indica nada respecto a su posible primitivo emplazamiento, pues el sector en cuestión fué destruido por un terremoto en 1522 y posteriormente reconstruido, en tiempos de Carlos I, con modificación de su trazado. Tal vez la piedra ya quedó destrozada mucho antes, en 1147, cuando Alfonso VII conquistó y saqueó por completo la citada plaza de Almería.

Se trata de un cuadrante solar horizontal, y en el fragmento encontrado pueden observarse las líneas solsticiales, bastante completa la correspondiente al invierno. La hipérbola definida por dichas líneas solsticiales tiene un eje mayor de 49'4 mm. y una excentricidad $e = 2,00_2$. Siendo $\varphi = 36^\circ 50' N$. la latitud geográfica del lugar, la conocida relación $\cos \varphi = e \sin \varepsilon$ arroja para la oblicuidad de la eclíptica, en la época en que el cuadrante fué construido, el valor $\varepsilon = 23^\circ 34'$, el cual, según la fórmula de Newcomb para la variación secular de la oblicuidad de la eclíptica, permite referir la construcción de dicho cuadrante entre las postrimerías del siglo X y los comienzos del XI.

En la piedra aparecen grabadas las palabras مشرق (este), سرطان (Cancer) و جدى (Capricornio), e incompleta la شمال (norte). Además, a ambos lados de la meridiana, vienen indicadas las horas de la mañana د (4), هـ (5) و (6), y las de la tarde ز (7), ح (8), ط (9), ي (10), و يا (11). Por último, si bien las líneas horarias han sido marcadas groseramente uniendo, mediante trazos rectilíneos, los puntos correspondientes a las distintas horas naturales de los solsticios, en los espacios de las horas octava y décima han sido cuidadosamente trazadas las líneas de las horas de las oraciones al-zuhr, en el instante en que el Sol comienza a declinar, y al-'aṣr, u hora de la media tarde.¹

JUAN J. DE ORÚS

Universidad de Barcelona.

1. No queremos dejar de agradecer la lectura y transcripción de las palabras árabes que figuran en el cuadrante, a nuestro entrañable amigo Juan Vernet Ginés.

A TREATISE ON THE ARMILLARY SPHERE BY DUNAS IBN TAMĪM

The manuscript no. 4861 in the library of the Aya Sofia in Istanbul has been described for the first time (after a summary mention in the *deftter*) by M. Krause, *Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker, Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik*, 1936, p. 515. The notice in Brockelmann, *Suppl.*, I, 868, is derived from there and reads as follows:

Danas b. Tamīm b. Ya'qūb al-Isrā'īlī al-Qarawī, pupil of Abū 'Alī b. 'Uthmān al-Aṣṭurlābī, wrote before 613/1216 (the date of the manuscript) : *Kitāb fi'l-'amal bi'l-āla al-falakiyya al-ma'rāfa bi-dhāt al-halaq* AS 4861 (Krause 515, no 10).

In dating the work one is not, however, reduced to the *terminus ante quem* given by the date of the manuscript. The author of the treatise is by no means an obscure person, but is very well known in the history of Jewish literature. (He is also quoted several times as an author on medicine by Ibn al-Bayṭār.) His name is Abū Sahl Dūnash (this is the usual Hebrew reproduction of the Berber name Dunas) b. Tamīm. His surname al-Shaflajī has not yet been explained. (The name of his grandfather, Ya'qūb, does not seem to occur in the other sources.) He lived in al-Qayrawān, in the first half of the tenth century, and was a pupil of that important physician and philosopher, Isaac Israeli. For particulars about him reference can be made, besides the articles in the *Jewish Encyclopaedia* (by W. Bacher) and the *Encyclopaedia Judaica* (by M. Zobel), to M. Steinschneider, *Die arabische Literatur der Juden*, p. 72-73, and G. Vajda, *Le commentaire Kairouanais sur le «Livre de la Création»*, in «Revue des

Etudes Juives, vol. 107 (1946-47), p. 99-156 (continued in the following volumes).

Of his works only the commentary on the *Book of Creation*, in which he interpreted that ancient book in the light of contemporary philosophy and science, has come down to us; to be sure, not in the original Arabic, but only in very corrupt Hebrew versions. The question of the authorship of that book, written in 344 A.H/955-6 A.D., is not without complications, but it is almost certain that it is by Dunas, although partly based on notes taken from the dictation of his master, Isaac Israeli. The commentary contains many passages on astronomical subjects. Moreover, he mentions there two comprehensive works on astronomy by himself, now lost. Speaking of the phases of the moon, he says (Vajda, p. 140):

We have explained this phenomenon and represented it by figures in our book addressed to Abū Yūsuf Ḥasday b. Ishāq in reply to the questions that have reached us from the town of Constantinople (read Cordova?). This book is composed of three parts: 1) the science of the structure of the spheres; 2) astronomy mathematically treated; 3) astrology.

(We can reconstruct the Arabic titles of the three parts as follows: 1) *'Ilm hay'at al-aflāk*; 2) *'ilm al-falak 'alā sabīl al-ḥisāb*; 3) *aḥkām al-nujūm*. The translation of Vajda has to be slightly revised.) He also wrote a work on astronomy for the third Fatimid Caliph, al-Manṣūr (who reigned from 334/945 to 341/952). Mentioning (Vajda, p. 141) a treatise «On the weakness of the principles of astrology» (in Arabic probably: *Fī da'f uṣūl 'ilm aḥkām al-nujūm*; in view of part 3 of the book mentioned above, this does not perhaps imply that Dunas rejected astrology altogether) he adds: «This book is part two of our book about the structure of the sphere which we have composed for the Imām al-Manṣūr Ismā'il b. al-Qā'im». (The Arabic original probably read: *wa-hādha'l-kitābu huwa'l-juz'u'l-thānī min kitābinā fī hay'ati'l-falaki'lladhī allaḥnāhū* (?; Hebrew *bē'arnū*) *bi-rasm* (Hebrew: *'al shēm*) *al-Imām* (so; Hebrew: *ha-manhīg*; the restitution *al-Mahdī* is erroneous) *al-Manṣūr Ismā'il b. al-Qā'im*.)

The treatise on the astrolabe fits in very well with the literary activity of Dunas. Moreover, it results from its introduction that it was dedicated, if not to the Fatimid Caliph, as one of the

other astronomical works of Dunas, so at least to one of the high dignitaries of the Fatimid state: the shaykh Abu'l-Ḥasan Muḥammad b. al-Ḥusayn, who was, as may perhaps be inferred from the context, governor of the town of al-Mahdiyya. (I did not find him mentioned elsewhere.)

In his introduction, the text of which is reproduced here, Dunas praises Abu'l-Ḥasan for his interest in science, rarely to be found among people highly situated in the world. He refers to a conversation he had with Abu'l-Ḥasan in al-Mahdiyya about astronomy and astronomical instruments. He talked to the shaykh about the various kinds of astrolabes and especially mentioned two kinds, both of which can be either based on the north or south pole. Firstly, the astrolabe called *munbatīḥ* (read perhaps: *al-mubattāḥ* 'melon-shaped'; cf. for example H. Suter, *Beiträge zur Geschichte der Mathematik bei den Griechen und Arabern*, Erlangen 1922, p. 84, note 20). This astrolabe was invented by «some of the ancients»; the most eminent representatives of astronomical science were, however, dissatisfied with this instrument. The other is the kind called *al-ḥūtī*. (Of both, the most commonly used type is the 'northern' one.) Most people using the astrolabe are, however, simply following the instructions given in the books, without any theoretical knowledge of the basis of the projection. It is only by a study of arithmetics and geometry that one is able to understand the methods by which the various instruments are designed. This conversation led Dunas to mention the 'egg-shaped' instrument (*al-bayḍa*, i.e. the celestial globe) and the 'one with rings' (viz. the armillary sphere). The latter represents the sphere more truly than all the various types of astrolabe, because it moves round two poles, while the astrolabe moves round one pole only. Abu'l-Ḥasan then asked Dunas to make a specimen of either of these two instruments. Dunas replied that he heard Abū 'Alī Aḥmad b. 'Uthmān the astrolabe-maker praising especially the armillary sphere. (Other writers, in prefaces to treatises on the other types of instrument, praise of course their own speciality; cf. for example al-Nayrizi, quoted in H. Seeman, *Das Kugelförmige Astrolabe von Alfons X*, Erlangen 1925, p. 34-35, who rails at the armillary sphere and extolls his own speciality.) So he was ordered by Abu'l-Ḥasan to make such an instrument; this was actually done, with the active help of Abu'l-Ḥasan, who put at

the disposal of Dunas the craftsmen who had to prepare the various circles of metal. The instrument ready, Dunas thought it convenient to compose a treatise in the form of an epistle addressed to Abu'l-Ḥasan, «because of the benefactions bestowed by you on me and the friendship I felt for you; so that my name should be linked to yours, and this treatise should survive in this world, God having ordained death for individual human beings; and so that you, whenever you use the instrument and read the treatise, may remember me during my absence due to the distance between my place and yours, my town (that is to say, no doubt, al-Qayrawān) and yours (*viz.* al-Mahdiyya), this making a continuous bond between us».

I confine myself to identifying the author of the treatise and giving the gist of the introduction. I cannot on this occasion go into the contents of the treatise and establish its place among the other Arabic books on the same subject. As is well known, the armillary sphere, in which the main circles of the heaven are represented by metal circles, is described by Ptolemy in the *Almagest*. He calls it τὸ ἀστρολάβον ὄργανον; but as the word 'astrolabe' was subsequently applied to the more generally used planispherical astrolabe, the other instrument was distinguished from it in Arabic by the name *dhāt al-ḥalaq*; in medieval Latin the names *sphaera armillaris*, *astrolabium armillare* and *armillae* are used. (On the armillary sphere in antiquity see, for example, Pauly-Wissowa, *Realenzyklopaedie*, s.v. *Astrolabium*, para. 1, vol. II, p. 1798.) Among Arab scientists the instrument was known both from the passage in the *Almagest* and from separate treatises translated from the Greek. Al-Ya'qūbī (III/IXth century; *Ta'riḫh*, I, 154-157 Houtsma) describes a treatise on the armillary sphere (*Fī dhāt al-ḥalaq*) ascribed to Ptolemy. In addition to the description of the instrument, it contained 39 chapters on the use of it; the table of the contents of these chapters is reproduced by al-Ya'qūbī. In the *Fihrist* of Ibn al-Nadīm (end of IVth/Xth century; p. 268 Flügel; the passage is copied by Ibn al-Qiftī, p. 108 Lippert) a similar treatise (*al-'amal bi-dhāt al-ḥalaq*) is ascribed to Theo. Of early Arabic authors (IIIrd/IXth century) al-Fazārī, Māshallāh, Sind b. 'Alī, al-Ḥasan b. al-Ṣabbāḥ and 'Uṭārid are known as authors of treatises on the armillary sphere. A short treatise of four folios by al-Kindī has even survived in MS (Paris 2544, fol. 156 v - 160 v) but it contains only the inter-

pretation of the passage in the *Almagest*. A complete treatise by Ḥabash, however, bearing the title *al-'amal bi-dhāt al-halaq li-Batlūmiyūs*, is preserved in an Istanbul MS (see Brockelmann, *Suppl.*, I, 393). There exists a monograph on the armillary sphere by F. Nolte : *Die Armillarsphäre*, Erlangen 1922. (The existence of the treatise of Ḥabash was, however, not yet known at that time.)

It would be impossible for me to analyse the contents of the book, if for no other reason, for not having before me, at present photos of more than the first fifteen folios of the MS. I wish only to add a few notes on the manuscript, after the description of M. Krause. It has 55 folios of 14 × 20 cm., and was written in 613 A.H. by 'Abd al-Qawī b. 'Abd al-Mu'tī, for his own use. (His ex-libris is to be found also on the title-page.) It is worth noting that according to the genealogy in the colophon he was a great-great-grandson of Tamīm b. al-Mu'izz, b. Bādīs, a prince of the Zirid dynasty that ruled in Ifriqiya, the very country of the author Dunas b. Tamīm. The colophon reads: كتبها لنفسه العبد الفقير إلى الله سبحانه وتعالى عبد القوي بن عبد المعطى [بن] هلال بن عطية بن تميم بن المعز بن باديس (بادليس) الانصارى لتسع خلون من ذى الحجة سنة ثلاث عشرة وستمائة.

The MS was given by the sultan Maḥmūd I (1143/1730 - 1168/1754) to the library, founded by him, of the Aya Sofia mosque; the note of *waqf* can be seen on the fly-leaf.

(I wish to express my thanks to Professor A. Adnan Adivar, to whom I owe the photographs of the MS.)

S. M. STERN

Oxford.

THE TEXT OF THE INTRODUCTION

بسم الله الرحمن الرحيم

رسالة كتب بها دنس بن تميم بن يعقوب الاسرايلى القروى الى الشيخ
ابى الحسن محمد بن الحسين ايده الله فى العمل بالالة الفلكية المعروفة
بذات الحلق

اطال الله بقاءك رفيعا مكانك مكينا سلطانك جليلا مقدارك و ادام لك
العز و التوفيق و السعادة و التسديد و زاد فى مواهبه الجميلة لديك و آلايه
الجزيلة عندك انه اكرمك الله من و هبه الله ما و هبك و احله بما احلك
و خصه بما خصك¹ من جلاله التدر و عظم الخطر و شرف المنزلة و رفيع
العلو و العز الباهر و السلطان القاهر فقليل ما يشغل نفسه بالقليل من سرائر
العلم و مكنونات الفلسفة فضلا عن كثيرها و التوسط فى خفياتها و مكنون
سرائرها فيصلف عن ذلك لتمكنه من الدنيا و اشتغاله و مطعمه لرائلها و ظاهر
زخارفها فيكون له بذلك شغلا² عن حقائق العلوم و سرائر الحكمة لكن
امالك عن ذلك ما جعله الله فيك و وهبه لك و خصك به دون غيرك من
رجال مولانا عليه السلم من العقل الرصين و الحزم المتين و الذكاء الصافى
و الرأى الاصيل و صحيح الفكر و اصول الدين و علم اليقين و هجر اللذات
و رفض الشهوات فالى الله ارجب و منه اسئل ان يطيل البقاء و يزيدي فيك
من هذه النعماء و ان يمدك من هذه الفضيلة التى خصك بها على سواك ان
ذلك بيده و هو الخلاق العليم و لما ذاكرتك³ ادام الله عزك حين ركوبى

1. اخصك Ms.

2. Sic Ms.

3. ذكرتك Ms.

عندك بالمهدية المرضية في معانى علم الهيئة والالات التى عملها الاولون
لبدلوا بها على هيئة الفلك وذكّرت لك انواع ذات الصفائح التى هى
الاسطرلاب واعلمتك ان منها ما يعمل على القطب الشمالى ومنها ما يعمل على
القطب الجنوبى وعرفتكَ ان قوما من الاولين عمل منها جنسا يقال له السنبطح⁴
تودى الى ما يودى اليه غيرها بالتقريب وان المبرزين من اهل هذه الصناعة
انكروا ذلك عليهم وذكروا انه لا يصح لهم ذلك لانهم رسموا دائرة فلكك
البروج بخطوط تصل بين نقط مختلفة وفلكك انهم اخذوا موضع سبل كل
برج عن معدل النهار فوصلوا بين ذلك الموضع بخطوط مختلفة ليست
مستقيمة ولا⁵ معنى دائرة واحدة غير موجود فى الطبع وحقيقة العلم ان يصاب
فى الفلك وما تحت الفلك غير خطين احدهما مستقيم والاخر معوج فكيف
يمكن فى بسط كرة ان يمس فلك البروج فى صفة معنى شتا من دوائر شتا
وحقا اقول انه لو اخذ مثل كل درجة من درج فلك البروج وعملت على
هذا العمل فضلا على سوى ذلك لم يكن واقعا بالحقيقة وان قوما آخرين
عملوا منها جنسا اخر يعرف بالحوتى ياتي فيه صورة فلك البروج سمتها
نجوم ويأتى فى هذا الشكل مدار الحمل مع الحجرة عند موضع مدار الجدى
من غيره من الاسطرلابات وهو كذلك فى هيئة الكل لان مدار الحمل هو
اوسع المدارات فى الكرة واكثر اقتصاد الناس من هذه الانواع على
الاسطرلاب الشمالية والذين يعملونها فاعثروهم انما يعملها على التقليد على ما
فى الكتب ولا يعلمون العلة فى ذلك ولا كيف بسطت الكرة ونقل حسابها
الى البسط وايضا فان الجنوبية فقل ما توجد لقلة عامليها وقلة علمها فى
الكتب فاق شخص كان من انواع اشخاص هذه الاسطرلابات من نصف او
ثلث او سدس او نصف سدس او غير ذلك فانما يودى الناس الى علم هيئة
الفلك اذا تقليد⁶ لا برهان معه الا لمن احكم علم العدد والهندسة حتى يتقبل
الى علم الهيئة ويدرى كيف بسطت الكرة حتى صارت فى صفيحة كبسط

4. Sic Ms.

5. Here seems to be a lacuna.

6. Ms. تقليدنا

عده الآلة اعني ذات الصفائح وذلك انهم لم يمكنهم بسط الفلك كله في
صبيحة لان قطبي الفلك ساكنان والفلك متحرك على قطبيه فلو تسطوا
جميعه على قطب واحد بقي القطب الثاني مدار الصحيفة ومدار الصحيفة لا يقع
الا متحركا والقطب لا يكون الا ساكنا فيبطل ذلك فكان ما جرى من ذلك
بيننا سببا الى ذكر الآلات الدالة على هيئة الفلك مثل البيضة وذات الحلقي
فاعلمتكم ان ذات الحلقي اعدل على صورة هيئة الفلك لانها تدور على قطبين
والاسطرلاب انما يدور على قطب واحد مسطتي حينئذ الى عمل احدهما فعرفتكم
اني سمعت ابا علي احمد بن عثمان الاسطرلابي يمدح ذات الحلقي ويذكر
انها عظيمة المنفع كثيرة الفائدة في الدلالة على صنوف الاعمال التي تدل
على البيضة فامرنتي حينئذ قدم الله امرئ ان انشط في عملها واعنتني بجاهك
وما لك على الصناعمين المتولين انواع خلقها فيسر الله ذلك حتى كتلت
واخذت نفسي بالعمل بها فرايت ان اولف هذه الرسالة في العمل بها واجعلها
رسالة مني اليك لما تقدم عندي من اياديك وسبق من محبتك فيكون اسمي
فيها مضافا الى اسمك لتكون هذه الرسالة باقية في هذه الدنيا لما ختم الله عز
وجل على هذا الانسان الشخصي من الموت وتكون انت جعلني الله فداك
عند عملك بالآلة ونظرك الى الرسالة ذاكرة لي في غيبتني لبعد موضعي من
موضعك ومدينتي من مدينتك ويكون لي ذلك استدامة اتصالي بك واستظهارا
على ما اؤمله من التمسك بحبلك المتين والتعلق بعروتك الوثقى

Hydrographa 4861

الكتاب في علم النجوم

كتاب في علم النجوم

رسالة في علم النجوم
والنجوم في علم النجوم
والنجوم في علم النجوم
والنجوم في علم النجوم



الكتاب في علم النجوم
الكتاب في علم النجوم

رسالة في علم النجوم

الكتاب في علم النجوم

الكتاب في علم النجوم

الكتاب في علم النجوم

الكتاب في علم النجوم

الكتاب في علم النجوم

الكتاب في علم النجوم

الكتاب في علم النجوم

الكتاب في علم النجوم

ISLAMIC ASTROLABISTS AND THEIR WORKS

by

L. A. MAYER

ALBERT KUNDIG

GENÈVE

1956

141

To
PAUL WITTEK
IN FRIENDSHIP

PREFACE

Definitions. In the following pages we shall understand by "astro-bists" those makers of astrolabes, quadrants, celestial globes, sun-dials, compasses and qibla indicators who lived and worked in Islamic countries west of India prior to A.D. 1830. Makers of other scientific instruments such as *mudd*-measures, scales, and surgical implements will be dealt with in the volume dealing with metal workers in general. Indian masters are on principle excluded, for reasons explained in my *Islamic architects and their works*, pp. 11/12.

Transcription and translation. The transcription of Oriental words is the same as in the *Islamic architects* just quoted. On the whole it is a simplified version of that used by the Royal Asiatic Society and the *Cyclopaedia of Islam*. In transcribing Turkish words an effort was made to distinguish between the old and the new system when rendering names and technical terms. The latter, whether Arabic, Persian or Turkish, are usually given in brackets and follow closely the English ones. If there is a discrepancy in meaning between the English and the Oriental phrase, the former represents the archaeological evidence, and the latter the version of an inscription or literary source.

Bibliography. The bibliographies which follow biographical notes about astrolabists deal primarily with the objects, not with the men. References to Oriental sources from which the biographical details have been culled are given in the text of the bibliography of either the earliest or the most important instrument of each master.

Acknowledgements. I gladly take this opportunity to express my deep gratitude to all who have helped me in this work, notably to Dr. M. Chatzidakis, Director, Benaki Museum, Athens; Prof. Ernst

Zirner, Bamberg; Dr. I. Pólit, Director, Sección Astronómica del Observatorio Fabra, Barcelona; Prof. E. Kühnel, Staatl. Museen, Berlin; M. René Greppin, Brussels; Dr. D. J. Price, Curator, Whipple Museum of the History of Science; Mr. J. W. Goodison, Assistant Director, Fitzwilliam Museum, Cambridge; Rév. Père Jean Ferron, Director, Musée Lavigerie, Carthage; Mrs. Alice Weibel, Detroit Art Institute; Dott. M. L. Bonelli, Curator, Museo di Storia della Scienza, Florence; Eng. Comdr. H. O. Hill, R. N., National Maritime Museum, Greenwich; Prof. Süheyl Ünver, Director, Tîb Tarih Enstitüsü, University of Istanbul; Mr. Haluk Şehsuvaroğlu, Director, Top Kapu Sarayı Museum, Istanbul; Dr. P. A. Kirchvogel, Kustos, Staatl. Kunstsammlungen, Kassel; M. J. Chadenat, La Ferté-Bernard; Prof. Artamonow, Director of the Hermitage Museum, Leningrad; Mr. J. A. Billmeir; Mr. M. Hakim; Col. Ralph A. Harari; Mr. B. Gray, Keeper, and Mr. R. W. Pinder-Wilson, Assistant Keeper, Department of Oriental Antiquities, British Museum; Dr. H. R. Calvert, Science Museum; Mr. B. W. Robinson, Victoria and Albert Museum, London; Mr. E. S. David, Long Island City; M. Claudius Côte, Lyons; Prof. E. García Gómez, Director, Escuela de Estudios Arabes, Madrid; Dr. W. Voigt, Bibliotheksrat, Westdeutsche Bibliothek, Marburg an der Lahn; Dr. Florence Day, Associate Curator, Department of Near Eastern Art, Metropolitan Museum of Art, New York; Dr. Peter Strieder, Germ. National-Museum, Nürnberg; Dr. Charles Parkhurst, Director, Allen Memorial Art Museum, Oberlin; M. Georges Charliat; M. N. E. Landau; M. M. Meyer; M. G. Prin; Dr. J. Schumann; M. A. Danjon, Director, and M^{me} Monfraix, Librarian of the Observatoire, Paris; M^{lle} M. Foncin, Conservatrice, Department of Geography, Bibliothèque Nationale, Paris; Prof. G. Armellini, Director, Osservatorio Astronomico, Rome; Miss C. Filsinger, Assistant Curator, City Art Museum, St. Louis; Dr. Gerhard Albe, Director, Statens Sjöhistoriska Museum, Stockholm; M. Robert Mesuret, Director, Musée St. Raymond, Toulouse; M. Edm. Frézouls, Directeur des Antiquités, Tunisie; Dr. Ernst Schuselka, Director, Sammlungen f. Plastik, Kunsthistorisches Museum, Vienna, and Dr. Richard Ettinghausen, Freer Gallery, Washington, D.C., for having allowed me to study their collections or supplied me with photographs, or both;

to Dr. C. H. Josten, Curator, and Mr. F. R. Maddison, Assistant Curator of the Museum of the History of Science, Oxford, to whom I am quite especially indebted for advice and innumerable acts of kindness in and outside their Museum;

to Dr. Immanuel Ben-Dor, Prof. Jean David-Weill, M. Marcel Destombes, Mr. Mark Dineley, Dr. Cath. van Haaften, Mr. Frank Maggs, M. Henri Michel, Dr. D. S. Rice, Prof. G. Ryckmans, Dr. E. Sollberger, Dr. P. Voorhoeve, and Prof. G. Wiet for information about astrolabes and their owners;

to Dr. A. Bouvier, Director, and Dr. D. Anet, Librarian, Bibliothèque Publique et Universitaire, Geneva; Dr. C. Wormann, Director, and Dr. E. Ashtor, Keeper of Oriental Books and Manuscripts, Hebrew University Library, Jerusalem; Mr. J. D. Pearson, School of Oriental and African Studies; Mr. A. Wheen, Victoria and Albert Museum; Dr. O. Kurz, Warburg Institute, London, for all the help I received when working in their libraries;

to Mr. F. R. Maddison for having read the Introduction and parts of the Roll and for giving me the benefit of his most valuable criticisms; to Mrs. V. Salomons, Prof. D. H. Baneth, Prof. U. Heyd and Prof. P. Wittek for much help of diverse kinds, to Mrs. A. Machol, Mrs. Inna Pommerantz, B.A., and Mr. K. D. C. Vernon, F.L.A., for their share in reading the proofs; to M. André Kundig and his staff for their courtesy and attention in producing this volume.

May I repeat my appeal to all those who possess, are in charge of or know of Islamic scientific instruments not mentioned in the following pages, to publish their material as soon as they can, or, should this prove impossible, to let me have photographs or rubbings of these objects?

L. A. M.

INTRODUCTION

Terminology of signatures. Makers of astrolabes are introduced by a variety of terms, the most common being *šana'ahu*,¹ or less often *šana'ahâ*. In all cases in which we can follow up details of the life of the astrolabist concerned, we learn that he was a professional astronomer, using the word in its widest sense, so as to include mosque officials whose duty was to establish astronomical "moments" (*mu'addil*) or fix the hours of prayer (*muwaqqit*). Chardin assured us in a passage which has become famous,² that in his days, as a rule, Persian astronomers made their instruments themselves, and he ascribed the perfection of Persian astrolabes to this very fact. This statement can be generalized, since we know that many other astronomers living at other times and in other countries did the same.³ Others, like 'Abd al-A'imma the Younger, varied the verb of their signature, and called their work sometimes *šana'a*, at other times *namaqa* (decorated) or both. Similarly 'Abd al-Bâqî and 'Abd al-Ghafûr the Elder mentioned *expressis verbis* that they made and decorated their astrolabes. There is even literary evidence⁴ that a man as highly placed as Aḥmad Pasha, governor of Egypt, not only calculated and designed his sun-dials but actually cut them in marble (*ṣinā'atan wa-ḥaḥran bi-l-izmîr*). Furthermore we know that

¹ The noun, *šan'at*, so common on objects of art and in architectural inscriptions, is rare on astrolabes, but it exists (e.g. 'Abdallah b. Sâsi; Ibrâhîm b. Sa'id; Muḥammad b. Abî Bakr; Muḥammad b. Muḥammad b. Hudhail). With regard to these masters as well as to all the other astrolabists mentioned in this Introduction, cf. The Roll, s.vv.

² *Voyages*, ed. Langlès, 1811, t. IV, p. 332.

³ We are reminded of this, of course, only in cases when these instruments fetched exorbitant prices, like e.g. those of Aḥmad b. Ḥusain b. Bâso or Muḥammad b. Aḥmad al-Mizzî, or were particularly beautiful, like those of Qaiṣar or 'Alî b. Ibrâhîm "Ibn ash-Shâfir".

⁴ Jabarti, I, p. 187, ll. 3 b-pu.

certain scholars famous for their learning (e.g. Muḥammad al-Ghazâlî) occasionally merely engraved (*naqasha*) instruments calculated by their colleagues. To sum up, we may say that it stands to reason that in the circumstances all those who signed their astrolabes, quadrants, globes or sun-dials should be considered as the actual makers of these instruments, unless we are informed by extraneous sources, or by inscriptions on the objects themselves, that they used to leave the physical part of the work to others.

The second term is *'amila* or *'amal*. It is more difficult to decide what exactly this word means. With the exception of a sultan, not a single man who signed his astrolabe in this way is known from literature. Some of the astrolabes thus signed are as beautiful as any of their time and country (e.g. 'Abd al-Ghafûr, 'Alî b. Şâdiq, 'Umar b. Yûsuf, 'Uthmân b. 'Abdallah). Some are plain (Muşţafâ Ayyûbî), others give the impression that the signatures were not an organic part of the engraving, perhaps not even contemporary (Faḍl 'Alî, Ibrâhîm al-Muftî). The statement, "this is one of the objects made (*'umila*) for the library of . . . constructed (*şana'ahu*) by Sahl" which seems to offer a clue, should not be pressed at all, since this is a unique case; nowhere else do we find both phrases in one inscription.

Certain astrolabists used to number their instruments, "opus xth" using the word *'amal* for "opus". So far as these astrolabes are also dated, they allow us to judge the speed with which they were made. Ḥâjjî 'Alî, for instance, made his second instrument in A.H.1203, his third in A.H.1205, his thirteenth in A.H.1208.

A curious feature of the Muslim astrolabist is his pride in his work. Apart from the usual self-depreciatory formulae like "the sinful servant" (*al-'abd al-athîm*), "the contemptible servant" (*al-'abd al-ḥaqîr*), "the least of students" (*aqall at-ṭalaba*), "the repentant servant of God" (*al-'abd al-khâdim an-nâdim*), "one who is in need of the mercy of his Lord" (*al-muhtâj ilâ raḥmat rabbihi*), "the dust of the threshold of [the sanctuary of Imâm] Rîzâ" (*turâb 'atabat Rîzâ*), and many others of this kind, we find on scientific instruments also quite different expressions. The earliest signature of Ibrâhîm b. Sa'îd begins "Among the

objects skilfully made " (*mimmâ aḥkama ṣan'atahu*) and his younger contemporary Muḥammad b. Sa'îd uses exactly the same phrase; 'Alî b. Ibrâhîm " Ibn ash-Shâṭir " lays stress on the novelty of his instrument by saying that he " constructed and invented it " (*ibtakarahu*). Shukr Allah Mukhlîṣ underlines his having calculated as well as constructed his astrolabe himself (*'ilmî wa-'amalî*).

The choice of words habitually used not in connection with making metal objects, but with writing, is even more striking than the self-assurance of these last formulae. A verb like *namaqa*, which according to dictionaries should be translated " he wrote ", is used on Sefevîd astrolabes exclusively in the sense of " he decorated ", similarly the word *raqama* stands in the language of astrolabists for " he engraved " only. Muḥammad Muḥsin went even a step further and to make his point quite clear signed " WROTE and engraved " (*katabahu wa-raqamahu*). I am well aware of the fact that *namaqa* and *tanmîq* are occasionally used in the same sense outside the circle of astrolabists, and that *raqama* became in course of time the ordinary word for *pinxit* in signatures of Persian miniaturists, but there can be little doubt that the latter followed rather than initiated the fashion set by the decorators of astrolabes.

Similarly we find expressions like " composition " (*taṣnîf*) for the making of a sun-dial ('Alî b. Ibrâhîm) or " composed " (*allaḥa*) for the construction of an astrolabe (Aḥmad b. Ibrâhîm), terms as a rule reserved for the work of authors of books. This is all part and parcel of the desire of successful artists and artisans to appear as " gentlemen " and not as mere craftsmen. For a similar case among architects, cf. my *Islamic Architects*, p. 24.

Emplacement of signatures. The position of the signatures varied almost as much as the terms used in them. Although at certain periods and in certain countries, the relative positions of the signatures of the astrolabist and the decorator were more or less fixed, it is impossible to establish a rule that would apply even to one master, let alone to one workshop or one generation, without immediately having to quote a series of exceptions. But, broadly speaking, one could summarize the position as follows.

On the whole the astrolabists signed their instruments on the back¹. The bracket was either left empty, or ornamented or adorned with quranic inscriptions. If it contained an inscription (or inscriptions) with personal names, then the face was reserved either for the name of the patron or for a eulogy on the reigning sovereign, or for a combination of both. It is characteristic of this spirit that in the few cases in which an inscription of this kind extended over both sides of the astrolabe, it began on the back with the name of the astrolabist and continued on the front with the name of the "really important" person, namely the patron, or the reigning sultan or the teacher of the astrolabist².

The makers of the earliest extant astrolabes, i.e. those of the fourth century of the Hijra, engraved their signatures on various parts of their instruments, without any visible preference. It is only in the course of the fifth century (for which we can compare eight astrolabes, all made in Spain), that the signature appeared more or less regularly on the upper half of the back, across the space above the square of shadows, either in a straight line or in a circular one. Nothing has survived from that period in Persia, but in the sixth century (including an astrolabe made in A. H. 496) Isfahan astrolabists began signing across the lower half, below the square of shadows. During the first half of the 7th century Spain showed a preference for signatures on the bracket (due perhaps to the preponderance of astrolabes made by one master, Muḥammad b. Fattūḥ), whereas the North African astrolabists continued till the first third of the 8th century, to sign across the upper half of the back, as did

¹ So far as my material allows to judge there are only three exceptions to this rule, viz. Muḥammad b. Muḥammad b. Hudhail of Murcia (A.H. 650), Aḥmad b. 'Umar (A.H. 933), and Muṣṭafā Ayyūbī, somewhere in the Ottoman Empire (A.H. 1110).

² Cf. e.g. 'Abd al-Karīm al-Miṣrī (A.H. 625), as-Sahl (A.H. 698 at the latest) or Ḥusain b. 'Alī (A.H. 709), without quoting, of course, those instances when one cannot be sure that the name of the patron was engraved at the same time as that of the master. Even in the astrolabe of Aḥmad b. Khalaf, where his — as well as Ja'far's — name figures on the same side (the back), Aḥmad's name appears on the outer circular margin, whereas Ja'far's is more prominently displayed on the bracket.

the Spanish masters in the previous century. The Syro-Egyptian and Persian astrolabes of that period are so few and so differentiated that at the present state of our knowledge one should not attempt to classify them.

It is only since the middle of the 11th century of the Hijra — and by that time astrolabes still extant were produced almost exclusively in Persia and its cultural dependencies — that we see a new development. Starting within the precincts of the square of shadows, the signature moved soon below it and for the next two centuries appeared as a rule in a cartouche. If the maker and the decorator of the instrument were two different persons, the name of the decorator was placed in a separate cartouche, below the signature of the maker¹. The few North African astrolabes which have survived from that period, show such a lack of uniformity that we can safely discard them.

Form of dates. As a rule dates are given in letters, centuries first, decades second, single years third. There seems to be only one exception to this, viz. the case of Aḥmad b. Ḥusain al-Bâso. On his astrolabe, dated 709, the sequence is the one usual in literary Arabic, the unit coming first and the century last. His other instruments conform to the common practice of his fellow astrolabists. Since — contrary to usage on monumental inscriptions and coins — Cufic letters on astrolabes are quite commonly provided with diacritical points, the hazards of mistaken interpretation are very slight, although nobody would deny that they exist. In the tenth (sixteenth) century letters were generally replaced by figures, more especially in the Maghrib, but the oldest example is much earlier, viz. 695 ('Umar b. Yūsuf). It is only exceptionally that on a Muslim astrolabe the date is indicated in words (e.g. 'Abd al-Ghafūr; Aḥmad and Muḥammad, sons of Ibrāhīm; Ḥasan b. 'Alī; Muḥammad Ṣaffār; Muḥammad Amīn II, in the last case both in words and figures).

¹ There are, of course, many exceptions. Some astrolabists occasionally left the cartouche out, some moved the cartouche back into the square of shadows, on one occasion the name of the decorator appeared in a cartouche below the square of shadows and the name of the astrolabist on the outer circular margin underneath it (Khalīl Muḥammad XV).

The era is, of course, that of the Hijra, even if it is not specified. But in a relatively high number of Persian signatures¹ the Yezdegerd era is used besides the Muhammadan one, and occasionally the Seleucid one ("era of Alexander") as well. There seems to be not a single instrument inscribed in Arabic letters dated — even additionally — according to the Christian era,² or "since the years of Adam" or "since the creation of the world" (following either Jewish or Christian reckoning) or solely in accordance with any other lesser chronological system used in the lands of Islam.³ This is particularly surprising with regard to the Ilkhanids, patrons of astronomers, and more especially of the Observatory of Marâgha, whose era one would expect to find on the — astonishingly few — instruments which have survived from that time.

The trustworthiness of dates. But in whichever form the date is expressed, it is our only reliable help in assigning an instrument to a short limited period. For this purpose circumstantial evidence, such as the invocation of the name of the ruler, or the dedication to a patron (if and when he can be identified), or a proprietor's mark, can be even less depended on than in other cases. Although a great number of astrolabes, as well as other scientific instruments, were without any doubt made to order, a great many must have been made without it and kept in stock

¹ It is possible that there is an exception, viz. Muḥammad b. Muḥammad al-Ḥashimî, the constructor of a globe, now in the Bibliothèque Nationale, Paris. He was born in Mecca, and there is nothing to indicate that he was Persian by race or education. A second case, namely that of the astrolabe of Maḥmûd b. 'Alî b. Yusha' which at first glance also looks like an exception, cannot be seriously considered as such. Maḥmûd's nisba appears in the form [. . .]rî; this was completed and read as Mişrî; the name of the patron, al-Ḥasan b. 'Alî ash-Shadîd, was taken as being identical with Abu-l-Ḥasan 'Alî b. Muḥammad, the vizier of Baybars I, and, consequently, the astrolabe was attributed to Egypt. Needless to say this is no more than a flight of fancy.

² One should expect it the more so since on many Arab astrolabes names of months appear in a Christian garb.

³ There is one case of the Jalâlid era (Muḥammad Muḥsin) having been used together with the Hijra, Yezdegerd and Seleucid ones, and one of Malikshâh's (Maḥmûd b. 'Alî b. Yusha') used in conjunction with the same three eras.

until a buyer presented himself. In most of these cases the bracket must have been left blank so that the name of the future buyer could be engraved on the empty surface. That this is not a mere guess is best proved by the fact that quite a few astrolabes have survived which show such blank brackets, e.g. 'Abd al-A'imma XX, 'Abd al-'Alî IV, 'Alî b. Şâdiq VI, Ja'far b. 'Umar IV, Khalîl Muḥammad XVII.

Consequently, if there is a discrepancy between the period during which a well-known astrolabist worked and that during which the patron mentioned on the instrument lived and flourished, we can safely ignore the latter as having any bearing on the date of the astrolabe. A good case in point is the astrolabe of 'Abd-al-A'imma the Elder, whose signature is dated A.H. 986, but whose instrument prominently displays the name of Shah 'Abbâs who did not ascend the throne until three years later. The simplest and most obvious explanation is that 'Abd al-A'imma made his astrolabe at the date indicated, kept the magnificent instrument in storage during the troubled years before the accession of 'Abbâs I and engraved the dedication at a suitable moment years later.

Some went even further and were complaisant enough to leave blank the cartouche below the square of shadows, a place traditionally reserved for the signature of the astrolabist or the decorator. It would have been easy, therefore, for anybody so inclined to insert his own name as the maker of the object. Cf. e.g. pl. XXIV.

A case in point which does not affect the date is an astrolabe in the Hermitage (VC 939). The front part of the bracket was left blank, on the back of the bracket appears the signature of the astrolabist (*şana'ahu Khalîl Muḥammad*), in a cartouche below the square of shadows the signature of the decorator (*wa-namaqahu al-'abd 'Abd al-A'imma*). It is quite unusual to join in this way the names of two masters who are mentioned separately and thus make one out of two widely separated cartouches. But looking more closely one can see that the lower one has been tampered with; between the letters of the word *al-'abd* are still clear traces of the word *şana'ahu*, which was obviously erased when the astrolabe received its second signature. This must have been done quite amicably (conceivably the prominent display of Khalîl's

name on the bracket was even intended to be a kind of dedication), since 'Abd al-A'imma engraved both signatures himself. A similar distribution of the two signatures but without the erasure and without the incriminating *wa* can be seen on an astrolabe in the collection of M. N. E. Landau, Paris (cf. s.v. Khalil Muḥammad, No. XVIII).

Such practice will not make us discard all signatures as potential fakes, but merely make us cautious. As a rule it is quite easy to discern a modern or relatively modern signature from an old one, more especially if it appears on an astrolabe considerably older (cf. e.g. García Franco, *Catálogo*, pl. 8). It is more difficult to decide whenever the lapse of time was relatively short.

Characteristics of signatures. Signatures of Islamic astrolabists are particularly free of mannerisms, as well as of distinctive features for that matter. Whenever a greater number of astrolabes made by the same person allow us to make comparisons, we observe changes in the way the masters wrote their names which demonstrate beyond doubt that the vast majority of them made no attempt to establish a kind of trade-mark by signing their instruments always in the same manner. Just as the place of signature changed, so did the type of script, from quick (not to say negligent) to elaborate and careful. Even the formulae (apart from those which had to be changed for reasons of fact) did not remain always the same. Shams ad-dīn Muḥammad Ṣaffār signed four instruments beginning each time with the phrase "finished the making of this astrolabe" (*qad faragha min ṣan'at hadhâ-l-aṣṭurlâb*), on the fifth he left the first four words out, although the missing words deprived the signature of the essential verb.¹ Khalil Muḥammad, 'Abd al-A'imma and many others changed considerably the text of their signatures. The more remarkable, therefore, is the fact that after Ja'far b. 'Umar adopted a

¹ I am grateful to Mr. Maddison who very kindly examined this astrolabe, at present in the Museum of the History of Science in Oxford, especially from this point of view. He confirmed that the operative words are not hidden by the alidade and that it was unlikely that they could have figured on the bracket and been erased at a later date.

curious form of the final *yâ* for his *nisba*, his son and even his grandson retained it in their signatures. 'Alî b. Şâdiq had a peculiar way of invariably misplacing a letter in the name of his father, which characterizes his signature as much as the screw-like paraph does that of Dickens. Muḥammad b. Aḥmad al-Mizzî wrote the *yâ* of his *nisba* in a way which gave some Orientalists the impression that it stands for two letters (*hamza* and *yâ*). Muḥammad al-Khâdim al-Yazdî had such an unmistakable way of abbreviating the word *al-'abd* in his signature on some of his astrolabes, that it alone is almost as good as a trade-mark. Yet, all these, and several more one could quote, are exceptions, and the rule is that the signatures vary.

The background of astrolabists. The connection between astrolabists and metal workers in general can be presupposed *a priori*, since—as we saw—most of them used to make their astrolabes themselves. This is confirmed by the appellatives of the masters or those of their fathers. Leaving names like *qarastûnî* alone, we find some like al-Ibrî, Ibn an-Naqqâsh, Şaffâr and Ibn aş-Şaffâr, or Ibn an-Nahḥâs abounding even among those astronomers who are not known as makers of instruments. This worked both ways, since we have also metal objects which are in no way connected with either astronomy or science in general, yet on the evidence of their inscriptions we know that they were made by astronomers (again using the word in a wide sense so as to include all "time-measurers") or their sons, such as the little bronze jug made by 'Alî b. *muwaqqit* al-Isfirâ'inî.¹ Similarly, we read that time-keepers (*mîqâtiyya*) in Yemen constructed an automaton, a bronze candlestick with the figure of a man who was made to pronounce a few words of greetings, every day at dawn. A gift of the Royal house of Yemen to the Ayyubid al-Malik al-Kâmil Muḥammad (1218-1238) it disappeared from the Egyptian treasury in the days of Muḥammad b. Qalâûn (1294-1341).²

¹ Formerly in the Peytel collection, *Meisterwerke*, pl. 151; Wiet, *L'exposition persane de 1931*, p. 32, pl. V.

² Ibn Iyâs, I, p. 78, ll. 16-20; Herz, *Catalogue*, 1906, p. 168, without reference

ROLL OF ASTROLABISTS

'ABD AL-A'IMMA THE ELDER

'Abd al-A'imma the Elder, an astrolabist who flourished during the third quarter of the 10th (16th) century, is known by one instrument only, although it is possible that some of the undated astrolabes listed here among those made by 'Abd al-A'imma the Younger, *q.v.*, are really his work. In 986 (1578/9) he made (*şana'ahu*) an astrolabe, formerly in the collection of Mr. Hakim, London, present owner unknown. With regard to the discrepancy between the date of this instrument and the inscription on the bracket which affirms that it was made during the reign of Shah 'Abbâs (who did not ascend the throne until three years later) see Introduction, p. 19.

'ABD AL-A'IMMA THE YOUNGER

'Abd al-A'imma the Younger, an astrolabist who lived at the end of the 17th and beginning of the 18th century is known by several astrolabes and other scientific instruments. It is possible, perhaps even probable, that some of the undated objects listed here were in reality made by 'Abd al-A'imma the Elder, *q.v.*

I. In 1100 (1688/9) he made an astrolabe, present owner unknown. Bibl.: R. Murdoch Smith, *Persian art*, 2nd ed., 1876, p. 71; Mittwoch, *apud* Sarre, *Erzeugnisse islam. Kunst. I. Metall*, 1906, p. 82.

II. In 1117 (1705/6) he made an astrolabe, now in the collection of M. Charliat, Paris.

III. In 1121 (1709/10) he made an astrolabe, now in the Allen Memorial Art Museum, Oberlin College (No. 45.35).

IV. In 1121 (1709/10) he made an astrolabe, formerly in the Ernes Kanzler collection, now in the Detroit Institute of Arts.

Bibl.: Weibel, Persian astrolabe, *Bull. Detroit Instit. of Arts*, 1946, pp. 59-61, ill. Aga-Oglu, Two astrolabes, *Bull. Mus. Fine Arts*, Boston, 1947, p. 84.

V. In 1124 (1712) he made an astrolabe for Ḥâjjî Isma'îl Beg, director of the arsenal (*jabbâdâr bâshî*), now in the Lewis Evans collection, in the Museum of the History of Science, Oxford.

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 151-153, No. 38, figs. 73-75, pl. XXXVII; Aga-Oglu *op. laud.*, pp. 83 f.

VI. In 1127 (1715) he made an astrolabe, now in the Victoria and Albert Museum (No. 458-1888). [In collaboration with B. W. Robinson.]

Bibl.: Roberts-Austen, Alloys, *Jour. Soc. of Arts*, 1893, fig. 1 on p. 1010; Christie *Legacy of Islam*, 1931, p. 115, fig. 16 (here attributed to 'Abd al-Ḥamîd); Gunther 1932, p. 148, No. 34; Weibel, Persian Astrolabe, *Bull. Detroit Inst. of Arts*, 1946 p. 61; Wingham, *Report*, 1892, p. 16, No. 19.

VII. In 1132 (1719/20) he made and decorated (*ṣana'ahu wa-namaqahu*), an astrolabe for the Prince 'Alîqulî, now in the collection of M. N. E. Landau, Paris.

In a note to his article (p. 84), Aga-Oglu mentioned three more astrolabes of 'Abd al-A'imma, dated 1089, 1115, 1124 resp. Unfortunately he did not say where he saw them. At unspecified dates 'Abd al-A'imma made (*ṣana'ahu*) several more astrolabes, of which the following have come to our notice:

VIII. One, formerly in the Meyerhof collection, Cairo.

Bibl.: Wiet, *Exposition d'art persan*, 1935, p. 68, No. M. 93; *Morancé Album*, pl. 50; Wiet, *Epigraphie, MIE*, 1935, p. 19.

IX. One, formerly in the Harari collection, now in the Museum of Islamic Art, Cairo.

Bibl.: Wiet, *Epigraphie, MIE*, 1935, p. 19.

X. One, now in the Musée Alaoui, Le Bardo, Tunis.

XI. One, now in the Evans collection, in the Museum of the History of Science, Oxford. Cf. pl. XXI *a*.

Bibl.: Gunther, 1932, p. 149, No. 35.

XII. One, originally made for Rustam Khân Dunbalî b. 'Alî Khân, now in the Evans collection, in the Museum of the History of Science, Oxford. Cf. pl. XXI *b*.

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 149 f., No. 36.

XIII. One, in the Chadenat collection, La Ferté-Bernard.

Bibl.: *Expos. des instr.*, Paris, 1936, p. 35, No. 262.

XIV. Nic. de Khanykov had in his private collection an astrolabe signed by 'Abd al-A'imma, apparently undated.

Bibl.: Khanykov, Lettre à M. Dorn, *Bull. hist. phil.*, 1855, col. 173 = *Mél. As.*, 1856, II, p. 453.

XV. One, made for Mirza Isma'il, formerly in the S. V. Hoffman collection, now in the collection of Mr. Eugene A. Hoffman, West Tisbury.

Bibl.: Gunther, 1932, p. 154, No. 39.

XVI. One, once in the possession of Sayyid Bahadur Shah, Lahore.

XVII. One, now in the Museum of Fine Arts, Boston (No. 42, 303).

Bibl.: Aga-Oglu, Two astrolabes, *Bull. Mus. Fine Arts*, Boston, 1947, p. 83, ill.

XVIII. One, now in the National Maritime Museum, Greenwich (A. 14-36. 1). Cf. pl. XX.

XIX. One, now in the Hermitage Museum, Leningrad (VC. 941).

Bibl.: Unpublished (?). It may be identical with the one once in the Khanykov collection, *vide supra*, No. XIV.

XX. One, presented by Prince 'Alî Qulî Mirzâ to the Observatoire in Paris.

Bibl.: Sédillot, Description, *Annales de l'Observ. de Paris, Mémoires*, 1868, pp. 164-71; Aga-Oglu, Two astrolabes, *Bull. Mus. Fine Arts*, Boston, 1947, p. 84.

XXI. At an unspecified date he made an astrolabe for Mahdî Qulî, formerly in the S. V. Hoffman collection.

Bibl.: Gunther, 1932, p. 154, No. 40.

XXII. At an unspecified date he made and decorated (*şana'ahu wa-namaqahu*) an astrolabe, formerly in the collection of Sir William Townley, now in the Lewis Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford. As pointed out by Aga-Oglu, what Knobel read as the date is really the word *şana'ahu*.

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 125 f., No. 11, pl. XXIX; Aga-Oglu, Two astrolabes, *Bull. Mus. Fine Arts*, 1947, p. 83.

XXIII. He also made and decorated an astrolabe now in the collection of M. Claudius Côte, Lyons.

XXIV. At an unspecified date he designed (*namaqahu*) astrolabes made (*şana'ahu*) by other scholars. One signed by Muḥammad Amin b. Muḥammad Ṭâhir, is now in the City Art Museum of St. Louis.

Bibl.: C. P. D(avis), Muhammedan Metal Work, *Bull. of the City Art Mus. of St. Louis*, Oct. 1926, p. 53, ill.

XXV. The other, signed by Khalîl Muḥammad, is now in the Hermitage Museum, Leningrad (VC. 939).

XXVI. Also at an unspecified date he made a compass, formerly in the Harari collection, now in the Museum of Islamic Art, Cairo.

Bibl.: Wiet, *Epigraphie, MIE*, 1935, p. 19.

Two astrolabes show the name of 'Abd al-A'imma, without specifying whether he made or decorated them, viz.:

XXVII. One, formerly in the Clay collection, now in the Museum of the History of Science, Oxford (C. 580).

XXVIII. The other was formerly in the S. V. Hoffman collection.

Bibl.: Gunther, 1932, p. 151, No. 37.

'ABD AL-'ALÎ

'Abd al-'Alî b. Muḥammad Rafî' al-Juz'î,¹ is known by seven instruments.

I. In (1)119 (1707/8) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, now in the Molla Feeroze Library, Bombay.

Bibl.: Rehatsek, Labours, *Journal of the Bombay Branch of the Royal Asiatic Society*, 1875, vol. XI, pp. 327-329, figs. 2-11; Kharegat, *Astrolabes*, 1950, pp. 55-74, ill., esp. p. 59, fig. 10.

II. In Sha'bân 1124 (1712/3) he finished (*ṣana'ahu*) an astrolabe for Shâh Ḥusain aṣ-Ṣafawî, formerly in the Sloane collection, now in the British Museum. It was decorated (*namaqahu*) by Muḥammad Bâqir who described himself as the brother of the maker (*ṣâni'*).²

Bibl.: Morley, *Description*, 1856, esp. p. 31, pls. I, XVII; da Schio, *Di due astrol.* 1880, pp. 56 f., No. 23; Franks, 'Instruments', 1896, p. 183; Evans, *Some astrolabes* *Archaeol. Journal*, 1911, p. 227; Gunther, 1932, pp. 147 f., No. 33, esp. pls. I, XVII Michel, *Traité*, 1947, pp. 180, 184.

III. In 1126 (1714) he made an astrolabe, engraved (*namaqahu*) by his brother Muḥammad Bâqir (cf. No. 11). It is now in the Muséum Archéologique, Teheran.

IV. At unspecified dates, he made (*ṣana'ahu*) at least three astrolabes one of them again decorated (*namaqahu*) by Muḥammad Bâqir. It is now in the Kunsthist. Museum, Wien (No. 9839). Cf. pl. XXII.

V. A second astrolabe, once in the Michel collection, now in the Billmei collection.

Bibl.: Michel, *Exposition . . . Liège*, 1939, p. 60, No. 319; id., *Expos. Bruxelles*, 1945 p. 8, A. 8; id., *Traité*, 1947, pl. XVII; Josten, *Instruments*, 1954, p. 12, No. 11.

¹ The word can be read in several ways: Ḥarbî, Jarbî, etc.

² The famous astrolabist and maecenas who had an astrolabe made for himself in 1070 (1659) (cf. s. v. Muḥammad Mahdî) is obviously another man.

VI. A third is now also in the Billmeir collection. [In collaboration with F. R. Maddison.]

VII. A fourth, now in the Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford, without date (despite Gunther's reading A.H. 874), but at the back of the rete there is a date, viz. 1119 (1707/8).

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 123-125, No. 10, pl. XXVIII.

'ABDALLAH B. MUḤAMMAD AMÎN

'Abdallah b. Muḥammad Amîn, in 1127 (1715) made an astrolabe, now in the collection of Messrs Maggs Bros., London. The date seems to indicate that 'Abdallah might have been the son of either Muḥammad Amîn or Muḥammad Amîn b. Muḥammad Ṭâhir (p. 63).

'ABDALLAH B. SÂSÎ

Abu-ṭ-Ṭayyib 'Abdallah b. Sâsî al-falakî, an astronomer from Safi in Morocco, in 1099 (1687/8) made (*ṣan'at*) an astrolabe, now in the Lewis Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford.

Bibl.: Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; Gunther, 1932, pp. 290 f., No. 145, fig. 134, pl. LXIV; Renaud, *Quelques constructeurs*, *Isis*, 1942, p. 23; Michel, *Traité*, 1947, p. 180.

'ABD AL-BÂQÎ

Sayyid 'Abd al-Bâqî b. Sayyid Ḥusain in 1204 (1789/90) made and decorated (*ṣana'ahu wa-namaqahu*) an astrolabe, formerly in the Michel collection, now in the Billmeir collection.

Bibl.: Michel, *Expos. Bruxelles*, 1945, p. 8, A. 11; id., *Exposition . . . Liège*, 1939, p. 60, No. 320; id., *Traité*, 1947, pl. XIX; Josten, *Instruments*, 1912, pp. 12 f., No. 12.

'ABD AL-GHAFÛR

'Abd al-Ghafûr in Rajab 1095 (beg. 14th June, 1684) made and decorated (*şana'ahu wa-namaqahu*) an astrolabe, once in the Marling collection, now in the Victoria and Albert Museum (826-1928).

'ABD AL-GHAFÛR B. MUḤAMMAD SA'ÎD

'Abd al-Ghafûr b. Muḥammad Sa'îd is known by two astrolabes.

I. In 1198 (1783/4) he made ('*amal*') an astrolabe, formerly in the S. V. Hoffman collection.

Bibl. Gunther, 1932, pp. 166 f., No. 55, fig. 81, pls. XLII, XLIII; Michel, *Traité*, 1947, p. 180.

II. At an unspecified date¹ he² made ('*amal*') an astrolabe, now in the Hermitage Museum, Leningrad (VC. 510).

'ABD AL-KARÎM

'Abd al-Karîm, in 1216 (1801/2) engraved (?) an astrolabe, made by Şâdiq, *q.v.*, formerly in the S. V. Hoffman collection.

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 164 f., No. 53, fig. 80; Michel, *Traité*, 1947, p. 180.

'ABD AL-KARÎM AL-MIŞRÎ

'Abd al-Karîm al-Mişrî, an astrolabist, worked for the last Ayyubid al-Malik al-Ashraf Mûsà, the first Mamluk Sultan al-Malik al-Mu'izz Aybak and an amir (?) Shihâb ad-dîn.

¹ Apparently it was the intention of the master to engrave it on the back of the bracket as he did on the first astrolabe. However, he left the instrument unfinished, having marked only the lines and the arabesques on the border.

² Although only the second astrolabe shows the name of the father, in view of very many common features of the two instruments, there can be no doubt that both are the work of one man.

I. In 625 (1227/8) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe shown in the Paris Exhibition of 1900, formerly in the collection of Comtesse de l'Espinasse, now in the Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford. He signed it al-Malikī al-Ashrafī al-aṣṭurlābī.

Bibl.: Evans, Some astrolabes, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 227; *Musée Rétrospectif*, 1900, pp. 21 f., No. 27, pl. I, fig. 2; Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; Gunther, 1932, I, pp. 233-236, pls. LIII, LIV; *Rép.*, X, 1939, pp. 260 f., No. 3989; Hartner, *Survey*, 1939, III, fig. 851 on p. 2548; Michel, *Traité*, 1947, p. 183; Barrett, *Islamic Metalwork*, 1949, p. XVI, n. 3; *Brief guide to the Museum . . . of Science, Oxford*, 1949, p. 14.

II. In 633¹ (1235/6) he made (*ṣana'ahu*) a planispheric astrolabe in Cairo, now in the British Museum. Cf. pl. XII b.

Bibl.: Morley, *Description*, 1856, pp. 47 f.; Dorn, *Drei Instrumente*, 1865, p. 3; Lane-Poole, *Art of the Saracens*, 1888, p. 213; Franks, 'Instruments', 1896, p. 182; van Berchem, Notes, III, *JA*, 1904, I, p. 32, n. 2; Mittwoch, *apud* Sarre, *Erzeugnisse islam. Kunst. I. Metall*, 1906, p. 81; Kühnel, *Globus, Mitt. aus d. Sächs. Kunstsamml.*, 1911, p. 22; Evans, *l. cit.*, 1911, p. 227; Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; Migeon, *Manuel*, 2nd ed., 1927, II, p. 58; Wiet, *Cuivres*, 1932, Append. p. 172, No. 45; Gunther, 1932, pp. 236 f., pl. LV; Hauteceur et Wiet, 1932, p. 90; Harari, *Survey*, 1939, III, p. 2518, n. 7; *Rép.*, XI, 1941, p. 54, No. 4080; Michel, *Traité*, 1947, p. 183; Barrett, *Islamic Metalwork*, 1949, pp. XVI, XXII, pls. 19 f; da Schio, *Due astrol.*, 1880, p. 56, No. 22.

¹ The date of this instrument, viz. A.H. 633, presented a little problem for anyone who knew that in that year no sultan called al-Malik al-Ashraf or al-Malik al-Mu'izz ruled in Egypt, where this astrolabe was made. Furthermore, it might have been easily realized that no Ayyubid sultan was ever called al-Mu'izz, and that the instrument, therefore, belongs to the Mamluk period. Max van Berchem rightly concluded that the date was wrong and suggested that the instrument could have been made only during the years 648-650, the only period when two sultans each bearing one of these names ruled in Cairo. An examination of the original proves beyond doubt that the lower part of the signature, as a matter of fact anything except the first two lines, was erased and re-engraved and that, consequently, neither the date nor the titles of the two sultans can be relied upon. But in fairness it ought to be pointed out that the one and only letter of the re-engraved part which looks as if it had been left intact is the letter *lām*, representing the figure 30 in the date. Cf. pl. XII b.

'ABD AL-QÂDIR

'Abd al-Qâdir b. Abi Ṭâhir, in or after 913 (1507/8), made a sun-dial at the Mausoleum of the Amîr Kabîr, Cairo.

Bibl.: van Berchem, Notes, II, *JA*, 1892, p. 390, n. 1; *CIA. Eg.*, I, 1894-1903, p. 593.

'ABD AR-RAḤÎM

'Abd ar-Raḥîm, at an unspecified date made ('amal) an astrolabe, formerly in the Michel collection, now in that of M. R. Greppin, Brussels.

Bibl.: Michel, *Exposition . . . Liège*, 1939, p. 60, No. 321; id., *Expos. Bruxelles*, 1945, p. 8, A. 9; id., *Traité*, 1947, pl. XVIII.

'ABD AR-RAḤMÂN

Ḥâfîz 'Abd ar-Raḥmân in 1186 (1772/3) designed (*rasama*) a sun-dial for the Sulaimaniyye-Mosque, Istanbul.

Bibl.: Ünver, Cadrans solaires, *Archives d'hist. des sciences*, 1954, p. 257, fig. 2.

'ABD AR-RAḤMÂN B. BURHÂN

'Abd ar-Raḥmân b. Burhân of Mosul, in 718 (1318/9) made ('amal) a celestial sphere, now in the Chadenat collection.

Bibl.: *Expos. des instr.*, Paris, 1936, p. 2, No. 11.

'ABD AR-RAḤMÂN B. YÛSUF

'Abd ar-Raḥmân b. Yûsuf, in 598 (1202/3) made an astrolabe in Damascus, now in the Victoria and Albert Museum, London (No. 504, 1888).

Bibl.: Roberts-Austen, Alloys, *Journal Soc. of Arts*, 1893, vol. 41, p. 1009; Gunther, 1932, p. 233, No. 102; *Rép.*, IX, 1937, p. 238, No. 3542; Reich et Wiet, 1939, p. 200; *Rép.*, XIII, 1944, pp. 149 f., No. 5012; Wingham, *Report*, 1892, p. 11, No. 9.

'ABDÎ

'Abdî, in 1125 (1713) designed (*rasamahû*) an astrolabe now in the possession of Bay Fahri Imrek, Balıkesir.

ABÛ BAKR B. YÛSUF

Abû Bakr b. Yûsuf, an astrolabist of the early 7th (13th) century, worked in Marrakesh.

I. In 605 (1208/9) he made (*şana'ahu*) an astrolabe, now in the Observatory of Strasbourg.

Bibl.: Sarrus, Description, *Mém. de la Soc. du Mus. d'hist. nat.*, Strasbourg, 1853, pp. 1-32, esp. p. 8, pls. 1-6; Evans, Some astrolabes, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 226; Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; Boffito, *Strumenti*, 1929, p. 13, pls. 11 f; Gunther, 1932, pp. 263-267, figs. 125 f; *Expos. des instr.*, Paris, 1936, p. 34, No. 252; *Rép.*, X, 1939, p. 25, No. 3636; Renaud, Quelques constructeurs, *Isis*, 1942, p. 21; Michel, *Traité*, 1947, p. 180; Mieli, *Panorama*, 1952, p. 132, figs. 16 f.

II. In 613 (1216/7) he made an astrolabe, once in the Dominican monastery of Toulouse, then in the collection of the astronomer Vidal l'Hermophile, then in that of the Société Archéologique du Midi, and now in the Musée Saint-Raymond of Toulouse. It was exhibited at the Exposition d'antiquités, d'objets d'art et de peinture ancienne, Toulouse, 1858, No. 80.

Bibl.: de Rey-Pailhade, Astrol. arabe de l'an 613, *Bull. de géogr. hist.*, 1890, pp. 217 f.; id., *Bull. de la Soc. archéol. du Midi*, April-July 1890, p. 53, Nov. 1890-March 1891, pp. 27 f., 60 f.; *Bulletin municipal*, Toulouse, 1934, p. 1020, No. 224/12; 1939, p. 605, ill.; Michel, *Traité*, 1947, p. 180.

III. A similar instrument, once in the Marcel collection, seems to have been missing for over ninety years.

Bibl.: Sédillot, *Instrum.*, 1841, p. 35; id., *Matériaux*, 1845, p. 341; Jomard, *Monuments*, 1854, pl. III; Dorn, *Drei Instrum.*, 1865, p. 3, No. 15; da Schio, *Due astrol.*, 1880, p. 56; van Berchem, Notes II, *JA*, 1892, I, p. 390.

IV. In 615 (1218/9) he made an astrolabe, once in the collection of Baron de Larrey, present owner unknown.

Bibl.: Sédillot, *Instruments*, 1841, pp. 173, 175-177; id., *Matériaux*, 1845, I, pp. 342, 344-347; Sarrus, *op. laud.*, 1853, p. 2; Woepcke, Paris . . . Astrolabium, *Bull. Ac. St. Petersb.*, 1864, col. 220, n.; Dorn, *Drei Instr.*, 1865, pp. 3, 83; Janér, *Astrolabio, Mus. Esp. de Ant.*, 1874, p. 560; da Schio, *Di due astrol.*, 1880, p. 56, No. 14; Sauvage et de Rey-Pailhade, Une mère d'astrolabe, *JA*, 1893, p. 15, n. 1; Evans, Some astrolabes, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 227; Gunther, 1932, pp. 267 f., No. 125; Rép., X, 1939, p. 149, No. 3813; Renaud, Quelques constructeurs, *Isis*, 1942, p. 21; Kharegat, *Astrolabes*, 1950, pp. 88 f.

ABU-L-QÂSIM B. 'ABD AR-RAĤMÂN

Abu-l-Qâsim b. 'Abd ar-Raĥmân b. Ḥasan, at an unspecified date made (*istaṣna'ahu wa-staṣwarahu*) a celestial globe of brass, now in the Molla Feeroze Library, Bombay.

Bibl.: Rehatsek, Labours, *Journal, Bombay Branch of the R. As. Soc.*, 1875, pp. 329 f.

ABU-L-QÂSIM B. ḤASAN

Abu-l-Qâsim b. Ḥasan ash-Shaddâd, worked in Tunis, where in 746 (1345/6) he made (*ṣana'ahâ*) a gnomon, now in the Musée Lavigerie, Carthage.

Bibl.: CRAIBL, 29.1.1926, pp. 30 f.; Ryckmans et Moreau, Gnomon, *Muséon*, 1926, p. 33, 1 pl.

ABU-Ṭ-ṬÂHIR

Abu-ṭ-Ṭâhir, in 749 (1348/9) made (*ṣana'ahu*) an ivory gnomon for Shaikh Shihâb ad-dîn Aĥmad b. 'Abdallah, known as Ibn al-Aqnâ' (?), now in the Benaki Museum, Athens.

Bibl.: *Exposition d'art musulman*, Alexandria 1925, p. 87, No. 441; *Morancé Album*, p. 9, pl. 4; Meyerhof, *Kunstausstellung, Islam*, 1927, p. 152; Schmalzl, *Quadranten*, 1929, p. 31, n. 1; *Guide, Benaki Museum*, 1936, p. 79, No. 28; Reich et Wiet, 1939, p. 202.

AḤMAD

Aḥmad, in 1228 (1813) made an astrolabe for Sultan Muḥammad formerly in the collection of W. S. W. Vaux, present owner unknown. Bibl.: Morley, *Description*, 1856, pp. 39-41, pls. XX f.; da Schio, *Due astrol.*, 1886, p. 57, No. 27; Gunther, 1932, p. 215, pls. XX f.

AḤMAD B. 'ABD AR-RAḤMÂN

Aḥmad b. 'Abd ar-Raḥmân ad-Dahmânî, in 854 (1450/1) made a quadrant, now in the Museo Arqueológico Nacional, Madrid (Electrotype Science Museum, London, 1877-5).

Bibl.: Atchison, *Catalogue of a loan coll.*, 1877, p. 397, No. 1775 a; *Catal., Expos. hist. europea*, 1893, No. 253; Franks, 'Instruments', 1896, p. 183; Alvarez-Ossorio *Una visita*, 1925, p. 98; García Franco, *Catálogo*, 1945, pp. 371 f., pls. 54 f.; Millá Vallicrosa, *Tres instrumentos, Al-Andalus*, 1947, pp. 61-64, pl. 4.

AḤMAD B. ABÎ BAKR

Shihâb ad-dîn Aḥmad b. Abî Bakr as-Sarrâj al-Ḥamawî, author of several books on scientific instruments and geometrical problems, inventor of a quadrant called *al-muqantarât al-yusrâ*, died in or after 729 (1328/9) in Aleppo. In 729¹ he made ('amila) a universal lamina for Muḥammad b. Muḥammad at-Tanûkhî, now in the Benaki Museum, Athens.

Bibl.: Ahlwardt, *Verzeichniss*, Bd. 5, 1893, p. 234, No. 5799, p. 256, No. 5844, p. 264, No. 5859; Suter, *Mathematiker*, 1900, pp. 199 f., No. 508; *Exposition d'art musulm.*, Alexandria 1925, p. 78, No. 401; *Morancé Album*, p. 10, pl. 8; Meyerhof, *Kunstausstellung, Islam*, 1927, p. 152; Devonshire, *Moslem objects, Burl. Mag.*, Oct. 1928, p. 196, pl. I D; Schmalzl, *Quadranten*, 1929, p. 108; Combe, *Cinq cuivres, BIFAO*, 1931, t. 30, pp. 54-56; Gunther, 1932, p. 285, No. 140, fig. 133; *Guide, Benaki Museum*, 1936, pp. 79 f., No. 30; Reich et Wiet, 1939, p. 201; Sartori, *Introduction*, 1948, III, 2, p. 1525; *GAL*, 2nd ed. 1949, II, p. 155; *Rép.*, XIV, 1954, p. 252, No. 5569.

¹ This date proves that Aḥmad's book about sinus-quadrants, *ad-Durr al-gharîb*, was dedicated to Bayezid I and not to Bayezid II.

AḤMAD B. 'ALÎ

Aḥmad b. 'Alî ash-Sharafi, in 729 (1328/9) while in al-Qal'a (in Spain?) made ('amal) an astrolabe, now in the Statens Sjöhistoriska Museum, Stockholm (Acc. No. S. 1565).

AḤMAD AL-ḤARÎRÎ

Aḥmad al-Ḥarîrî, in 785 (1383) made ('amal) a sun-dial for the Mosque of Qauṣûn, Cairo.

Bibl.: van Berchem, Notes, II, *JA*, 1892, I, p. 388; *CIA. Eg.*, I, 1894-1903, p. 179, No. 122, pl. V. 3.

AḤMAD B. ḤASANAIN

Aḥmad b. Ḥasanain b. Baraka,¹ at an unspecified time made an astrolabe, formerly in the S. V. Hoffman collection.

Bibl.: Gunther, 1932, p. 289, No. 144; Michel, *Traité*, 1947, p. 181.

AḤMAD B. ḤUSAIN B. BÂŞO

Aḥmad b. Ḥusain b. Bâşo² was *muwaqqit* in the Main Mosque of Granada. He was famous for his instruments, for which people competed in paying high prices (*taghâlâ an-nâs fî athmânihâ*).

I. In 664 (1265/6) he made (*şana'ahu*) an astrolabe, formerly in the Gayangos collection, now in the R. Academia de Historia, Madrid.

¹ In transcribing this name I follow Gunther—or rather his epigraphist D. S. Margoliouth, who seems to be the only Arabist who ever saw this astrolabe—although there can be little doubt that the correct form is Aḥmad b. Ḥusain b. Bâşo, *q.v.*

² His earliest astrolabe is signed Bâş, all the others Bâşo باسو.

Bibl.: Ibn al-Khaṭīb, *Iḥāṭa*, ed. 1319, I, p. 85, ll. 1-10 (where the father is called Ḥasan); Saavedra, Astrolabios, *Mus. Esp. Ant.*, 1875, VI, esp. p. 407, pl. 1; da Schio, *Di due astrol.*, 1880, p. 55, No. 15; Gunther, 1932, I, p. 279, No. 132; Renaud, *Tablette, Hespéris*, 1939, p. 157; id., *Quelques constructeurs, Isis*, 1942, pp. 21 f.; *Rép.*, XII, 1943, p. 101, No. 4550 bis; García Franco, Astrolabios, *Bol. R. Acad. de Historia*, 1955, pp. 298-309, figs. 1-3.

II. In 704 (1304/5) he made (*ṣana'ahu*) another astrolabe, formerly in the Negrotto collection, now in the Società Ligure di Storia Patria, Genova. [In collaboration with C. H. Josten.]

Bibl.: Remondini, *Astrol. arabico, Atti IV. Congr. Orient.*, 1880, I, pp. 403-431, 1 pl.; da Schio, *Due astrol.*, 1880, p. 55, No. 13; Taylor, *Diffusion of Greek culture, IV, Geogr. Mag.*, 1946, 3 figs., on pp. 68 f.; id., *Root of Europe*, 1952, pp. 48 f., figs. 1-3.

III. In 709¹ (1309/10) he made an astrolabe, formerly in the collection Gauthier, now in that of M. G. Prin, Paris. Cf. pl. VII.

AḤMAD B. IBRĀHĪM

Aḥmad and Muḥammad, sons of Ibrāhīm, makers of astrolabes, of Iṣfahān, in 374 (984/5) or 394 (1003/4) composed (*allafa*) an astrolabe, formerly in the Y. Davud collection, now in the Lewis Evans collection, in the Museum of the History of Science, Oxford.

Bibl.: Gunther, *Catalogue*, 1919, p. 24, No. 53a; id., *Early science in Oxford*, 1923, II, pp. 21, 189, 191, 199; id., *Instruments*, 1925, p. 13; Christie, *Legacy of Islam*, 1931, p. 115; Gunther, 1932, I, pp. 114-116, No. 3, pls. XXII, XXIII; id., *The old Ashmolean*, 1933, p. 34; *Rép.*, V, 1934, pp. 141 f., No. 1902; Gunther, *Handbook*, 1935, p. 34; Harari, *Survey*, 1939, III, p. 2518; Hartner, *ibid.*, p. 2532, pl. 1397; Weibel, *Persian Astrolabe, Bull. Detroit Inst. of Arts*, 1946, p. 60; Aga-Oglu, *Two astrolabes, Bull. Mus. Fine Arts, Boston*, 1947, p. 83, n. 3; *Brief guide to the Museum . . . of Science, Oxford*, 1949, p. 14, pl. II; Williamson, *Early instrum., Connoisseur*, 1920, p. 227.

¹ The number is given in two letters ٧٠٩ and remains a unique example of a date on an astrolabe expressed in letters, in which the century was placed at the end.

AḤMAD B. KHALAF

Aḥmad b. Khalaf, a disciple (*ghulām*) of 'Alī b. 'Īsā, at the end of the third or beginning of the fourth century of the Hijra made (*ṣana'ahu*) an astrolabe for the Caliph Ja'far b. Muktafi billah, formerly in the Barbier collection, now in the Bibliothèque Nationale, Paris (Ge. A. 324).

Bibl.: Ibn an-Nadīm, *Fihrist*, p. 284, l. ult.; Sabin Berthelot, *Extrait* . . . 1840, p. 13; *L'Institut*, IIe section, Sciences hist. etc., June 1840, No. 54, p. 68; Sédillot, *Instr. astr.*, 1841, pp. 150, 172-174; Sédillot, *Matériaux*, 1845, I, pp. 339, 341-344; Dorn, *Drei Instr.*, 1865, p. 3; Janér, *Astrolabio*, *Mus. Esp. de Ant.*, 1874, pp. 559 f.; da Schio, *Di due astrol.*, 1880, pp. 55 f., No. 18; Evans, Some astrolabes, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 225; Vallée, *Notice*, 1912, p. 7, No. 307; Gunther, *Early Science in Oxford*, 1923, pp. 190 f.; de la Roncière, *Découverte*, 1924, I, pl. III; Cheikho, *Kitāb al-'amal bi-l-aṣṭurlāb*, *Al-Machriq*, 1913, pp. 30 f.; Wiet, *Cuivres*, 1932, p. 163, App. No. 3; *Rép.*, III, 1932, p. 32, No. 853; Gunther, 1932, pp. 113, 230, 232, No. 99, pl. LII; Hartner, *Survey*, 1939, III, p. 2532, n. 4; Michel, *Traité*, 1947, p. 181; *Bibl. Nat.*, *Notice*, p. 7, No. 376.

AḤMAD B. MUḤAMMAD

Aḥmad b. Muḥammad *an-naqqāsh*, in 472 (1079/80) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe at Saragossa, now in the Germanisches Museum, Nürnberg (W. J. 353). Cf. pl. III.

Bibl.: van Berchem, *Notes II*, *JA*, 1892, I, p. 391.

AḤMAD B. MUḤAMMAD B. IBRAHÎM

Aḥmad b. Muḥammad b. Ibrahîm, in 1116 (1704/5) made an astrolabe in Fez, present owner unknown.

Bibl.: Marçais, *L'Exposition . . . d'Alger*, 1905, publ. 1906, p. 30, pl. XX, 4.

AḤMAD B. MUḤAMMAD AL-LAMṬĪ

Aḥmad b. Muḥammad al-Lamṭī,¹ in Dhu-l-Qa'da 747 (Feb.-March 1347) made (*ṣana'ahā*) a sun-dial which was later transferred to the Mosque of Sidī al-Ḥalwī at Tlemcen.

Bibl.: Bargès, *Tlemcen*, 1859, pp. 420 f.; Brosselard, Inscr. arabes, *Revue Afr.* 1859/60, t. IV, pp. 323 f.; W. Marçais, Six inscr., *Bull. arch.*, 1902, p. 545; W. et G. Marçais, *Les monuments arabes de Tlemcen*, 1903, pp. 38, 290-294, facs. on p. 291; Bel, Trouvailles, *Revue Afr.*, 1905, t. 49, pp. 230 f.; Berque, *Art Antique*, 1930, p. 84.

AḤMAD PASHA

Aḥmad Pasha, governor of Egypt, since 1161 (1748) calculated and designed (*râsimuhâ wa-ḥâsibuhâ*) several sun-dials (*mizwala*), in 1163 (1750) two for the al-Azhar-Mosque (one of them now in the Museum of Islamic Art, Cairo), another for the Jâmi' al-Imâm ash-Shâfi'ī, and a third for the Mashhad as-Sâdât al-Wafâ'iyya.

Bibl.: Jabartī, I, pp. 186-8; 'Alī Pasha Mubâarak, *Al-Khiṭaṭ at-Tauḥīqiyya*, IV, p. 17, l. 13-18, l. 1.; Herz, *Catalogue*, 1906, p. 35, No. 108; Wiet, *CIA. Eg.*, II, 1930, No. 576, pp. 122-124, pl. III, No. 1; Ḥasan 'Abd al-Wahhâb, *Masâjid*, 1946, I, p. 59.

AḤMAD B. AS-SARRÂJ

Cf. s.v. Aḥmad b. Abī Bakr.

AḤMAD B. 'UMAR

Aḥmad b. 'Umar al-Kabbī(?) in 933 (1526/7) made (*'amal*) an astrolabe, now in the collection of Mr. R. S. Newall, at present on loan in the Whipple Museum, Cambridge. [In collaboration with Derek J. Price.]

Bibl.: Gunther, *Cat. exhib. Cambridge*, 1936, p. 13, No. 61.

¹ I.e. of the Berber tribe Lamṭa.

'ALĪ

Ḥājji 'Alī, an astrolabist of the early 13th (late 18th) century, is known as the maker of seven instruments.

I. In 1203 (1788/9) he made an astrolabe, formerly in the Bassermann-Jordan collection.

Bibl.: Gunther, 1932, No. 27, p. 142, fig. 69; Michel, *Traité*, 1947, p. 182.

II. In the same year he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, his second work, now at the R. Acad. of Science, Stockholm.

III. In 1205 (?) (1790/1) he made (*ṣana'ahu*) his third astrolabe, formerly in the collection of H. Swainson Cowper.

Bibl.: Cowper, *Turkish Arabia*, 1894, pp. 469-75, esp. p. 471.

IV. In 1207 (1792/3) he made an astrolabe, now in the Benaki Museum, Athens.

Bibl.: *Guide Benaki Museum*, 1936, p. 79, No. 29.

V. In 1208 (1793/4) he made (*ṣana'ahu*) his thirteenth astrolabe, now in the National Maritime Museum, Greenwich (A. 13-36. 12). Cf. pl. XXIII.

VI. At an unspecified date he made his fifteenth astrolabe, formerly in the S. V. Hoffman collection.

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 155 f., No. 42, pls. XXXIX-XLI; Michel, *Traité*, 1947, p. 182.

VII. At an unspecified date he made an astrolabe, formerly in the Sir John Findlay collection, now in the R. Scottish Museum, Edinburgh.

Bibl.: Gunther, 1932, p. 155, No. 41.

'ALÎ B. AḤMAD

Abu-l-Ḥasan 'Alî b. Aḥmad at-Tilimsânî, *al-mu'addil*,¹ *muwaqqit*² of Abû 'Inân, finished on 14th Jumâdâ I, 758 (6th May, 1357) the great clock of the Madrasat Abî 'Inân (Bû'anâniyya) in Fez.

Bibl.: 'Alî al-Jaznâ'î, *Zahrât el-Âs*, ed. Bel, 1923, p. 40, ll. pu f. (of the Arabic text), p. 96 (of the trsl.); Péretié, *Medrasas*, *Arch. Maroc.*, 1912, p. 282; Bel, *Inscriptions de Fès*, 1919, pp. 275-279, fig. 58; Montet, *Maison aux treize coupes*, *Bull. de la Soc. de geogr. d'Alger* etc., 1923, pp. 182-185, ill.; Ricard, *L'horloge*, *ibid.*, 1924, pp. 248-254, esp. p. 253, 2 figs.; Ricard, *Maroc* (Guide Bleu), 5th ed., 1936, p. 311; Michel, *Service, Ciel et Terre*, 1952, p. 176, fig. 1; Needham, *Science*, I, 1954, p. 204.

'ALÎ B. IBRÂHÎM "IBN ASH-SHÂṬIR"

Abu-l-Ḥasan 'Alâ' ad-dîn 'Alî b. Ibrâhîm b. Muḥammad b. al-Himâm al-Anṣârî, known as "Ibn ash-Shâṭir", was born in Rabî' I, 704 (began 2nd Oct., 1304). An orphan since childhood, he was brought up by his grandfather, who taught him the art of making ivory mosaics (*taṭ'im al-'âj*). In 714 (1314/5) he went to Alexandria in order to study and then lived in Syria and Egypt. For several years he served as *muwaqqit* at the Umayyad Mosque in Damascus. As a scientist he was the disciple of his uncle 'Alî b. Ibrâhîm Ibn ash-Shâṭir. His skill in making his own instruments and his ability in ivory mosaics, which earned him the appellation "the incrustator" (*al-muṭa'im*) is especially mentioned by chroniclers. A prolific author of works about scientific instruments, astronomy and mathematics, he died in Rabî' I, 777 (August 1375).

I. In 738 (1337/8) he made (*ṣana'ahâ wa-btakarahâ*) an astrolabe for Shaikh 'Alî b. Muḥammad ad-Darbandî, formerly in the Harari collection.

Bibl.: Ibn Ḥajar, *Dirar*, III, p. 9, No. 14; Qalqashandî, *Subh*, III, p. 251, ll. 14-16, VI, pp. 234, ll. 10-12, 253, ll. 11-13; Ibn Taghribirdî, *Manhal*, s.v., MS Bibl. Nat.

¹ An expert in the establishment of astronomical "moments".

² Official who fixes the exact hours of prayer.

Ar. 2071, fo. III b-III a, ed. Wiet, p. 225, No. 1536; Ḥājī Khalifa, *Lexicon biogr.*, ed. Flügel, 1842, III, p. 494, ll. 6 f., p. 557, l. 3; id., *Kashf az-ẓunūn*, ed. Flügel, III, 1842, pp. 467, No. 6460, p. 557, No. 6934; *Shadharāt adh-dhahab*, 1351, VI, p. 252, ll. 7-15; Morley, *Description*, 1856, pp. 3, 50; Ahlwardt, *Verzeichniss*, Bd. 5, 1893, p. 243, No. 5816; Suter, *Mathematiker*, 1900, p. 168, No. 416; *Nachträge*, 1902, p. 177; *GAL*, 2nd ed., 1949, p. 156; Jurji Zaidān, *Ta'rikh al-tamaddun*, 1904, t. III, p. 251; Siddiqi, Construction of clocks, *Islam. Culture*, 1927, p. 249; Wiedemann, Ibn al-Schāṭir, *Beiträge*, 79, 1928, pp. 317-326; Schmalzl, *Quadranten*, 1929, pp. 100-108; Hauteccœur et Wiet, 1932, p. 89; Reich et Wiet, 1939, p. 202; *Rép.*, XV, 1955, No. 5726.

II. The same year he made another astrolabe for the same man, acquired by Jomard for the Bibliothèque Nationale, Paris.

Bibl.: *Bibl. Nat. Notice*, 1889, p. 7, No. 390; da Schio, *Di due astrol.*, 1880, p. 60, No. 6; Sédillot, *Instr. astron.*, 1841, pp. 191-194; Sédillot, *Matériaux*, 1845, pp. 354-357; Dorn, *Drei Instr.*, 1865, p. 3; Gunther, 1932, p. 287, No. 142; Reich et Wiet, 1939, p. 202; Michel, *Traité*, 1947, p. 181; Sarton, *Introduction*, 1948, III, 2, pp. 1524-1526; *Rép.*, XV, 1955, No. 5727.

III. In 767 (1365/6) while *muwaqqit* in Damascus, he made a sun-dial¹ with a qibla indicator² by order of Mangalī Bughā al-Ashrafi ash-Shamsi, then Viceroy of Syria. In the main inscription, his work is characterized as "composition" (*taṣnīf*), and introduced by the words *ṣana'ahu wa-btakarahu* ("made it and created for the first time") obviously in order to indicate its unusual square form. Acquired by Shaikh Aḥmad b. Ṭāhāzāde in the 18th century, in 1939 the sun-dial was still in the library of the Madrasa Aḥmadiyya, founded by him in Aleppo.

Bibl.: Reich et Wiet, *Astrolabe syrien*, *BIFAO*, 1939, pp. 195-202, pl. XXIII, ill.; Millás Vallicrosa, *Tres instrumentos*, *Al-Andalus*, 1947, p. 60; Sarton, *Introduction*, 1948, III, 2, pp. 1524-26; Maḥmūd Rizq Salīm, *Aṣr salaṭin al-Mamlūk*, 1952, t. IV (= II, 2), p. 148, No. 384.

¹ I am grateful to Dr. D. J. Price for having called my attention to the fact that the object is not an astrolabe, but a sun-dial.

² He called it *ṣandūq al-yawāqit*.

'ALÎ B. IBRÂHÎM B. MUḤAMMAD

'Alî b. Ibrâhîm b. Muḥammad b. Abî Muḥammad b. Ibrâhîm ir 726 (1326) signed (*ṣana'ahu*) an astrolabe, formerly in the collection of Comte de Pertuis, Beyrouth, now in the Observatoire, Paris.

Bibl.: Gunther, 1932, I, p. 121, No. 6, fig. 62; Reich et Wiet, 1939, p. 201; Michel *Traité*, 1947, p. 181; *Rép.*, XIV, 1954, p. 226, No. 5533; Collangettes, *ʿIlm an-nujûm. Al-Machriq*, 1900, p. 982, and pl. facing it.

'ALÎ B. MUḤAMMAD

'Alî b. Muḥammad b.¹ . . . b. Faraj in 1010 (? 1601/2) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, now in the collection of the Urdu College, Karachi.

'ALÎ B. MUḤAMMAD AL-AZDÎ

Masters (*mu'allimâni*) Abu-l-Ḥasan 'Alî and Abû 'Abdallah Muḥammad, sons of Muḥammad al-Azdî known as "Fallûs", in 950 (1543/4) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe under the supervision of the faqîh Abû 'Abdallah Muḥammad aṣ-Ṣaghîr b. al-Ḥajj, formerly in the collection of Francesco Cengia, later in the da Schio collection, Valdagno, and now in the Osservatorio Astronomico, Rome (No. 694).

Bibl.: da Schio, *Di due astr.*, 1880, esp. pp. 26, 48, 54, pl. 2; id., *Sur deux astrol.*, *Atti IV. Congr. Orient.*, 1880, p. 367 f.; Gunther, 1932, pp. 293-297, No. 148, figs. 135-138; Renaud, *Tablette, Hespéris*, 1939, p. 158; id., *Quelques constructeurs, Isis*, 1942, p. 23; da Schio, *Due strum.*, *Atti Ist. Veneto*, 1874/5, pp. 1399-1401.

'ALÎ AL-QÛSHJÎ

'Alâ' ad-dîn 'Alî b. Muḥammad al-Qûshjî, the son of a falconer in the service of Ulugh Beg, studied in Samarqand, especially mathematics

¹ The name of the grandfather is illegible on the reproduction I saw.

under Qâdizâde ar-Rûmî, travelled, and on his return became Qâdizâde's successor as third director of the Samarqand Observatory. As such he finished the astronomical tables, called *az-Zîj al-jadîd*. After the death of Ulugh Beg (1449) he lived in Tabriz, later in Istanbul, first as Uzun Hasan's ambassador, from 877 (1472/3) onwards in the service of Mehmed II. Author of several books on astronomy and mathematics, in 878 (1473/4) he made a sun-dial for the university (*kulliye*) founded by Mehmed II in Istanbul. Died there the 5th Sha'bân 879 (15th Dec., 1474).

Bibl.: Hâjji Khalifa, *Lexicon*, III, p. 438; Tashköprüzâde, *Shaqd'iq*, I, pp. 249-255; Woepcke, *JA*, 1862, pp. 120 f.; Suter, *Mathematiker*, 1900, pp. 178 f., No. 438; Babinger, *Geschichtsschreiber*, 1927, pp. 29 f.; Ünver, *Fatih külliyesi*, 1946, p. 232; id., *Ali Kuşci*, 1948 (and Sarton's review, *Isis*, 1949, p. 131); id., *Cadrans solaires*, *Archives d'hist. des sciences*, 1954, pp. 257, 259, fig. 1; *GAL*, 2nd ed., 1949, II, p. 235; *EI*, s.v., Engl. ed., I, p. 290; Adnan, *Science*, *Archeion*, 1937, pp. 361 f.; Mieli, *Science arabe*, 1938, p. 267.

'ALÎ B. ŞÂDIQ

Hâjji 'Alî b. Şâdiq Qummî is known by at least six instruments, none of them dated, all of them signed '*amal*'.

I. An astrolabe, once in the Mercator collection.

Bibl.: *Catalogue de la collection Mercator*, Paris [1928], pp. 36 f., No. 164; Gunther, 1932, p. 163, n. 1.

II. Another, now in the collection of Mr. O. V. Watney, Cornbury Park, Oxfordshire.

III. A third, formerly in the Holden-White collection, now in the Fitzwilliam Museum, Cambridge. Cf. pl. XXIV.

IV. A fourth, sold with the Mc Vitty collection at the Parke-Bernet Galleries, auction of Jan. 22 and 23, 1954, *Catalogue* p. 10, No. 57, is perhaps identical with No. 1 (*vide supra*).

V, VI. Two astrolabes, formerly in the Harari collection, of which one is later than the foregoing five, since he signed it Ḥājji for the first time. [In collaboration with D. S. Rice.]

'ALĪ B. ASH-SHIHÂB

'Alī b. ash-Shihâb, in 735 (1334/5) made (*ṣana'ahu*) a quadrant for Shaikh Shams ad-dîn b. Sa'id, then Chief Muezzin of the Mosque of the Umayyads in Damascus. It was engraved (*naqsh*) by Muḥammad b. al-Ghazûlî, *q.v.* Acquired by Sprenger for W. H. Morley, it is now in the British Museum (62.12.27.1).

Bibl.: Morley, Quadrant, *JRAS*, 1860, pp. 322-330, esp. p. 328, 4 pls.; Franks, 'Instruments', 1896, p. 183; Schmalzl, *Quadranten*, 1929, pp. 37 f., figs. 6 a, 6 b; Gunther, 1932, p. 243; Reich et Wiet, 1939, p. 202; Michel, *Traité*, 1947, p. 182; *Rép.*, XV, 1955, No. 5671; Anthiaume et Sottas, 1910, pp. 73, 104.

AUḤAD B. MUḤAMMAD

Auḥad b. Muḥammad b. Muḥammad b. Jamâl al-Auḥadî, known as (*al-mashhûr bi*) 'Abdallah Auliya', in 890 (1485) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe for Tâj ad-daula wa-d-dunyâ wa-d-dîn Jân 'Alî, now in the British Museum (64.12.21.1).

Bibl.: Franks, *Proc. Soc. Antiq. London*, 1864, p. 27; da Schio, *Di due astrol.*, 1880, p. 57, No. 25; Franks, 'Instruments', 1896, p. 183; Gunther, 1932, p. 246, No. 112.

BAIRÂM

Bairâm b. Ilyâs in 990 (1582) made a compass in a flat ivory box, now in the British Museum (1921, 6-25.1). Cf. pl. XVI a.

FADL 'ALĪ

Faḍl 'Alî made (*'amal*) an astrolabe, formerly in the Roussel collection, now in the Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford. Cf. pl. XXV.

Bibl.: Roussel, *Sale Catalogue*, 1911, p. 44, No. 205; Gunther, 1932, pp. 158 f., No. 46; Michel, *Traité*, 1947, p. 182.

HÂMID B. 'ALÎ

Abu-r-Rabî' Hâmid b. 'Alî al-Wâsitî was a disciple (*ghulâm*) of 'Alî b. Aḥmad *al-muhandis*, who in turn was a disciple of Khafif, *q.v.*, who in turn was a disciple of 'Alî b. 'Îsâ. He became famous for his instruments and is mentioned together with 'Alî b. 'Îsâ. In 348 (959/60) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe for Sharaf ad-dîn Aḥmad b. Muḥammad b. Munajjâ b. Ḥajjî b. Muḥammad as-Sa'dî al-Miṣrî az-Zankalûnî. Formerly in the Museo Borgiano, Velletri, the astrolabe is now in the Museo Nazionale, Palermo.

Bibl.: Ibn an-Nadîm, *Fihrist*, ed. Flügel, p. 285, l. 8; 'Alî b. 'Abd ar-Raḥmân b. Yûnis, az-Zij al-Kabîr, ed. Caussin, *Notices et Extraits*, 1804, VII, pp. 54, 55, ll. 11 f.; Mortillaro, *Illustrazione*, 1848, esp. pp. 24 f. and pl. facing p. 12; id., *Opere*, IV, 1848, pp. 110-135, esp. p. 131, pl. fac. p. 118; Amari, *Musulmani di Sicilia*, 1854, I, pp. XXVI f., ed. Nallino, 1933, I, p. 24; da Schio, *Di due astrol.*, 1880, p. 53; Suter, *Mathematiker*, 1900, p. 40, No. 76; Salinas, *Guida*, 1882, p. 35, 1901, p. 48; Evans, Some astrolabes, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 225; Gunther, *Early Science in Oxford*, 1923, II, p. 191; Gunther, 1932, p. 230, No. 100; Caldo, *Astrolabi di Palermo, Coelum*, 1938, pp. 104-106, figs. 1, 2; Michel, *Traité*, 1947, p. 181; Zinner, *Früheste Form, XXX. Bericht d. Nat. Ges. Bamberg*, 1947, p. 15.

HÂMID B. AL-KHIDR

Hâmid b. al-Khidr an-Najdî, in 774¹ (1372/3) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, in 1929 in the possession of Messrs. Moradoff & Sons.

Bibl.: Gunther, 1932, p. 245, No. 111, figs. 118, 119; Michel, *Traité*, 1947, p. 181.

¹ This figure is obviously wrong. The signature, unfortunately copied in a modern handwriting, is dated clearly ٧٧٤, which in Oriental script can stand only for ٧٧٤, i.e. A.H. 374. If the astrolabe were of North-African origin—and the small portions reproduced in Gunther's book do not justify such an assumption—the same letters would stand for 1074 (1663/4), a date much too late. Since this astrolabe has disappeared, a decision is impossible.

HÂMID B. MAĤMÛD

Hâmid b. Maĥmûd al-Işfahânî, in 547 (1152/3) made (*şana'ahu*) an astrolabe, formerly in the Samuel V. Hoffman collection. Cf. Muĥammad b. Hâmid.

Bibl.: Gunther, 1932, p. 117, No. 4, pl. XXIV; Wiet, *Epigraphie, MIE*, 1935, p. 14, n. 1; *Rép.*, VIII, 1937, p. 263, No. 3157; *Survey*, 1939, III, p. 2535, n. 1; Aga-Oglu, Two astrolabes, *Bull. Mus. Fine Arts*, Boston, 1947, p. 83, n. 3.

HAMZA

Hamza, in 1245 (1829/30) made an astrolabe, formerly in the S. V. Hoffman collection.

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 170 f., No. 59, fig. 84.

HASAN B. AĤMAD

Al-Hasan b. Aĥmad al-Baĥţûţî in 1106 (1597/8) made (*şana'ahu*) an astrolabe, now in the Museum of Islamic Art, Cairo. [In collaboration with F. R. Maddison.] Cf. Muĥammad b. Aĥmad al-Baĥţûţî.

HASAN B. 'ALÎ

Hasan b. 'Alî, in 681 (1282/3) made an astrolabe in Cairo, now in the Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford.

Bibl.: Evans, Some astrolabes, *Arch. Journal*, 1911, p. 228; Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; id., *Instruments*, 1925, p. 15; id., *Astrolabes of the world*, 1932, pp. 239 f., No. 107, fig. 116; id., *The Old Ashmolean*, 1933, p. 36; id., *Handbook*, 1935, p. 36; Michel, *Traité*, 1947, p. 183; *Rép.*, XIII, 1944, p. 5, No. 4808.

HASAN GEVREKZÂDE

Gevrekzâde Hasan Efendi, called *hakîmbâşî*, in 1207 (1792/3) made a sun-dial for the Mosque of Aĥmad Pasha, Top Kapu, Istanbul.

Bibl.: Ünver, Cadrans solaires, *Archives d'hist. des sciences*, 1954, p. 258.

ḤASAN AL-ḤASANÎ

Ḥasan al-Ḥasanî al-Karânî al-Ḥusainî, in 1088 (1677/8) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, formerly in the d'Allemagne collection, Paris.

Bibl.: d'Allemagne, *Du Khorassan*, 1911, p. 195, ill.; id., *La maison*, 1948, t. I, p. 136, t. II, pl. CL; *Exposition des instr.*, Paris, 1936, p. 34, No. 255.

ḤASAN AŞ-ŞÂ'IGH

Ḥasan aş-Şâ'igh, in 812 (1409/10) made a sun-dial for the Ḥasan Pasha Mosque in Konya.

Bibl.: Löytved, *Konia*, 1907, pp. 80, 98; Ünver, *Cadrans solaires*, *Archives Int. d'hist. des sciences*, 1954, p. 258.

ḤASAN AŞ-ŞAWWÂF

Ḥasan aş-Şawwâf, in 1182 (1768/9) made (*'amal*) a sun-dial for the Sinân Pasha Mosque, Bûlâq.

Bibl.: Ḥasan 'Abd al-Wahhâb, *Masâjid*, 1946, I, p. 305, ill.

ḤASAN AṬ-ṬUBNÎ

Ḥasan aṭ-Ṭubnî,¹ a disciple of Shaikh Badr ad-dîn al-Mâridînî, is most likely identical with al-Ḥasan b. Khalîl b. 'Alî al-Karâdîsî aṭ-Ṭubnî (of Ṭubna in Algeria), muezzin at the Ashrafiyya in Cairo. Born 823 (1420), he wrote several books, one about sun-dials. Died 887 (1482/3). In Rabi' I, 871 (beg. 11th Oct., 1466), he made (*'amal*) a sun-dial for the Madrasat Aynâl, Cairo.

Bibl.: van Berchem, *Notes*, II, *JA*, 1892, I, p. 389; *CIA. Eg.*, I, 1894-1903, p. 407; Suter, *Mathematiker*, 1900, pp. 180, 221, No. 442; *GAL*, 2nd ed., 1949, p. 160.

¹ This appellation could be—and was—read aṭ-Ṭayyibî.

HUSAIN B. 'ALÎ

Al-Husain b. 'Alî in 709 (1309/10) made (*şana'ahu*) an astrolabe for Abu-l-'Abbâs b. Shaikh Abû 'Abdallah, formerly in the Holden-White collection, now in the Fitzwilliam Museum, Cambridge. Cf. pls. VIII, IX.

HUSAIN SHÂMÎ

Husain Shâmî, at an unspecified date made a sun-dial for the Sultan Aḥmad Mosque, Istanbul.

Bibl.: Ünver, Cadrans solaires, *Archives d'hist. des sciences*, 1954, p. 257.

IBN ASH-SHÂṬIR

Cf. 'Alî b. Ibrâhîm.

IBRAHÎM B. 'ABD AL-KARÎM

Ibrâhîm b. 'Abd al-Karîm, at an unspecified date made (*şana'ahu*) an astrolabe, now in the Museo Nazionale, Palermo.

Bibl.: Mortillaro, in *Atti della R. Accademia di Scienze, Lettere e Belle Arti di Palermo*, vol. 19, p. 12, fig. 5; Caldo, *Astrolabi di Palermo, Coelum*, 1938, pp. 106 f., figs. 5-7.

IBRÂHÎM AD-DIMASHQÎ

Ibrâhîm ad-Dimashqî, in 669 (1270/1) made an astrolabe, now in the British Museum (No. 90, 3-15, 3). Cf. pl. VI a.

Bibl.: Franks, 'Instruments', 1896, p. 182; Gunther, 1932, p. 238, No. 106; *Rép.*, XII, 1943, p. 151, No. 4627.

IBRÂHÎM AL-FARADÎ AL-KURDÎ

Ibrâhîm al-Faradî al-Kurdî, in 1201 (1786/7) made a sun-dial for the mausoleum of Ḥâjj Aḥmad Pasha al-Jazzâr, in the compound of his mosque, at Acre.

IBRÂHÎM B. ḤUSAIN

Ibrâhîm b. Sharaf ad-dîn Ḥusain, in 1051 (1641/2) supposedly made an astrolabe for 'Abd ar-Razzâq Gilânî, now in the Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford.

Bibl.: Evans, Some astrolabes, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 228, pl. V; Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; Gunther, 1932, pp. 135 f., No. 19, pl. XXXIII; Michel, *Traité*, 1947, p. 180.

IBRAHÎM AL-MÂLÎ

Ibrahîm al-Mâlî, a disciple (*min talâmîdh*) of Ḥâfiẓ Ḥusain, residing (*sâkin*) in the Aya Sofia Mosque, in 1179 (1765/6) made a sun-dial and qibla indicator, formerly in the Sprenger collection, now in the West-deutsche Bibliothek, Marburg.

IBRÂHÎM AL-MUFTÎ

Ibrâhîm al-Muftî, in 1120 (1708/9) made (*'amal*) an astrolabe, now in the Musée de la Vie Wallonne, Liège (No. 37).

Bibl.: Michel, *Exposition, Bruxelles*, 1945, p. 8, A. 7; id., *Traité*, 1947, p. 183, pl. XX; id., *Catalogue ... du Musée de la Vie Wallonne*, 1953, p. 18, fig. 11.

IBRAHÎM B. MUHAMMAD

Ibrâhîm b. Muḥammad b. ar-Raqqâm,¹ in 720 (1320/1) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe in the Wâdi Esh (=Guadix), formerly in the Gayangos collection, now in the Real Academia de Historia, Madrid.

Bibl.: Saavedra, *Astrolabios*, *Mus. Esp. Ant.*, 1875, t. VI, esp. p. 406, pl. 1; da Schio *Di due astrol.*, 1880, p. 55, No. 16; Gunther, 1932, p. 280, No. 136; Michel, *Traité* 1947, p. 183; García Franco, *Astrolabios*, *Bol. Acad. de Historia*, 1955, pp. 309-311 figs. 4-6.

IBRÂHÎM B. AN-NU'MÂN

Ibrâhîm b. an-Nu'mân, in 673 (? 1274/5) made an astrolabe, now in Madrid (?).

Bibl.: Gunther, 1932, I, p. 278, No. 131; *Rép.*, XII, 1943, p. 189, No. 4683; Michel *Traité*, 1947, p. 183.

IBRAHÎM B. SA'ÎD

Ibrâhîm b. Sa'îd (who once signed b. Aṣḥagh al-Anṣârî) *al-Wazzân* (or *al-Mawâzînî*) as-Sahî (i.e. from the Valencia plain) lived in Toledo and in Valencia. In 478 (1085) (perhaps from that year onwards) his son Muḥammad worked together with him.

I. In Sha'bân 459 (beg. 17th June, 1067) he made (*aḥkama ṣan'atahu*, an astrolabe in Toledo, formerly in the collection of D. Faustino de Borbón, then in the Gabinete de Antigüedades de la Biblioteca Real now in the Archaeol. Museum, Madrid, electrotype in the Science Museum London (No. 1877-6).

¹ He is obviously the father of the well known astronomer Abû 'Abdallâh Muḥammad b. Ibrâhîm, of Murcia, who lived in Granada and died there in Ṣafar 711 (beg. 7th May, 1315). Cf. Casiri, *Bibl. Arab. Hispâna*, 1770, II, p. 82; Leclerc *Méd. ar.*, 1876, II, p. 251; Suter, *Mathematiker*, 1900, p. 159, No. 388; Renaud *Additions*, *Isis*, 1932, p. 173; Sánchez-Pérez, *Biografías*, 1921, p. 109, No. 123 *GAL*, Suppl., II, 1938, p. 378.

Bibl.: Saavedra, Astrolabios árabes, *Mus. Esp. Ant.*, 1875, t. VI, esp. p. 402, pl. 1; Atchison, *Catalogue of a loan coll.*, 1877, p. 392, No. 1757 c; da Schio, *Di due astrol.*, 1880, p. 55, No. 14; Le Bon, *Civilisation des Arabes*, 1884, pp. 492 f., figs. 228 f.; Franks, 'Instruments', 1896, p. 182; R. Amador de los Rios, *Monumentos arquít. de España, Toledo*, 1905, I, pp. 139 f., ill.; Calvert, *Toledo*, 1907, pl. 443; Evans, Some astrolabes, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 226; Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; Lambert, *Tolède*, 1925, p. 22; Millás Vallicrosa, *Assaig*, 1931, pp. 66-71, pl. IV; Christie, *Legacy of Islam*, 1931, p. 115, fig. 15; Gunther, 1932, pp. 252 f., No. 117; Millás Vallicrosa, Introducción, *Isis*, 1932, p. 258; *Rép.*, VII, 1936, pp. 162 f., No. 2658; García Franco, *Catálogo*, 1945, pp. 231-235, esp. p. 232, 427, No. 12, pls. 23 f.; *Enciclopedia Universal Ilustr. Europeo-Amer.*, s.v. Astrolabio, t. 6, fig. 2 on p. 795; Zinner, Früheste Form, *XXX. Ber. d. Nat. Ges. Bamberg*, 1947, p. 16; Michel, *Traité*, 1947, p. 185; Millás Vallicrosa, *Estudios . . . de la ciencia española*, 1949, p. 34; Janér, Astrolabio, *Mus. Esp. de Ant.*, 1874, p. 559; Collangettes, 'Ilm an-nujûm, *Al-Machriq*, 1900, p. 837.

II. In Shawwâl 460 (August 1068) he made (*şana'ahu*) another astrolabe in Toledo, now in the Lewis Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford.

Bibl.: Evans, Some astrolabes, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 226, pls. I, II; Gunther, *Catalogue*, 1919, p. 24, No. 53 b; id., *Early Science in Oxford*, 1923, II, pp. 191, 199; id., *Instruments*, 1925, p. 16; Millás Vallicrosa, *Assaig*, 1931, p. 55; Gunther, 1932, pp. 253-256, No. 118, fig. 121, pl. LX; Gunther, *The Old Ashmolean*, 1933, p. 37; id., *Handbook*, 1935, p. 37; *Rép.*, VII, 1936, p. 166, No. 2663; Michel, *Traité*, 1947, p. 185; Millás Vallicrosa, *Estudios . . . de la ciencia españ.*, 1949, p. 34; Williamson, *Early instr.*, *Connoisseur*, 1920, vol. 56, p. 227.

III. In Rajab 463 (beg. 4th April, 1071) he made (*şana'ahu*) an astrolabe in Valencia, now in the Museo Astronomico, Rome (No. 688).

Bibl.: Amari, *Descrizione*, *Boll. It. degli St. Or.*, 1876, I, p. 127; Evans, Some astrolabes, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 226; Gunther, 1932, I, p. 263; *Rép.*, IX, 1937, pp. 50 f., No. 3273.

IV. On the 1st Şafar 478 (28th May, 1085), together with his son Muhammad, he finished (*şana'a . . . şa-tammāt*) a celestial globe with its stand (*kursî*) for the Vizier Abû 'Îsà b. Labbûn, formerly in the Belluomini collection, now in the Museo di Storia della Scienza, Florence.

Bibl.: Lasinio, *Globo celeste*, *Boll. Ital. Studii Orient.*, 1877, I, pp. 307-309; Meucci Extract, *Monthly Notices, R. Astron. Soc.*, 1877, p. 426; Meucci, *Globo*, 1878, esp pp. 10 f., pls. I, II; Fiorini-Günther, 1895, p. 15; Fiorini, *Sfere*, 1899, pp. 28-31 Kühnel, *Globus*, *Mitt. d. sächs. Kunstsam.*, 1911, p. 23; Stevenson, *Globes*, 1921, I pp. 28 f.; Millás Vallicrosa, *Assaig*, 1931, pp. 55-65, pl. III; Sarton, *Introduction* 1931, II, 2, p. 1014; v. Klüber, *Himmelsglobus*, 1935, pp. 1, 12, fig. 11; *Rép.*, VII 1936, pp. 208 f., No. 2727; Millás Vallicrosa, *Estudios . . . de la ciencia esp.*, 1949 pp. 32-34, pl. I; Bonelli, *Catalogo . . . Firenze*, 1954, pp. 44 f., No. 2712; Boffito *Strumenti*, 1929, pp. 20, 181; Remeis, *Älteste Himmelskugel, Sirius*, 1879, pp. 62-65 Mieli, *Science Arabe*, 1938, p. 154; id., *Panorama*, 1952, p. 170.

V. Towards the end of 478 (1086) he made (*ṣan'at*) an astrolabe, now in the Staatl. Kunstsammlungen, Kassel; electrotype in the Science Museum London (1877-8).

Bibl.: Atchison, *Catalogue of loan coll.*, 1877, p. 393, No. 1760; da Schio, *Due astrol.* 1880, pp. 58 f., No. 39; Franks, 'Instruments', 1896, p. 182; Gunther, 1932, I, p. 263 No. 121; *Rép.*, VII, 1936, p. 229, No. 2751; Zinner, *Früheste Form*, *XXX. Ber. d. Nat. Ges. Bamberg*, 1947, p. 16.

VI. In 490 (? 1097) he made an astrolabe, once in the Museo Kircheriano in Rome.

Bibl.: Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; Millás Vallicrosa, *Assaig* 1931, p. 55.

VII. In 493 (? 1099/1100) he made an astrolabe, once in the Museo Kircheriano, Rome.

Bibl.: da Schio, *Due astrol.*, 1880, p. 54, No. 4; Gunther, 1932, p. 263, No. 123 (dated 1197).

‘ISÀ

Abu-l-Faraj ‘Isà, disciple (*ṭilmīdh*) of al-Qāsim¹ b. Hibat Allāh al-Aṣṭurlābī, in 554 (1159) made (*ṣan'at*) an altitude sun-dial² for the

¹ Written al-Qasim. Casanova (p. 285) identified his father with the famous astrolabist who died in 534 (Ibn Khallikān, ed. Būlāq, 1299, II, pp. 244 f.).

² I am grateful to Dr. D.J. Price for having called my attention to the fact that the object is a sun-dial and not a watch.

Zengid Nûr ad-dîn Maḥmûd, formerly in the Durighello collection, now in the Cabinet des Médailles, Bibliothèque Nationale, Paris.

Bibl.: van Berchem, Notes, III, *JA*, 1904, I, p. 31, n. 1; van Berchem-Strzygowski, *Amida*, 1910, p. 125; van Berchem, Arabische Inschriften, *Meisterwerke*, 1912, I, p. 4; Casanova, Montre, *Syria*, 1923, pp. 282-299, esp. pp. 282-285, and pl. XLV; Hourticq, *Encycl. des Beaux-Arts*, 1925, I, p. 170, ill.; Migeon, *Manuel*, 1927, II, p. 39; Wiet, *Cuivres*, 1932, p. 165, No. 16; *Rép.*, IX, 1937, pp. 18 f., No. 3228; Elisséeff, Titulature de Nûr ad-dîn, *BEO*, 1952-54, p. 159.

ISMA'ÎL

Isma'îl, a *muwaqqit*, in 1193 (1779) made a sun-dial for the Laleli-Mosque, Istanbul. He is perhaps identical with I. Khalîfazâde, *q.v.*

Bibl.: Ünver, Cadrans solaires, *Archives d'hist. des sciences*, 1954, p. 257.

ISMA'ÎL KHALÎFAZÂDE

Isma'îl Khalîfazâde, in 1177 (1763/4) made a sun-dial for the Mosque of Ḥakîmogḥlu 'Alî Pasha, Istanbul.

Bibl.: Ünver, Cadrans solaires, *Archives d'hist. des sciences*, 1954, p. 257.

JA'FAR B. 'UMAR

Ja'far b. 'Umar b. Daulatshâh al-Kirmânî, a member of a well-known family of astrolabists, is known by at least five instruments. Cf. also his son Muḥammad b. Ja'far and his grandson Maḥmûd b. Jalâl.

I. In 755 (1354) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, now in the collection of M. G. Prin, Paris. Cf. pl. X.

II. In 757 (? 1356) he made an astrolabe, now in the Maritime Museum, Greenwich (A. 8-36. 13).

III. In 764 (1362/3) he made (*ṣana'ahu*) a globe, now in the Lewis Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford (No. 2900). Cf. pl. XI.

Bibl.: Gunther, *Instruments*, 1925, pp. 49 f.; id., *The Old Ashmolean*, 1933, pp. 89 f.; id., *Handbook*, 1935, pp. 89 f.; Harari, *Survey*, 1939, III, p. 2518; *Brief guide to the Museum . . . of Science, Oxford*, 1949, p. 22.

IV. In 774 (1372/3) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, formerly in the Samuel V. Hoffman collection, now in the collection of Mr. Eugene A. Hoffman, West Tisbury.

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 128 f., No. 15, figs. 63-65.

V. In 790 (1388) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, formerly in the Carrapit collection, now in the Indian Museum, Calcutta.

Bibl.: Gunther, 1932, p. 130, No. 16, figs. 66 f.

KHAFÎF

Khaffif, a disciple (*ghulâm*) of 'Alî b. 'Îsâ, at an unspecified date during the 3rd (9th) century, made an astrolabe apparently for Aḥmad *al-munajjim* as-Sinjârî, formerly in the Landau collection, Paris, now in the Billmeir collection, London. On palaeographical grounds it seems likely that the inscription on the front of the bracket stating that the astrolabe was made for Aḥmad *al-munajjim* is considerably later than the signature. Otherwise it would be tempting to see in this Aḥmad the father of 'Alî b. Aḥmad *al-muhandis*, who according to the *Fihrist* (p. 285, l. 2) was an apprentice of Khaffif. Cf. pl. I.

Bibl.: Ibn an-Nadîm, *Fihrist*, ed. Flügel, p. 284, l. ult.; Michel, *Exposition . . . Liège*, 1939, p. 57, No. 307; id., *Traité*, 1947, p. 181.

KHALÎL MUḤAMMAD

Khalîl Muḥammad¹ b. Ḥasan 'Alî, was an astrolabist of the late 11th and early 12th (second half of the 17th and beginning of the 18th)

¹ The question whether his name was Muḥammad Khalîl or Khalîl Muḥammad can be considered as settled in favour of the second form. In addition to epigraphical grounds, invoked by Wiet, *Epigraphie, MIE*, 1935, p. 14, there is the evidence of his signature on the astrolabe in the Victoria and Albert Museum (M.38—1916), where he signed Ibn Ḥasan 'Alî Khalîl, omitting Muḥammad altogether.

centuries. Chardin met his father in Işfahân and praised him for his learning.¹

I. In 1093 (1682) he made (*şana'ahu*) an astrolabe, decorated (*namaqahu*) by Muḥammad Bâqir Işfahânî, for Mîrzâ Muḥammad Amin b. Mîrzâ Muḥammad Riżâ, now in the Hermitage, Leningrad (VC. 1044).

II. In 1094 (1683) he made (*şana'ahu*) an astrolabe, also decorated (*namaqahu*) by Muḥammad Bâqir Işfahânî, now in the Observatoire, Paris.

III. In 1095 (1684) he made (*şana'ahu*) an astrolabe, also decorated (*namaqahu*) by Muḥammad Bâqir al-Işfahânî (!), now in the Deutsches Museum, München.

IV. In 1106 (1694/5) he made (*şana'ahu*) an astrolabe, now in the Musée Archéologique, Teheran.

V. In 1119 (1707/8) he made another astrolabe, according to Said-Ruete, apud Gunther, *l. cit.*, signed more fully as having been made at Isfahan, once in the Said-Ruete collection. Here too the name of Muḥammad Bâqir is mentioned, probably as the decorator, and not as the owner (*pace* Said-Ruete).

Bibl.: Gunther, I, 1932, p. 131, No. 17; Wiet, *Epigraphie*, *MIE*, 1935, pp. 13 f.; Aga-Oglu, Two astrolabes, *Bull. Mus. Fine Arts*, Boston, 1947, p. 83; Michel, *Traité*, 1947, p. 184.

VI. In the same year he made (*şana'ahu*) another astrolabe, decorated (*namaqahu*) by Muḥammad Bâqir Işfahânî, now in the National Maritime Museum, Greenwich (A. 4-36. 2).

VII. At a date read as 912 (1506/7) (obviously wrong and to be verified with the original) he made (*şana'ahu*) an astrolabe, decorated (*namaqahu*) by Muḥammad Bâqir Işfahânî, formerly in the Harari collection.

Bibl.: *Cat. Exhib. Persian Art*, 1931, 3rd ed., p. 194, No. 309 G; Gunther, I, 1932, p. 127, No. 14; Wiet, *Exposition d'art persan*, 1935, p. 66, No. M. 76; Wiet, *Epigraphie*, *MIE*, 1935, pp. 12 f., fig. 2; *Survey*, VI, pl. 1400B; Michel, *Traité*, 1947, p. 183.

¹ *Voyages*, ed. Langlès, 1811, t. IV, p. 333.

VIII. At an unspecified date he made an astrolabe, engraved (*naqashahu*) by Muḥammad Bâqir Işfahânî, formerly in the Khawwâ collection, Cairo.

Bibl.: Wiet, *Epigraphie*, *MIE*, 1935, pp. 13 f., No. 30, fig. 3; Wiet, *Expositi*, 1935, p. 66, No. M. 77.

IX. At an unspecified date, during the reign of the Safavid Shâh Ḥusayn (1694-1722), he made an astrolabe, decorated (*namaqahu*) by 'Abd al-A'imma b. 'Abd al-Ḥusain, formerly in the Michel collection, now in the Billmeir collection.

Bibl.: Michel, *Exposition . . . Liège*, 1939, p. 60, No. 318; id., *Méthodes, Ciel et Terre*, 1941, p. 496, n. 19; id., *Trailé*, 1947, pp. 156, 184, figs. 16 a, b, pl. XV; Josten, *Instruments*, 1954, p. 12, No. 7; Anon., *Instruments, Connaissance des arts*, Déc. 1952, p. 51.

X. At an unspecified date, also during the reign of Shah Ḥusain, he made (*şana'ahu*) an astrolabe, decorated (*namaqahu*) by 'Abd al-A'imma, now in the Billmeir collection.

Bibl.: Josten, *Instruments*, 1954, p. 12, No. 8.

XI. At an unspecified date, also during the reign of Shah Ḥusain, he made (*şana'ahu*) an astrolabe, decorated (*namaqahu*) by 'Abd al-A'imma, formerly in the Malcolm Gardner collection.

XII. At unspecified dates he made (*şana'ahu*) several more astrolabes, most likely decorated by himself. One is now in the collection of M. Georges Charliat, Paris.

XIII. Another, formerly in the Ross collection, now in the Lewis Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford.

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 157 f., No. 45, pl. XXXVIII; Aga-Oglu, *Two astrolabes*, *Bull. Mus. Fine Arts*, Boston, 1947, p. 83.

XIV. A third, now in the Museum of Fine Arts, Boston (No. 42. 304).

Bibl.: Aga-Oglu, *Two astrolabes*, *Bull. Mus. Fine Arts*, Boston, 1947, pp. 81-83, i.

XV. At an unspecified date he made an astrolabe, decorated (*namaqahu*) by Muḥammad Mahdî al-Yazdî b. Muḥammad Amîn, now in the Victor and Albert Museum (M. 38-1916).

XVI. At unspecified dates he made (*ṣana'ahu*) at least four more astrolabes, decorated (*namaqahu*) by 'Abd al-A'imma. One formerly in the Michel collection, is now in the Billmeir collection.

Bibl.: Josten, *Instruments*, 1954, p. 12, No. 9.

XVII. Another, now in the collection of M. Marcel Destombes, Paris.

XVIII. A third, now in the collection of M. N. E. Landau, Paris.

Bibl.: Maggs, *Bibl. nautica*, 1938, p. 214, No. 2988, pl. XVI.

XIX. A fourth, now in the Hermitage, Leningrad (VC. 939).

MAHDÎ YAZDÎ

Ḥajjî Mahdî Yazdî is perhaps¹ the maker of an astrolabe, now in the Maritime Museum (Greenwich, A. 20-36.20). He may or may not be identical with Muḥammad Mahdî Yazdî, although the latter never called himself Ḥajjî.

MAḤMÛD B. 'ALÎ

Maḥmûd b. 'Alî b. Yûsha' al-[...]rî, in 669 (1270/1) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe for al-Ḥasan b. 'Alî ash-Shadîd, formerly in the collection of Prof. Wilson.

Bibl.: Morley, *Description*, 1586, pp. 5, 32-34; Dorn, *Drei Instr.*, 1865, p. 3; da Schio, *Di due astrol.*, 1880, p. 56, No. 21; Gunther, 1932, p. 186, No. 67; *Rép.*, XII, 1943, pp. 151 f., No. 4628.

MAḤMÛD B. ḤASAN

Maḥmûd b. Ḥasan an-Nishî designed (*rasamahu*) two sun-dials for the Mosque of Muḥammad Bey Abu-dh-dhahab in the Maidân al-Azhar,

¹ I include him with a great deal of hesitation. On the one hand, there is no indication expressis verbis, such as *ṣana'ahu* or *'amilahu*, that he made it; on the other hand the signature has been not merely retouched, but engraved anew, and liberties may have been taken with the original text.

Cairo, one dated the 1st Jumâdâ I, 1188 (10th July, 1774), the other the 18th Jumâdâ of the same year.

Bibl.: Ḥasan 'Abd al-Wahhab, *Masâjîd*, 1946, I, p. 356, ill.

MAḤMÛD B. JALÂL

Maḥmûd b. Jalâl b. Ja'far al-Aṣṭurlâbî in 889 (1484) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, now in the Topkapu Sarayı Müzesi, Istanbul. We can establish the following genealogical tree:

```

Daulatshâh
|
'Umar
|
Ja'far 755-790
|
Muḥammad "Jalâl" 834
|
Maḥmûd 889

```

The signatures of Muḥammad and Maḥmûd are both characterized by a curiously shaped final "yâ" of the word *aṣṭurlâbî*, imitating the paraph of al-Kirmânî in Ja'far's signature of A. H. 790. Cf. pls. XII a, XIV

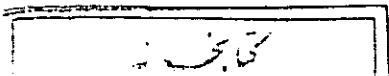
MAḤMÛD B. SHAUKA

Maḥmûd b. Shauka (?) al-Baghdâdî in 694 (1294/5) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, now in the National Maritime Museum, Greenwich (A. 1: 36. 15).

MUḤAMMAD

Muḥammad, some time after 684 (1285/6), made a sun-dial, on the outside of the madrasa and mausoleum of Qalâûn, Cairo.

Bibl.: *CIA. Eg.*, I, 1894-1903, p. 140.



MUḤAMMAD 'ABD AL-HÂDÎ

Muḥammad 'Abd al-Hâdî aṣ-Ṣafadî, in 1140 (1727/8) designed (*hadhâ rasm*) a quadrant, formerly in the Lee collection, at Hartwell Manor, Buckinghamshire, now in the Science Museum, London (1918. 262).

MUḤAMMAD B. ABÎ BAKR

Muḥammad b. Abî Bakr b. Muḥammad ar-Râshidî al-Ibarî al-Iṣfahânî, also known as Muḥammad b. Abî Bakr al-Fârisî, in 618 (1221/2) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe with a geared calender movement, formerly in the Heilbronner collection, now in the Lewis Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford. Died in 629 (1231/2).

Bibl.: Ḥâjjî Khalîfa, VI, p. 176; Lee, Notice, *Transact. Cambridge Philos. Soc.*, 1822, pp. 249-265; Suter, *Mathematiker*, 1900, p. 139, No. 349; Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; Gunther, 1932, I, pp. 118-120, No. 5, pls. XXV f.; *Rép.*, X, 1939, p. 187, No. 3874; Harari, *Survey*, 1939, III, p. 2518, pls. 1312, D, E, 1398; Michel, *Traité*, 1947, p. 184; Aga-Oglu, Two astrolabes, *Bull. Mus. Fine Arts*, Boston, 1947, p. 83, n. 3.

MUḤAMMAD ABU-L-FAḌL

Muḥammad Abu-l-Faḍl, at an unspecified date designed (*rasama*) a quadrant, now in the Musée Alaoui, Le Bardo, Tunis. Cf. pl. XXVI.

MUḤAMMAD B. ABÎ-L-QÂSIM

Muḥammad b. Abî-l-Qâsim b. Bakrân an-Najjâr al-Iṣfahânî aṣ-Ṣâlihânî in 496 (1102/3) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, formerly in the collection of Principe Don Tommaso Corsini, now in the Museo di Storia della Scienza, Florence (No. 1105). Cf. pl. IV a.

Bibl.: *Boll. ital. degli Studi orientali*, 1877-1882, II, p. 228, No. 24; Gunther, 1932, p. 263; *Rép.* VIII, 1937, pp. 54 f., No. 2889; *Survey*, 1939, III, p. 2535, n. 1; Aga-Oglu, Two astrolabes, *Bull. Mus. Fine Arts*, Boston, 1947, p. 83, n. 3; Bonelli, *Catalogo . . . Firenze*, 1954, pp. 61 f., No. 1105; Boffiti, *Strumenti*, 1929, p. 182; Bonelli, *Bellissimo museo, Civiltà d. macchine*, 1955, p. 77, ill.; da Schio, *Di due astrol.*, 1880, p. 54, No. 3.

MUHAMMAD B. AḤMAD

Muḥammad b. Aḥmad al-Baṭṭûṭî, an astrolabist of the 12th (18th) century, who lived in North Africa, is known by nine works.

I. In 1136 (1723/4) he made (*ṣâni'*) an astrolabe, formerly in the Michel collection, now in the collection of M. René Greppin, Brussels.

II. In 1137 (1724/5) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, now in the collection of Prof. Henri Terrasse, Rabat.

Bibl.: Renaud, *Quelques constructeurs*, *Isis*, 1942, p. 22, ill.

III. In 1138 (1725/6) he made an astrolabe, now in the Main Mosque of Fez-Jadîd.

Bibl.: Renaud, *l. cit.*, p. 22.

IV. In 1141 (1728/9) he made an astrolabe, now in the Lewis Evans collection in the History of Science Museum, Oxford.

Bibl.: Evans, *Some astrolabes*, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 228, pls. III, IV; Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; id., *Instruments*, 1925, p. 16; Gunther, 1932, p. 292, No. 147; id., *The Old Ashmolean*, 1933, p. 37; id., *Handbook*, 1935, p. 37; Renaud, *Quelques constructeurs*, *Isis*, 1942, p. 22; Michel, *Traité*, 1947, p. 184.

V. In 1141 (1728/9) he made an astrolabe, now in the Batha Museum, Fez (No. 20993).

Bibl.: Renaud, *l. cit.*, p. 22.

VI. In 1142 (1729/30) he made (*'amal*) a quadrant, formerly in the collection of Ruiz Orsatti, now in the Biblioteca General, Tetuán.

Bibl.: Ruiz Orsatti, *Astronomia, Mauritania*, 1940, pp. 27-30; Millás Vallicrosa, *Tres instrumentos, Al-Andalus*, 1947, pp. 56-61, pl. 3.

VII. In 1146 (1733/4) he made an astrolabe, formerly in the Michel collection, now in the Billmeir collection.

Bibl.: Michel, Service, *Ciel et Terre*, 1952, p. 177, figs. 2, 3; Josten, *Instruments*, 1954, p. 13, No. 13.

VIII. In 1148 (1735/6) he made an astrolabe, now in the collection of M. M. Meyer, Paris.

IX. In 1150 (1737/8) he made an astrolabe, now in the National Maritime Museum, Greenwich (A.1-35. 1).

MUḤAMMAD B. AḤMAD AL-MIZZÎ

Abû 'Abdallah Shams ad-dîn Muḥammad b. Aḥmad b. 'Abd ar-Raḥîm al-Mizzî, born 690 (1291), studied in Cairo under Ibn al-Akfânî, lived in Damascus first as *muwaqqit* of the *rabwa* and then of the Umayyad Mosque. Author of several works about astrolabes and quadrants. His quadrants sold for 2 dinars and more, his astrolabes for 10 dinars and more. Died in Damascus early in 750 (1349).

I. In 727 (1326/7) he made (*ṣana'ahu*) a quadrant, now in the Museum of Islamic Art, Cairo (No. 3092).

Bibl.: Herz, *Catalogue*, 2nd ed., 1906, pp. 200 f., No. 103; Schmalzl, *Quadranten*, 1929, p. 41, n. 1; Combe, *Cinq cuivres*, *BIFAO*, 1931, p. 56; Reich et Wiet, 1939, pp. 200 f.; *GAL*, 2nd ed. 1949, II, pp. 155 f.; *Rép.*, XIV, 1954, p. 231, No. 5542.

II. In 727 (1326/7) he made (*ṣana'ahu*) a quadrant, now in the British Museum (95.11-16. 1). Cf. pl. VI b.

III. In 734 (1333/4), while in Damascus, he made a quadrant for Nâsir ad-dîn Muḥammad b. 'Abdallah b. 'Abd ar-Raḥîm, formerly in the collection of Clot Bey, now in the Public Library, Leningrad.

Bibl.: Ibn Ḥajar, *Durar*, III, p. 325, No. 873; Ṣafadî, *Nakṭ al-himyân*, p. 244; Ḥâjjî Khalîfa, *Lexicon*, I, p. 323, ll. 1 f.; Sédillot, *Mémoire*, 1841, p. 93; Dorn, *Drei Instrumente*, 1865, pp. 2, 16-26, esp. p. 18, pls. I, II; Ahlwardt, *Verzeichniss*, Bd. 5, 1893, p. 253, No. 5839; Suter, *Mathematiker*, 1900, p. 165, No. 406; *GAL*, 2nd ed., 1949, II, pp. 155 f.; Schmalzl, *Quadranten*, 1929, pp. 33-37, figs. 5, 13 a; Hitti, *Catalog Garrett coll.*, 1938, Nos. 2040, 2182; Reich et Wiet, 1939, pp. 200 f.; Sarton, *Introduction*, III, 1947, pp. 696 f.; Millás Vallicrosa, *Tres instrumentos, Al-Andalus*, 1947, p. 60; *Rép.*, XV, 1955, No. 5655; da Schio, *Di due astrol.*, 1880, p. 57, No. 29; Renaud, *Additions, Isis*, 1932, p. 173.

IV. In 734 (1333/4) he made (*ṣana'ahu*) a quadrant, once in the Octavius Morgan collection, now in the British Museum (88. 12-1. 276). Cf. pl. VI c.

Bibl.: Franks, 'Instruments', 1896, p. 183.

MUḤAMMAD AKBAR

Muḥammad Akbar is known by two astrolabes.

I. In 1234 (1818/9) he made an astrolabe for Maḥmūd Mīrzā Qājār, formerly in the S. V. Hoffman collection.

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 169 f., No. 58, fig. 83, pl. XLIV.

II. In 1236 (1820/1) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, formerly in the T. H. Court collection, now in the Whipple Museum, Cambridge (No. 599).

MUḤAMMAD B. 'ALĪ

Muḥammad b. 'Alī b. Rustum al-Khurāsānī as-Sa'ātī, after 564 (1168/9) rebuilt the big clock at the Bâb Jairûn of the Mosque of the Umayyads in Damascus, which had been burnt down in 562 (1166/7). When, for various reasons, the clock became unworkable, his son Fakhr ad-dīn Riḍwân b. Muḥammad, author of a book on astronomical clocks, repaired and improved it.

Bibl.: de Sacy, *Relation . . .* par Abdallatif, 1810, pp. 578 f.; Ibn Jubair, ed. de Goeje, 1907, pp. 270, l. 3-271, l. 5; Wiedemann-Hauser, *Uhren*, 1915, esp. pp. 167-178; Ungerer, *Horloges*, 1931, p. 24; Meyerhof, *Legacy of Islam*, 1931, p. 342; *GAL*, 2nd ed., 1943, I, p. 625; Usher, *Inventions*, 1954, p. 191, fig. 55; Ibn Abī Uṣaibi'a, '*Uyûn*', 1884, II, p. 183 f.; al-Maqqarī, *Analectes*, ed. Dozy et al., I, pp. 718, l. 18-719, l. 11; Collangettes, 'Ilm an-nujûm, *Al-Machriq*, 1900, pp. 985 f.; Wiedemann, *Beiträge III, Sitz. Ber. d. Phys. Med. Soc.*, Erlangen, 1905, pp. 231 f., 258 f.; Siddiqi, *Clocks, Isl. Culture*, 1927, pp. 247 f.; Chapuis et Gélis, 1928, p. 62.

MUHAMMAD AMÎN

Muhammad Amin is known by two instruments. It is difficult to decide whether he is identical with Muhammad Amîn b. Muhammad Tâhir, since none of the latter's astrolabes is dated.

I. In 1086 (1675/6) he made (*şana'ahu*) an astrolabe, formerly in the Michel collection, now in the Billmeir collection.

Bibl.: Michel, *Exposition . . . Liège*, 1939, p. 60, No. 317; *Expos. Bruxelles*, 1945, p. 8, A. 5; Michel, *Traité*, 1947, pl. XXII; Josten, *Instruments*, 1954, p. 12, No. 10.

II. In 1097 (1685/6) he made (*şana'ahu*) a brass astrolabe by order of Rukn ad-dîn b. Shâh Rukh Shâdhî (?), now in the collection of Mr. E. S. David, Long Island City.

MUHAMMAD AMÎN B. AMÎRZÂ KHÂN

Muhammad Amin b. Amîrzâ Khân an-Nakha'î al-Qummî, in 996 (beg. 2nd Dec. 1587) made an astrolabe, formerly in the Michel collection, now in the Billmeir collection.

Bibl.: Michel, *Exposition . . . Liège*, 1939, p. 59, No. 314; *Exposit. Bruxelles*, 1945, p. 7, A. 2; Michel, *Traité*, 1947, p. 183, pl. XIV; Josten, *Instruments*, 1954, p. 11, No. 2.

MUHAMMAD AMÎN B. MUHAMMAD TÂHIR

Muhammad Amin b. Muhammad Tâhir is known by three astrolabes.

I. At an unspecified date he made an astrolabe, decorated (*namaqahu*) by 'Abd al-A'imma, formerly in the S. V. Hoffman collection.

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 145 f., No. 31, pls. XXXIX-XLI; Michel, *Traité*, 1947, p. 183; Aga-Oglu, Two astrolabes, *Bull. Mus. Fine Arts*, Boston, 1947, p. 83.

II. About the same time he made (*ṣana'ahu*) another, also decorated (*namaqahu*) by 'Abd al-A'imma, supposed to have come from Herat, now in the Indian Museum, Calcutta.

Bibl.: Kaye, *Observatories*, 1918, p. 16, pls. III. 9, 12, IV. 15-16; id., *Guide*, 1920, p. 21; Gunther, 1932, p. 146, No. 32, figs. 71 f.; Michel, *Méthodes de tracé, Ciel et Terre*, 1941, p. 496, n. 19; id., *Traité*, 1947, p. 183; Aga-Oglu, *Two astrolabes*, *Bull. Mus. Fine Arts*, Boston, 1947, p. 83.

III. At an unspecified date he made (*ṣana'ahu*) a third, designed (*namaqahu*) also by 'Abd al-A'imma, now in the City Art Museum of St. Louis.

Bibl.: C. P. Davis, *Muhammedan Metal Work*, *Bull. of the City Art Mus. of St. Louis*, Oct. 1926, p. 53, ill.

MUḤAMMAD ASHRAF

Muḥammad Ashraf in 1215 (1800/1) made a globe, formerly in the Harari collection. [In collaboration with D. S. Rice.]

MUḤAMMAD BÂQIR

Muḥammad Bâqir Iṣfahânî decorated several astrolabes, cf. s.vv. 'Abd al-'Alî and Khalîl Muḥammad.

MUḤAMMAD B. FATTŪḤ

Muḥammad b. Fattûḥ al-Khamâ'irî, a Spanish astrolabist, is known by at least eight works.

I. In 609 (1212/3) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe in Seville, in 1873 in the collection of H. Sauvaire, who acquired it in Cairo, present owner unknown.

Bibl.: Sauvaire et de Rey-Pailhade, *Une mère d'astrolabe arabe*, *JA*, 1893, I, pp. 5-125, esp. p. 8, pls. I, II; Evans, *Some astrolabes*, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 226;

Kaye, *Observatories*, 1918, p. 29, n. 2; Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, p. 191; Levi-Provençal, *Inscr. arabes*, 1931, p. 197, No. 223; Gunther, 1932, pp. 269 f., No. 127; Wiet, *Epigraphie*, *MIE*, 1935, p. 14, n. 1; Renaud, *Les Ibn Bâso*, *Hespérís*, 1937, pp. 7, n. 2, 8; *Rép.*, X, 1939, pp. 73 f., No. 3704; Renaud, *Quelques constructeurs*, *Isis*, 1942, p. 21; Kharegat, *Astrolabes*, 1950, p. 84; Anthiaume et Sottas, 1910, pp. 104, 141, 149.

II. In 613 (1216/7) he made (*šana'a*) an azaphea (*şafîha*) in Seville, formerly in the Cengia collection, then in the da Schio collection at Valdagno, now in the Osservatorio Astronomico, Rome (No. 694¹¹).

Bibl.: da Schio, *Sur deux astrol.*, *Atti IV Congr. Orient.*, 1880, p. 368; id., *Di due astrolabi*, 1880, esp. pp. 39, 49, 59, pl. 6; Sauvaire et de Rey-Pailhade, *op. laud.*, *JA*, 1893, p. 8, n. 3; Evans, *Some astrolabes*, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 226; Nallino, *Astrolabio*, *Enciclopedia Ital.*, s.v., 1930, fig. on p. 97; Levi-Provençal, *Inscr. arabes*, 1931, No. 224; Gunther, 1932, I, pp. 270-273, No. 127 A, figs. 127 f.; Wiet, *Epigraphie*, *MIE*, 1935, p. 14, n. 1; Renaud, *Tablette*, *Hespérís*, 1939, p. 157, pl. I; *Rép.*, X, 1939, p. 130, No. 3787, p. 139, No. 3799; Renaud, *Quelques constructeurs*, *Isis*, 1942, p. 21; Millás Vallicrosa, *Ejemplar de azafea*, *Al-Andalus*, 1944, p. 112; García Franco, *Catálogo*, 1945, pp. 155, 318; Kharegat, *Astrolabes*, 1950, p. 84, n. 3; da Schio, *Due strumenti*, *Atti Ist. Venet.*, 1874/5, pp. 1399-1401.

III. In 615 (1218/9) he made (*šana'a*) an azaphea (*şafîha*) in Seville, formerly in the Schultz collection, later in the Bibliothèque Nationale, Paris.

Bibl.: Sédillot, *Instr. astr.*, 1841, pp. 36, 184, n. 2; id., *Matériaux*, 1845, pp. 353 f.; Wœpcke, *Paris . . . Astrolabium*, *Bull. Ac. St. Pétersb.*, 1864, cols. 220-227, esp. 222; Dorn, *Drei Instr.*, 1865, pp. 3, 83; da Schio, *Di due astrol.*, 1880, p. 59, No. 5; id., *Sur deux astr.*, *Atti IV. Congr. Orient.*, 1880, pp. 368 f.; *Bibl. Nat.*, *Notice*, 1889, p. 7, No. 389; Sauvaire et de Rey-Pailhade, *Une mère*, *JA*, 1893, p. 8, n. 3; Evans, *Some astrolabes*, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 226; Levi-Provençal, 1931, p. 197, No. 225; Gunther, 1932, p. 274, No. 128; Wiet, *Epigraphie*, *MIE*, 1935, p. 14, n. 1; *Rép.*, X, 1939, pp. 148 f., No. 3811; Renaud, *Quelques constructeurs*, *Isis*, 1942, p. 21; Millás Vallicrosa, *Ejemplar de azafea*, *Andalus*, 1944, pp. 111 f.; Kharegat, *Astrolabes*, 1950, p. 84, n. 3; García Franco, *Catálogo*, 1945, p. 318.

IV. In 615 (1218/9) he made (*šana'a*) an astrolabe in Seville, now in the collection of Cattaoui Pasha, Cairo.

Bibl.: *Rép.*, X, 1939, p. 149, No. 3812.

V. In 618 (1221/2) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe in Seville, now in the Lewis Evans collection in the Museum of the History of Science Oxford.

Bibl.: Evans, Some astrolabes, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 227; Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; id., *Instruments*, 1925, p. 16; Gunther, 1932, I, pp. 275 f., No. 129; id., *The Old Ashmolean*, 1933, p. 37; id., *Handbook*, 1935, p. 37; Wiet, Epigraphie, *MIE*, 1935, p. 14, n. 1; *Rép.*, X, 1939, p. 181, No. 3866; Renaud, Quelques constructeurs, *Isis*, 1942, p. 21.

VI. In 621 (1224) he made (*ṣana'a*) an astrolabe in Seville, originally said to have come from the North collection, then in the Knobel collection, now in the Lewis Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford.

Bibl.: Evans, Some astrol., *Archaeol. Journal*, 1911, p. 227; Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; Gunther, 1932, I, pp. 276 f., No. 130, pls. LXI, LXII; Wiet, Epigraphie, *MIE*, 1935, p. 14, n. 1; *Rép.*, X, 1939, pp. 207 f., No. 3905; Michel, *Exposition . . . Liège*, 1939, p. 58, No. 308; id., *Traité*, 1947, p. 184; Davis, Early scient. instrum., *Ill. London News*, May 29, 1954, p. 924.

VII. In 628 (1230/1) he made another astrolabe in Seville, formerly in the Harari collection.

Bibl.: *Rép.*, XI, 1941, pp. 14 f., No. 4024; Zinner, Früheste Form, *XXX. Ber. d. Nat. Ges.*, Bamberg, 1947, p. 16.

VIII. In 634 (1236/7) he made (*ṣana'ahu*) another astrolabe in Seville formerly in the Mensing collection, now in the Adler Planetarium Chicago.

Bibl.: Gunther, 1932, I, p. 300, No. 153, pl. LXVI; Wiet, Epigraphie, *MIE*, 1935, p. 14, n. 1; *Rép.*, X, 1939, pp. 138 f., No. 3798; Renaud, Quelques constructeurs, *Isis*, 1942, p. 21.

MUHAMMAD B. AL-GHAZŪLĪ

Shams ad-dīn Muḥammad b. al-Ghazūlī, author of several books about the astrolabe and other scientific instruments, in 735 (1334/5).

engraved (*naqsh*) a quadrant made by 'Alî b. ash-Shihâb, *q. v.* Died in or after 746 (1345/6).

Bibl.: Ahlwardt, *Verzeichniss*, Bd. 5, 1893, p. 234, No. 5799, p. 252, Nos. 5837 f.; Suter, *Mathematiker*, 1900, p. 166, No. 412; Schmalzl, *Quadranten*, 1929, p. 108.

MUḤAMMAD AL-ḤABBÂK

Abû 'Abdallah Muḥammad al-Ḥabbâk at-Tilimsânî, *al-mu'addil*, in 670 (1271/2) fixed the qibla of the Madrasa Ya'qûbiyya, Fez; in 685 (1286/7) constructed a water clock in the Qarawiyyîn Mosque, stated still (1919) to exist, although without its accessories.

Bibl.: Bel, *Inscriptions de Fès*, 1919, p. 279, n.; Al-Jaznâ'î, *Zahrat el-Âs*, ed. Bel, 1923, pp. 37, l. pu-38, l. 2, 75, ll. 1 f. of the Arabic text, pp. 91 f., 160 of the translation.

MUḤAMMAD B. ḤÂMID

Muḥammad b. Ḥâmid b. Maḥmûd al-Işfahânî is known by two astrolabes.

I. In the sixth decade of the sixth century he made (*şana'ahu*) an astrolabe, the first owner of which was Muḥammad Luhrâsb b. Afrasiâb ad-Dailamî *al-mu'adhdhin*. Now in the Top Kapu Sarayî Müzesi, İstanbul. Cf. pl. V. See also Ḥâmid b. Maḥmûd.

II. In 553 (1158) or 558 (1163) he made another astrolabe, formerly in the collection of Mr. Hakim, London.

MUḤAMMAD HÂSHIM

Muḥammad Hâshim Narâfî, in 1187 (1773/4) made (*şana'ahu*) an astrolabe, present owner unknown. Photo in the Museum of the History of Science, Oxford.

MUḤAMMAD B. HILÂL

Muḥammad b. Hilâl al-Munajjim al-Mauṣilî, in 674 (1275/6) made (*ṣana'ahu*) a celestial globe, formerly in the collection of Sir John Malcolm for some time deposited in the R. Asiatic Society, and now in the British Museum, London (No. 71.3.1.1).

Bibl.: Dorn, *Description, Transactions of the R. Asiatic Society*, 1830, II, pp. 37-392, pls. A, B; Sédillot, *Instruments*, 1841, p. 116; Sédillot, *Matériaux*, I, 1844, p. 334; Dorn, *Drei Inst.*, 1865, p. 1; Meucci, *Globo*, 1878, p. 6; Casanova, *Sphère MMAF*, 1892, pp. 314, 316, 330; Franks, 'Instruments', 1896, p. 182; Fiorini, *Sphère*, 1899, p. 37; Kühnel, *Globus, Mitt. d. sächs. Kunstsamml.*, 1911, pp. 22 f.; Stevens, *Globes*, 1921, I, pp. 29 f., fig. 13; Sartori, 1931, II, 2, p. 1014; Gunther, 1932, p. 23; Upton, *Manuscript, Metr. Mus. Stud.*, 1933, vol. 4, fig. 6; v. Klüber, *Himmelsgloben*, 1935, pp. 1, 12 f., figs. 12 f.; Kühnel, *Mosulbronzen, Jhbch. d. Pr. Kunstsam.*, 1935, p. 11; *Rép.*, XII, 1943, p. 205, No. 4708; Barrett, *Islamic Metalwork*, 1949, pp. XII-13; Kratchkovskaya, *Epigrafika, Sov. Vostokov.*, 1949, p. 292; Mieli, *Panorama*, 1950, p. 170; Rice, *Metalwork, III, Bull. School of Orient. and Afr. Studies*, p. 23; Wittstein, *Fragmente, Ztschft f. Math. u. Physik*, 1892, p. 118; Mieli, *Science Arabe*, 1938, p. 154.

MUḤAMMAD B. IBRÂHÎM

Cf. Aḥmad b. Ibrâhîm.

MUḤAMMAD B. JA'FAR

Muḥammad b. Ja'far b. 'Umar *al-aṣṭurlâbî*, known as (*al-mulaqqat al-Jalâl*), in 834 (1430/1) made a globe, now in the British Museum (9.3.23.1). Cf. pl. XII a. See also Ja'far b. 'Umar b. Daulatshâh al-Kirmâr and Maḥmûd b. Jalâl.

MUḤAMMAD KARÎM

Muḥammad Karîm, in 1133 (1720/1) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe of wood, covered with papier maché, for Âqâ Qanbar 'Alî, formerly

in the Asiatic Museum, now in the Hermitage Museum, Leningrad (VP. 856).

Bibl.: Khanykov, Extrait d'une lettre, *Bull. hist. phil.*, 1856, t. 13, cols. 177-179 (= *Mél. As.*, 1856, II, pp. 508 f.); Dorn, *Drei Instrum.*, 1865, p. 2; da Schio, *Di due astrol.*, 1880, p. 58, No. 32.

MUḤAMMAD KARÎM

Muḥammad Karîm, in 1231 (1815/6) made (*'amal*) a bronze globe, now in the Victoria and Albert Museum, London (24-1882).

MUḤAMMAD KHALÎL

For Muḥammad Khalîl cf. Khalîl Muḥammad.

MUḤAMMAD KHÂZIN

Muḥammad Khâzin(?), in 1122 (1710/1) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe for Ḥâjji Muḥammad Sharîf, formerly in the Antique Art Galleries, London, now in the Whipple Museum, Cambridge (No. 1147).

MUḤAMMAD B. KHUTLUKH

Muḥammad b. Khutlukh al-Mauṣilî, in 639 (1241/2) made (*ṣan'at*) a prognostication table, formerly in the Posno collection, now in the British Museum (No. 1888.5-26.1).

Bibl.: Lavoix, Galer. or. du Trocadéro, *GBA*, 1878, II, p. 783; id., Collection Goupil, *GBA*, 1885, II, p. 298; Lane-Poole, *Saladin*, 1898, pl. facing p. 44; van Berchem, Notes III, *JA*, 1904, I, p. 30; Mittwoch apud Sarre, *Erzeugnisse Islam. Kunst. I. Metall*, 1906, p. 81; Kühnel, Globus, *Mitt. aus d. sächs. Kunstsamml.*, 1911, p. 22; Hourticq, *Encycl. des Beaux-Arts*, 1925, I, p. 170; Migeon, *Manuel*, 1927, II, p. 50; Wiet, *Cuivres*, 1932, p. 173, App. No. 50; id., L'Exposition d'art persan, *Syria*, 1932, p. 79; Kühnel, Mosulbronzen, *Jahrbuch d. Pr. Kunstsamml.*, 1939, p. 10; *Rép.*, XI, 1942, p. 135, No. 4202; Barrett, *Islamic Metalwork*, 1949, pp. XII, XXII, pls. 16 f.; D. S. Rice, Metalwork, III, *Bull. School of Orient. and Afr. Studies*, 1953, p. 230.

MUHAMMAD MAHDÎ

Muhammad Mahdî al-khâdim al-Yazdî, son of Muhammad Amîr is known as the maker or decorator of at least fourteen astrolabes.

I. In 1070 (1659/60) he made (*şana'ahu*) an astrolabe for Muhammad Bâqir İsfahânî, in 1856 in the collection of John Williams, then in the collection of John Couch-Adams, about 1892 acquired by the Ethnographica Museum, Cambridge, now in the Whipple Museum, Cambridge (No. 1001). This is apparently the only dated instrument signed by him as an astrolabist, cf. also No. XII.

Bibl.: Morley, *Description*, 1856, pp. 48 f., ill.; Dorn, *Drei Instr.*, 1865, p. 3; Gunther, 1932, I, pp. 136 f., No. 20; Wiet, *Epigraphie, MIE*, 1935, p. 13; Gunther, *Cat. of a Loan Exhib.* . . . Cambridge, 1936, p. 13, No. 60; Michel, *Description, Ciel et Terre*, 1936, p. 206; Gunther, *Science in Cambridge*, 1937, pp. 186 f., No. 18; ill.; Michel, *Traité*, 1947, p. 185.

II. Another was formerly in the Malcolm Gardner collection. Cf. pl. XVII

III. A third, formerly in the Clay collection, is now in the Museum of the History of Science, Oxford (No. C.579).

IV. In 1059 (1649/50) he decorated (*namaqahu*) an astrolabe, present owner unknown.

Bibl.: Donaldson, *Nomenclature, Isl. Culture*, 1945, p. 49, figs. 1-6.

V. VI. At unspecified dates he decorated (*namaqahu*) six astrolabes two, formerly in the Michel collection, are now in the Billmeir collection

Bibl. of the first: Michel, *Description, Ciel et Terre*, 1936, esp. p. 206 and fig. 2; id. *Exposition* . . . Liège, 1939, p. 59, No. 316; *Exposition Bruxelles*, 1945, p. 7, A. 4; Michel, *Traité*, 1947, p. 185, pl. XV; Josten, *Instruments*, 1954, pp. 11 f., No. 5 pl. II; id., *Coll. Billmeir, Connoisseur*, Oct. 1954, p. 85, fig.

Bibl. of the second: Josten, *Instruments*, 1954, p. 12, No. 6.

VII. A third, formerly in the S. V. Hoffman collection, is now in the collection of Mr. Eugene A. Hoffman, West Tisbury.

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 139 f., No. 25, fig. 68, pl. XXXV; Michel, *Description Ciel et Terre*, 1936, p. 206; id., *Traité*, 1947, p. 185.

VIII. A fourth is now in the collection of M. N. E. Landau, Paris.

IX. A fifth is now in the Chadenat collection, La Ferté-Bernard.

X. A sixth, formerly in the Rawlinson collection, is now in the Bibliothèque Nationale, Paris (Ge. A. 327).

Bibl.: da Schio, *Di due astrol.*, 1880, p. 56, No. 20; *Bibl. Nat., Notice*, 1889, p. 7, No. 371; Vallée, *Notice*, 1912, p. 46, No. 289.

XI. At an unspecified time he engraved (*naqashahu*) two astrolabes, one is now in the Evans collection in the Museum of History of Science, Oxford.

Bibl.: Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; Gunther, 1932, pp. 121-123, No. 8, pl. XXVII; Michel, *Description, Ciel et Terre*, 1936, p. 206.

XII. A second, formerly in the collection of Claudius J. Rich, is now in the British Museum (1886. 3-17. 1). Cf. pl. XVII.

Bibl.: Franks, 'Instruments', 1896, p. 183; Gunther, 1932, p. 123, No. 9.

XIII. He was the *râqim* and engraver (*naqqâsh*) of an astrolabe constructed by Muḥammad Muqîm al-Yazdî, *q. v.*, and dated A. H. 1052.

XIV. An astrolabe, formerly in the S. V. Hoffman collection, is signed by Muḥammad Mahdî but without any indication whether it was made or decorated by him. The character of the script and of the decoration differs from all his other signatures.

Bibl.: Gunther, 1932, p. 157, No. 44, pls. XXXIX-XLI; Michel, *Description, Ciel et Terre*, 1936, p. 206; id., *Traité*, 1947, p. 185.

MUḤAMMAD B. MAḤMŪD

Muḥammad b. Maḥmūd, in the course of the 10th century A. D. made a brass quadrant, unearthed during the excavations by the Metropolitan Museum of New York at Nishapur, now in their collection (36. 20. 54). [In collaboration with Florence E. Day.]

MUHAMMAD B. MAHMÛD B. 'ALÎ

Muḥammad b. Maḥmûd b. 'Alî aṭ-Ṭabarî al-Aṣṭurlâbî, in 684 (1285/6 made (*ṣana'ahu*) a celestial globe, acquired in Cairo by the Mission Archéol. Française, since 1892 in the Louvre Museum.

Bibl.: Casanova, *Sphère céleste*, *MMAF*, 1892, VI, pp. 313-330, 1 pl.; van Berchem, *Notes d'archéologie*, III, *JA*, 1904, I, pp. 29, 38; Migeon, *L'Orient Mus.*, Sculpture 1922, pp. 20 f., No. 68; Migeon, *Manuel*, 2nd ed., 1927, II, p. 42; v. Klüber, *Himmelsglobus*, 1935, p. 1; Harari, *Survey*, 1939, III, p. 2518; *Rép.*, XIII, 1944 p. 45, No. 4864; Hartner, *Instrum. of Cha-ma-lu-ting*, *Isis*, 1950, p. 190, n. 16.

MUHAMMAD B. MU'AYYAD

Muḥammad, son of the Damascene astronomer Mu'ayyad ad-dîr al-'Urdî, who joined the select group of scholars round Naṣîr ad-dîr aṭ-Ṭûsî at Marâgha, although probably born in Damascus, lived in Persia. At an unspecified date, obviously during the last third of the 13th century, he made a celestial globe for the observatory of Marâgha formerly in the collection of Schloss Moritzburg, now in the Mathematisch-Physikalischer Salon, Dresden.

Bibl.: Hindenburg, *Aus einem Schreiben*, *Astron. Jahrbuch f. d. Jahr 1785*, publ. 1782, pp. 235 f.; Beigel, *Nachricht*, *Astr. Jahrbuch für 1808*, pp. 97-110; Jourdain, *Mémoire*, *Mag. Enc.*, 1809, t. VI, p. 50; Ideler, *Untersuchungen*, 1809, pp. LIX f. Dorn, *Description*, *Transactions, R. As. Soc.*, 1830, p. 377; Sédillot, *Instruments* 1841, p. 116; id., *Matériaux*, 1845, I, p. 334; Schier, *Bericht*, *Zeitschrift f. allg. Erdkunde*, 1864, Bd. 16, pp. 494-500; id., *Globus*, 1865, esp. pp. 5-7, with a reprint of his "Bericht" on pp. 65-71; Dorn, *Drei Instrum.*, 1865, p. 1; Drechsler, *D. arab. Himmelsglobus*, 1873, 2nd ed., 1922; Meucci, *Globo*, 1878, p. 6; Casanova, *Sphère MMAF*, 1892, pp. 314, 317, 330; Fiorini-Günther, 1895, p. 15; Fiorini, *Sfere*, 1899 p. 37; Suter, *Nachträge*, 1902, p. 176; Kühnel, *Ausstellung, Islam*, 1910, p. 372; id., *Globus, Mitt. d. sächs. Kunstsaml.*, 1911, pp. 16-23, 3 figs.; *Meisterwerke*, 1912 II, p. VII; Stevenson, *Globes*, 1921, I, pp. 30 f., fig. 14; Engelmann, *Sammlung Mensing*, 1924, p. 11; Boffito, *Strumenti*, 1929, p. 21; Sarton, *Introduction*, II, 2 1931, pp. 1014 f.; Fox, *Adler Planetarium, Popular Astron.*, 1932, p. 329; id., *Adler Planetarium*, 1933, p. 32; v. Klüber, *Himmelsglobus*, 1935, pp. 1 f., 13, fig. 14.

Mieli, *Science arabe*, 1938, pp. 151, 154; Harari, *Survey*, 1939, III, p. 2518, VI, pl. 1403; *Rép.*, XII, 1943, p. 200, No. 4699; Hartner, *Instrum. of Cha-ma-lu-ting*, *Isis*, 1950, p. 190 and n. 16; Mieli, *Panorama*, 1952, pp. 170 f.; Wilber, *Architecture*, 1955, p. 10; Wittstein, *Fragmente*, *Ztschft f. Math. u. Phys.*, 1892, p. 96.

MUḤAMMAD B. MUḤAMMAD B. AL-‘ARABÎ

Abû ‘Abdallah Muḥammad b. Muḥammad b. al-‘Arabî, between 747 and 749 (1346-48) restored the second clock (*maġâna*) of the Qarawiyyîn-Mosque, Fez, constructed by Muḥammad aṣ-Ṣinhâjî, *q.v.*, and combined it with a rete (*shabaka*) of an astrolabe.

Bibl.: Al-Jaznâ‘î, *Zahrât el-Ās*, ed. Bel, 1923, pp. 39, ll. 2-12 of the Arabic text, pp. 93 f. of the translation.

MUḤAMMAD B. MUḤAMMAD AL-AZDÎ

Cf. s.v. ‘Alî b. Muḥammad al-Azdî.

MUḤAMMAD B. MUḤAMMAD AL-HÂSHIMÎ

Jamâl ad-dîn Muḥammad . . . b. Muḥammad al-Hâshimî, born in Mecca, in 981 (1573/4) made (*‘amila*) a globe, formerly in the collection de Viel Castel, now in the Bibliothèque Nationale, Paris (Ge. A. 326).

Bibl.: Sédillot, *Instruments*, 1841, pp. 117 ff.; Jomard, *Monuments*, 1854, pl. II, No. 74; Fiorini-Günther, 1895, p. 16; Fiorini, *Sfere*, 1899, p. 37; Vallée, *Notice*, 1912, No. 292, p. 47; Stevenson, *Globes*, 1921, I, p. 31, fig. 15; v. Klüber, *Himmels-globus*, 1935, p. 2; Berthelot, *Extrait*, 1840, pp. 12 f.

MUḤAMMAD B. MUḤAMMAD B. HUDHAIL

Muḥammad b. Muḥammad b. Hudhail, in 650 (1252/3) made (*ṣan‘at*) an azaphea in Murcia, now in the Observatorio Fabra, Barcelona.

Bibl.: García Franco, *Catálogo*, 1945, pp. 313-319, esp. 315, 435, pls. 48 f.; Millás Vallicrosa, *Ejemplar de azafea*, *Al-Andalus*, 1944, esp. p. 118, pl. 3, 1945, p. 253; id., *Estudios sobre Azarquiel*, 1943-50, pls. VII, VIII; id., *Estudios . . . de la ciencia española*, 1949, pls. III, IV; Mieli, *Panorama*, 1952, figs. 21 f.

MUḤAMMAD B. MUḤAMMAD AL-'UMARĪ

Muḥammad b. Muḥammad al-'Umarī, in 1079 (1668/9) made a astrolabe, present owner unknown.

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 141 f., No. 26; Michel, *Traité*, 1947, p. 184.

MUḤAMMAD MUḤSIN

Muḥammad Muḥsin b. Muḥammad 'Alī ash-Sharīf al-Kirmānī in 119 (1781) engraved (*katabahu wa-rāqamahū*) an astrolabe for Luṭf'alī b. 'Abū an-Nabī, now in the Chadenat collection, La Ferté-Bernard.

Bibl.: *Expos. des instr.*, Paris 1936, p. 35, No. 263.

MUḤAMMAD MUQĪM AL-YAZDĪ

Muḥammad Muqīm al-Yazdī is known by four astrolabes.

I. In 1052 (1642/3) while in Isfahan, he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe now in the Musée Archéologique, Teheran. It was engraved (*kānu rāqim ḥurūfihī wa-kitābatihī wa-naqqāsh dhalika kullihī*) by Muḥammad Mahdī al-Yazdī, *q.v.*

II. In 1054 (1644/5) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, now in the collection of M. Georges Charliat, Paris.

III. In 1057 (1647) in the presence (or under supervision, *bi-wuqūf*) of Muḥammad Shafī', the astronomer (*al-munajjim*) of Janābād, he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe for Shāh 'Abbās II. It was engraved (*rāqamahū*) by Faḍl Allah as-Sabzawārī. Formerly in the family of the Amir of Afghanistan, it is now in the Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford.

Bibl.: Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, pp. 191, 199; id., *Instruments*, 1925, pp. 14 f.; Gunther, 1932, pp. 132-135, No. 18, pls. XXX-XXXII; Anonymous, *Early instruments*, *Engineering*, May 19, 1933, p. 4 of offprint.

figs. 3 f.; Gunther, *The Old Ashmolean*, 1933, pp. 35 f.; id., *Handbook*, 1935, pp. 35 f.; Harari, *Survey*, 1939, III, p. 2519, VI, pl. 1401; Michel, *Traité*, 1947, p. 185.

IV. At an unspecified date he made (*şana'ahu*) another astrolabe, decorated (*namaqahu*) by Muḥammad Mahdî al-Yazdî, *q.v.*, now in the National Maritime Museum, Greenwich (A. 35-36. 678). Cf. pl. XVIII.

MUḤAMMAD ŞÂDIQ

Muḥammad Şâdiq b. 'Alînaqî, in 1189¹ (1775/6) made an astrolabe, formerly in the S. V. Hoffman collection.

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 163 f., No. 52, fig. 80; Michel, *Traité*, 1947, p. 185.

MUḤAMMAD B. AŞ-ŞAFFÂR

Muḥammad b. aş-Şaffâr,² in 420 (1029), made an astrolabe in Toledo, formerly in the Sprenger collection, later in the Staatsbibliothek, Berlin, now in the Westdeutsche Bibliothek, Marburg a.d.L. Cf. pl. II.

Bibl.: Wœpcke, Berlin . . . *Astrolabium*, *Math. Abh. Akad.*, Berlin, 1858, pp. 1-31, 3 pls., esp. p. 7; Dorn, *Drei Instr.*, 1865, p. 2; da Schio, *Di due astrol.*, 1880, p. 58, No. 37; Evans, *Some astrolabes*, *Archaeol. Journal*, 1911, p. 226; Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; Gunther, 1932, I, pp. 251 f., pl. LIX; *Rép.*, VI, 1935, p. 201, No. 2368; Michel, *Traité*, p. 184; Zinner, *Früheste Form*, XXX. *Ber. d. Nat. Ges. Bamberg*, 1947, pp. 15 f.

MUḤAMMAD ŞAFFÂR

Shams ad-dîn Muḥammad Şaffâr, an astrolabist of the late 9th and early 10th (15th/16th) centuries, is known by five instruments.

¹ This is the date corrected by a later hand, the original had: 1089.

² This word was first read aş-Şâl by Wœpcke and repeated by everybody except Michel (who changed it into aş-Şâliḥ). Three facts speak in favour of the transcription given above: in this inscription there is nowhere else an interval comparable to that between the *şâd* and the *alif* in this word, there is an otherwise unexplicable circle in the middle of this interval, the last letter looks exactly like any other *rd*.

I. In 882 (1477/8) he made an astrolabe, now in the Museum of Islami Art, Cairo.

Bibl.: Wiet, *Epigraphie, MIE*, 1935, p. 14, n. 1; Reich et Wiet, 1939, p. 202.

II. In the same year he finished (*faragha min san'at*) another, formerly in the Holden-White collection, now in the Fitzwilliam Museum, Cambridge. Cf. pl. XIII.

III. In 886 (1481/2) he made another astrolabe, stated to have come from the Richard collection, now in the Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford.

Bibl.: Gunther, *Early science in Oxford*, 1923, II, p. 191; Gunther, 1932, I, pp. 241 f No. 108, pl. LVII; Wiet, *Epigraphie, MIE*, 1935, p. 14, n. 1; Reich et Wiet, 1939, p. 202; Michel, *Traité*, 1947, p. 185.

IV. In 898¹ (1492/3) he made an astrolabe, formerly in the Observatoire de Belgique, now in the Musées Royaux d'art et d'histoire, Bruxelles.

Bibl.: Michel, *Traité*, 1947, p. 185.

V. In 911 (1505/6) he made an astrolabe, now in the Chadenat collection, La Ferté-Bernard.

MUḤAMMAD B. SA'ĪD

Muḥammad b. Sa'īd aṣ-Ṣabbān² as-Saraqustī al-Aṣṭurlābī al-Andalusī, a native of Saragossa, studied mathematics in Egypt, and according to his own testimony, was much impressed by Jābir b. Ḥayyān's book on the construction of astrolabes.

¹ The word indicating the decade is neither *sab'in* nor *tis'in*, but the photograph seems to show two points over the *sin*, which makes *tis'in* more probable than *sab'in*.

² Ibn al-Qifṭī and Ibn al-Abbār call him Ibn al-Mashshāṭ, i.e. son of the barber. Although the appellation of his father which our astrolabist puts on record in his signature, viz. *ṣabbān* ("soapman"), indicates a laundryman rather than a barber, there can be little doubt that the meaning is the same.

I. In 466¹ (1073/4) he made an astrolabe, once in the National Museum, Munich (33/243), present owner unknown.

II. Back in Spain, he lived for a time at least in Madînat al-Faraj (Guadalajara) where in 474 (1081/2) he made a brass astrolabe, now in the collection of M. N. E. Landau, Paris.

Bibl.: Ibn al-Qiftî, *Ta'rikh al-ḥukamâ'*, ed. Lippert, 1903, pp. 160 f.; Ibn al-Abbâr, *Takmila*, 1887, p. 127, No. 447; Casiri, *Bibl. arab. hisp.*, 1760, I, p. 424; Suter, *Mathematiker*, 1900, pp. 104, 215, No. 234; Sánchez-Pérez, *Biografías*, 1921, p. 120, No. 142.

MUḤAMMAD AŞ-ŞINHÂJÎ

Abû 'Abdallah Muḥammad aş-Şinhâjî *al-mu'addil*, in 717 (1317) constructed the second clock (*majâna*) of the Qarawiyyîn-Mosque, Fez, with voluntary contributions of some Muslims. The divisions were designed (*rasama*) by Abû 'Abdallah Muḥammad b. aş-Şaddîniyya al-Qarastûnî. Within a generation the clock fell into disuse and was restored by Muḥammad b. Muḥammad b. al-'Arabî, *q.v.*

Bibl.: Al-Jaznâ'î, *Zahrât el-Âs*, ed. Bel, 1923, pp. 38, ll. 8-39, l. 2 of the Arabic text, pp. 92 f. of the translation.

MUḤAMMAD B. SHADDÂD

Muḥammad b. Shaddâd, a North African astrolabist, at an unspecified date made an astrolabe, in 1865 in the Wetzstein collection.

Bibl.: Dorn, *Drei Instr.*, 1865, pp. 115-118, esp. p. 117, ill.

MUḤAMMAD SHAFÎ'

For Muḥammad Shafi' cf. Muḥammad Muqîm al-Yazdî.

¹ It is not impossible, although not very probable either, that the date is 496 (1102/3), the only difference in occidental Arabic script being a dot over the second letter. The photograph which I owe to the kindness of Prof. E. Zinner, was considerably enlarged from a Leica film, and as luck would have it, just at that place it is not very clear.

MUHAMMAD TÂHIR

Muhammad Tâhir is known by two instruments.

I. At an unspecified date he made (*şana'ahu*) an astrolabe, decorated (*namaqahu*) by 'Abd al-A'imma the Younger and consequently made about the turn of the 17th century. It is now in the Lewis Evans collection in the Museum of the History of Science, Oxford.

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 137 f., No. 21, pl. XXXIV; Michel, *Méthodes, Ciel e Terre*, 1941, p. 496, n. 19; Michel, *Traité*, 1947, p. 185.

II. At an unspecified date he made (*şana'ahu*) another astrolabe but apparently decorated it himself. It is now in the Hermitage Museum Leningrad (VC. 511).

MUHAMMAD B. YÛSUF

Muhammad b. Yûsuf b. Hâtim, in 638¹ (1240/1) made (*şana'a*) an astrolabe, in 1900 in the Heilbronner collection, then in the Mensing collection, now in the Adler Planetarium, Chicago.

Bibl.: *Musée Rétrospect.*, Classe 15, 1900, p. 22, No. 28; Gunther, 1932, p. 300 No. 154, pl. LXVII; Fox, Adler Planetarium, *Popular Astron.*, 1932, fig. 11; id. *Adler Planetarium*, 1933, p. 36, fig. 31; *Rép.*, X, 1939, p. 182, No. 3867; Renaud *Quelques constructeurs, Isis*, 1942, p. 21.

MUHAMMAD ZAMÂN

Muhammad Zamân, an astronomer and astrolabist of Mashhad flourished during the second half of the 11th (17th) century. He is known by five instruments.

I. In 1051 (1641/2) he made (*şana'ahu*) a celestial globe, formerly in the Marling collection, now in the Victoria and Albert Museum (M. 827-1928).

¹ Possibly 618 (1221/2), even less likely 613 or 633.

II. In 1070 (1659/60) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, in 1925 in the J. B. Petit collection, present owner unknown.

Bibl.: Kharegat, *Astrolabes*, 1950, pp. 3-54, ill., esp. p. 16, fig. 1.

III. In 1088 (1677/8), signing Muḥammad Zamân [son of?] Ḥajjī Sharaf ad-dīn Ḥasan, he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe for Shâh Subhân Qulī Bahâdur Khân, in 1910 in a private collection in Bukhara; now in the Museum of History of the Academy of Science of the Uzbek SS Republic at Tashkend.

Bibl.: Osipov, *Astrolabiya planisfera, Protokoli*, 1910, esp. p. 114, fig. 2; Karī-Niyazov, *Shkola*, 1950, p. 74, figs. 36-38.

IV. At an unspecified date he made (*ṣana'ahu*) a celestial globe, formerly in the Harari collection.

Bibl.: Wiet, *Exposition d'art persan*, 1935, p. 67, No. M. 90; id., *Epigraphie, MIE*, 1935, p. 16.

V. At an unspecified date, signing fully Muḥammad Zamân *al-munajjim al-asṭurlâbî* al-Mashhadî, he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, formerly in the Grobba collection (acquired in Baghdad), now in the Islam. Abteilung der Staatl. Museen, Berlin (J. 6919).

Bibl.: Kühnel, *Neuerwerbungen, Berliner Museen*, 1943, Jgg. 64, pp. 33 f., fig. 15.

MUṢṬAFÀ AYYŪBÎ

Muṣṭafà Ayyûbî, an Ottoman astrolabist, is known by two works.

I. In 1110 (1698/9) he made (*'amal*) an astrolabe, now in the collection of Dr. Jacques Schumann, Paris.

II. In 1114¹ (1702/3) he made (*'amal*) an astrolabe, now in the Science Museum, London (1952-226). Cf. pl. XVIII.

Bibl.: Price, *Armillary spheres, Annals of Science*, 1954, p. 183, No. 12.

¹ Written—perhaps by mistake—1014.

QAIŞAR

Shaikh 'Alam ad-dîn Qaişar b. Abî-l-Qâsim b. 'Abd al-Ghanî b. Musâfir, known by the name of Ta'âsîf, of the Hanafite persuasion, was born 574 (1178/9) in Aşfûn (in Upper Egypt). Having worked in his native country and in Syria, he studied music under Shaikh Kamâl ad-dîn Mûsà b. Yûnis in Mosul, and became famous as an architect and mathematician. On his return to Syria he entered the service of the Ayyubid al-Malik al-Muẓaffar Maḥmûd of Hama. While at his court he built towers in Hama and a mill on the Orontes. The historian Qâḍî Jamâl ad-dîn ibn Wâsil put it on record that with his help Qaişar constructed a celestial globe, made of wood, and gilt. In 622 (1225) Qaişar made a brass one, by order of the Ayyubid al-Malik al-Kâmil Muḥammad b. Abî Bakr. It was kept for a long time in the Museo Borgiano in Velletri, and is now in the Museo Nazionale, Naples. Died in Damascus, 13th Rajab 649 (1st Oct. 1251).

Bibl.: Abu-l-Fidâ', ed. Reiske, IV, pp. 478, ll. 2-7, 528, ll. 8-13 (ed. Istanbul, 1286, III, pp. 181, ll. 13-19, 195, ll. 7-11); Ibn al-Wardî, *Ta'rikh*, Cairo 1285, II, p. 188, ll. 20-23; Ibn Abî Uşaiḇa, ed. A. Müller, 1884, II, pp. 70 f.; Maqrizî, *Sulūk*, ed. Ziada, I, pp. 232, l. 3, 256, l. 16, 318, n. 3, 382, ll. 11-14; Suyûṭî, *Ḥusn al-muḥâdara*, (ed. 1327) I, p. 233, (ed. 1299) I. 313; v. Murr, *Journal f. Kunstgesch. u. Lit.*, 1787, Th. 15, p. 334; Assemani, *Saggio*, 1787, p. LXV, n. a; id., *Globus*, 1790, pp. LXVII-CCXIX, esp. p. LXXVI, pls. I-III, esp. pl. III; v. Murr, *Inscriptio arabica*, 1790, p. 28; Ideler, *Untersuchungen*, 1809, pp. LVIII f.; Fraehn, *Inscrip. cuficae*, *Mém. de l'Acad. des Sciences*, St. Petersburg, t. VIII, 1820, p. 538, n. 26, 571; reprinted in *Antiq. muh.*, 1822, II, pp. 42 f., n. 26, 75; Dorn, *Description*, *Transac. R. Asiat. Soc.*, 1830, p. 377; Anonymous, *Note*, *JA*, 1836, I, p. 193; Sédillot, *Instruments*, 1841, p. 116; id., *Matériaux*, 1845, I, p. 334; Dorn, *Drei Instrum.*, 1865, p. 1; Meucci, *Globo*, 1878, p. 6; Rey, *Colonies*, 1883, p. 176; Casanova, *Sphère*, *MMAF*, 1892, VI, pp. 315 f., 330; Karabacek, *Cameo*, 1893, pp. 5, 6, n. 1, 22; Karabacek, *Involutio*, 1896, p. 16, ill.; Casanova, *Citadelle*, *MMAF*, 1897, t. 6, pp. 599 f.; Fiorini, *Sfere*, 1899, pp. 31-33; Schmoranz, *Glass vessels*, 1899, p. 29; Suter, *Mathematiker*, 1900, p. 143, No. 358; id., *Nachträge*, p. 175; Kühnel, *Globus*, *Mitt. a. d. sächs. Kunstsamml.*, 1911, p. 23; Stevenson, *Globes*, 1921, I, p. 29; Boffito, *Strumenti*, 1929, p. 21; Sarton, *Introduction*, 1931, II, 2, p. 1014; Wiet, *Cuivres*, 1932, pp. 170 f., App. No. 40; Hauteceœur et Wiet, 1932, p. 125; v. Klüber, *Himmelsglobus*, 1935, p. 1; Mieli,

Science Arabe, 1938, pp. 154 f.; *Rép.*, X, 1939, pp. 221 f., No. 3924; Mahmūd Rizq Salīm, *‘Aṣr salāṭīn al-Mamālīk*, 1952, t. IV (= II. 2), p. 8, No. 5; Mieli, *Panorama*, 1952, pp. 170, 178; Wittstein, *Fragmente*, *Ztschft f. Math. u. Phys.*, 1892, p. 96; Kratchkovskaya, *Epigrafika, Sov. Vostokov.*, 1949, p. 292.

QÂSIM B. ‘ABD AS-SALÂM

Qâsim b. ‘Abd as-Salâm at-Tamlî, in 1192 (1778) made (*ṣan‘at*) an astrolabe in Rabat, formerly in the Ruiz Orsatti collection, now in the Biblioteca General at Tetuán.

Bibl.: Ruiz Orsatti, *Astronomia, Mauritania*, 1940, pp. 27-30, ill.; Renaud, *Quelques constructeurs*, *Isis*, 1942, p. 23; Millás Vallicrosa, *Tres instrumentos, Al-Andalus*, 1947, pp. 49-56, pls. 1, 2.

QÂSIM ‘ALÎ

Qâsim ‘Alî Qâ’inî in 1093 (1682) made (*ṣan‘at*) an astrolabe, now in the Chadenat collection, La Ferté-Bernard.

RIDWÂN

Riḍwân, in 1082 (1671/2) made a sun-dial for the Yeni Jâmi‘, Istanbul.

Bibl.: Ünver, *Cadrams solaires*, *Archives d'hist. des sciences*, 1954, p. 257.

RIDWÂN B. ‘ABDALLAH

Riḍwân b. ‘Abdallah, called Riḍwân Ef. al-Falakî, an astronomer and author of many books, lived in Bulaq, where he died 23rd Jumâdâ I, 1122 (20th July 1710).¹ In Şafar 1113 (beg. 8th July, 1701) assisted (*iṣhtaghala ‘alaihi*) by his pupil Yûsuf,² he finished a celestial globe for

¹ Jabartî, I, pp. 74, ll. 18-ult., 114, ll. 22 f., 397, l. 21; Dorn, *Drei Instr.*, 1865, pp. 1, 32-35.

² Yûsuf al-Falakî was a majordomo (*kilârjî*) and mamluk of Ḥasan Efendî (Jabartî, I, pp. 74, l. 8 b, 114, l. 12 b).

Ḥasan Efendî al-Khalwatî ad-Damurdâshî, later *rûznâmejî* in Cairo. Formerly in the collection of Clot Bey, the globe is now in the Public Library, Leningrad. This was one of many richly decorated scientific instruments in which the two cooperated and on which both engraved their names. Despite Jabartî's assertion that Ḥasan Efendî's instruments were made "by the hand" (*bi-yad*) of Ridwân, the actual engraving seems to have been done to some extent at least by hired workmen.

Bibl.: Dorn, *Drei Instr.*, 1865, No. III, pp. 31-63, esp. pp. 32 f., 94, ill.; Fiorini-Günther, 1895, pp. 16 f.; Kühnel, *Globus, Mitt. sächs. Kunstsamml.*, 1911, p. 23; Stevenson, *Globes*, 1921, I, p. 32; v. Klüber, *Himmelsglobus*, 1935, p. 2.

RIDWÂN B. MUḤAMMAD

Cf. s.v. Muḥammad b. 'Alî.

ŞÂDIQ

Şâdiq, in 1216 (1801/2) made an astrolabe for 'Abdallah b. Muḥammad Naşîr ar-Ridawî, engraved (?) by 'Abd al-Karîm, *q.v.* Perhaps identical with Muḥammad Şâdiq, *q.v.*

Bibl.: Gunther, 1932, pp. 164 f., No. 53, fig. 80; Michel, *Traité*, 1947, p. 180.

AS-SAHL

As-Sahl al-Aşturlâbî an-Naisâbûrî, made (*şana'ahu*) an astrolabe for the library (*khizâna*) of the Ayyubid al-Malik al-Muẓaffar Maḥmûd of Ḥamâ (d. 698/1299), said to have been formerly in the collection of Iohannes Regiomontanus, later in the Nürnberg Library, now in the Germanisches Museum, Nürnberg (W. J. 20).

Bibl.: v. Murr, *Memorab. Bibl.*, Norimbergae, 1786-88, pars I, p. 10, tab. 7, pars II, pp. 317 f., 321, ill.; id., *Journal f. Kunstgesch. u. Litt.*, 1787, Th. 15, pp. 333 f., 388; id., *Inscriptio pallii*, 1790, pp. 26-28; A. Th. Hartmann, *Oluf Gerhard Tychsen*, 1820, Bd. II, Abt. II, pp. 152 f.; Fraehn, *Astrolabii Norimb. inscr. cufica*, *Antiq.*

muham., 1822, II, pp. 73-75; Sédillot, *Instruments*, 1841, p. 176, n. 1; Dorn, *Drei Instr.*, 1865, p. 2; da Schio, *Di due astrol.*, 1880, p. 58, No. 38; van Berchem, Notes II, JA, 1892, I, p. 391; id., Notes, III, JA, 1904, I, p. 28; Hourticq, *Encycl. des Beaux-Arts*, 1925, I, p. 170; Migeon, *Manuel*, 1927, II, p. 42; Wiet, *Cuivres*, 1932, p. 189, App. No. 115; Gunther, 1932, p. 280, No. 137; Reich et Wiet, 1939, p. 201; Harari, *Survey*, 1939, III, p. 2518; *Rép.*, XIII, 1944, p. 187, No. 5066; Kratchkovskaya, *Epigrafika, Sov. Vostokov.*, 1949, p. 292.

SARRÂJ

Sarrâj, a muezzin in Damascus, is known by two instruments.

I. In 626 (1228/9) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe in Damascus, now in the State Library, Rampur.

Bibl.: Padmakara, *Astrolabes, Journal of the United Prov. Hist. Soc.*, 1928, pp. 1-5, esp. p. 3, pls. I-III, esp. pl. II; Gunther, 1932, p. 247, No. 102 A; *Rép.*, X, 1939, p. 264, No. 3997.

II. In 623 (1226) or 628 (1230/1) he made an astrolabe, also in Damascus, now in the National Maritime Museum, Greenwich (A. 17-36. 17).

SHUKR ALLAH MUKHLIŞ

Shukr Allah Mukhlîş Shirwânî, in [8]91 (1486) made (*'ilmî wa-'amalî*) an astrolabe for the Ottoman Sultan Bayezid II, formerly in the Harari collection.

Bibl.: *Exposition d'art musulman*, Alexandria, 1925, pp. 73 f., No. 385; *Morancé Album*, 1925, p. 10, pl. 8; Meyerhof, *Kunstaussstellung, Islam*, 1927, p. 152; *Cat. Exh. Persian Art*, 3rd ed., 1931, p. 194, No. 309 E., J.; Gunther, 1932, p. 126, No. 12; Wiet, *Exposition d'art persan*, 1935, p. 65, M. 75; Harari, *Survey*, 1939, III, p. 2518, VI, pl. 1399.

'UMAR

The Rasulid Sultan al-Malik al-Ashraf Mumahhid ad-dîn 'Umar b. Yûsuf b. 'Umar b. 'Alî b. Rasûl al-Muẓaffarî in 695 (1295/6) made

(*'amal . . . mubâsharatan wa-implân*) a brass astrolabe in Yemen, now in the Metropolitan Museum of Art, New York (No. 91.1.535). Dated 24th Muḥarram 696 (22nd Nov., 1296).

Bibl.: Dimand, Dated specimens, *Metr. Mus. Studies*, 1928, I, p. 107, fig. 8; Gunther, 1932, I, p. 243; Wiet, *Cuivres*, 1932, pp. 76, 183, App. No. 86; id., *Lampes*, *Bl.* 1932, XIV, p. 118; Day, Dated faience, *Ars Islam.*, 1941, p. 50; *Rép.*, XIII, 1941, pp. 150 f., No. 5014; Khazraji, *'Uqūd*, ed. M. 'Asal, I, esp. pp. 284-298.

'UTHMÂN

'Uthmân, in 1155 (1742/3) made a sun-dial for the Mosque of Sulta Bayezid, Istanbul.

Bibl.: Ünver, Cadrons solaires, *Archives d'hist. des sciences*, 1954, p. 257.

'UTHMÂN B. 'ABDALLAH

'Uthmân b. 'Abdallah *aṣ-ṣaffâr*, in 699 (1299/1300) while in Fez made (*'amal*) an astrolabe, now in the Museo di Storia della Scienza, Florence (No. 1109). Cf. pl. IV b.

Bibl.: Bonelli, *Catalogo . . . Firenze*, 1954, p. 62, No. 1109.

YA'QÛB TAPIERO

Ya'qûb b. Mûsà Ṭâfiruh of Fez, in 716¹ (1316/7) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, now in the Duval collection.

Bibl.: Colin, Un Juif marocain, *Hespéris*, 1936, pp. 183 f.; Renaud, Quelques constructeurs, *Isis*, 1942, p. 22; *Rép.*, XIV, 1954, p. 288, No. 5362 A.

YÛSUF B. ḤÂJJÎ AL-JÎLÂNÎ

Yûsuf b. Ḥâjjî al-Jîlânî, in 929 (1522/3) made an astrolabe, now in the National Maritime Museum, Greenwich (A. 6-36. 11). Cf. pl. XV

¹ The letters used *ستير* conform with the Jewish style of dating, the correct Arabic one is *ذير*.

ZARTÂN

Zartân, who obviously lived in Persia, at an unspecified—but fairly recent—date, made (*'amal*) an astrolabe, now in the Musée d'Art et d'Histoire, Geneva. So far as I can see, it is the only one signed on the alidade.

Bibl.: *Les Musées de Genève*, Jan. 1953, p. 2, 2 figs.

ADDITIONS

The "Roll of Astrolabists" was already set in pages when I received a score of new photographs and had a chance of seeing two more collections in Great Britain.¹ This makes a few additions and a correction necessary.

The instruments once in the collection of the late S. V. Hoffman have been divided after his death between his son Mr. Eugene A. Hoffman, his daughter Miss Margaret E. Hoffman and the New-York Historical Society. The "List of Monuments and Collections" shows which object belongs to whom. The most important result is that the photographs prove beyond doubt that Aḥmad b. Ḥasanain b. Baraka never existed, and that the name should be read Aḥmad b. Ḥusain b. Bâso as I tentatively suggested (p. 35, n. 1). A checklist of all the astrolabes now in the museum of the Society was published by H. Maxson Holloway (see Bibliography).

'ABD AL-A'IMMA the ELDER

II. In 989 (1581/2) he made (*'amal*) an astrolabe, now in the collection of Mr. E. S. David, Long Island City.

¹ I take this opportunity to thank Mr. Cyril Wallis, Director, and Mr. Plenderleith, Curator of the R. Scottish Museum, Edinburgh; Maître Henri Larrouy; Prof. G. S. Colin; Dr. R. Ettinghausen; Mr. E. A. Hoffman, Miss M. E. Hoffman and Mr. R. W. G. Vail, Director of the New-York Historical Society, for their kindness in providing me with photos and answering various questions.

'ABD AL-A'IMMA the YOUNGER

XXIX. In 1127 (1715) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe for Muḥammad Khân Bākran, now in the Freer Gallery of Art, Washington (No. 42.8).

XXX. At an unspecified date he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe now in a private collection in England.

XXXI. Also at an unspecified date he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, formerly in the Sir John Findlay collection, now in the R. Scottish Museum, Edinburgh (No. 1925.20).

AḤMAD B. ḤUSAIN B. BÂȘO

IV. In 704 (1304/5) he made (*ṣana'ahu*) an astrolabe, formerly in the S. V. Hoffman collection, now in the museum of the New-York Historical Society, New York.

Bibl.: Gunther, 1932, p. 289, No. 144; Holloway, Checklist, *Annual Rep.*, N.Y. Hist. Soc., 1946, p. 68; Michel, *Traité*, 1947, p. 181.

AḤMAD B. MUḤAMMAD B. HÂRÛN

Aḥmad b. Muḥammad b. Hârûn al-Hadâmî in 728 (1328/9) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe in Marrakesh, now in the Dâr Batha Museum at Fez. [Photo in the collection of M. Henri Michel.]

Bibl.: Price, Checklist, *Arch. d'hist. des sciences*, 1955, p. 364.

IBRAHÎM B. MUḤAMMAD AL-BALAWÎ

IBrahîm b. Muḥammad al-Balawî in 1098 (1686/7) made (*'amal*) an astrolabe for his professor Shaikh 'Abd al-Wahhâb, known as 'Arab-Zâdeh. It is now in the collection of Maître Larrouy, Toulouse. [In collaboration with Georges S. Colin.]

MUḤAMMAD MAHDÎ AL-YAZDÎ

XV. At an unspecified date he decorated (*namaqahu*) an astrolabe, now in a private collection in London.

MUḤAMMAD ZAMÂN

VI. At an unspecified date ¹ he made (*'amal*) an astrolabe, signing Master (*ustâdh*) Muḥammad Zamân, now in the Freer Gallery of Art, Washington (No. 45.6).

¹ I say it advisedly. Although on the face of the bracket there is a date, viz. 1065 (1683/4), it has been engraved by a different person, and cannot be considered as authentic.

LIST OF MONUMENTS AND COLLECTIONS¹

Acre, Mosque of Jazzâr Pasha	Ibrâhîm al-Farađî.
Aleppo, Madrasa Aḥmadiyya	'Alî b. Ibrâhîm Ibn ash-Shâtîr III.
d'Allemagne coll.	Ḥasan al-Ḥasanî.
Athens, Benaki Museum	Abu-ṭ-Ṭâhir; Aḥmad b. Abi Bakr; 'Alî IV.
Bahadur Shah coll.	'Abd al-A'imma XVI.
Barbier coll.	Aḥmad b. Khalaf.
Barcelona, Observatorio Fabra	Muḥammad b. Muḥammad b. Hudhail.
Bassermann-Jordan (E. v.) coll.	'Alî I.
Belluomini coll.	Ibrâhîm b. Sa'id IV.
Berlin, Staatl. Museen	Muḥammad Zamân V.
Billmeir (A. J.) coll.	'Abd al-'Alî V, VI; 'Abd al-Bâqî; Khaffî;
	Khalîl Muḥammad IX, X, XVI; Mu-
	ḥammad b. Aḥmad al-Baṭṭûṭî VII; Mu-
	ḥammad Amin I; Muḥammad Amin b.
	Amirzâ Khân; Muḥammad Mahdî V,
	VI.
Bombay, Molla Feeroze Library	'Abd al-'Alî I; Abu-l-Qâsim b. 'Abd ar-
	Raḥmân.
Borbón (D. Faustino de) coll.	Ibrâhîm b. Sa'id I.
Borgia coll.	see Velletri.
Boston, Museum of Fine Arts	'Abd al-A'imma XVII; Khalîl Muḥam-
	mad XIV.
Brussels, Observatoire	Muḥammad Şaffâr IV.
Brussels, Musées R. d'art et d'histoire	Muḥammad Şaffâr IV.
Bûlâq	see Cairo-Bûlâq
Cairo, Al-Azhar Mosque	Aḥmad Pasha.
Cairo, Madrasa of Aynâl	Ḥasan aṭ-Ṭubnî.
Cairo, Madrasa of Qalâûn	Muḥammad.
Cairo, Mashhad as-Sâdât al-Wafa'iyya	Aḥmad Pasha.
Cairo, Mausoleum of the Amir Kabîr	'Abd al-Qâdir.

¹ Public collections are listed under the names of towns, private ones under the names of their owners. Objects which have passed into new hands are listed under their original as well as their later proprietors.

- Cairo, Mosque of Imâm ash-Shâfi'
 Cairo, Mosque of Muḥammad Bey
 Cairo, Museum of Islamic Art
 (cf. also Harari coll.)
 Cairo, Qauṣūn Mosque
 Cairo-Bûlâq, Mosque of Sinân Pasha
 Calcutta, India Museum
 Cambridge, Ethnographical Museum
 Cambridge, Fitzwilliam Museum
 Cambridge, Whipple Museum
 Carrapit (A. J.) coll.
 Carthage, Musée Lavigerie
 Cassel
 Cattaoui Pasha coll.
 Cengia (Francesco) coll.
 Chadenat coll.
 Charliat (Georges) coll.
 Chicago, Adler Planetarium
 Clay coll.
 Clot Bey coll.
 Corsini (Don Tommaso) coll.
 Côte (Claudius) coll.
 Couch-Adams (John) coll.
 Cowper (H. Swainson) coll.
 Court (H. W.) coll.
 Damascus, Bâb Jairûn (clock)
 Aḥmad Pasha.
 Maḥmûd b. Ḥasan.
 'Abd al-A'imma IX, XXVI; Aḥmad
 Pasha; Ḥasan b. Aḥmad; Muḥammad b.
 Aḥmad al-Mizzî I; Muḥammad Ṣaffâr I.
 Aḥmad al-Ḥarîrî.
 Ḥasan aṣ-Ṣawwâf.
 Ja'far b. 'Umar V; Muḥammad Amin b.
 Muḥammad Ṭâhir II.
 Muḥammad Mahdî I.
 'Alî b. Ṣâdiq III; Ḥusain b. 'Alî; Muḥam-
 mad Ṣaffâr II.
 Aḥmad b. 'Umar; Muḥammad Akbar II;
 Muḥammad Khâzin; Muḥammad Mah-
 dî I.
 Ja'far b. 'Umar V.
 Abu-l-Qâsim b. Ḥasan.
 see Kassel.
 Muḥammad b. Fattûḥ IV.
 'Alî b. Muḥammad al-Azdi; Muḥammad b.
 Fattûḥ II.
 'Abd al-A'imma XIII; 'Abd ar-Raḥmân
 b. Burhân; Muḥammad Mahdî IX; Mu-
 ḥammad Muḥsin; Muḥammad Ṣaffâr
 V; Qâsim 'Alî.
 'Abd al-A'imma II; Khalîl Muḥammad
 XII; Muḥammad Muqîm II.
 Muḥammad b. Fattûḥ VIII; Muḥammad
 b. Yûsuf.
 'Abd al-A'imma XXVIII; Muḥammad
 Mahdî III.
 Muḥammad b. Aḥmad al-Mizzî III;
 Ridwân b. 'Abdallah.
 Muḥammad b. Abî-l-Qâsim.
 'Abd al-A'imma XXIII.
 Muḥammad Mahdî I.
 'Alî III.
 Muḥammad Akbar II.
 Muḥammad b. 'Alî.

David (E. S.) coll.	'Abd al-A'imma the Elder II (Add.); Muḥammad Amin II.
Davud (Y.) coll.	Aḥmad b. Ibrāhīm.
Destombes (Marcel) coll.	Khalīl Muḥammad XVII.
Detroit Institute of Arts	'Abd al-A'imma IV.
Dresden, Math. Physikal. Salon	Muḥammad b. Mu'ayyad.
Durighello coll.	'Isā.
Duval coll.	Ya'qūb Tapiero.
Edinburgh, R. Scottish Museum	'Abd al-A'imma XXXI (Add.); 'Alī VII.
L'Espinasse (Comtesse de) coll.	'Abd al-Karīm al-Miṣrī I.
E-vans (Lewis) coll.	see Oxford.
Fez, Dār Bathā Museum	Aḥmad b. Muḥammad b. Hārūn (Add.); Muḥammad b. Aḥmad al-Baṭṭūṭī V.
Fez, Madrasa Bū'anāniyya (clock)	'Alī b. Aḥmad.
Fez, Qarawiyyīn Mosque (clock)	Muḥammad al-Ḥabbāk; Muḥammad b. Muḥammad al-Arabi; Muḥammad aṣ-Ṣinhājī.
Fez-Jadīd, Main Mosque	Muḥammad b. Aḥmad al-Baṭṭūṭī III.
Findlay (Sir John) coll.	'Abd al-A'imma XXXI (Add.); 'Alī VII.
Florence, Museo di Storia della Scienza	Ibrāhīm b. Sa'id IV; Muḥammad b. Abī-l-Qāsim; 'Uthmān b. 'Abdallah.
Gardner (Malcolm) coll.	Khalīl Muḥammad XI; Muḥammad Mahdī II.
Gayangos (Pascual) coll.	Aḥmad b. Ḥusain b. Bāṣo I; Ibrāhīm b. Muḥammad.
Geneva, Musée d'art et d'histoire	Zartān.
Genoa, Società Ligure di Storia Patria	Aḥmad b. Ḥusain b. Bāṣo II.
Greenwich, National Maritime Museum	'Abd al-A'imma XVIII; 'Alī V; Ja'far b. 'Umar II; Khalīl Muḥammad VI; Mahdī Yazdī; Maḥmūd b. Shauka; Muḥammad b. Aḥmad al-Baṭṭūṭī IX; Muḥammad Muqīm IV; Sarraj II; Yūsuf b. Ḥājji al-Jilānī.
Greppin (René) coll.	'Abd ar-Raḥīm; Muḥammad b. Aḥmad al-Baṭṭūṭī I.
Grobba coll.	Muḥammad Zamān V.

- Hakim (M.) coll. 'Abd al-A'imma the Elder; Muḥammad b. Ḥamid II.
- Harari (Ralph A.) coll. 'Abd al-A'imma IX, XXVI; 'Alī b. Ibrāhīm Ibn ash-Shāṭir I; 'Alī b. Ṣādiq V, VI; Khalīl Muḥammad VII; Muḥammad Ashraf; Muḥammad b. Fattūḥ VII; Muḥammad Zamān IV; Shukr Allah Mukhlīṣ.
- Heilbronner coll. Muḥammad b. Abī Bakr; Muḥammad b. Yūsuf.
- Hoffman (Eugene A.) coll. 'Abd al-A'imma XV; Ja'far b. 'Umar IV; Muḥammad Mahdī VII.
- Hoffman (Margaret E.) coll. 'Abd al-A'imma XXVIII; Ḥamza.
- Hoffman (Samuel V.) coll. 'Abd al-A'imma XV, XXI, XXVIII; 'Abd al-Ghafūr b. Muḥammad Sa'id I; 'Abd al-Karīm; Aḥmad b. Ḥusain b. Bāṣo IV (Add.); 'Alī VI; Ḥamid b. Maḥmūd; Ḥamza; Ja'far b. 'Umar IV; Muḥammad Akbar I; Muḥammad Amin b. Muḥammad Ṭāhir I; Muḥammad Mahdī VII, XIV; Muḥammad Ṣādiq; Ṣādiq.
- Holden-White coll. 'Alī b. Ṣādiq III; Ḥusain b. 'Alī; Muḥammad Ṣaffār II.
- Imrek (Fahri) coll. 'Abdī.
- Istanbul, Mosque of Aḥmad Pasha Ḥasan Gevrekzāde.
- Istanbul, Mosque of Sultan Aḥmad Ḥusain Shāmī.
- Istanbul, Mosque of Sultan Bayazid 'Uthmān.
- Istanbul, Mosque of Ḥakīmoghlu 'Alī Ismā'il Khalīfazāde.
- Istanbul, Laleli Mosque Ismā'il.
- Istanbul, Mosque of Sultan Sulaiman 'Abd ar-Raḥmān.
- Istanbul, Kulliyat Mehmed Fātih 'Alī Qūshjī.
- Istanbul, Yeni Jāmi' Riḍwān.
- Istanbul, Top Kapu Sarayı Müzesi Maḥmūd b. Jalāl; Muḥammad b. Ḥamid I.
- Kanzler (Ernest) coll. 'Abd al-A'imma IV.
- Karachi, Urdu College 'Alī b. Muḥammad.
- Kassel, Staatl. Kunstsammlungen Ibrāhīm b. Sa'id V.
- Khanykov (Nicolas de) coll. 'Abd al-A'imma XIV.

- Khawwam coll.
 Knobel coll.
 Konya, Hasan Pasha Mosque
 Landau (Nicolas E.) coll.
 Larrey (Baron de) coll.
 Larrouy (Henri) coll.
 Lee coll.
 Leningrad, Hermitage Museum
 Leningrad, Public Library
 Liège, Musée de la Vie Wallonne
 London, British Museum
 London, Science Museum
 London, Victoria and Albert Museum
 Madrid, R. Academia de Historia
 Madrid, Museo Arqueológico Nacional
 Maggs Bros. coll.
 Malcolm (Sir John) coll.
 Marburg, Westdeutsche Bibliothek
 Marcel coll.
 Marling coll.
 Khalil Muhammad VIII.
 Muhammad b. Fattûh VI.
 Hasan aş-Şâ'igh.
 'Abd al-A'imma VII; Khafif; Khalil Muhammad XVIII; Muhammad Mahdî VIII; Muhammad b. Sa'id II.
 Abû Bakr b. Yûsuf IV.
 Ibrâhîm b. Muhammad (Add.).
 Muhammad 'Abd al-Hâdî.
 'Abd al-A'imma XIX, XXV; 'Abd al-Ghafûr b. Muhammad Sa'id II; Khalil Muhammad I, XIX; Muhammad Karîm; Muhammad Tâhir II.
 Muhammad b. Ahmad al-Mizzî III; Ridwân b. 'Abdallah.
 Ibrâhîm al-Muftî.
 'Abd al-'Alî II; 'Abd al-Karîm al-Miṣrî II; 'Alî b. ash-Shihâb; Auḥad b. Muhammad; Bairâm b. Ilyâs; Ibrâhîm ad-Dimashqî; Muhammad b. Ahmad al-Mizzî II, IV; Muhammad b. Hilâl; Muhammad b. Ja'far; Muhammad b. Khutlukh; Muhammad Mahdî XII.
 Muhammad 'Abd al-Hâdî; Muṣṭafâ Ayyûbî II.
 'Abd al-A'imma VI; 'Abd al-Ghafûr; 'Abd ar-Raḥmân b. Yûsuf; Muhammad Karîm; Khalil Muhammad XV; Muhammad Zamân I.
 Ahmad b. Husain b. Bâso I; Ibrâhîm b. Muhammad.
 Ahmad b. 'Abd ar-Raḥmân; Ibrâhîm b. an-Nu'mân; Ibrâhîm b. Sa'id I.
 'Abdallah b. Muhammad Amîn.
 Muhammad b. Hilâl.
 Ibrâhîm al-Malî; Muhammad b. aş-Şaffâr.
 Abû Bakr b. Yûsuf III.
 Muhammad Zamân I.

Mc Vitty coll.

Mensing coll.

Mercator coll.

Meyer (Michel) coll.

Meyerhof (Max) coll.

Michel (Henri) coll.

Moradoff & Sons (coll.)

Morgan (Octavius) coll.

Moritzburg (Schloss) coll.

Morley (W. H.) coll.

Munich, Deutsches Museum

Munich, National Museum

Naples, Museo Nazionale

Negrotto (Marchese Lazzaro) coll.

New York, Metropolitan Museum of Art

New York, N.Y. Historical Society

Newall coll.

North coll.

Nürnberg, Germanisches Museum

Oberlin, Allen Memorial Art Museum

Oxford, Museum of the History
of Science

'Alī b. Ṣādiq IV.

Muḥammad b. Fattūḥ VIII; Muḥammad
b. Yūsuf.

'Alī b. Ṣādiq I.

Muḥammad b. Aḥmad al-Baṭṭūṭī VIII.

'Abd al-A'imma VIII.

'Abd al-'Alī V; 'Abd al-Bāqī; 'Abd ar-
Raḥīm; Khalīl Muḥammad IX, XVI;
Muḥammad b. Aḥmad al-Baṭṭūṭī I,
VII; Muḥammad Amīn I; Muḥammad
Amīn b. Amīrzā Khān; Muḥammad
Mahdī V, VI.

Ḥamid b. al-Khiḍr.

Muḥammad b. Aḥmad al-Mizzī IV.

Muḥammad b. Mu'ayyad.

'Alī b. ash-Shihāb.

Khalīl Muḥammad III.

Muḥammad b. Sa'id I.

Qaiṣar.

Aḥmad b. Ḥusain b. Bāṣo II.

Muḥammad b. Maḥmūd; 'Umar b. Yūsuf.

'Abd al-A'imma XXI; 'Abd al-Ghafūr b.
Muḥammad Sa'id I; 'Abd al-Karīm;
Aḥmad b. Ḥusain b. Bāṣo IV (Add.);
'Alī VI; Ḥamid b. Maḥmūd; Muḥam-
mad Akbar I; Muḥammad Amīn b.
Muḥammad Ṭāhir I; Muḥammad Mah-
dī XIV; Muḥammad Ṣādiq; Ṣādiq.

Aḥmad b. 'Umar.

Muḥammad b. Fattūḥ VI.

Aḥmad b. Muḥammad; as-Sahl.

'Abd al-A'imma III.

'Abd al-A'imma V, XI, XII, XXII,
XXVII; 'Abd al-'Alī VII; 'Abd al-
Karīm al-Miṣrī I; 'Abdallah Ṣāsi;
Aḥmad b. Ibrāhīm; Faḍl 'Alī; Ḥasan
b. 'Alī; Ibrāhīm b. Ḥusain; Ibrāhīm b.
Sa'id II; Ja'far b. 'Umar III; Khalīl

Oxford, Museum of the History of Science (ctd.)	Muḥammad XIII; Muḥammad b. Abi Bakr; Muḥammad b. Aḥmad al-Baṭṭūṭi IV; Muḥammad b. Fattūḥ V, VI; Muḥammad Mahdī III, XI; Muḥammad Muqīm III; Muḥammad Ṣaffār III, Muḥammad Ṭāhir I.
Palermo, Museo Nazionale	Ḥāmid b. 'Alī; Ibrāhīm b. 'Abd al-Karīm.
Paris, Louvre Museum	Muḥammad b. Maḥmūd b. 'Alī.
Paris, Bibliothèque Nationale	Aḥmad b. Khalaf; 'Alī b. Ibrāhīm Ibn ash-Shāṭir II; 'Isā; Muḥammad b. Fattūḥ III; Muḥammad b. Muḥammad al-Ḥāshimī; Muḥammad Mahdī X.
Paris, Observatoire	'Abd al-A'imma XX; 'Alī b. Ibrāhīm b. Muḥammad, Khalīl Muḥammad II.
Pertuis (Comte de) coll.	'Alī b. Ibrāhīm b. Muḥammad.
Petit (J. B.) coll.	Muḥammad Zamān II.
Posno coll.	Muḥammad b. Khutlukh.
Prin (Georges) coll.	Aḥmad b. Ḥusain b. Bāṣo III; Ja'far b. 'Umar I.
Rampur, State Library	Sarrāj I.
Rawlinson coll.	Muḥammad Mahdī X.
Rich (Claudius) coll.	Muḥammad Mahdī XII.
Richard coll.	Muḥammad Ṣaffār III.
Rome, Osservatorio Astronomico	'Alī b. Muḥammad al-Azdi; Ibrāhīm b. Sa'id III; Muḥammad b. Fattūḥ II.
Rome, Museo Kircheriano	Ibrāhīm b. Sa'id VI, VII.
Ross coll.	Khalīl b. Muḥammad XIII.
Roussel coll.	Faḍl 'Alī.
Ruete (Said) coll.	Khalīl Muḥammad V.
Ruiz Orsatti coll.	Muḥammad b. Aḥmad al-Baṭṭūṭi VI; Qāsim b. 'Abd as-Salām.
St. Louis, City Art Museum	'Abd al-A'imma XXIV; Muḥammad Amīn b. Muḥammad Ṭāhir III.
Sauvaire (Henri) coll.	Muḥammad b. Fattūḥ I.
Schio (Almerico da) coll.	'Alī b. Muḥammad al-Azdi; Muḥammad b. Fattūḥ II.
Schultz coll.	Muḥammad b. Fattūḥ III.

Schumann (Jacques) coll.	Mustafâ Ayyûbi I.
Sloane coll.	'Abd al-'Alî II.
Sprenger coll.	'Alî b. ash-Shihâb; Ibrahim al-Mâlî; Muḥammad b. aṣ-Ṣaffâr.
Stockholm, Academy of Science	'Alî II.
Stockholm, Statens Sjöhistoriska Museet	Aḥmad b. 'Alî.
Strasbourg, Observatoire	Abû Bakr b. Yûsuf I.
Tashkend, Academy Museum	Muḥammad Zamân III.
Teheran, Musée Archéologique	'Abd al-'Alî III; Khalîl Muḥammad IV; Muḥammad Muqîm I.
Terrasse (Henri) coll.	Muḥammad b. Aḥmad al-Baṭṭûṭî II.
Tetuán, Biblioteca General	Muḥammad b. Aḥmad al-Baṭṭûṭî VI; Qâsim b. 'Abd as-Salâm.
Tlemcen, Mosque of Sîdî al-Ḥalwî	Aḥmad b. Muḥammad al-Lamṭî.
Toulouse, Musée St. Raymond	Abû Bakr b. Yûsuf II.
Toulouse, Société Archéologique du Midi	Abû Bakr b. Yûsuf II.
Townley (Sir William) coll.	'Abd al-A'imma XXII.
Tunis, Musée Alaoui, Le Bardo.	'Abd al-A'imma X; Muḥammad Abu-l- Faḍl.
Vaux (W. S. W.) coll.	Aḥmad.
Velletri, Museo Borgiano	Ḥâmid b. 'Alî; Qaiṣar.
Vidal l'Hermophile coll.	Abû Bakr b. Yûsuf II.
de Viel Castel coll.	Muḥammad b. Muḥammad al-Hâshimî.
Vienna, Kunsthistorisches Museum	'Abd al-'Alî IV.
Washington, D. C., Freer Gallery of Art	'Abd al-A'imma XXIX (Add.); Muḥam- mad Zamân VI (Add.).
Watney (O. V.) coll.	'Alî b. Ṣâdiq II.
Wetzstein (Consul Joh. Gottfr.) coll.	Muḥammad b. Shaddâd.
Williams (John) coll.	Muḥammad Mahdî I.
Wilson coll.	Maḥmûd b. 'Alî.

CHRONOLOGICAL LIST ¹

	295-320	astrolabe	Aḥmad b. Khalaf
—	300	"	Khafff
	348	"	Ḥamid b. 'Alī
	374 } ?	"	Aḥmad b. Ibrāhīm
	394 }	"	
	420	"	Muḥammad b. aṣ-Ṣaffār
	459	"	Ibrāhīm b. Sa'id I
	460	"	Ibrāhīm b. Sa'id II
	463	"	Ibrāhīm b. Sa'id III
	466	"	Muḥammad b. Sa'id I
	472	"	Aḥmad b. Muḥammad
	474	"	Muḥammad b. Sa'id II
	478	globe	Ibrāhīm b. Sa'id IV
	478	astrolabe	Ibrāhīm b. Sa'id V
	490 ?	"	Ibrāhīm b. Sa'id VI
	493 ?	"	Ibrāhīm b. Sa'id VII
	496	"	Muḥammad b. Abī-l-Qāsim
	547	"	Ḥamid b. Maḥmūd
	55x	"	Muḥammad b. Ḥamid I
	553	"	Muḥammad b. Ḥamid II
	554	sun-dial	'Īsā
+	564	clock	Muḥammad b. 'Alī
	598	astrolabe	'Abd ar-Raḥmān b. Yūsuf
	605	"	Abū Bakr b. Yūsuf I
	609	"	Muḥammad b. Fattūḥ I
	613	"	Muḥammad b. Fattūḥ II
	613	"	Abū Bakr b. Yūsuf II
	613	"	Abū Bakr b. Yūsuf III

¹ All instruments here included are either: (a) directly dated, or (b) datable—with the reserve: expressed on pp. 18-20—by the patrons mentioned in the inscriptions, or (c) by the collaborators or either the astrolabist or the decorator. Undated objects by masters known to have constructed dated or datable instruments, are listed immediately after the last datable work and marked *app.* Object which do not belong to any of these three categories are on principle excluded. The sign (+) before a date means "later than"; the sign (—) means "earlier than"; (Add.) refers to the Additions pp. 85 f.

615	astrolabe	Abû Bakr b. Yûsuf IV
615	"	Muḥammad b. Fattûḥ III
615	"	Muḥammad b. Fattûḥ IV
618	"	Muḥammad b. Fattûḥ V
618	"	Muḥammad b. Abî Bakr
621	"	Muḥammad b. Fattûḥ VI
622	globe	Qaiṣar
623	astrolabe	Sarrāj II
625	"	'Abd al-Karīm al-Miṣrī I
626	"	Sarrāj I
628	"	Muḥammad b. Fattûḥ VII
633	"	'Abd al-Karīm al-Miṣrī II
634	"	Muḥammad b. Fattûḥ VIII
638	"	Muḥammad b. Yûsuf
639	prognost. table	Muḥammad b. Khutlukh
650	azaphea	Muḥammad b. Muḥammad
664	astrolabe	Aḥmad b. Ḥusain b. Bâṣo I
669	"	Ibrâhīm ad-Dimashqī
669	"	Maḥmûd b. 'Alī
673	"	Ibrâhīm b. an-Nu'mân
674	globe	Muḥammad b. Ḥilâl
681	astrolabe	Ḥasan b. 'Alī
684	globe	Muḥammad b. Maḥmûd b. 'Alī
+ 684	sun-dial	Muḥammad
685	water clock	Muḥammad al-Ḥabbâk
694	astrolabe	Maḥmûd b. Shauka
695	"	'Umar
— 698	"	as-Sahl
699	"	'Uthmân b. 'Abdallah
— 700	globe	Muḥammad b. Mu'ayyad
704	astrolabe	Aḥmad b. Ḥusain b. Bâṣo II
704	"	Aḥmad b. Ḥusain b. Bâṣo IV (Add.)
709	"	Ḥusain b. 'Alī
709	"	Aḥmad b. Ḥusain b. Bâṣo III
716	"	Ya'qûb Tapiero
717	clock	Muḥammad as-Sinhâjī
718	globe	'Abd ar-Raḥmân b. Burhân
720	astrolabe	Ibrâhīm b. Muḥammad
726	"	'Alī b. Ibrâhīm b. Muḥammad
727	quadrant	Muḥammad b. Aḥmad al-Mizzī I

727	quadrant	Muḥammad b. Aḥmad al-Mizzi II
728	astrolabe	Aḥmad b. Muḥammad b. Hārūn (Add.)
729	"	Aḥmad b. Abi Bakr
729	"	Aḥmad b. 'Alī
734	quadrant	Muḥammad b. Aḥmad al-Mizzi III
734	"	Muḥammad b. Aḥmad al-Mizzi IV
735	"	'Alī b. ash-Shihāb
738	astrolabe	'Alī b. Ibrāhīm Ibn ash-Shāṭir I
738	"	'Alī b. Ibrāhīm Ibn ash-Shāṭir II
746	sun-dial	Abu-l-Qāsim b. Ḥasan
747	"	Aḥmad b. Muḥammad al-Lamṭī
747-49	clock	Muḥammad b. Muḥammad b. al-'Arabī
749	sun-dial	Abu-ṭ-Ṭāhir
755	astrolabe	Ja'far b. 'Umar I
757 ?	"	Ja'far b. 'Umar II
758	clock	'Alī b. Aḥmad
764	globe	Ja'far b. 'Umar III
767	sun-dial	'Alī b. Ibrāhīm Ibn ash-Shāṭir III
774	astrolabe	Ja'far b. 'Umar IV
774	"	Ḥāmid b. al-Khiḍr
785	sun-dial	Aḥmad al-Ḥarīrī
790	astrolabe	Ja'far b. 'Umar V
812	sun-dial	Ḥasan aṣ-Ṣā'igh
834	globe	Muḥammad b. Ja'far
854	quadrant	Aḥmad b. 'Abd ar-Raḥmān
871	sun-dial	Ḥasan aṭ-Ṭubnī
878	"	'Alī al-Qūshjī
882	astrolabe	Muḥammad Ṣaffār I
882	"	Muḥammad Ṣaffār II
886	"	Muḥammad Ṣaffār III
889	"	Maḥmūd b. Jalāl
890	"	Auḥad b. Muḥammad
891	"	Shukr Allāh Mukhlīṣ
898	"	Muḥammad Ṣaffār IV
911	"	Muḥammad Ṣaffār V
app. 913	sun-dial	'Abd al-Qādir
929	astrolabe	Yūsuf b. Ḥājji al-Jilānī
933	"	Aḥmad b. 'Umar
950	"	'Alī b. Muḥammad al-Azdī
981	globe	Muḥammad b. Muḥammad al-Ḥāshimī

	986	astrolabe	'Abd al-A'imma the Elder
	989	"	'Abd al-A'imma the Elder II (Add.)
	990	compass	Bairâm b. Ilyâs
	996	astrolabe	Muḥammad Amin b. Amirzâ Khân
	1010	"	'Alî b. Muḥammad
	1051	globe	Muḥammad Zamân I
	1051	astrolabe	Ibrâhîm b. Ḥusain
	1052	"	Muḥammad Muqim al-Yazdî I
	1054	"	Muḥammad Muqim al-Yazdî II
	1057	"	Muḥammad Muqim al-Yazdî III
<i>app.</i>	1057	"	Muḥammad Muqim al-Yazdî IV
	1059	"	Muḥammad Mahdî IV
	1070	"	Muḥammad Mahdî I
<i>app.</i>	1070	"	Muḥammad Mahdî II-III, V-XII, XIV, XV (Add.)
	1070	"	Muḥammad Zamân II
	1079	"	Muḥammad b. Muḥammad al-'Umari
	1081	sun-dial	Riḍwân
	1086	astrolabe	Muḥammad Amin I
	1088	"	Ḥasan al-Ḥasanî
	1088	"	Muḥammad Zamân III
<i>app.</i>	1088	"	Muḥammad Zamân V, VI (App.)
<i>app.</i>	1088	globe	Muḥammad Zamân IV
	1093	astrolabe	Khalîl Muḥammad I
	1093	"	Qâsim 'Alî
	1094	"	Khalîl Muḥammad II
	1095	"	Khalîl Muḥammad III
	1095	"	'Abd al-Ghafûr
	1097	"	Muḥammad Amin II
	1098	"	Ibrâhîm b. Muḥammad al-Balawî (Add.)
	1099	"	'Abdallah b. Sâsî
	1100	"	'Abd al-A'imma I
	1106	"	Khalîl Muḥammad IV
	1106	"	Ḥasan b. Aḥmad
	1110	"	Muṣṭafâ Ayyûbî I
	1113	globe	Riḍwân
	1114	astrolabe	Muṣṭafâ Ayyûbî II
	1116	"	Aḥmad b. Muḥammad b. Ibrâhîm
	1117	"	'Abd al-A'imma II
	1119	"	Khalîl Muḥammad V

	1119	astrolabe	Khālil Muḥammad VI
	1119	"	'Abd al-'Alī I
	1119 ?	"	'Abd al-'Alī VII
<i>app.</i>	1119	"	Khālil Muḥammad VII-XIX
	1120	"	Ibrāhīm al-Mufti
	1121	"	'Abd al-A'imma III
	1121	"	'Abd al-A'imma IV
	1122	"	Muḥammad Khāzin
	1124	"	'Abd al-A'imma V
	1124	"	'Abd al-'Alī II
	1125	"	'Abdī
	1126	"	'Abd al-'Alī III
<i>app.</i>	1126	"	'Abd al-'Alī IV-VII
	1127	"	'Abdallah b. Muḥammad Amin
	1127	"	'Abd al-A'imma VI
	1127	"	'Abd al-A'imma XXIX (Add.)
	1132	"	'Abd al-A'imma VII
<i>app.</i>	1132	"	'Abd al-A'imma VIII-XXVIII, XXX f. (Add.)
	1133	"	Muḥammad Karīm
	1136	"	Muḥammad b. Aḥmad I
	1137	"	Muḥammad b. Aḥmad II
	1138	"	Muḥammad b. Aḥmad III
	1140	quadrant	Muḥammad 'Abd al-Hādī
	1141	astrolabe	Muḥammad b. Aḥmad IV
	1141	"	Muḥammad b. Aḥmad V
	1142	"	Muḥammad b. Aḥmad VI
+	1146.	"	Muḥammad b. Aḥmad VII
	1148	"	Muḥammad b. Aḥmad VIII
	1150	"	Muḥammad b. Aḥmad IX
	1155	sun-dial	'Uthmān
	1163	2 sun-dials	Aḥmad Pasha
	1177	sun-dial	Isma'īl Khalīfazāde
	1179	"	Ibrāhīm al-Mālī
	1182	"	Ḥasan aṣ-Ṣawwāf
	1186	"	'Abd ar-Raḥmān
	1187	astrolabe	Muḥammad Hāshim
	1188	2 sun-dials	Maḥmūd b. Ḥasan
	1189	astrolabe	Muḥammad Ṣādiq
	1192	"	Qāsim b. 'Abd as-Salām

	1193	sun-dial	Isma'il
	1195	astrolabe	Muhammad Muhsin
	1198	"	'Abd al-Ghafûr b. Muhammad Sa'id I
<i>app.</i>	1198	"	'Abd al-Ghafûr b. Muhammad Sa'id II
	1201	sun-dial	Ibrâhîm al-Farađî al-Kurdi
	1203	astrolabe	'Alî I
	1203	"	'Alî II
	1204	"	'Abd al-Bâqî
	1205	"	'Alî III
	1207	"	'Alî IV
	1207	sun-dial	Hasan Gevrekzâde
	1208	astrolabe	'Alî V
<i>app.</i>	1208	"	'Alî VI, VII
	1215	globe	Muhammad Ashraf
	1216	astrolabe	Şâdiq
	1228	"	Ahmad
	1231	globe	Muhammad Karîm
	1234	astrolabe	Muhammad Akbar I
	1236	"	Muhammad Akbar II
	1245	"	Hamza

Not listed: 'Abd ar-Raḥîm, Abu-l-Qâsim b. 'Abd ar-Raḥmân, 'Alî b. Şâdiq, Faḍl 'Alî, Ḥusain Shâmi, Ibrâhîm b. 'Abd al-Karîm, Mahdî Yazdî, Muhammad Abu-l-Faḍl, Muhammad Amin b. Muhammad Ṭâhir I-III, Muhammad b. Maḥmûd, Muhammad b. Shaddâd, Muhammad Ṭâhir I-II, Zartân.

BIBLIOGRAPHY¹

The following abbreviations should be noted:

BIFAO = Bulletin de l'Institut Français d'Archéologie Orientale du Caire;
CRAIBL = Comptes rendus, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres;
EI = The Encyclopaedia of Islam; *JA* = Journal Asiatique; *JRAS* = Journal of the R. Asiatic Society; *ZDMG* = Zeitschrift der Deutschen Morgenländischen Gesellschaft.

'Abd al-Wahhâb, Ḥasan: *Al-masâjid al-âthâriyya*. Cairo, 1946.

'Abd al-Ḥayy b. Aḥmad b. al-'Imâd: *Shadharât adh-dhahab fi akhbâr man dhahab*. Cairo 1350/1 (1931/2).

Abu-l-Fidâ': *Annales Muslemici*, ed. Reiske. Copenhagen, 1789-94.

Aga-Oglu, M.: Two astrolabes of the late Safavid period (in *Bulletin, Museum of Fine Arts*, Boston, 1947, vol. 45, pp. 79-84).

Ahlwardt, Wilhelm: *Verzeichniss der arabischen Handschriften der Königlichen Bibliothek zu Berlin*. Band 5. Berlin 1893.

[Alexandria:] *Exposition d'art musulman*. Alexandrie, 1925. The volume of plates, with a preface by G. Migeon, is quoted as *Morancé Album*.

'Alî b. 'Abdallah b. Abî Zar': *Rauḍ al-Qirṭās. Annales Regum Mauritaniae*, ed. C. J. Tornberg. Upsaliae 1843-46.

'Alî al-Jaznâ'i: *Zahrat el-Âs*, ed. Alfred Bel. Alger, 1923.

d'Allemagne, Henry-René: *Du Khorassan au pays de Backhtiaris. Trois mois de voyage en Perse*. Paris, 1911.

— *La maison d'un vieux collectionneur*. Paris, 1948.

Alvarez-Ossorio, Francisco: *Una visita al Museo Arqueológico Nacional*. Madrid, 2nd ed., 1925.

Amador de los Rios y Villalta, Rodrigo: *Monumentos arquitectonicos de España. Toledo*. I. Madrid, 1905.

¹ Anonymously published catalogues of museums or exhibitions will be found under the names of towns.

- Amari, Michele: Descrizione di lavori orientali con iscrizioni arabiche, esposti nel Museo artistico e industriale di Roma, altrimenti detto Museo del Medio Evo (Collegio Romano)... marzo 1876; de' quali alcuni sono proprii del detto Museo, altri, del Museo Kirkeriano o di privati, vi stanno in deposito (in *Bollettino italiano degli Studii Orientali*, 1876-1877, serie I, pp. 122-123, 162-166).
- *Storia dei Musulmani di Sicilia*. Firenze 1854-72. Second ed. by C. A. Nallino, Catania, 1933-1937.
- Anonymous: Note sur un globe céleste arabe (in *JA*, 1836, 3^e sér., t. 1, pp. 191-193).
- *Brevi notizie sull' impianto del Museo Copernicano ed Astronomico a Roma*. Bologna 1887.
- Early instruments at the Old Ashmolean Museum, Oxford (in *Engineering*, 19th May, 1933, pp. 533-536, 10 figs.)
- Les instruments de mesures célestes (in *Connaissance des Arts*, 15th Dec., 1952, pp. 48-52, ill.)
- Anthiaume, Albert, et Jules Sottas: *L'astrolabe-quadrant du Musée des Antiquités de Rouen*. Paris 1910.
- Assemani, Simone: *Saggio sull' origine culto letteratura e costumi degli Arabi*. Padova, 1787.
- *Globus coelestis cufico-arabicus Veliterni Musei Borgiani*. Padua, 1790.
- [Athens:] Benaki Museum, Athens. *Guide*. Athens, 1936.
- Atchison, A. T.: *Catalogue of the special loan collection of scientific apparatus at the South Kensington Museum*. Third ed., London, 1877.
- Bargès, Jean Joseph L.: *Tlemcen*. Paris, 1859.
- Barrett, Douglas: *Islamic metalwork in the British Museum*. London 1949.
- Bassermann-Jordan, E. v.: *Geschichte der Zeitmessung und der Uhren*. Berlin und Leipzig, 1923.
- Beigel, G. W. S.: Nachricht von einer arabischen Himmelskugel mit kufischer Schrift, welche im Curfürstl. Mathematischen Salon zu Dresden aufbewahrt wird (in *Bode's Astronomisches Jahrbuch für das Jahr 1808*, Berlin, 1805, pp. 97-110).
- Bel, Alfred: Trouvailles archéologiques à Tlemcen (in *Revue Africaine*, 1905, 49^e année, pp. 229-236, with 1 fig.).

- Inscriptions arabes de Fès (in *JA*, 1917, 11^e sér., t. 9, pp. 303-329, t. 10, pp. 81-170, 215-267; 1918, 11^e sér., t. 12, pp. 189-276, 337-399; 1919, 11^e sér., t. 13, pp. 5-96, 95 figs.) [Quoted from the offprint.]
- Berchem, Max van: Notes d'archéologie arabe. Deuxième article. Toulounides et Fatimites (in *JA*, 1892, 8^e série, t. 19, pp. 377-407).
- *Matériaux pour un Corpus Inscriptionum Arabicarum*. Première partie. *Egypte*. Le Caire, 1894-1903. Mémoires de la Mission Archéol. Française, t. 19.
- Notes d'archéologie arabe. Troisième article. Etude sur les cuivres damasquinés et les verres émaillés (in *JA*, 1904, 10^e sér., t. 3, pp. 5-96, ill.).
- [and] Josef Strzygowski: *Amida*. Heidelberg, 1910.
- Berque, A.: *Art antique et art musulman*. Alger, 1930.
- Berthelot, Sabin: *Extrait du rapport fait à la Société de Géographie de Paris, à l'assemblée générale du 6 décembre, 1839*. Paris, 1840.
- Bibliothèque Nationale: see s.v. Paris.
- Boffito, Giuseppe: *Gli strumenti della scienza e la scienza degli strumenti*. Firenze, 1929.
- Bonelli, Maria Louisa: *Catalogo degli strumenti del Museo di Storia della Scienza*. Firenze, 1954.
- Un bellissimo museo fiorentino (in *Civiltà delle macchine*, 1955, anno III, pp. 76 f., ill.).
- see also Firenze.
- Brockelmann, Carl: *Geschichte der arabischen Litteratur*. 2nd ed. Leiden, 1943-1949.
- Brosselard, Charles: Les inscriptions arabes de Tlemcen (in *Revue Afric.*, 1858, 3^e ann., pp. 81-94; 1859, pp. 161-172, 241-248, 321-340, 401-419; 4^e an., pp. 1-17, 81-93; 1860, pp. 161-174, 241-258, 321-331).
- [Brussels:] Société Belge d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du Globe. *Exposition d'instruments scientifiques et de documents anciens et modernes organisée à l'occasion du 50^e anniversaire de la fondation de la Société*. Catalogue. Bruxelles, Musées Royaux d'Art et d'Histoire, 27 octobre-30 novembre, 1945.
- Caldo, Lorenzo: *Astrolabi del Museo Nazionale di Palermo*, Palermo, 1936. Pubbl. dell' Osservatorio astronomico di Palermo. Memorie, No. 65. Reprinted in *Coelum*, June 1938, vol. 8, pp. 101-108, 8 figs.

- Calvert, Albert F.: *Toledo, an historical and descriptive account of the " City of Generations "*. London, 1907.
- [Cambridge:] University of Cambridge. History of Science Lectures Committee. *A Guide to the Historic Scientific Instruments in the Whipple Museum of the History of Science*. Cambridge, 1949.
- Casanova, Paul: Une sphère céleste de l'an 684 de l'Hégire (in *Mémoires de la Mission Archéologique Française du Caire*, 1892, t. 6, pp. 313-330, 1 pl.).
- Histoire et description de la Citadelle du Caire (*ibid.*, 1894, t. 6, pp. 509-781, 19 pls.).
- La montre du Sultan Noûr ad dîn (554 de l'Hégire = 1159-1160) (in *Syria*, 1923, t. 4, pp. 282-299, 4 figs., pls. XLV-XLVII).
- Casiri, Michael: *Bibliotheca Arabico-Hispana Escorialensis*. Matriti, 1760-1770.
- Catalogues: see Athens, Brussels, Cambridge, Florence, London, Oxford, Paris.
- Chapuis, Alfred, et Edouard Gélis: *Le monde des automates. Etude historique et technique*. Paris, 1928.
- [et] Edmond Droz: *Les automates, figures artificielles d'hommes et d'animaux. Histoire et technique*. Neuchâtel, 1949.
- Chardin, Jean: *Voyages... en Perse et autres lieux de l'Orient...* éd. L. Langlès. Paris, 1811.
- Cheikho, Louis: Kitâb al-'amal bi-l-aşturlâb li-'Alî b. 'Îsâ (in *Al-Machriq*, 1913, t. 16, pp. 30-46).
- Christie, A. H.: Islamic minor arts and their influence upon European work (in Sir Thomas Arnold and Alfred Guillaume, *The Legacy of Islam*, 1931, pp. 108-151, ill.)
- CIA: see van Berchem.
- Colin, Georges S.: Un juif marocain du XIV^e siècle constructeur d'astrolabe (in *Hespéris*, 1936, t. 22, pp. 183 f.)
- Collangettes, Maurice: 'Ilm an-nujûm 'alâ 'ahd al-khulafâ' (in *Al-Machriq*, 1900, t. 3, pp. 674-680, 832-839, 982-986, 1119-1127, ill.)
- Combe, Etienne: Cinq cuivres musulmans des XIII^e, XIV^e et XV^e siècles de la collection Benachi (in *BIFAO*, 1931, t. 30, pp. 49-58).

- , Jean Sauvaget et Gaston Wiet: *Répertoire chronologique d'épigraphie arabe*. Le Caire, 1931-54. [Quoted as *Rép.*]
- Corsini: see Florence.
- Coster, E. [und] E. Gerland: *Beschreibung der Sammlung astronomischer, geodätischer und physikalischer Apparate im Königl. Museum zu Cassel*. Cassel, 1878, p. 20, No. 50.
- Cowper, H. Swainson: *Through Turkish Arabia. A Journey from the Mediterranean to Bombay by the Euphrates and Tigris Valleys and the Persian Gulf*. London, 1894.
- Creswell, K. A. C.: A bibliography of Islamic astrolabes (in *Bull. of the Fac. of Arts, Fouad I Univ.*, Cairo, Dec. 1947, vol. 9, pp. 1-15).
- Davis, Charles Percy: Muhammedan metal work (in *Bulletin of the City Art Museum of St. Louis*, Oct. 1926, vol. 11, pp. 50-53, ill.)
- , Frank: Early scientific instruments (in *The Illustrated London News*, 29th May, 1954, p. 294, 4 figs.)
- Day, Florence E.: A Review of "The Ceramic Art in Islamic Times. B. Dated Faience" (in *Ars Islamica*, 1941, vol. 8, pp. 49-58, ill.)
- Delambre, Jean-Bapt.: *Histoire de l'astronomie du moyen âge*. Paris, 1819.
- Devonshire, Mrs. R. L.: Some Moslem objects in the Benachi collection (in *Burlington Magazine*, Oct. 1928, vol. 53, pp. 189-196, 3 pls.)
- Dimand, Maurice S.: Dated specimens of Mohammedan art in the Metropolitan Museum of Art—Part I (in *Metropolitan Museum Studies*, 1928-1929, 1 pp. 99-113, 15 figs.)
- Donaldson, Dwight M.: The nomenclature and common uses of the astrolabe (in *Islamic Culture*, 1945, vol. 19, pp. 49-53, 5 figs.)
- Dorn, Bernhard: Description of the celestial globe belonging to Major-General Sir John Malcolm . . . deposited in the Museum of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland (in *Transactions of the Royal Asiatic Society*, 1830 vol. 2, pp. 371-392, 2 pls.)
- *Drei in der kaiserlichen öffentlichen Bibliothek zu St. Petersburg befindliche astronomische Instrumente mit arabischen Inschriften*. St. Petersburg, 1865 *Mémoires de l'Académie Imp. des Sciences de St. Pétersbourg*, 7^e sér., t. 9 No. 1.

- Drechsler, Adolph: Mittheilungen über die Sammlung des Königl. mathematisch-physicalischen Salons zu Dresden, nebst cultur-historischen Bemerkungen (in *Bull. de la Soc. Imp. des Naturalistes de Moscou*, 1872, t. 46, pp. 396-425). Reprinted: Dresden, 1873, pp. 25-27.
- *Der arabische Himmels-Globus angefertigt 1279 zu Maragha von Muhammed bin Muwajid Elardhi zugehörig dem Königl. mathematisch-physikalischen Salon zu Dresden*. Dresden, 1873; 2nd ed., Dresden, 1922.
- *Katalog der Sammlung des Kgl. Mathematisch-Physikalischen Salons zu Dresden*.
- Elisséeff, Nikita: La titulature de Nûr ad-dîn d'après ses inscriptions (in *Bulletin d'Etudes Orientales*, 1952-54, t. 14, pp. 155-196).
- Engelmann, Max: *Sammlung Mensing. Altwissenschaftliche Instrumente. Katalog*. Amsterdam, 1924.
- Evans, Lewis: Some European and Oriental Astrolabes (in *The Archaeological Journal*, 1911, vol. 68, pp. 221-30 and pls. I-XI).
- Fiorini, Matteo: Le sfere cosmografiche e specialmente le sfere terrestri (in *Boll. della Soc. geogr. ital.*, 1893, pp. 862-888; 1894, pp. 121-132, 271-281, 331-349, 415-435). German version:
- *Erd- und Himmelsgloben, ihre Geschichte und Konstruktion*, frei bearbeitet von Siegmund Günther. Leipzig, 1895. Pp. 13-17: Arabische Himmelsgloben. [Quoted as Fiorini-Günther.]
- *Sfere terrestri e celesti di autore italiano oppure fatte o conservate in Italia*. Roma, 1899. Cap. II, pp. 27-37: Sfere celesti arabiche.
- [Florence] 1^a *Esposizione nazionale di storia delle scienze* (Firenze, Maggio-Ottobre 1929). *Catalogo con aggiornamenti*. Firenze, Istituto e Museo di storia delle scienze, 1952. Edited by Maria Luisa Bonelli, with a preface by Andrea Corsini.
- see also Bonelli.
- Fox, Philip: The Adler Planetarium and Astronomical Museum of Chicago. [Part II.] The Astronomical Museum (in *Popular Astronomy*, 1932, vol. 40, pp. 321-351, figs. 1-28).
- *Adler Planetarium and Astronomical Museum. An account of the Optical Planetarium and a Brief Guide to the Museum*. Chicago, 1933.

- Fraehn, C. M.: Astrolabii Norimbergensis saec. XIII p. C. n. inscriptio cufica novis post Tychsenium curis tractata (in *Mémoires de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg*, 1822, t. 8, pp. 569-571). Reprinted in his *Antiquitatis Muhammedanae Monumenta Varia*, Particula II, 1822, pp. 73-75.
- Inscriptionis cuficae pallii imperatorum Germanicorum inauguralis interpretandae specilegium (in his *Antiquitatis Muhammedanae Monumenta Varia*, Particula II, 1822, pp. 35-48).
- Franks, Augustus Wollaston: [Note on an astrolabe with Arabic inscriptions] (in *Proceedings of the Society of Antiquaries of London*, 1864, 2nd ser., vol. 3, p. 27).
- Instruments in the British Museum. List of astrolabes, quadrants, sun dials and other scientific instruments in the Department of British and Mediaeval Antiquities, British Museum, brought together for the International Geographical Congress 1895 (in *Report of the Sixth International Geographical Congress, held in London, 1895*, London 1896, Appendix B, pp. 182-190). [Quoted as Franks, "Instruments", 1896.]
- GAL: see Brockelmann.
- García Franco, Salvador: *Catálogo crítico de astrolabios existentes en España*. Madrid, 1945.
- *Historia del arte y ciencia de navegar*. Madrid, 1947.
- Los astrolabios de la Real Academia de la Historia (in *Boletín de la Real Academia de la Historia*, Madrid, 1955, t. 136, pp. 297-311, 6 figs.)
- Gunther, Robert T.: *Catalogue of a loan exhibition of early scientific instruments in Oxford*. Oxford, 1919.
- *Early science in Oxford*. Vol. II. Astronomy. Oxford, 1923. Pp. 188-99: Oriental Astrolabes.
- *Historic instruments for the advancement of science. A handbook to the Oxford collections prepared for the opening of the Lewis Evans collection on May 5, 1925*. Oxford, 1925.
- *The Astrolabes of the World*. Oxford, 1932. [Quoted by name of author only.]
- *The Old Ashmolean. The oldest museum for the history of the natural sciences and medicine*. Oxford, 1933. Revised edition of *Historic Instruments*, 1925.
- *Handbook of the Museum of the History of Science in the Old Ashmolean Building Oxford*. Oxford, 1935. New edition of *The Old Ashmolean*, 1933.

- *Catalogue of a loan exhibition of historic scientific apparatus in Cambridge. Arranged under the auspices of the Cambridge Philosophical Society in the East Room of the Old Schools.* 8-23 June 1936. Cambridge, 1936.
- *Early science in Cambridge.* Oxford, 1937.
- Günther, Siegmund: see Fiorini.
- Haack, H.: *Studien am Globus.* Gotha, 1915.
- Häjjī Khalīfa: *Lexicon bibliographicum et encyclopaedicum*, ed. G. Flügel. Leipzig, 1835-1858.
- Harari, Ralph: Metalwork after the early Islamic period (in A. U. Pope's *Survey of Persian Art*, 1939, vol. 3, pp. 2466-2529, figs. 806-843; vol. 6, pls. 1276-1396).
- Hartmann, Anton Theodor: *Oluf Gerhard Tychsen oder Wanderungen durch die mannigfaltigsten Gebiete der biblisch-asiatischen Literatur.* Bremen, 1818-1820.
- Hartner, Willy: The Principle and use of the astrolabe (in A. U. Pope's *Survey of Persian Art*, 1939, vol. 3, pp. 2530-2554, figs. 844-852, vol. 6, pls. 1397-1404).
- The astronomical instruments of Cha-ma-lu-ting, their identification, and their relations to the instruments of the Observatory of Marāgha (in *Isis*, 1950, vol. 41, pp. 184-194).
- Hauteceur, Louis et Gaston Wiet: *Les Mosquées du Caire.* Paris, 1932.
- Herz Bey, Max: *Catalogue raisonné des monuments exposés dans le Musée National de l'art arabe.* Deuxième édition. Le Caire, 1906.
- Hindenburg, Karl Friedrich: Aus einem Schreiben . . . an Hrn Bernoulli (in *Astron. Jahrbuch f. d. Jahr 1785*, publ. 1782, pp. 235 f.)
- Hitti, Philip K., Nabih Amin Faris, Buṭrus 'Abd al-Malik: *Descriptive catalog of the Garrett collection of Arabic manuscripts in the Princeton University Library.* Princeton, 1938.
- Holloway, H. Maxson: Checklist of the Samuel Verplanck Hoffman collection of astrolabes and sundials (in *Annual Report of the New-York Historical Society for the year 1945*, New York 1946, pp. 62-71, ill.)
- Hourticq, Louis: *Encyclopédie des beaux-arts.* Paris, 1925.
- Houzeau, J. C., et A. Lancaster: *Bibliographie générale de l'astronomie.* Bruxelles, 1882-1889.

- Huggins, Margaret Lindsay: *The Astrolabe. A summary* (in *Astronomy and Astrophysics*, 1894, vol. 13, pp. 793-802).
- Ibn al-Abbâr: *At-takmila li-kitâb aş-şila*, ed. F. Codera y Zaidin. Madrid, 1887-89. Bibliotheca Arabico-Hispana, tt. 5, 6.
- Ibn Abi Uşaiḇi'a: '*Uyûn al-inbâ'*', ed. A. Müller. Cairo-Königsberg i. Pr., 1882-84.
- Ibn Ḥajar al-'Asqalânî: *Ad-durar al-kâmina*. Hyderabad, 1348-1350.
- Ibn Iyâs: *Badâ'i' az-zuhûr*, Bûlâq, 1312 (1894); ed. M. Sobernheim, P. Kahle and M. Mostafa, Leipzig, 1931-45; ed. M. Mostafa, Cairo, 1951.
- Ibn Jubair: *Travels*, ed. M. J. de Goeje. Leyden, 1907. E. J. W. Gibb Memorial Series, vol. 5.
- Ibn al-Khaṭīb: *Al-ihâṭa fî akhbâr Gharnâṭa*. Cairo 1319 (1901).
- Ibn an-Nadīm: *Kitâb al-fihrist*, ed. G. Flügel. Leipzig 1871-72.
- Ibn al-Qifṭî: *Ta'riḫ al-ḥukamâ'*, ed. J. Lippert. Leipzig, 1903.
- Ibn Taghribirdî: *An-Nujûm az-zâhira*, ed. W. Popper. Berkeley, 1909-1936.
- *Al-Manhal aş-Şafi'*, abbr. transl. by G. Wiet. Cairo, 1932. Mémoires présentés à l'Institut d'Égypte. T. 19.
- Ibn al-Wardî: *Ta'riḫ*. Cairo. 1285 (1868).
- Ideler, Ludewig: *Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen*. Berlin, 1809.
- Al-Jabartî, 'Abd ar-Raḥmân: '*Ajâ'ib al-âthâr fî tarâjim al-akhbâr*'. Bûlâq, 1880.
- Janér, Florencio: El astrolabio de Felipe II conservado en el Museo Arqueológico Nacional (in *Museo Español de Antigüedades*, 1874, t. 3, pp. 557-564, 1 pl.).
- Jaznâ'î: see 'Alî.
- Jomard, Edmé François: *Les Monuments de la Géographie, ou Recueil d'anciennes cartes européennes et orientales, accompagnées de sphères terrestres et célestes, de mappemondes et tables cosmographiques, d'astrolabes et autres instruments d'observation, depuis les temps les plus reculés jusqu'à l'époque d'Ortelius et de Gérard Mercator, publiés en fac-similé de la grandeur des originaux*. Paris, 1854.
- Josten, C. H.: *Scientific instruments (13th-19th century). The collection of J. A. Billmeir Esq.* London, 1954, 2nd ed., 1955.

- A notable private collection. XVI: the collection of J. A. Billmeir, Esquire. Scientific instruments from the thirteenth to the nineteenth century (in *Connoisseur*, Oct. 1954, pp. 85-91, ill.)
- Karabacek, Joseph v.: Ein römischer Cameo aus dem Schatze der Aijübiden-Sultane in Hamâh (in *Sitzungsberichte d. Akademie d. Wiss.*, Wien, Phil. hist. Classe, 1893, Bd. 129, V. Abh.)
- Die Involutio im arabischen Schriftwesen (*ibid.*, 1896, Bd. 135, V. Abh.)
- Karî-Niyazov, T. N.: *Astronomitcheskaya shkola Ulugbeka*. Moscow-Leningrad, 1950.
- Kaye, G. R.: *The Astronomical Observatories of Jai Singh*. Calcutta, 1918. Archaeological Survey of India, New Imperial Series, vol. 40.
- *A Guide to the Old Observatories at Delhi; Jaipur; Ujjain; Benares*. Calcutta, 1920.
- Khanykov, Nicolas de: Lettre . . . à M. Dorn (in *Bulletin de la Classe historico-philologique de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg*, 1855, t. 12, cols. 161-176). Reprinted in *Mélanges Asiatiques*, 1856, t. 2, pp. 437-456.
- Extrait d'une lettre à M. Dorn (*ibid.*, 1856, t. 13, cols. 177-179).
- Kharegat, Muncherji Pestonji: *Astrolabes*, edited by Dinshaw D. Kapadia. Bombay, 1950. M. P. Kharegat Memorial Volume II.
- Klüber, Harald v.: Über einen arabischen Himmelsglobus aus Indien (in *Baessler Archiv*, 1935, Bd. 18, pp. 1-21, 14 figs.)
- Kratchkovskaya, Vera A.: Epigrafika na arabskom yazike v Rossii do 1850-kh gg. (in *Sov. Vostokovedyeniye*, 1949, t. 6, pp. 271-301).
- Kržiž, August: Beschreibung, wissenschaftliche Zergliederung und Gebrauchsweise des persisch-arabischen Astrolabium's (in *Archiv d. Mathematik und Physik*, 1866, Theil 45, pp. 289-315, pls. II-V).
- Das persisch-arabische Astrolabium des Abdul Aimeh (in *Das Weltall*, 1905, Bd. 5, pp. 121 f., 144 f.)
- Kühnel, Ernst: Ausstellung von Meisterwerken mohammedanischer Kunst in München (Mai bis Oktober 1910) (in *Der Islam*, 1910, pp. 183-194, 369-384).
- Der arabische Globus im Mathematisch-Physikalischen Salon zu Dresden (in *Mitt. aus d. Sächs. Kunstsammlungen*, 1911, Jgg. 2, pp. 16-23, 3 figs.)
- Zwei Mosulbronzen und ihr Meister (in *Jahrbuch d. Preuss. Kunstsammlungen*, 1939, Bd. 60, pp. 1-20, 15 figs., 2 pls.)

- Neuerwerbungen an islamischem Gerät (in *Berliner Museen*, 1943, Jgg. 64, pp. 27-34, 16 figs.)
- Lambert, Elie: *Tolède*. Paris, 1925.
- Lane-Poole, Stanley: *The Art of the Saracens in Egypt*. London, 1886.
- *Saladin and the Fall of the Kingdom of Jerusalem*. London, 1898; 2nd ed., 1926.
- Lasinio, Fausto: Globo celeste arabico in Firenze (in *Boll. Ital. degli studii orient.*, 1877, t. I, pp. 307-309).
- Lavoix, Henri: La Galerie orientale du Trocadéro (in *Gazette des Beaux-Arts*, 1878, 2^e pér., t. 18, pp. 769-791, ill.)
- La Collection Albert Goupil, II. L'art oriental (*ibid.*, 1885, 2^e pér., t. 32, pp. 287-307, ill.)
- Le Bon, Gustave: *La civilisation des Arabes*. Paris, 1884.
- Lee, Samuel: Notice of the astronomical tables of Mohamed Abibeker Al Farsi (in *Transactions of the Cambridge Philosophical Society*, 1822, vol. I, pp. 249-265).
- Lévi-Provençal, Evariste: *Inscriptions arabes d'Espagne*. Paris, 1931.
- Liège: see Michel.
- [London:] *Catalogue of the Exhibition of Persian Art*. London 1931.
- Lōytved, J. H.: *Konia. Inschriften der seldschukischen Bauten*. Berlin, 1907.
- Maggs Bros.: *Bibliotheca Nautica*. London, 1938.
- Maitrot de la Motte, A.: Un astrolabe Shakaziyi (in *Bull. de la Société de Géographie d'Alger et de l'Afrique du Nord*, 1940, XLV, pp. 108-132, 14 figs.)
- Al-Maqqari: *Analectes sur l'histoire et la littérature des Arabes d'Espagne*, ed. R. Dozy, G. Dugat, L. Krehl, W. Wright. Leiden, 1855-1861.
- Al-Maqrizî: *As-Sulûk li-ma'rifat duwal al-mulûk*, ed. M. Mustafa Ziada. Cairo 1934-1942.
-
- Marçais, Georges: *L'Exposition d'art musulman d'Alger, avril 1905*. Paris, 1906.
- , William: Six inscriptions arabes du Musée de Tlemcen (in *Bulletin archéologique*, 1902, pp. 538-551).
- , William et Georges: *Les Monuments arabes de Tlemcen*. Paris, 1903.

Meisterwerke: see Sarre und Martin.

Mensing collection: see Engelmann.

[Mercator:] *Catalogue de la collection Mercator. Instruments de mathématiques anciennes*. Paris 1928.

Meucci, Ferdinando: Extract from a letter received by Mr. Ranyard (in *Monthly Notices of the R. Astron. Soc.*, London, 1877, vol. 37, p. 426).

— *Il globo celeste arabico del secolo XI esistente nel Gabinetto degli strumenti antichi di astronomia, di fisica e di matematica del R. Istituto di Studi Superiori*. Firenze, 1878.

Meyerhof, Max: Eine islamische Kunstaussstellung in Alexandrien (in *Der Islam*, 1927, Bd. 16, pp. 151-153).

— Science and medicine (in Sir Thomas Arnold and Alfred Guillaume, *The Legacy of Islam*, 1931, pp. 311-355, ill.)

Michel, Henri: Description d'un astrolabe persan construit par Muhammad-Mehdi (in *Ciel et Terre*, 1936, 52^e année, pp. 163-172, 205-209, figs. 1-4 and 1 unnumbered).

— *Exposition internationale de la technique de l'eau — Liège, 1939. Historique de la construction navale et de la navigation* (Premières sections des classes 18 et 19). Liège 1939. Quatrième partie. Les instruments anciens de mathématiques, astronomie et navigation, pp. 51-72.

— *Introduction à l'étude d'une collection d'instruments anciens de mathématiques*. Anvers, 1939.

— Méthodes de tracé et d'exécution des astrolabes persans (in *Ciel et Terre*, 1941, 57^e année, pp. 481-496).

— *Traité de l'astrolabe*. Préface de Ernest Esclangon. Paris, 1947.

— Un service de l'heure millénaire (in *Ciel et Terre*, 1952, 68^e an., pp. 175-179, ill.)

— *Catalogue des cadrans solaires du Musée de la Vie Wallonne. 2^e partie. Cadrans de jardin*. Liège 1953.

— see also Brussels.

Mieli, Aldo: *La science arabe et son rôle dans l'évolution scientifique mondiale*. Leiden 1938.

- *Panorama general de historia de la ciencia*. Vol. II. *La época medieval. El mundo islámico y occidente cristiano*. Seg. ed., Buenos Aires, 1952.
- Migeon, Gaston: *L'Orient musulman*. Paris 1922.
- *Manuel d'art musulman*. 2^e éd. Paris, 1927.
- Millás Vallicrosa, José Maria: *Assaig d'història de les idees físiques i matemàtiques a la Catalunya medieval*. I. Barcelona, 1931. Estudis Universitaris Catalans. Sèrie Monogràfica. I.
- La introducción del cuadrante con cursor en Europa (in *Isis*, 1932, vol. 17, pp. 218-258, pls. 11-16).
- Estudios sobre Azarquiel, el Tratado de la Azafea (in *Archeion*, 1932, t. 14, pp. 392-419 (= *Anales de la Universidad de Madrid*, 1932, t. I, pp. 23-55).
- *Don Profeít Tibbon. Tractat de l'assafea d'Azarquiel*. Barcelona, 1933.
- *Estudios sobre Azarquiel*. Madrid-Granada, 1943-1950.
- Un ejemplar de azafea árabe de Azarquiel (in *Al-Andalus*, 1944, vol. 9, pp. 111-119, pls. 3-4, and *ib.*, 1945, vol. 10, p. 253).
- Tres instrumentos astronómicos árabes de los museos de Tetuán y Madrid (in *Al-Andalus*, 1947, vol. 12, pp. 49-64, pls. 1-4, ill.).
- *Estudios sobre historia de la ciencia española*. Barcelona, 1949.
- Montet, Edouard: Maison aux treize coupes à Fez (in *Bull. de la Soc. de géogr d'Alger et de l'Afrique du Nord*, 1923, pp. 182-185, ill.).
- Morancé Album*: see Alexandria.
- Morley, William H.: *Description of a planispheric astrolabe, constructed for Shāh Sultān Husain Safawī, King of Persia, and now preserved in the British Museum, comprising an account of the astrolabe generally, with notes illustrative and explanatory: to which are added, concise notices of twelve other astrolabes, Eastern and European, hitherto undescribed*. London, 1856.
- Description of an Arabic quadrant (in *JRAS*, 1860, vol. 17, pp. 322-330 2 plates).
- Mortillaro, Vincenzo: *Illustrazione di un astrolabio arabo-siculo*. Palermo, 1848.
- Illustrazione di un astrolabio arabo del nono secolo (in *Opere*, vol. 4, 1848 pp. 110-135, 2 pls.).

- Murr, Christian Gottlieb v.: *Memorabilia bibliothecarum publicarum Norimbergensium et Universitatis Altdorfinae*. Norimbergae, 1786-1788.
- Forsetzung der ausführlichen Beschreibung der Reichsinsignien (in *Journal für Kunstgeschichte und Litteratur*, 1787, Th. 15, pp. 129-384).
- *Inscriptio arabica litteris cuficis auro textili picta in infima fimbria pallii imperialis, Panormi A.C. 1133 confecti, inter S.R. Imp. Germ. klinodia Norimbergae adservati delineata et explicata*. Norimbergae, 1790.
- *Astrolabium cufico-arabicum quod observatur in Bibliotheca publica Norimbergensi, cum bibliotheca scriptorum de astrolabiis*. Lipsiae, 1806.
- Musée Rétrospectif*: see Paris.
- Nallino, Carlo Alfonso: Asturlâb, *EI*, Engl. ed. I, pp. 501-502.
- Astrolabio (in *Enciclopedia Italiana*, 1930, t. 5, pp. 96 f., pls. XIX f., 1 fig.)
- Needham, Joseph: *Science and civilisation in China...* with the assistance of Wang Ling. Vol. I. Cambridge, 1954.
- Osipov, M.: Astrolabiya planisfera ili persidsko-arabskaya astrolabiya (in *Protokoli zasyedaniy i soobshcheniya chlenov Turkestanskavo kruzhka lyubiteley arkheologii*, Tashkent, 1910, 14th year, pp. 114-132, 1 pl., 16 figs.)
- [Oxford]: *Brief guide to the Museum of the History of Science*. Oxford, 1949.
- Padmakara Dube: Astrolabes in the State Library, Rampur (in *Journal of the United Provinces Hist. Soc.*, 1928, vol. 4, pp. 1-11, pls. I-VII).
- [Paris:] *Bibliothèque Nationale. Notice des objets exposés dans la section de géographie*. Paris, 1889.
- [—] *Musée rétrospectif de la classe 15. Instruments de précision à l'Exposition universelle internationale de 1900 à Paris. Rapport du Comité d'installation*. Paris, 1900.
- [—] *Exposition des instruments et outils d'autrefois. Mars-avril 1936. Musée des Arts décoratifs, Palais du Louvre — Pavillon de Marsan*, Paris, 1936.
- Péretié, A.: Les medrasas de Fès (in *Archives Marocaines*, 1912, t. 18, pp. 257-372, ill.)
- Pope, Arthur Upham: *A Survey of Persian art from prehistoric times to the present*. Oxford, 1938-1939. [Quoted usually as *Survey* only.]

- Price, Derek J.: A collection of armillary spheres and other antique scientific instruments (in *Annals of Science*, 1954, vol. 10, pp. 172-187, pls. IV-VII).
- An international checklist of astrolabes (in *Archives internationales d'histoire des sciences*, 1955, 8^e année, pp. 243-263, 363-381).
- Al-Qalqashandî: *Subḥ al-a'shâ*. Cairo, 1913-1919.
- Rehatsek, E.: The Labours of the Arab astronomers, and their instruments, with the description of an astrolabe in the Mulla Firuz Library (in *Journ. Bombay Branch, Royal Asiatic Society*, 1875, publ. 1876, vol. 11, pp. 311-330, 11 figs).
- Reich, S., et G. Wiet: Un astrolabe syrien du XIV^e siècle (in *BIFAO*, 1939, vol. 38 pp. 195-202, ill., pl. XXIII).
- Remeis, Carl: Die älteste arabische Himmelskugel (in *Sirius*, 1879, Bd. 12, N.F. Bd. 7, pp. 62-65).
- Remondini, Pier Costantino: Intorno all' astrolabio arabico posseduto dalla Società Ligure di Storia Patria di Genova (in *Atti del IV. Congresso Internazionale degli Orientalisti*, 1878, Firenze, 1880, vol. I, pp. 403-431, 1 pl.)
- Renaud, H. P. J.: Additions et corrections à Suter (in *Isis*, 1932, vol. 18, pp. 166-183)
- Notes critiques d'histoire des sciences chez les Musulmans. I. Les Ibn Bâṣ (in *Hespéris*, 1937, t. 24, pp. 1-12); III. Astronomie et astrologie marocaine (*ibid.*, 1942, t. 29, pp. 41-63, 2 figs.)
- Sur une tablette d'astrolabe appartenant à M. H. Terrasse (in *Hespéris*, 1939 t. 26, pp. 157-169, 3 pls., 1 fig.)
- Quelques constructeurs d'astrolabes en Occident musulman (in *Isis*, 1942 vol. 34, pp. 20-23).
- Rép.: see Combe, Sauvaget et Wiet.
- Repsold, Johann A.: *Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge von Purbach bis Reichenbach 1450 bis 1830*. Leipzig, 1908. Pp. 6-12: Die Messwerkzeuge der Araber.
- Rey, Emmanuel Guillaume: *Les Colonies franques de Syrie aux XII^{me} et XIII^{me} siècles*. Paris 1883.
- Rey-Pailhade, Joseph de: Sur un astrolabe arabe de l'an 613 de l'hégire (in *Bull. de géographie historique et descriptive*, année 1890, pp. 217 f.)
- [Note sur deux anciens instruments d'astronomie] (in *Bulletin de la Société Archéol. du Midi*, 1890, pp. 52 f.)

- [Recherches sur les inscriptions gravées sur l'astrolabe arabe de la Société Archéologique] (*ibid.*, 1891, pp. 27).
- [Note sur la comparaison de l'astrolabe du XVI^e siècle, qui appartient à la Société, avec un autre astrolabe fait à la même époque à Séville] (*ibid.*, 1891, pp. 60 f.)
- see also Sauvaire.
- Ricard, Prosper: L'horloge de la Médersa Bou-Anania de Fès (in *Bull. de la Soc. de Géogr. d'Alger et de l'Afrique du Nord*, 1924, pp. 248-254, 2 figs.)
- *Maroc*. 7^e éd. Paris 1950. Les Guides Bleus.
- Rice, D. S.: Studies in Islamic metal work—III (in *Bull. of the School of Oriental and African Studies, University of London*, 1953, vol. 15, pp. 229-238, figs. 1-4, pls. I-VIII).
- Roberts-Austen, W. Chandler: Alloys. Cantor Lectures. IV (in *Journal of the Society of Arts*, 1893, vol. 41, pp. 1006-1019 and 1022-1030).
- see also Wingham.
- Rhode, Alfred: *Die Geschichte der wissenschaftlichen Instrumente*. Leipzig, 1923.
- Roncière, Charles de la: *La découverte de l'Afrique au moyen âge*. Tome I. *L'Intérieur du Continent*. Le Caire, 1924 (on the cover 1925).
- [Roussel:] *Catalogue des objets d'art... composant la collection de feu M. Roussel*. [Paris] Hôtel Drouot, 13-15 mars 1911.
- Ruiz Orsatti, Ricardo: La astronomia entre los árabes (in *Mauritania*, 1940, año 13, pp. 27-30, ill.)
- Ryckmans, G., et Fernand Moreau: Un gnomon arabe du XIV^e siècle (in *Muséon*, 1926, t. 39, pp. 33-40, 1 pl.)
- Saavedra, Eduardo: Astrolabios árabes que se conservan en el Museo Arqueológico Nacional, en la Biblioteca de Palacio y en collecciones particulares (in *Museo Español de Antigüedades*, 1875, t. 6, pp. 395-414, 1 pl.)
- Şabri, Aḥmad Mukhtâr: Al-aşṭurlâb 'inda-l-'Arab (in *Muḥâḍarât Ibn al-Haitham*, Cairo, Univ. Fu'ad I, Fac. Polytechnique, 1947).
- Sacy, Silvestre de: *Relation de l'Égypte* par Abd-allatif. Paris, 1810.
- aş-Şafadî: *Nakt al-himyan*, ed. Ahmed Zeki. Cairo, 1911.

- Salīm, Maḥmūd Rizq: *ʿAṣr salaṭīn al-Mamālīk*. Cairo, 1952.
- Salinas, Antonino: *Breve guida del Museo Nazionale di Palermo*. 3a ed., Palermo, 1901.
- Sánchez-Pérez, José: *Biografías de matemáticos árabes que florecieron en España*. Madrid, 1921.
- Sarre, Friedrich: *Sammlung F. Sarre. Erzeugnisse islamischer Kunst*. Teil I. *Metall*. Berlin, 1906.
- und F. R. Martin: *Die Ausstellung von Meisterwerken muhammedanischer Kunst in München 1910*. München, 1912.
- Sarrus, Frédéric: Description d'un astrolabe construit à Maroc en l'an 1208 (in *Mémoires de la Société du Muséum d'histoire nat. de Strasbourg*, 1853, t. 4, pp. 1-32, pls. 1-6).
- Sarton, George: *Introduction to the history of science*. Washington, 1927-1948.
- Sauvaget: see Combe.
- Sauvaire, Henri et Joseph de Rey-Pailhade: Sur une mère d'astrolabe arabe du XIII^e siècle (609 de l'hégire) portant un calendrier perpétuel avec correspondance musulmane et chrétienne. Traduction et interprétation (in *JA*, 1893, 9^e sér., t. 1, pp. 5-76, 185-231, 2 pls.).
- Schier, Karl H.: Bericht über den arabischen Himmelsglobus im Kgl. Sächs mathematischen Salon zu Dresden (in *Koner's Zeitschrift f. allgemeine Erdkunde*, 1864, N.F., Bd. 16, pp. 494-500).
Reprinted in his *Globus*, pp. 65-71.
- *Globus coelestis arabicus qui Dresdae in Regio Museo Mathematico asservatur Lipsiae*, 1865. Reprinted in:
- *Ciel et Enfer ou Description du globe céleste arabe qui est conservé au Musée mathématique royal de Dresde*. Dresden-Leipzig, 1866.
- Schio, Almerico da: Intorno a due strumenti astronomici antichi trovati in Valdagno (in *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, 1874-1875 serie 5, t. 1, pp. 1399-1402).
- Die due astrolabi in caratteri cufici occidentali trovati in Valdagno. Comunicazione seconda (in *Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti* 1879-1880, serie 5, t. 6, pp. 259-268).
- *Di due astrolabi in caratteri cufici occidentali trovati in Valdagno (Veneto)* Venezia, 1880.

- Sur deux astrolabes arabes (in *Atti del IV Congresso Internazionale degli Orientalisti* 1878, Firenze, 1880, vol. I, pp. 367-369).
- Schmalzl, Peter: *Zur Geschichte des Quadranten bei den Arabern*. München, 1929.
- Schmoranz, Gustav: *Old Oriental gilt and enamelled glass vessels*. Vienna and London, 1899.
- Sédillot, L. Am.: *Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes*. Paris, 1841. Mémoires présentés par divers savants à l'Académie royale des Inscriptions et Belles-Lettres, 1844, série I, tome I.
- *Supplément au Traité des instruments astronomiques des Arabes*. Paris, 1844, pp. 149-194.
- *Matériaux pour servir à l'histoire comparée des sciences mathématiques chez les Grecs et les Orientaux*. Paris, 1845-1849.
- Description d'un astrolabe construit par Abd-ul-Aïma, ingénieur et astronome persan (in *Annales de l'Observatoire Impérial de Paris, Mémoires*, 1868, t. 9, pp. 164-171).
- Seemann, Hugo J.: Die Instrumente der Sternwarte zu Marāgha nach den Mitteilungen von al 'Urđi (in *Sitzungsberichte der Physik. mediz. Soz. Erlangen*, 1928, Bd. 60, pp. 15-126, 44 figs.)
- Shadharāt: see 'Abd al-Ḥayy.
- Siddiqi, Abd us-Sattar: Construction of clocks and Islamic civilization (in *Islamic Culture*, 1927, vol. I, pp. 245-251).
- Smith, Rob. Murdoch: *Persian art*, 2nd ed., London, 1878.
- South Kensington: cf. Atchinson.
- Stevenson, Edward Luther: *Terrestrial and celestial globes, their history and construction*. New Haven, 1921.
- Survey: see Pope.
- Suter, Heinrich: Das Mathematiker-Verzeichnis im Fihrist (in *Zeitschrift f. Mathematik u. Physik*, 1892, Jgg. 37, Hist.-lit. Abt., Suppl. I, pp. 1-87).
- *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke*. Leipzig, 1900.
- Nachträge und Berichtigungen zu "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke" (in *Abhandlungen zur Geschichte der mathemat. Wiss.*, 1902, pp. 155-185).

as-Suyûtî: *Husn al-muḥādara*. Cairo, 1299.

Taylor, F. Sherwood: The Diffusion of Greek culture. IV. The Moslem carriers (in *The Geographical Magazine*, London, June 1946, vol. 19, pp. 64-72, ill.)
Reprinted in *The Root of Europe*, ed. by Michael Huxley, London, 1952
pp. 44-52, ill.

Tiesenhausen, V. G.: *Materiali dlya bibliografii musul'manskoy arkheologii*, ed. by
K. A. Inostrantsev and Ya. I. Smirnov. St. Petersburg, 1906, pp. 0263-0268

Ungerer, Alfred: *Les Horloges astronomiques et monumentales les plus remarquables
de l'antiquité jusqu'à nos jours*. Strasbourg, 1931.

Unver, Süheyl A.: *Fatih külliyesi ve zamanî ilim hayatı*. Istanbul, 1946.

— *Türk pozitif ilimler tarihinden bir bahis Ali Kuşci. Hayatı ve eserleri*. Istanbul
1948. Istanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi Monografileri. İlim tarihi kısm
Sayı 1.

— Sur les cadrans solaires horizontaux et verticaux en Turquie (in *Archive
internat. d'histoire des sciences*, 1954, pp. 254-266, 15 figs.)

Upton, Joseph M.: A manuscript of "The Book of the fixed stars" by 'Abī
ar-Raḥmān aṣ-Ṣūfī (in *Metropolitan Museum Studies*, 1932-33, vol. 4, pp. 179
197, 51 figs.).

Usher, Abbott Payson: *A History of mechanical inventions*. Revised ed. Cambridge
Mass., 1954.

Vallee, Léon: *Bibliothèque Nationale. Notice des documents exposés à la section de
cartes*. Paris, 1912.

Weibel, Adele Coulin: A Persian Astrolabe (in *Bulletin of the Detroit Institute of Arts*
1946, vol. 25, pp. 59-61, ill.)

Wiedemann, Eilhard [and] Fritz Hauser: *Über die Uhren im Bereich der islamische
Kultur*. Halle, 1915. Nova Acta. Abhandl. d. Kais. Leopold-Carolin. Deutsche
Akademie der Naturforscher. Bd. 100, Nr. 5.

— Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. III (in *Sitzungsberichte der
Physikal.-medizin. Sozietät*, Erlangen, 1905, t. 37, pp. 218-263).

— Beiträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. LXXIX. Ibn al-Schâtir, ein
arabischer Astronom aus dem 14. Jahrhundert (*ibid.*, 1928, Bd. 60, pp. 317-326).

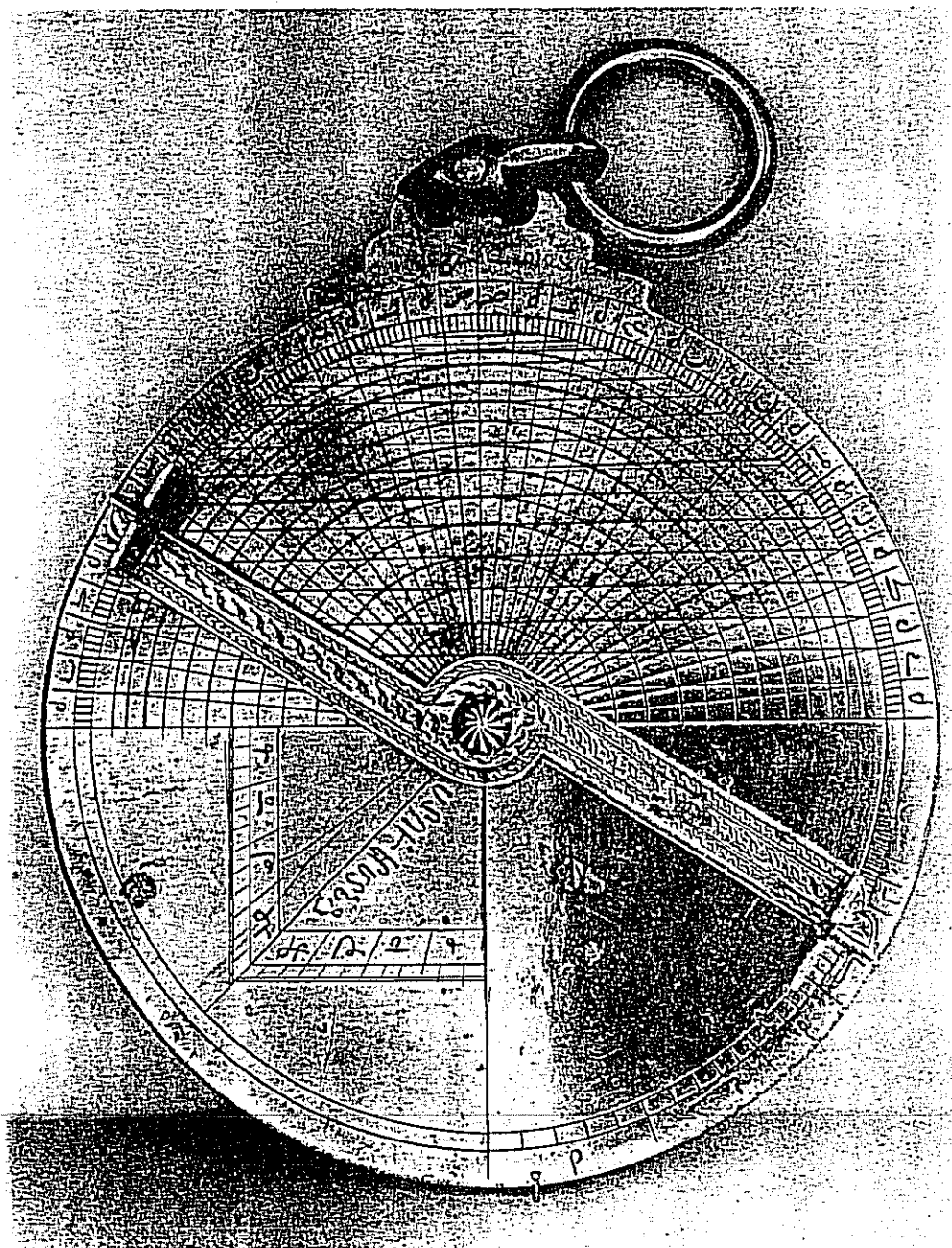
Wiet, Gaston: *Lampes et bouteilles en verre émaillé*. Le Caire, 1929. Catalogue général
du Musée Arabe.

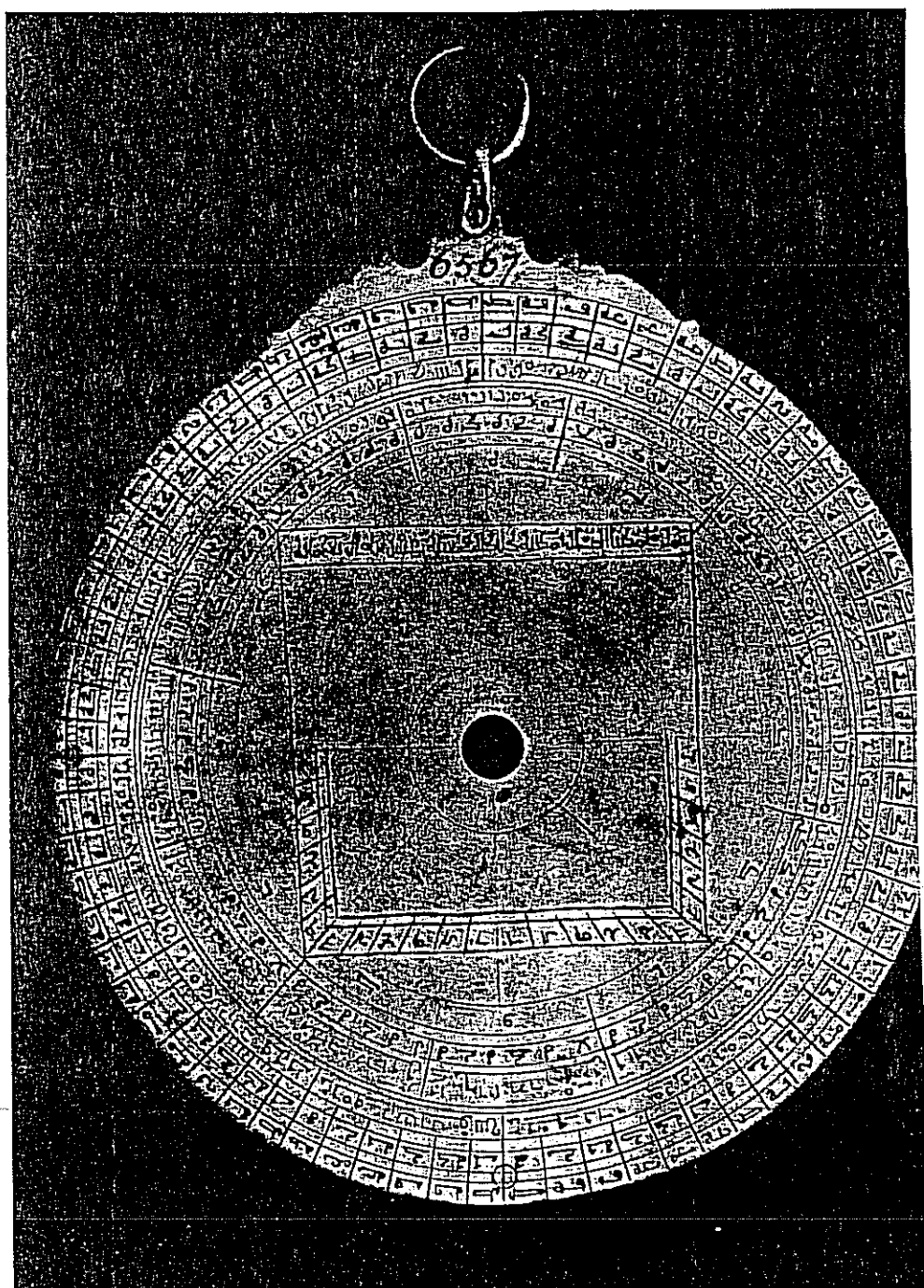
- *Matériaux pour un Corpus Inscriptionum Arabicarum*. Première partie. *Egypte*. Le Caire, 1930. Mémoires de l'Institut Français d'Archéologie Orientale, t. 25.
- *Les objets mobiliers en cuivre et en bronze à inscriptions historiques*. Le Caire, 1932. Catalogue général du Musée Arabe. [Quoted as *Cuivres*.]
- L'exposition d'art persan à Londres (in *Syria*, 1932, pp. 65-93, 196-212, pls. XIX-XXIV, XLIV f.)
- *L'Exposition persane de 1931*. Le Caire, 1933.
- *L'Épigraphie arabe de l'Exposition d'art persan du Caire*. Le Caire, 1935. Mémoires présentés à l'Institut d'Égypte, t. 26.
- *L'exposition d'art persan*. Le Caire, 1935.
- see also Combe, Hauteccœur, Reich.
- Wilber, Donald A.: *The Architecture of Islamic Iran. The Il Khanid Period*. Princeton, 1955.
- Williamson, G. C.: Early scientific instruments (in *Connoisseur*, 1920, vol. 56, pp. 227-230, ill.)
- Wingham, Arthur: *Report on the analysis of various examples of Oriental metal-work, &c., in the South Kensington Museum and other collections, made under the direction of . . . W. C. Roberts-Austen . . .* London, 1892.
- Wittstein, Armin: Historisch-astronomische Fragmente aus der orientalischen Literatur (in *Zeitschrift f. Mathematik u. Physik*, 1892, Jgg. 37, Hist.-lit. Abt., Suppl. II, pp. 89-118).
- Über die Wasseruhr und das Astrolabium des Arzachel (in *Zeitschr. f. Mathematik u. Physik*, 1894, 39. Jgg., Hist.-lit. Abt., pp. 41-55, 81-94, ill.)
- Woepcke, François: Über ein in der Königlichen Bibliothek zu Berlin befindliches arabisches Astrolabium (in *Mathematische Abhandlungen der Kgl. Akad. der Wissenschaften, Berlin*, 1858, publ. 1859, pp. 1-31, 3 pl.)
- Über ein in der Kaiserlichen Bibliothek zu Paris befindliches arabisches Astrolabium (in *Bulletin de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg*, 1864, t. 7, cols. 220-227, 1 pl. = *Mélanges Asiatiques*, 1868, t. 5, pp. 98-108, 1 pl.)
- Zinner, Ernst: *Die Geschichte der Sternkunde von den ersten Anfängen bis zur Gegenwart*. Berlin, 1931.
Pp. 302-313: Geräte und Sternwarten.
- Über die früheste Form des Astrolabs (in *XXX. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Bamberg*, 1947, pp. 9-21, 2 figs.)

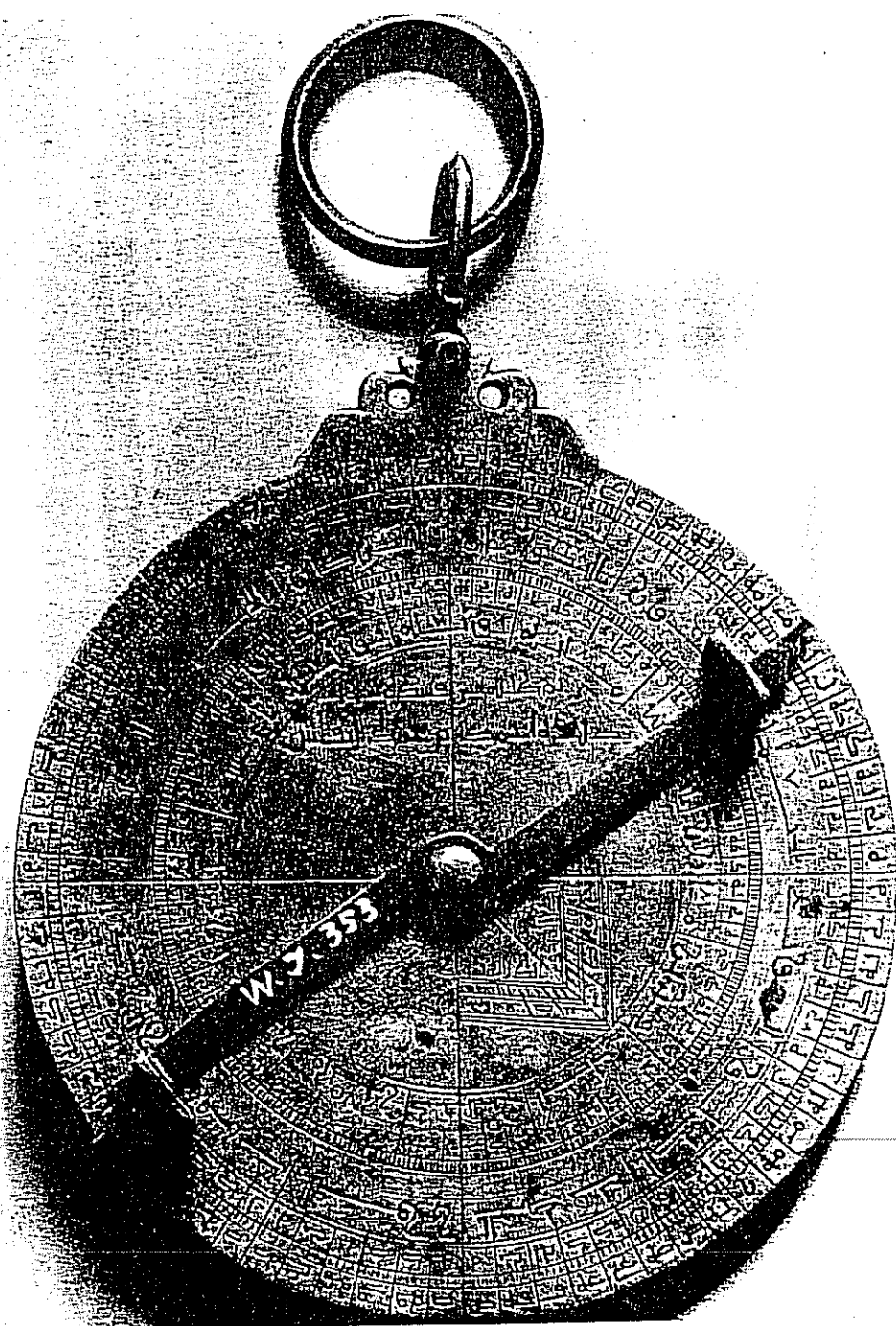
LIST OF PLATES

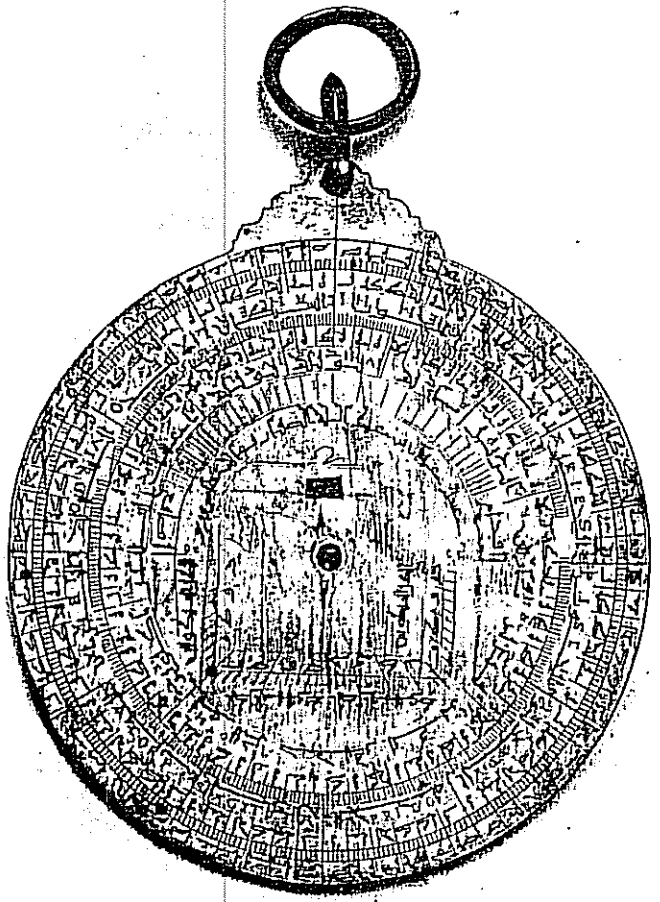
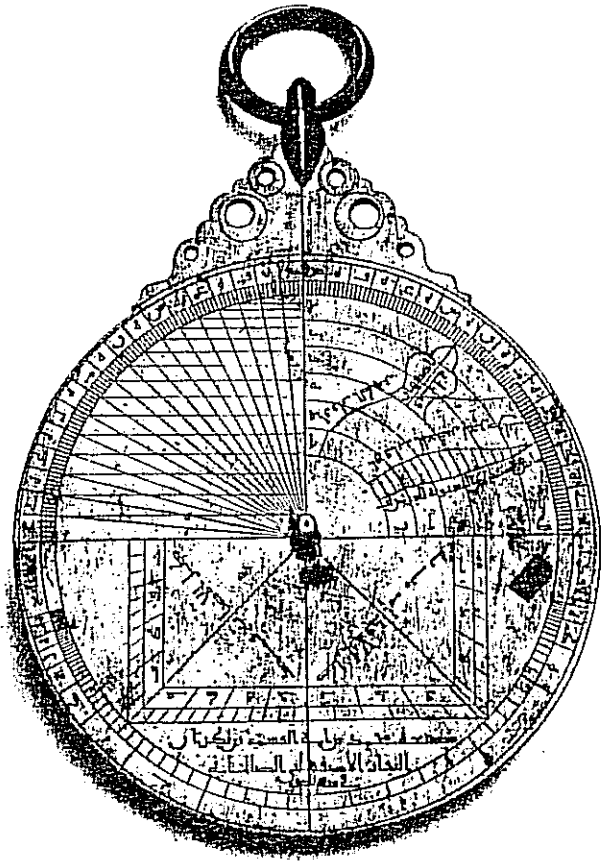
- I. Khafif, before A.H. 300. Courtesy of Mr. J. A. Billmeir, London.
- II. Muḥammad b. aṣ-Ṣaffār, A.H. 420. Courtesy of the Westdeutsche Bibliothek, Marburg.
- III. Aḥmad b. Muḥammad, A.H. 472. Courtesy of the German National Museum, Nürnberg.
- IV. (a) Muḥammad b. Abī-l-Qāsim, A.H. 496; (b) 'Uthmān b. 'Abdallāh A.H. 699. Both by courtesy of the Museo di Storia della Scienza Florence.
- V. Muḥammad b. Ḥāmid, A.H. 55x. Courtesy of the Top Kapu Saray Müzesi, Istanbul.
- VI. (a) Ibrāhīm ad-Dimashqī, A.H. 669; (b) Muḥammad b. Aḥmad al-Mizzī A.H. 727; (c) Muḥammad b. Aḥmad al-Mizzī, A.H. 734. All three by courtesy of the British Museum.
- VII. Aḥmad b. Ḥusain b. Bāṣo, A.H. 709. Courtesy of M. G. Prin, Paris.
- VIII. Ḥusain b. 'Alī, A.H. 709. Recto and verso. Courtesy of the Fitzwilliam and IX. Museum, Cambridge.
- X. Ja'far b. 'Umar, A.H. 755. Courtesy of M. G. Prin, Paris.
- XI. Ja'far b. 'Umar, A.H. 764. Courtesy of the Museum of the History of Science, Oxford.
- XII. (a) Muḥammad b. Ja'far, A.H. 834; (b) 'Abd al-Karīm al-Miṣrī, A.H. 633. Both by courtesy of the British Museum.
- XIII. Muḥammad Ṣaffār, A.H. 882. Courtesy of the Fitzwilliam Museum Cambridge.
- XIV. Maḥmūd b. Jalāl, A.H. 889. Courtesy of the Topkapu Sarayı Müzesi Istanbul.
- XV. Yūsuf b. Ḥājji al-Jilānī, A.H. 929. Courtesy of the Trustees of the National Maritime Museum, Greenwich.
- XVI. (a) Bairām b. Ilyās, A.H. 990; (b) Muḥammad Maḥdī al-Yazdī, second half of the 11th century of the Hījra. Both by courtesy of the British Museum.

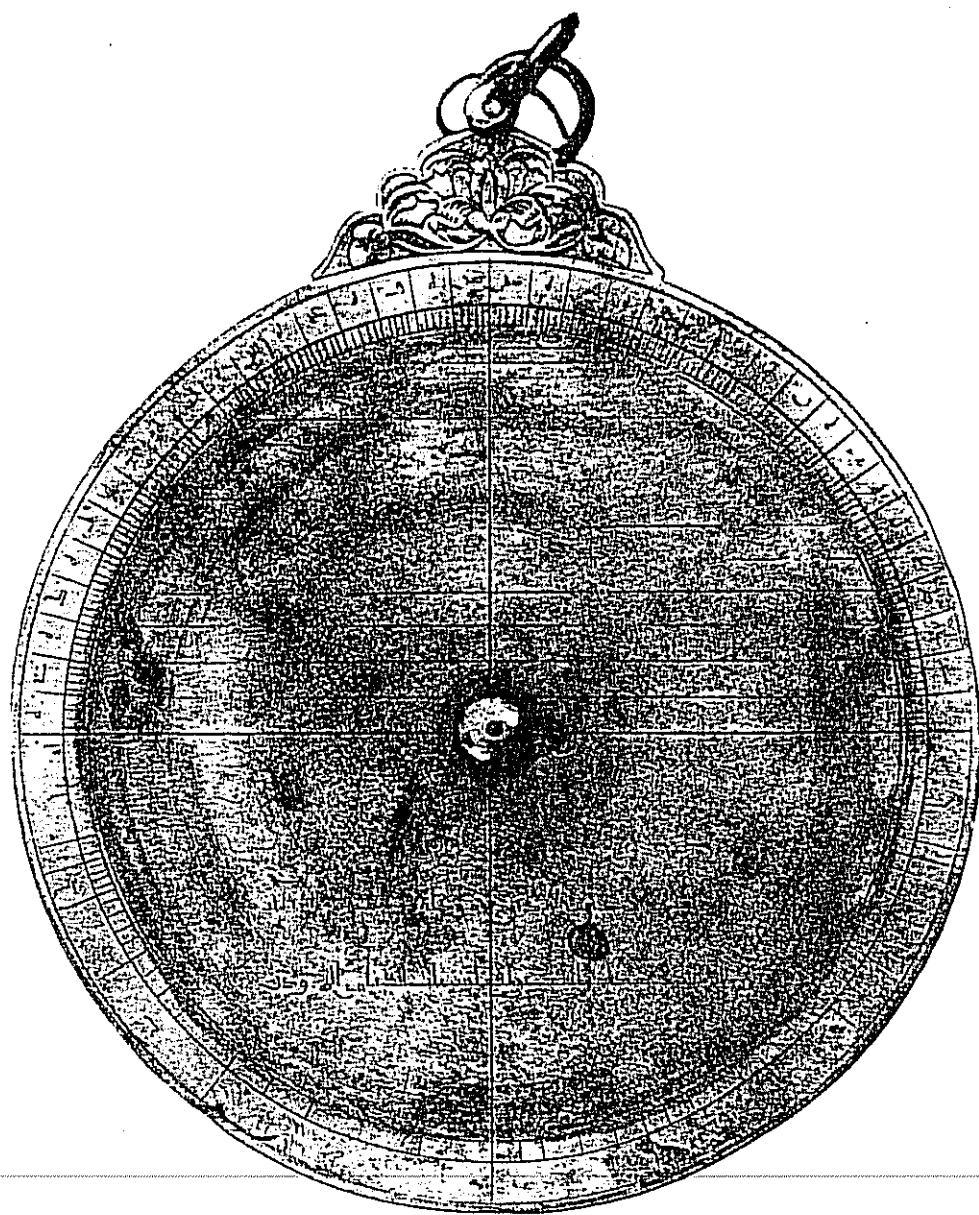
- XVII. Muḥammad Mahdī al-Yazdī, private collection.
- XVIII. Muḥammad Muqīm al-Yazdī, middle of the 11th century of the Hijra. Courtesy of the Trustees of the National Maritime Museum, Greenwich.
- XIX. Muṣṭafā Ayyūbī, A.H. 1114. Crown Copyright. From an exhibit in the Science Museum, London.
- XX. 'Abd al-A'imma the Younger, end of the 11th and beginning of the 12th century of the Hijra. Courtesy of the Trustees of the National Maritime Museum, Greenwich.
- XXI. 'Abd al-A'imma. Both by courtesy of the Museum of the History of Science, Oxford.
- XXII. 'Abd al-'Alī, first half of the 12th century of the Hijra. Courtesy of the Kunsthistorisches Museum, Vienna.
- XXIII. Ḥājji 'Alī, A.H. 1208. Courtesy of the Trustees of the National Maritime Museum, Greenwich.
- XXIV. 'Alī b. Ṣādiq. Courtesy of the Fitzwilliam Museum, Cambridge.
- XXV. Faḍl 'Alī. Courtesy of the Museum of the History of Science, Oxford.
- XXVI. Muḥammad Abu-l-Faḍl. Courtesy of the Musée Alaoui, Le Bardo, Tunis.
-







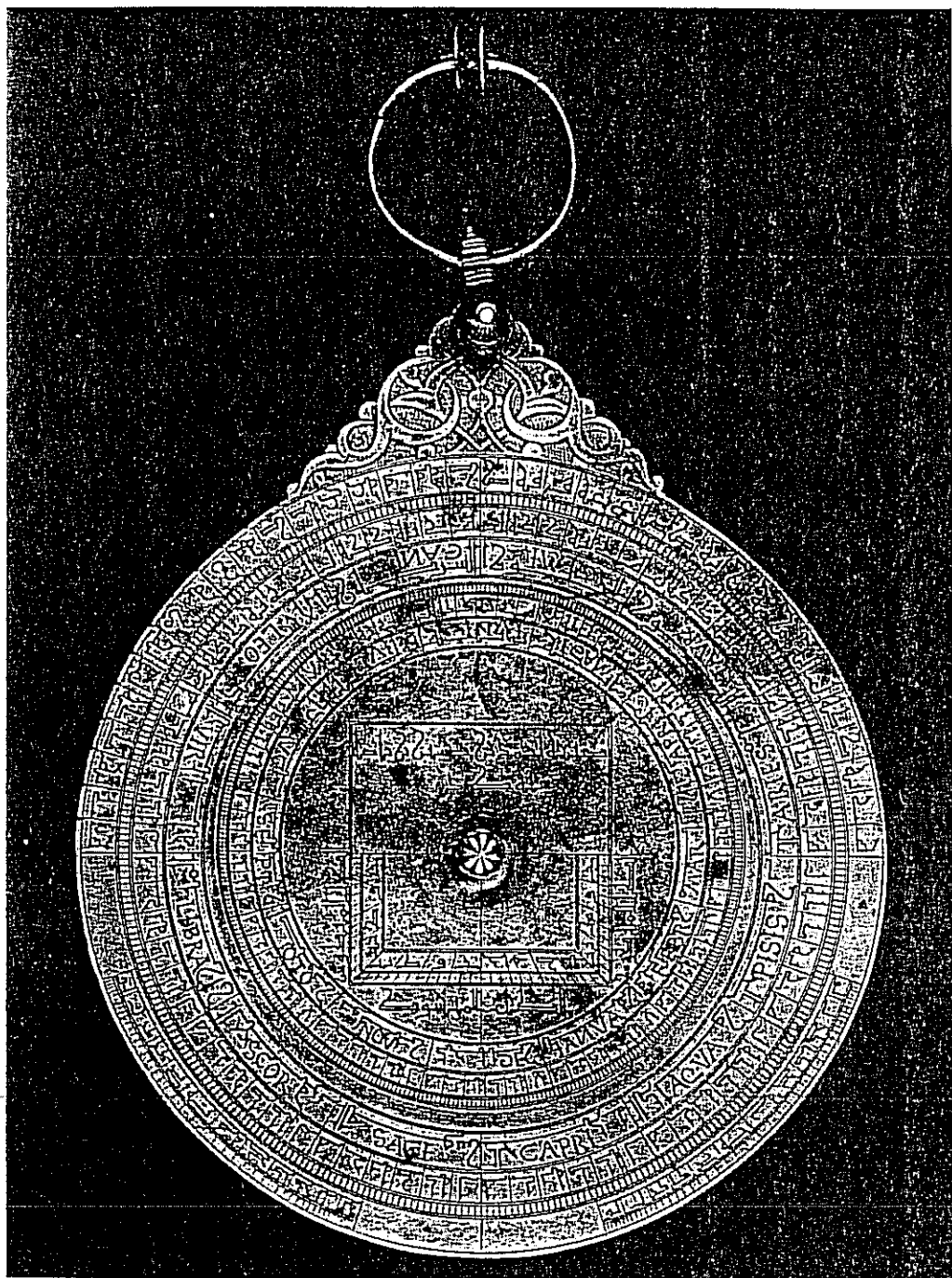


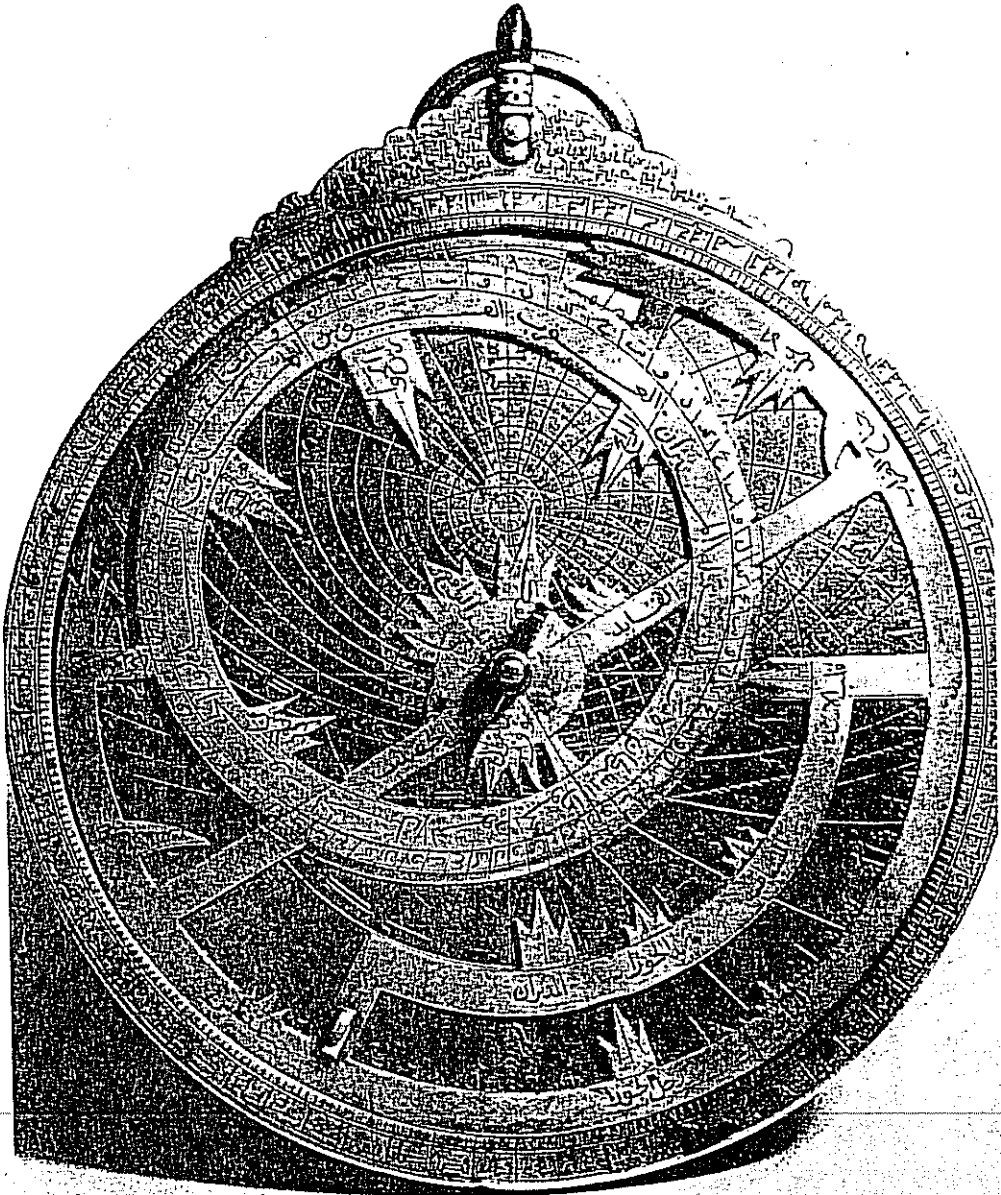


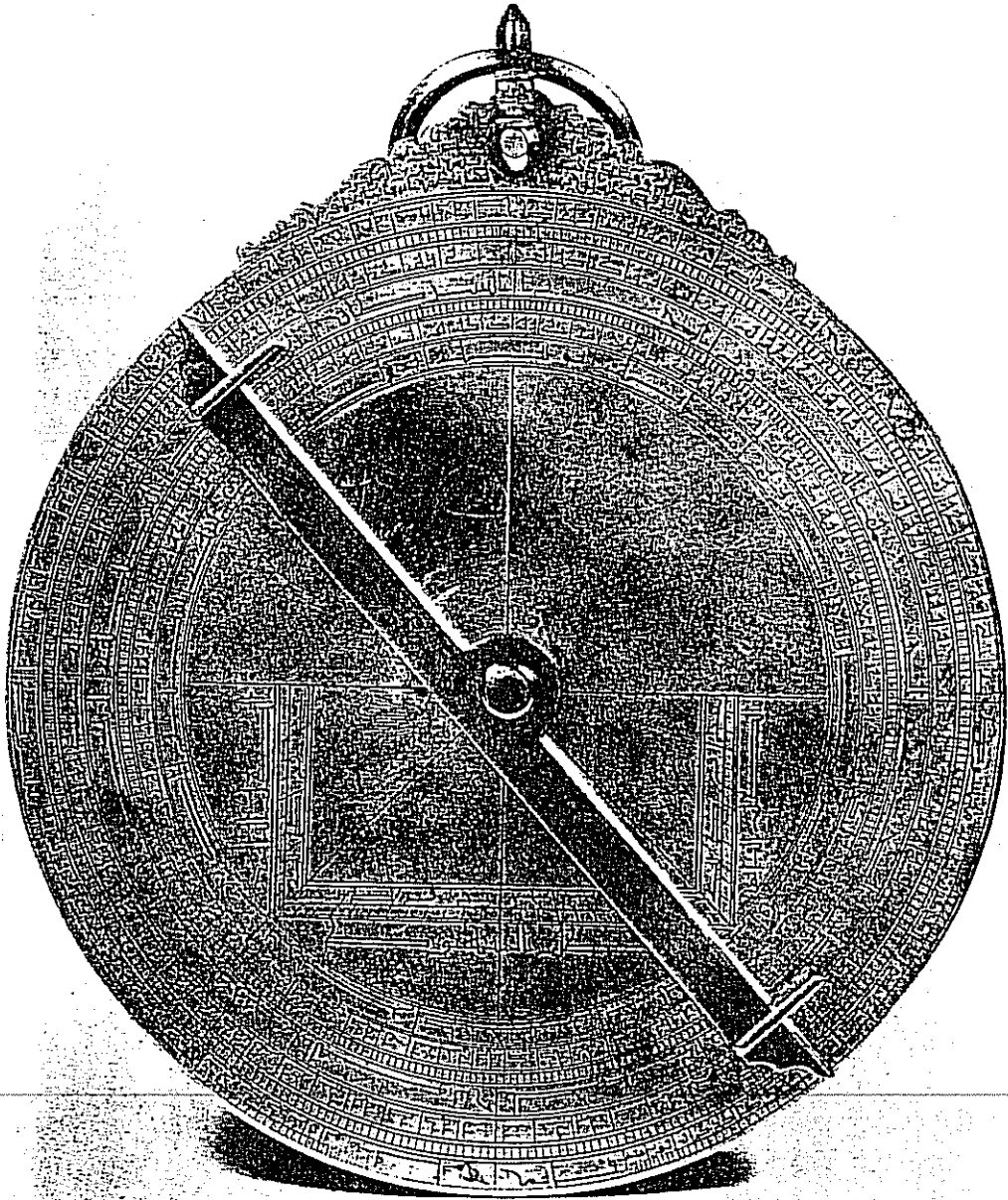
عن الامام احمد بن حنبل

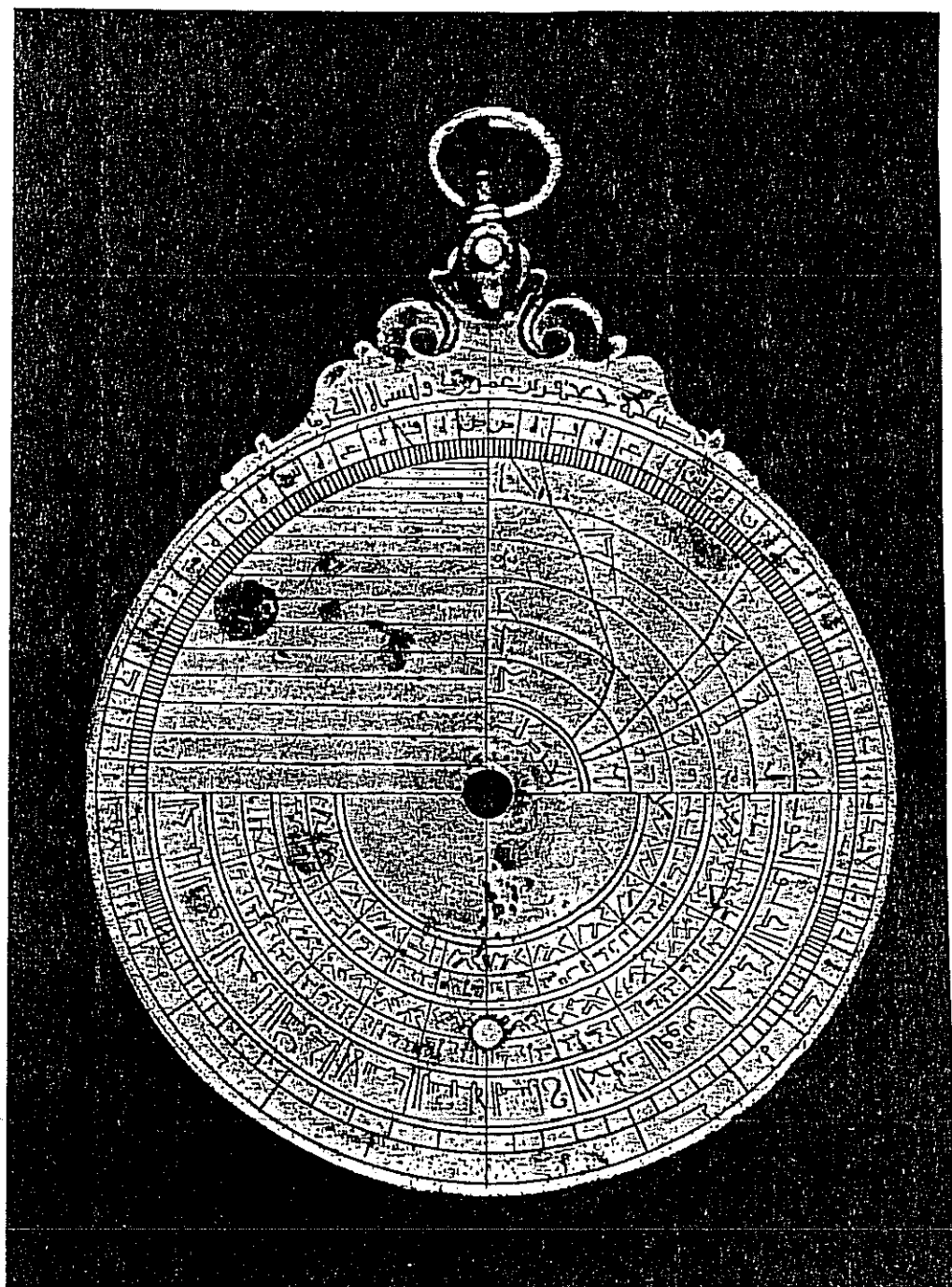
عن الامام احمد بن حنبل

عن الامام احمد بن حنبل

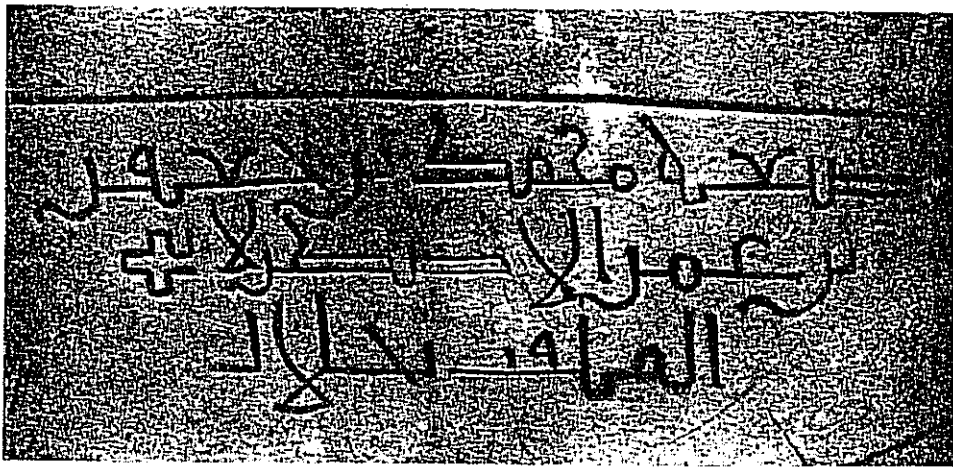


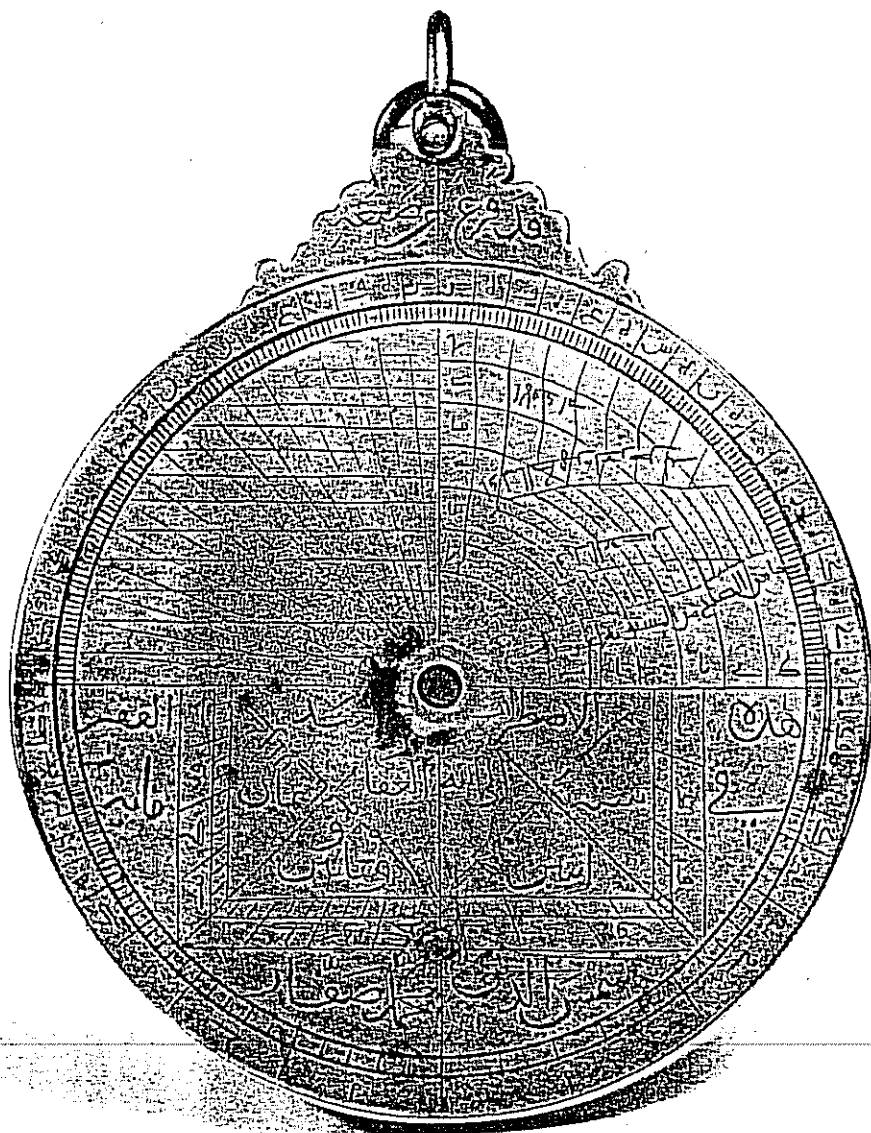


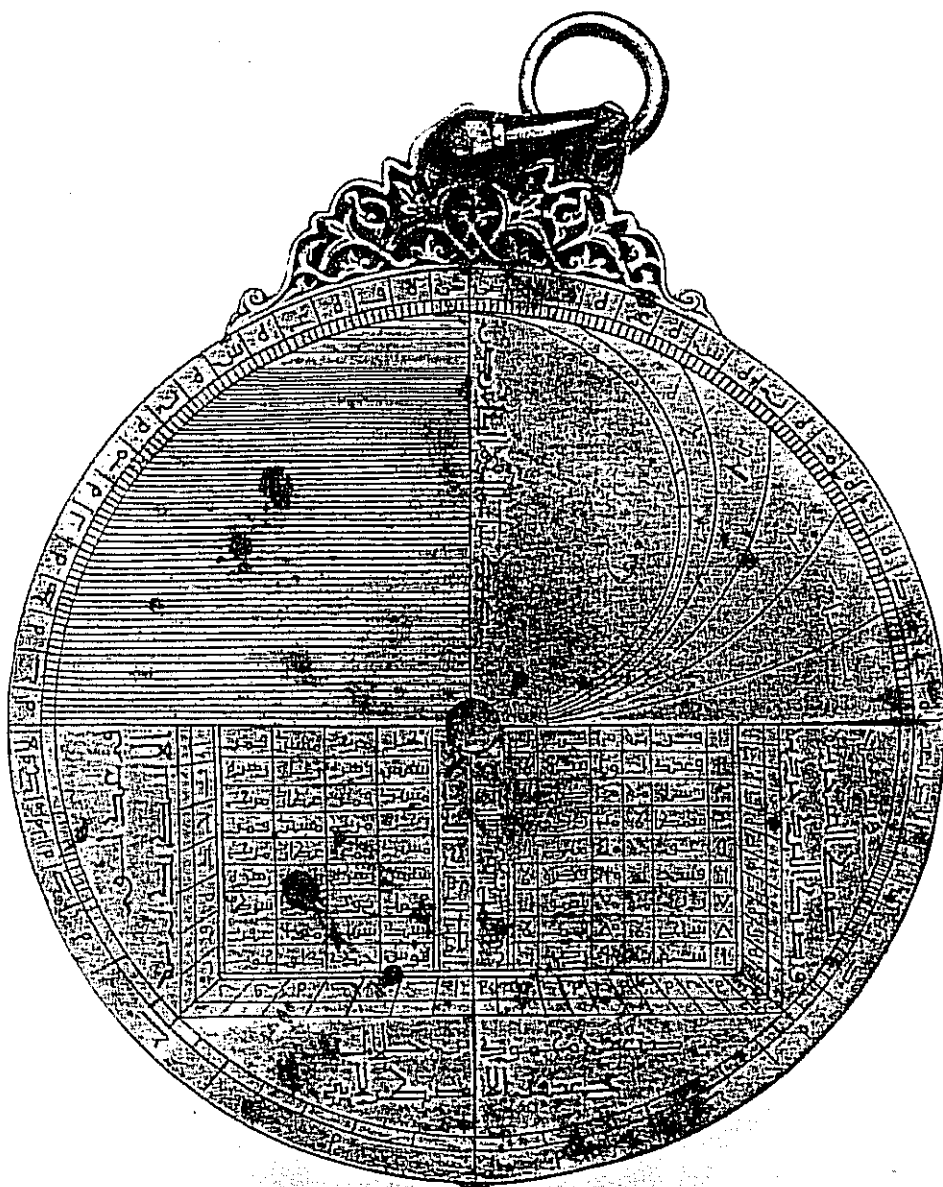


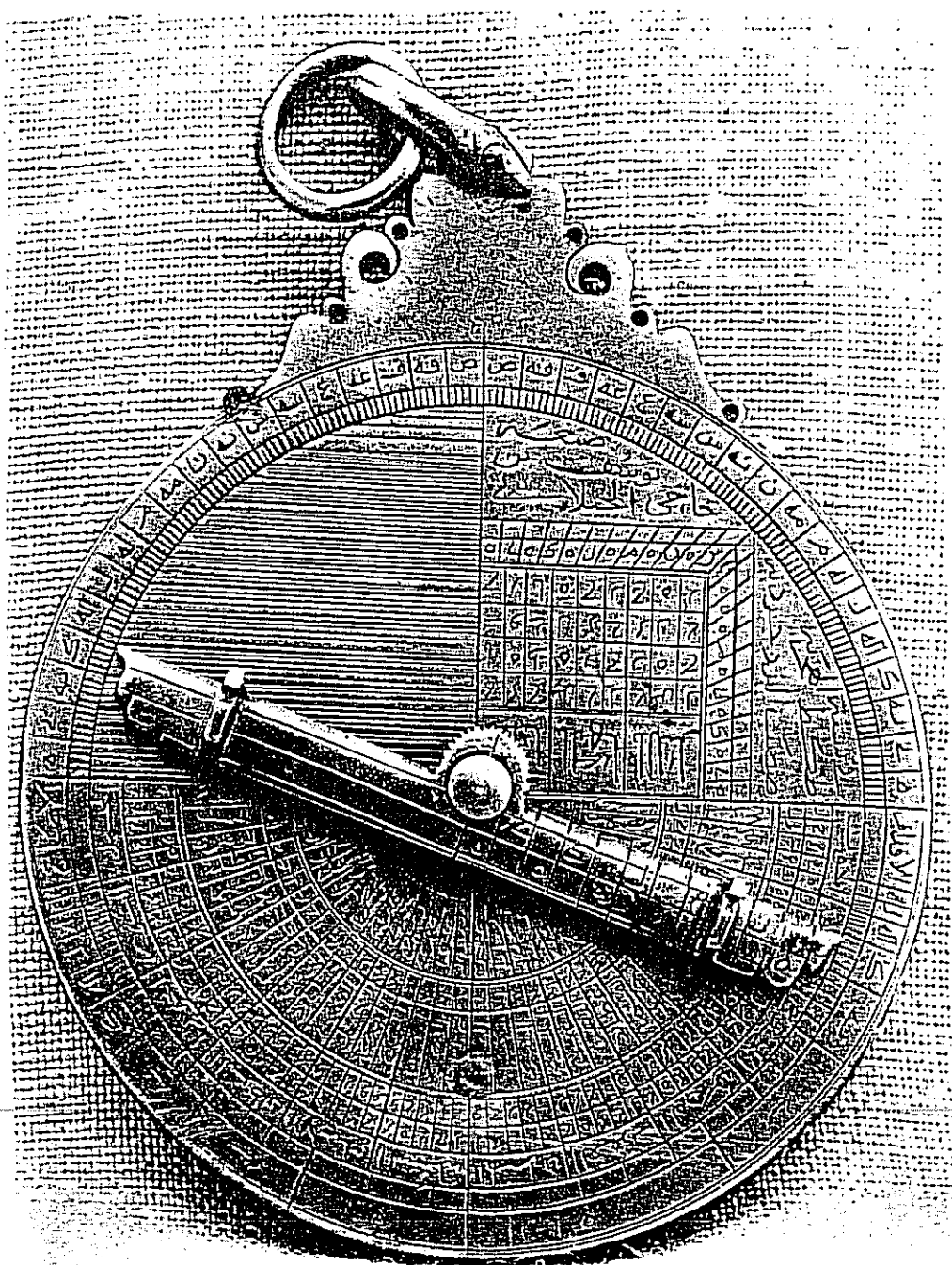


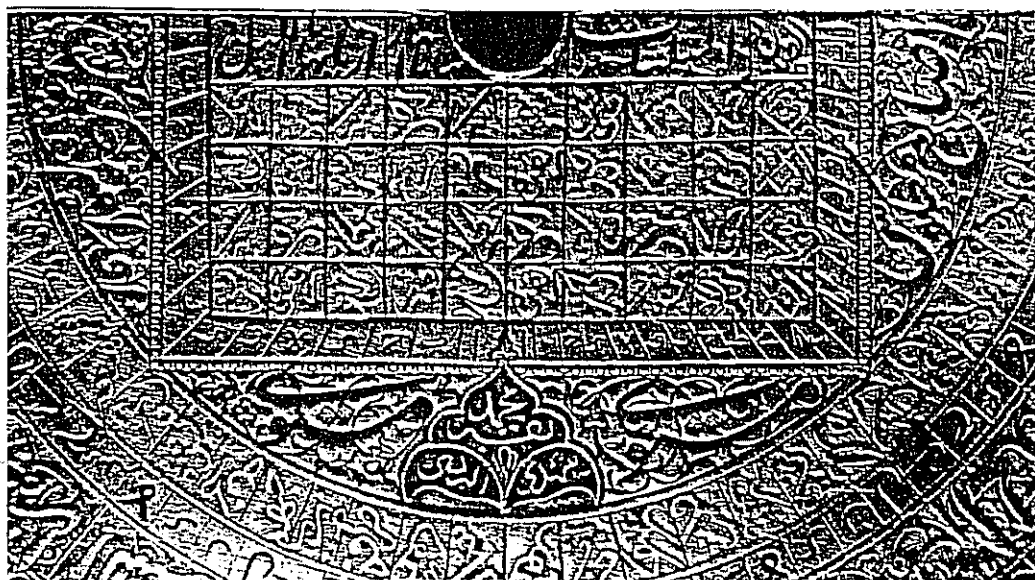
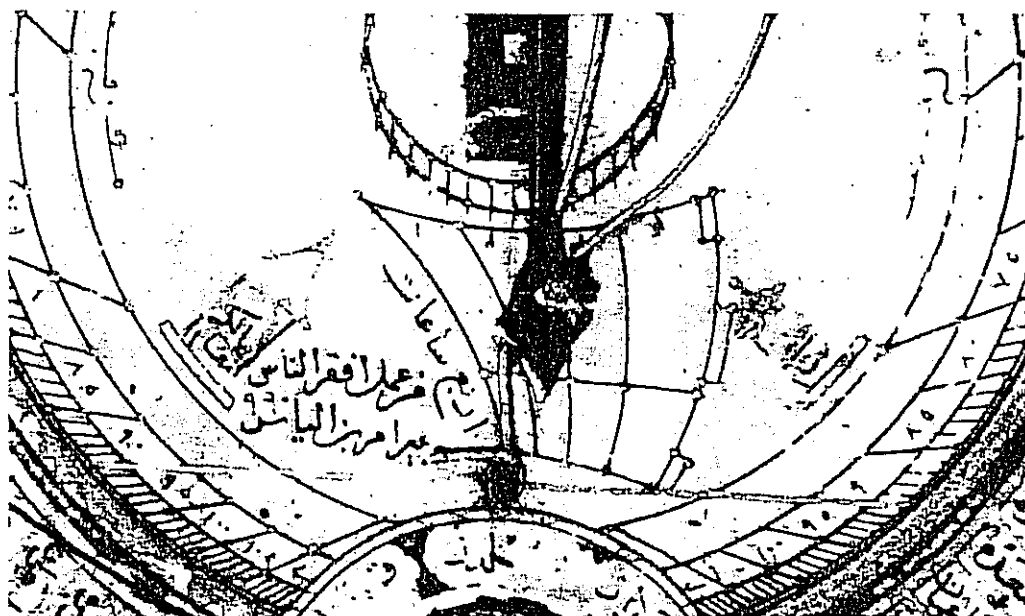


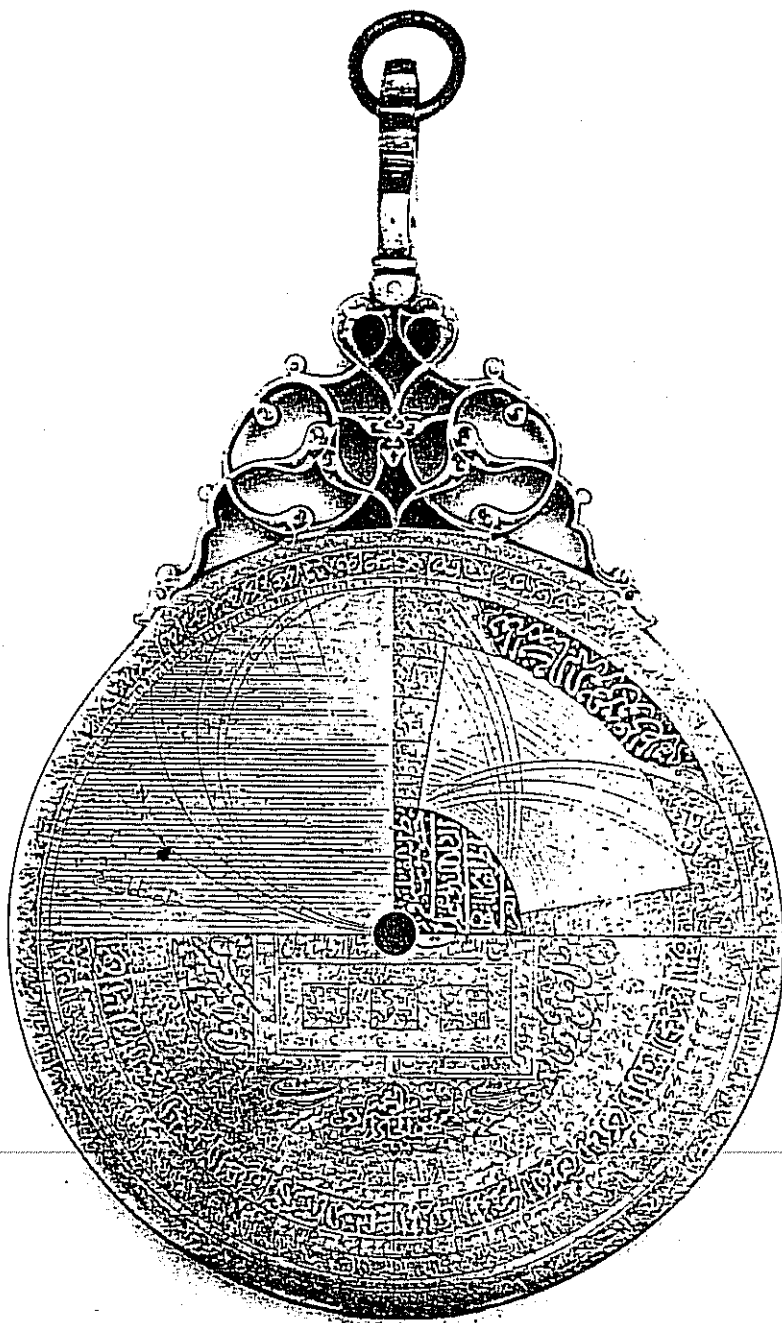


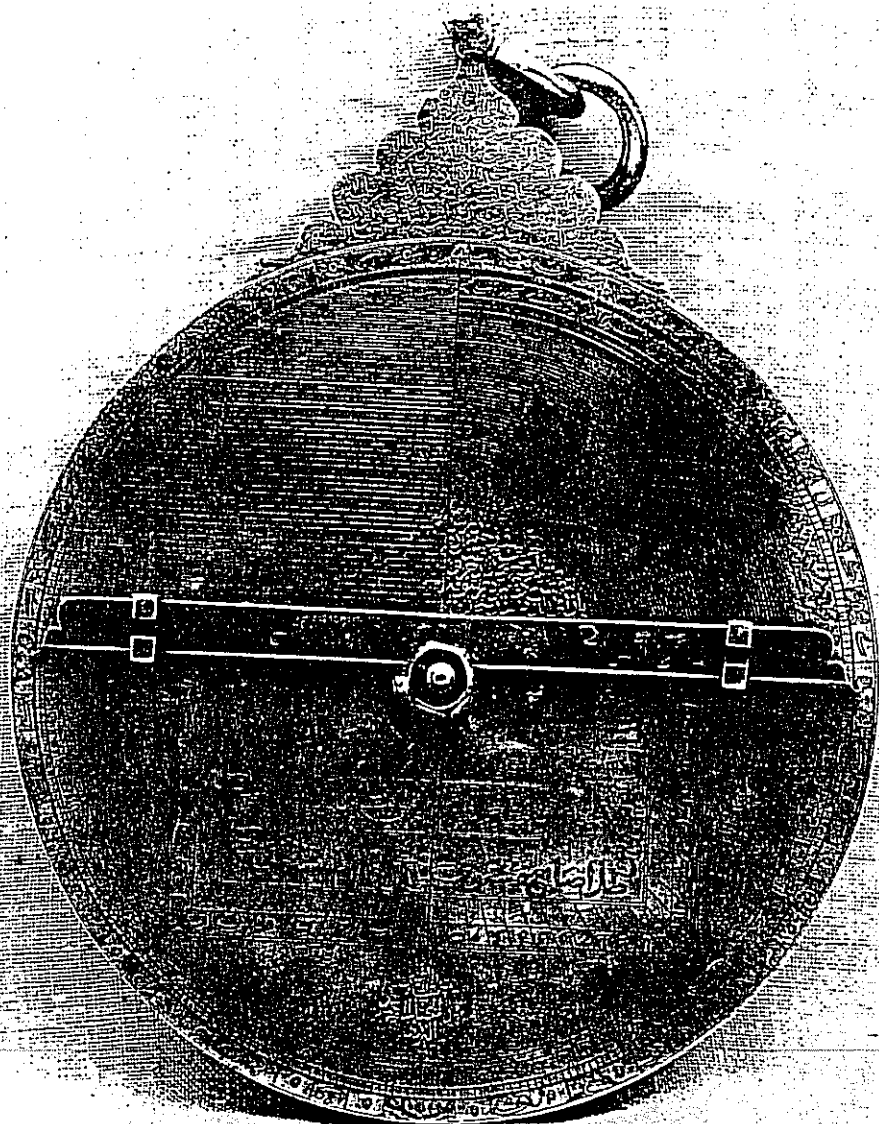


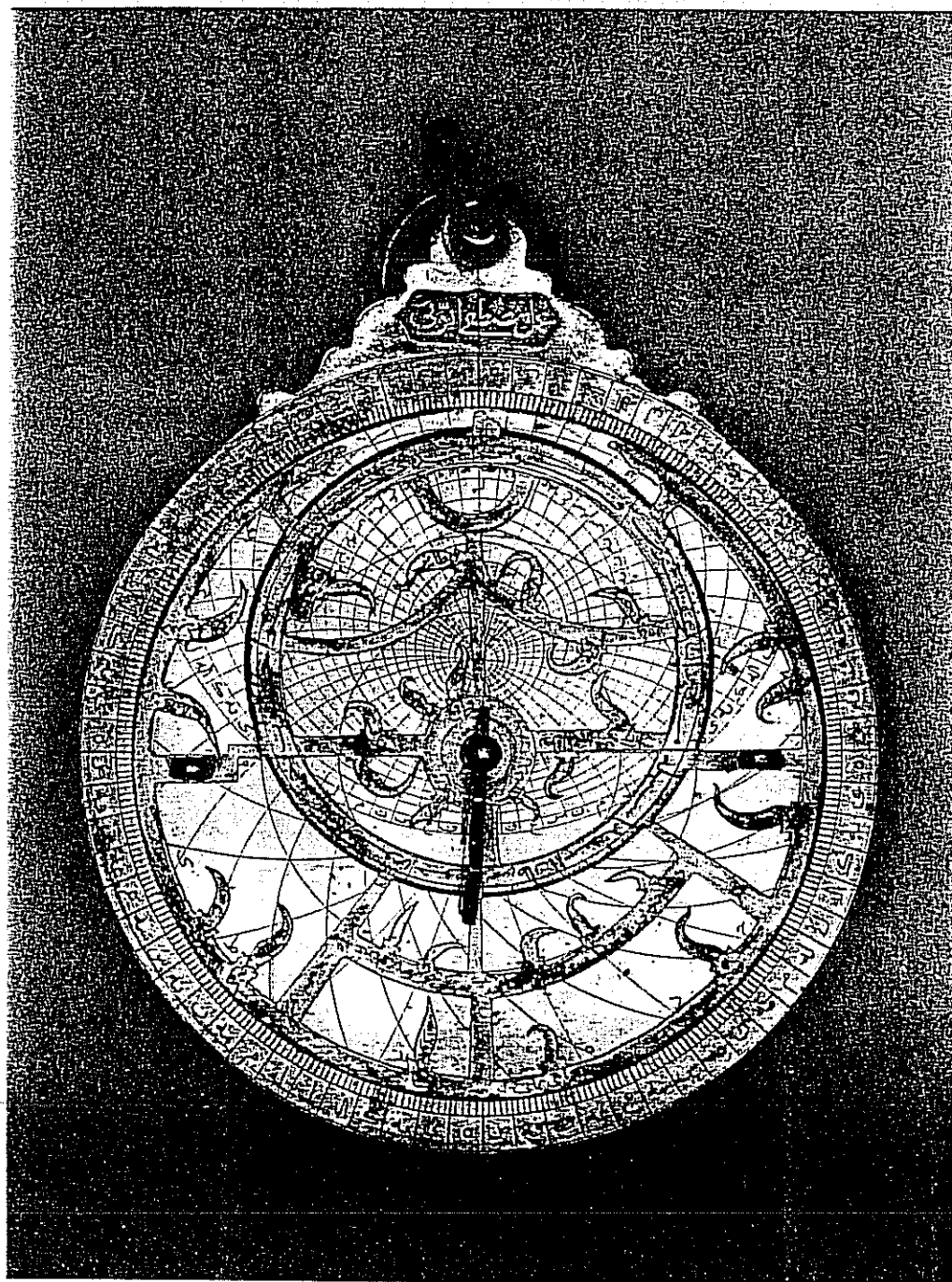


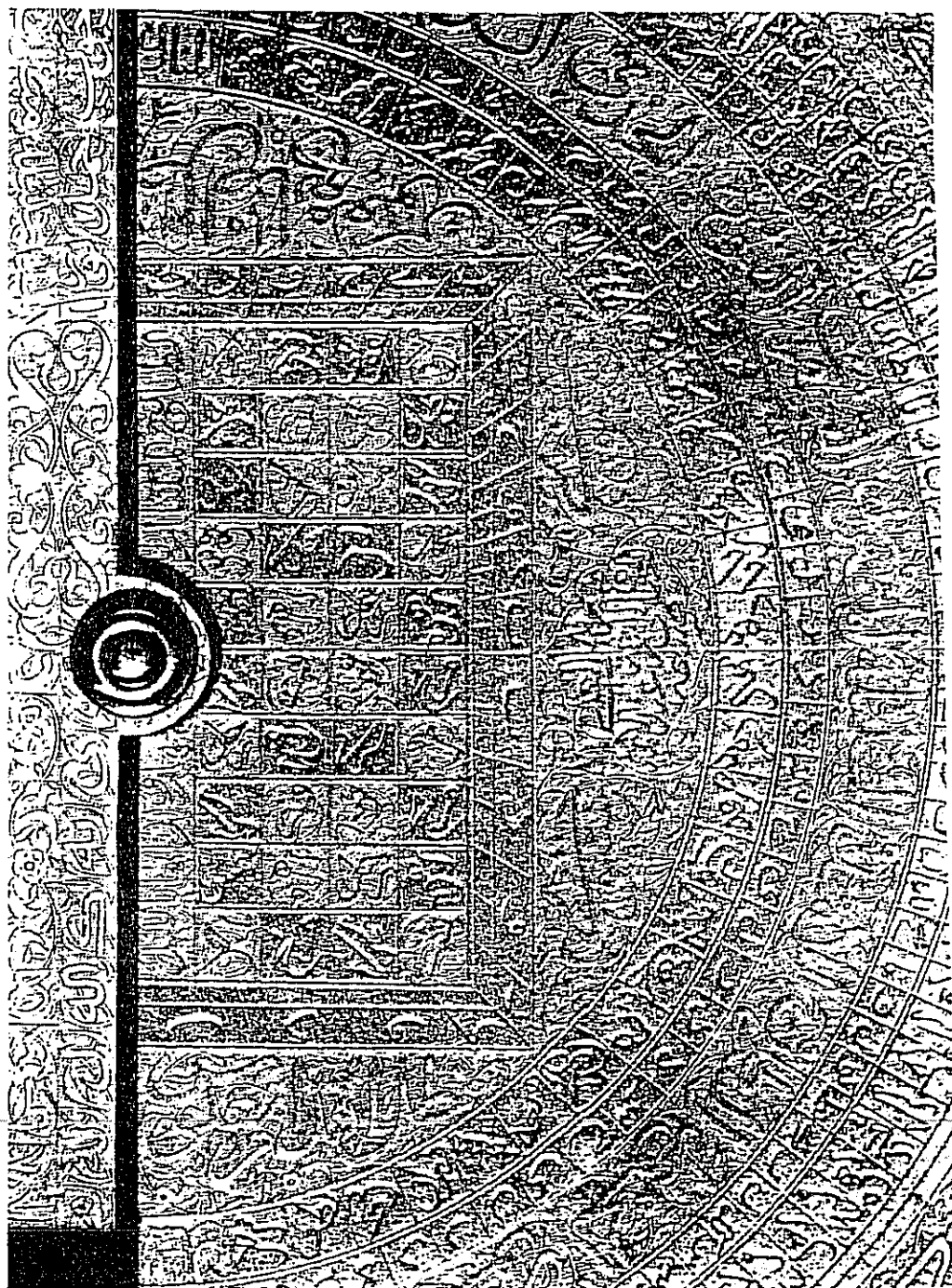


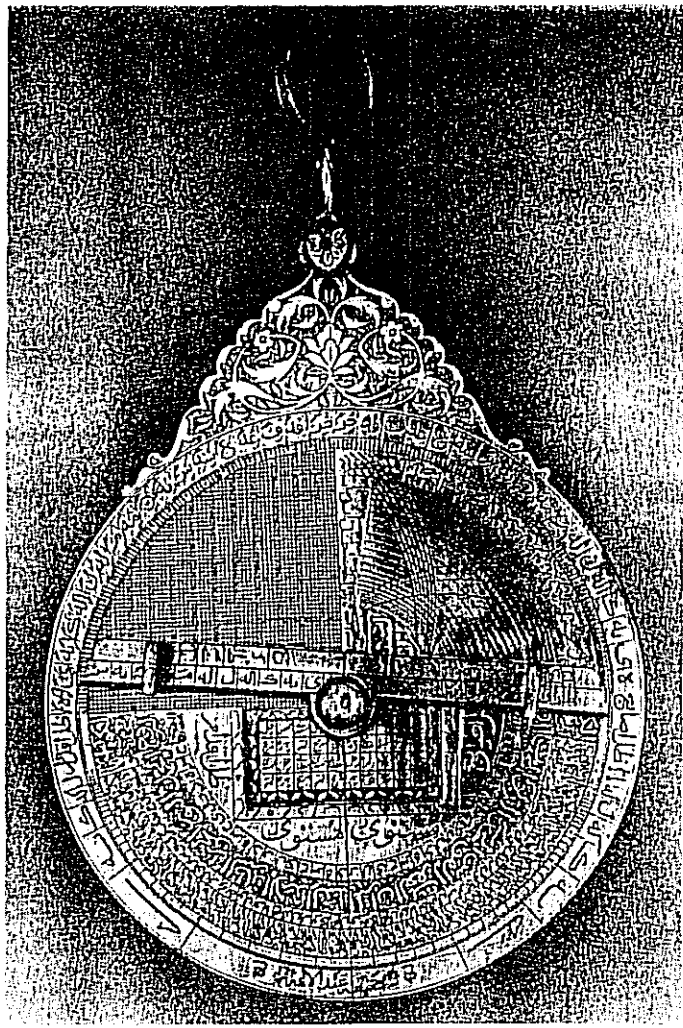
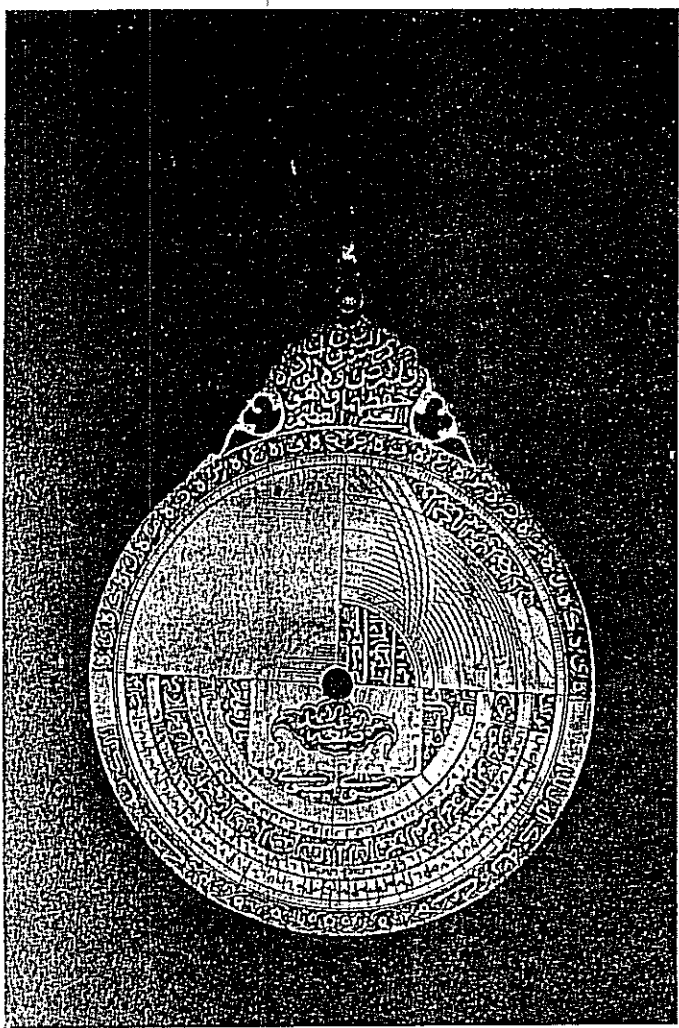


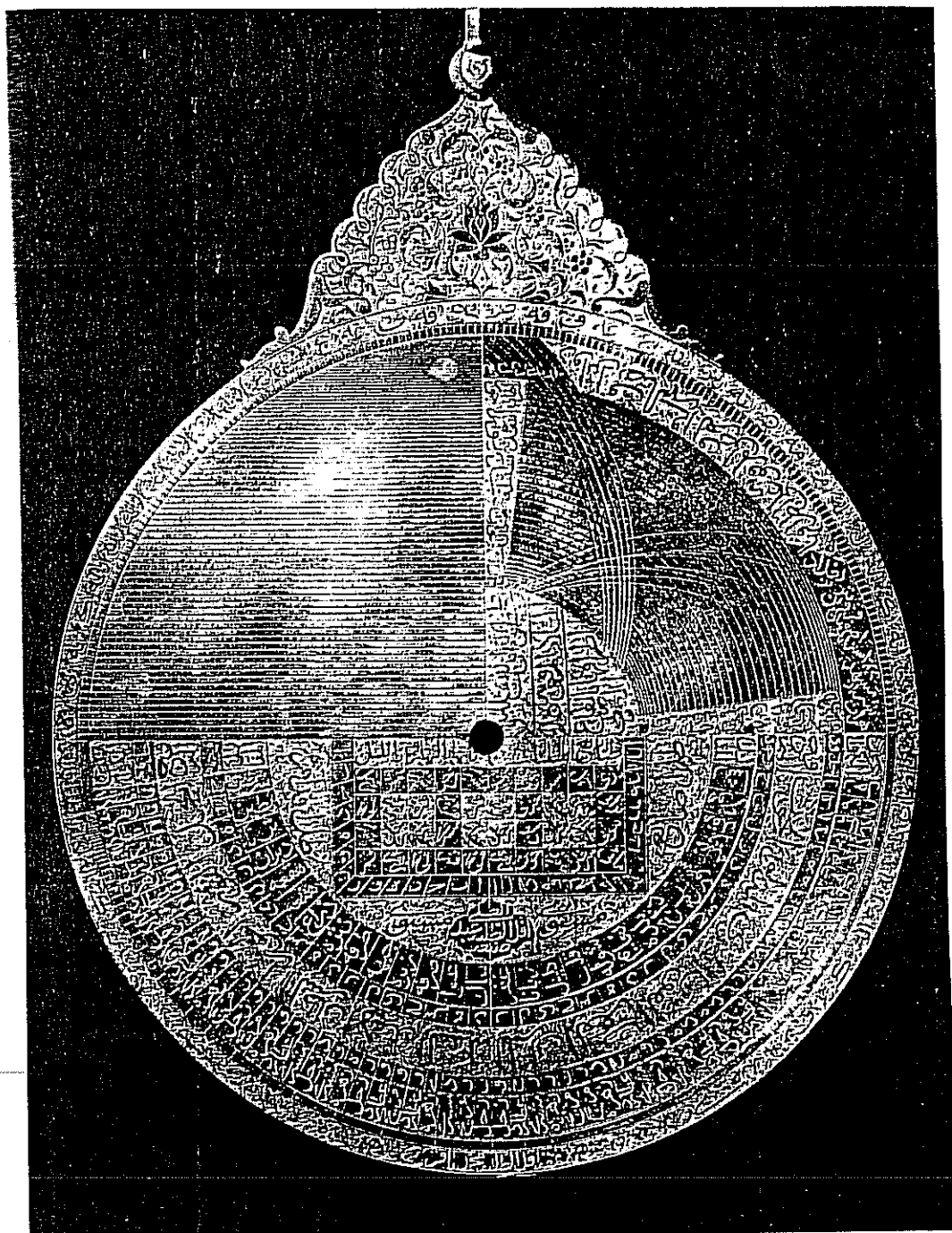


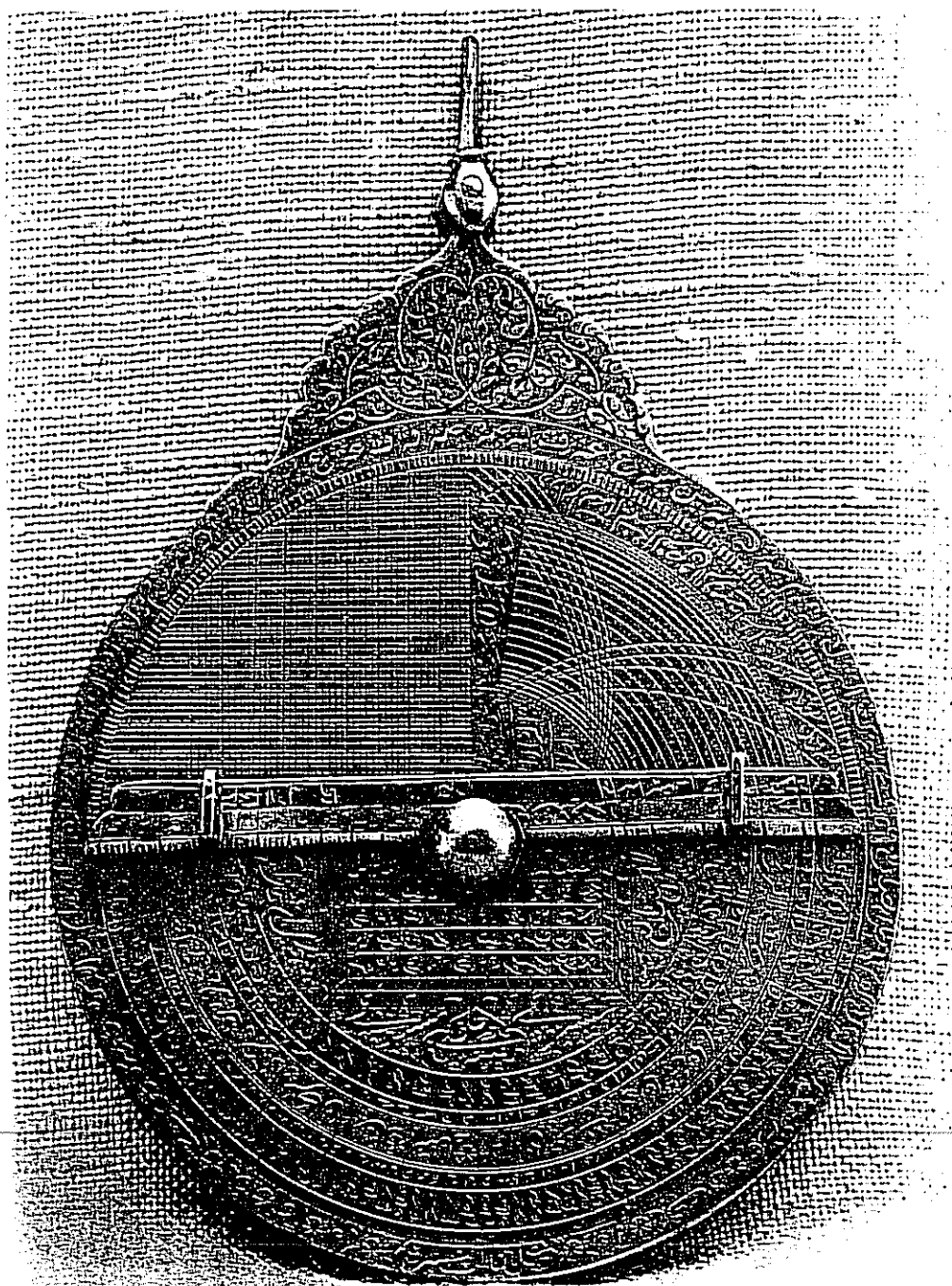


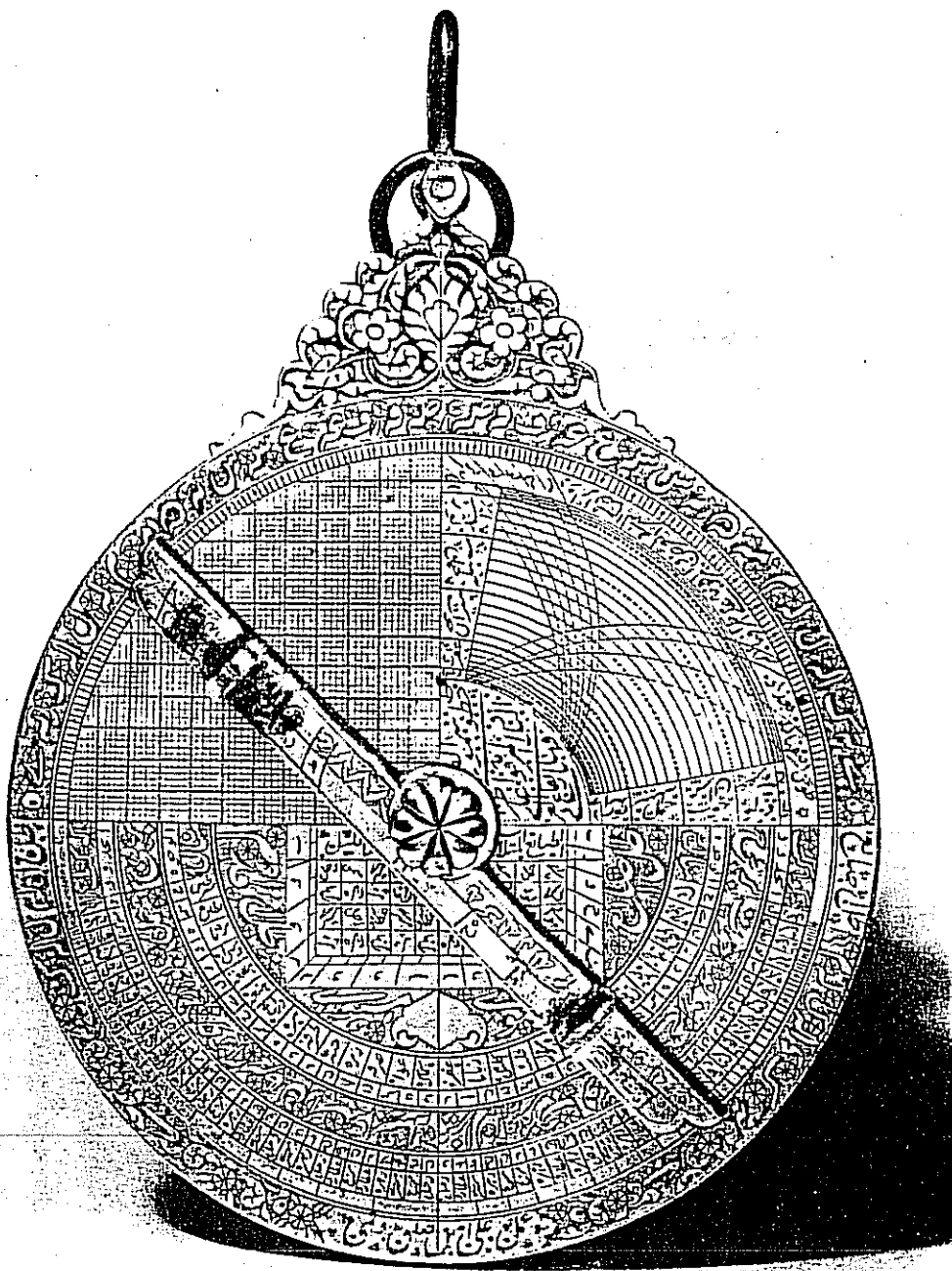


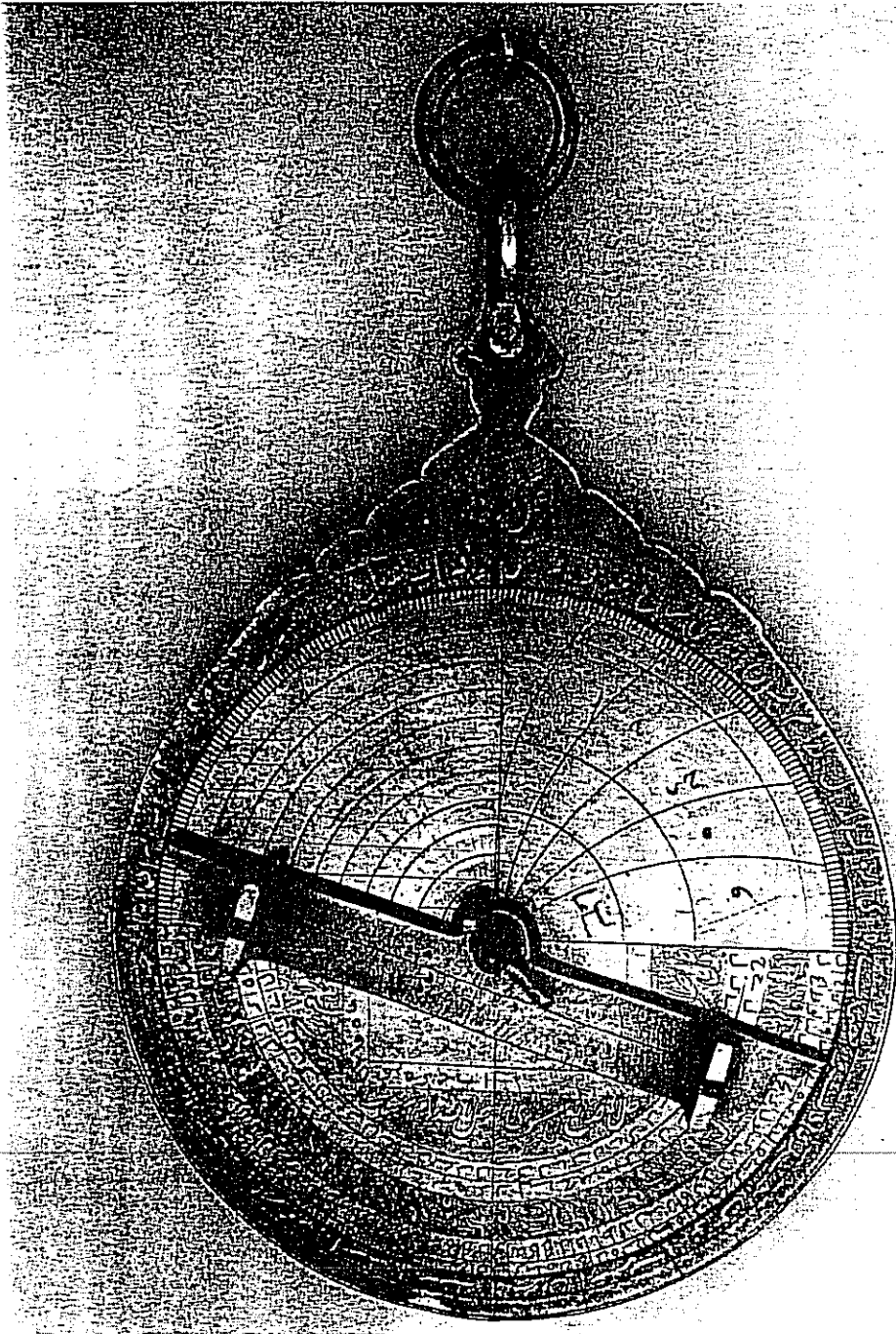












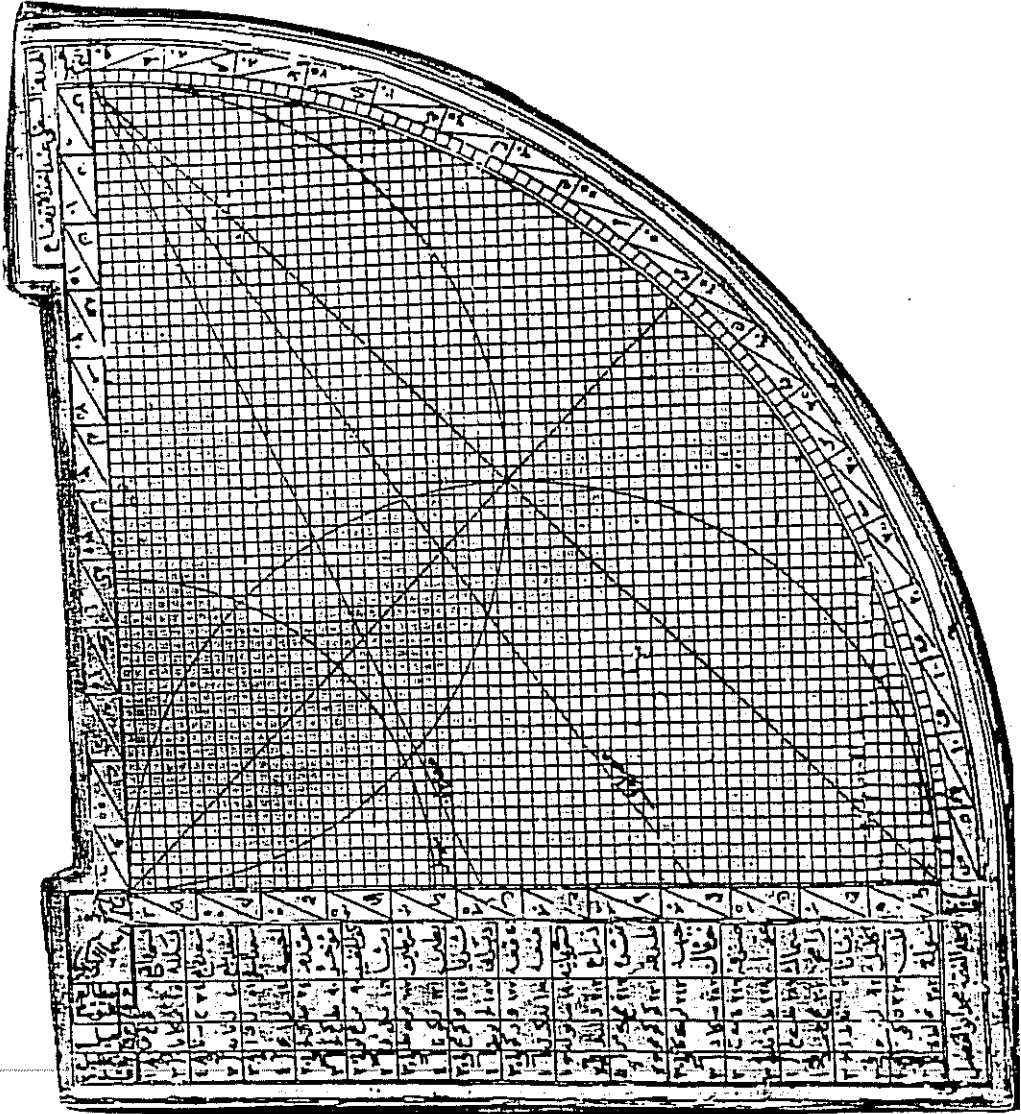
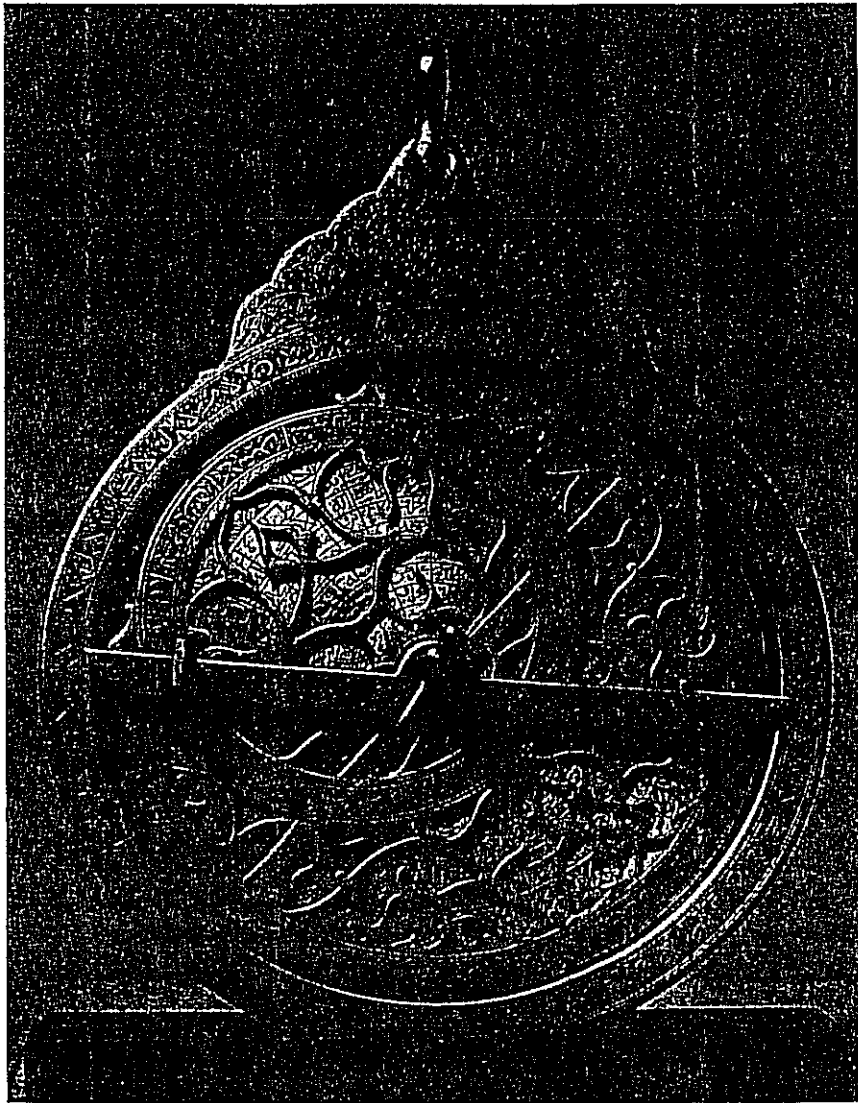


TABLE OF CONTENTS

	PAGE
1. Preface	9
2. Introduction	13
3. Roll of Astrolabists	23
4. List of Monuments and Collections	88
5. Chronological List	96
6. Bibliography	103
7. List of Plates	122



1. 'Abd al-A'imma Astrolabe

Oberlin

مكتبة
بنساده اليرقة الجاهلية

An Astrolabe

by 'Abd al-A'imma

In 1945 the Allen Memorial Art Museum acquired through the generosity of Mr. R. T. Miller, Jr., a brass astrolabe, $6\frac{1}{2}$ in. high, $5\frac{1}{8}$ in. wide, with three metal discs each $4\frac{3}{8}$ in. in diameter (figs. 1-3).^{*} It is signed by 'Abd al-A'imma and dated 1121 of the Hijra, which corresponds to A.D. 1709/10. An exquisite piece of Persian workmanship, it has the additional advantage of being the second earliest dated instrument of this master which has survived,¹ although, in fairness, it should be added that it shares this distinction with the astrolabe in the Detroit Institute of Arts, which was made in the course of the same year. It is now illustrated here for the first time.

The name of 'Abd al-A'imma is the best known among all Persian makers of astrolabes.² He is constantly invoked whenever one finds a famous master of his craft mentioned, and so many instruments over such a long period have been attributed to him, that M. Henri Michel, one of our foremost connoisseurs in this field, developed the idea that 'Abd al-A'imma is not the name of an individual, but an omnibus term covering the output of a certain workshop, the produce of generations of astrolabists. The fact that 'Abd al-A'imma is a rare name — helped by no means unique, or confined solely to astrolabists — has helped in the formation of this hypothesis. In reality, there existed two distinct bearers of this name: one whom we may call the Elder, who lived in the last quarter of the 16th century,³ and left two astrolabes dated 1578/9 and 1581/2 respectively, and another, whom we may call 'Abd al-A'imma the Younger,⁴ who flourished a century later, and whose dated instruments range from 1688 till 1720. It is this latter who interests us today.

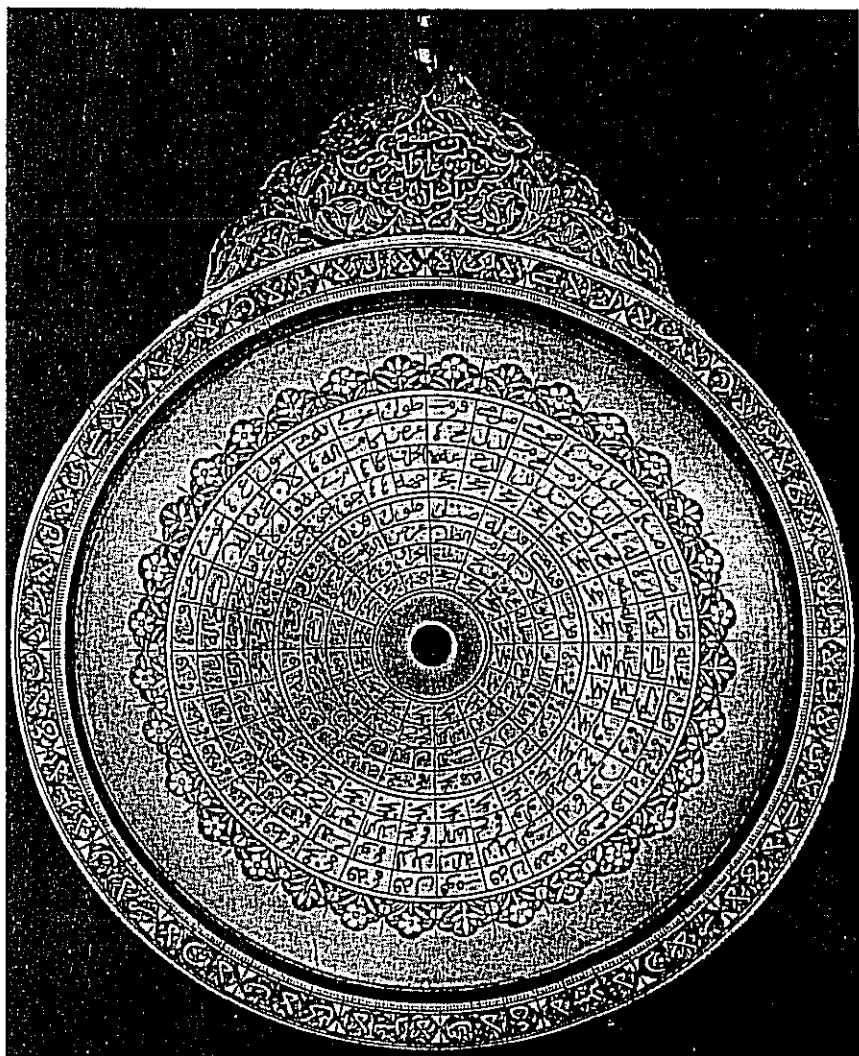
* Acc. No. 45.35.

¹ The earliest astrolabe attributed to him, dated 1688/9, has disappeared, and since its signature was never published, let alone reproduced, the date has to be considered with caution.

² A measure of his popularity in America and Europe is, perhaps, the number of quite current misspellings of his name of which Abdul Aimeh, Abd el-Ameh, Abdallah Aimma and even 'Abd al-Hamid, can serve as illuminating examples.

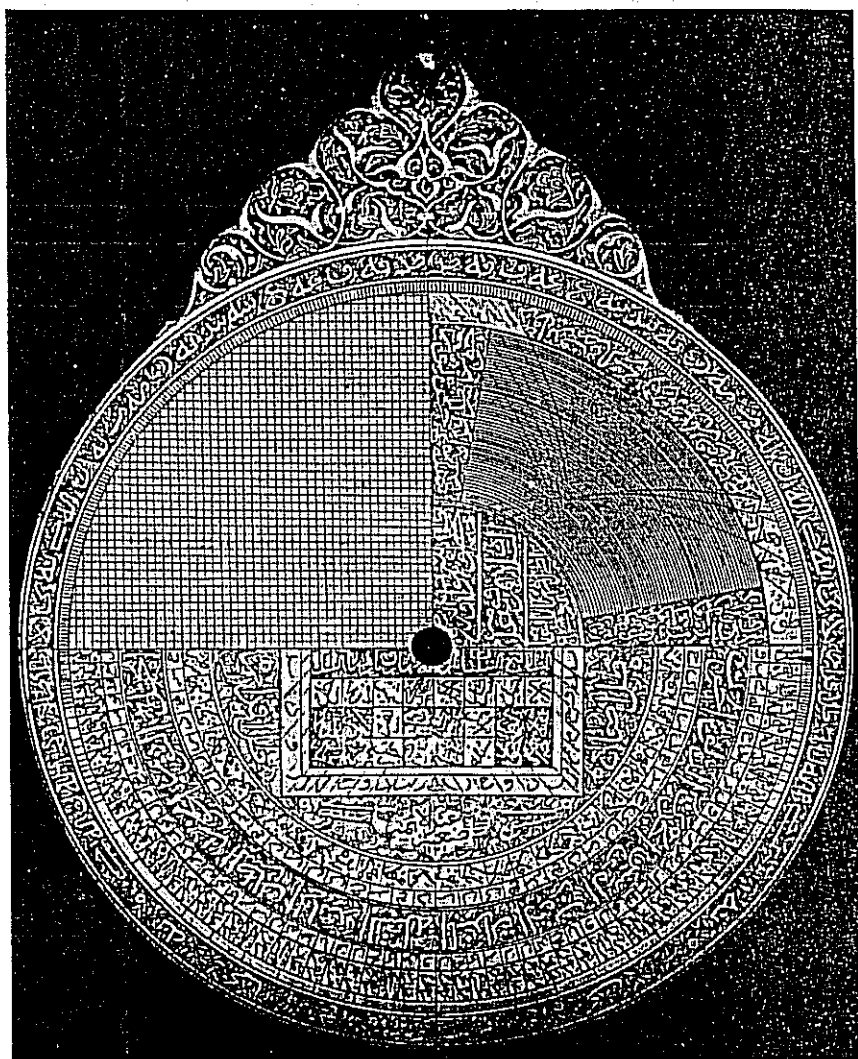
³ Cf. my *Islamic Astrolabists and their Works* (Geneva, A. Kundig, 1956), pp. 23, 85.

⁴ *Islamic Astrolabists*, pp. 23-26, 86.



2. 'Abd al-A'imma Astrolabe, front, without rete

Oberlin



3. 'Abd al-A'imma Astrolabe, back, without alidade

Oberlin

BULLETIN

He was praised by everybody — but no contemporary chronicler and no historian of a later date recorded for us a single detail of his life.* Whatever we know about him is culled from signatures on his instruments.

'Abd al-A'imma, the son of 'Abd al-Husain, was an astrolabist who made or decorated a great number of astrolabes. With the exception of a compass (once in the collection of Col. R. A. Harari), he has never made any other scientific instrument, such as a quadrant, sun-dial or celestial globe. Among his clients were members of the Royal Sefevîd family, such as Prince 'Alî Qulî or Mîrzâ Ismâ'il, high government officials, such as Hâjjî Ismâ'il Beg (in 1712 director of the arsenal), Rustum Khân Dunbalî b. 'Alî Khân, and scholars such as Mahdî Qulî. His reputation as an artist must have been equally great, since a number of astronomers paid him the compliment of asking him to engrave and ornament their astrolabes. Consequently, we find on quite a few instruments his name as decorator only, and a fellow astrolabist's as that of the maker, e.g. Khalîl Muḥammad, Muḥammad Amin b. Muḥammad Ṭâhir, or Muḥammad Ṭâhir. The first of these gave him at least seven instruments to engrave, the second at least three. This cooperation of two astrolabists who collaborated in the making of a scientific instrument but divided the work between themselves in separating the scientific from the artistic aspect, is met with in other cases as well, but it seems to have happened to 'Abd al-A'imma more often than to others.

He was a proud man, conscious of his value. He used as his motto a sentence from the preface to the *Gulistân* ("The Rose Garden"), a collection of little stories of that fine Persian poet and raconteur, Sa'dî: "The purpose of this design is to remain after us." He delicately engraved these words on the back of our astrolabe, as he did on some others. Time has proved him right.

L. A. Mayer
Jerusalem, Israel

* It is typical of this attitude that when Prince 'Alî Qulî Mîrzâ, the Persian Minister of Education, who, in May 1866, came as a special envoy to the court of Napoleon III, presented the French sovereign with an astrolabe made by 'Abd al-A'imma, he offered with it a memorandum of six pages, in which the instrument was explained and its maker praised, but which did not mention as much as one solitary biographical detail about the astrolabist.

L. A. MAYER

Islamic Astrolabists: Some New Material

Friends and colleagues of Professor Mayer were shocked to learn of his untimely passing on April 6, 1959. Some cryptic remarks made in a letter when, at the stipulated date, he sent in his contribution to this *Festschrift*, then became suddenly understandable and indicated that he expected death in the near future. Thus, even during his last months, when he had to marshal his strength in the hope of finishing other major projects, he was anxious to join his colleagues in demonstrating his admiration for Professor Kühnel. In this effort he revealed once more his loyalties and devotion to scholarship to which he had so nobly dedicated his life. ED.

Kindness of friends, sharp eyes of critics and sheer good luck enable me to present a few additions to my recent book on the subject¹. They deal, of course, with essentials, such as new instruments, or deviations from the usual text of signatures, not with minor details, such as an additional reference to an already published astrolabe or sun-dial, or change of proprietors, and the like. Roman figures in front of some items refer to lists already published in the volume mentioned above.

'ABD AL-A'IMMA THE YOUNGER

XXXII. 'Abd al-A'imma the Younger in 1125 (1713) made (*ṣan'at*) an astrolabe, now in the collection of Mr. Georges Charliat, Paris.

See also s. v. Khalīl Muḥammad.

'ABDALLAH

Sirāj ad-dīn 'Abdallah in 1130 (1717/8) made (*'amal*) an astrolabe, signed on the *mater*, now in the collection of Mr. Thurston R. Adlerbloom, Newburg, Md.

'ABDALLAH

Sayyid 'Abdallah, *silāḥdār* of Sultan Selim III, in 1208 (1793/4) renovated a horizontal sun-dial (*baṣīṭa*) constructed — according to the inscription — in the days of Sultan Muḥammad the Conqueror. At present it is placed near the Hass Odasi, in the third courtyard of the Top Kapu Saray, Istanbul.

¹ *Islamic Astrolabists and their Works*. Geneva, A. Kundig, 1956.

I am very grateful to the Director of the Buffalo Society of Natural Sciences, the Secretary of the Naval Historical Foundation, Washington, D.C., to Mme. J. Sourdel-Thomine, Dr. Jamileh Yeganeh, Mr. G. Charliat, Dr. Richard Ertinghausen, Dr. K. H. Henking, Prof. U. Heyd, Dr. C. H. Josten, Mr. N. E. Landau, Dr. D. S. Rice, Mr. B. W. Robinson, Mr. Haluk Y. Şehsuvaroğlu, Prof. H. Terrasse, and quite especially to Mr. F. R. Maddison, for references or photographs, and permission to publish them.

Technical circumstances made it impossible to use diacritical signs and long vowel marks in the heading of each entry. The proper transliteration is, however, given in each instance for the descriptive text.

'ABD AL-QĀDIR MUḤIBB

'Abd al-Qādir Muḥibb, at an unspecified date made (*'amal*) an astrolabe, signed on the front bracket, now in the possession of Dr. Jamileh Yeganeh, Teheran.

AḤMAD B. 'ALĪ

Aḥmad b. 'Alī al-Andalusī, the last day of Jumādā I, 1219 (6th Sept., 1804) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe-quadrant for the faqīh Muḥammad b. Ḥājj 'Abd as-Salām as-Salāwī, in Rabat, now in the Museum of the History of Science, Oxford, No. 56-127. It was made under the guidance (*bi-irshād*) of the *mu'addil* al-Muṭī' b. at-Tayyib.

Bibl.: Maddison, *Supplement to a catalogue of scientific instruments in the collection of J. A. Billmeir*, 1957, p. 45.

AḤMAD B. KAMAL

Aḥmad b. Kamāl at an unspecified date made (*ṣana'hā*) an astrolabe, now in the Arab Museum, Baghdad, No. 9723. Signed on the front bracket.

Bibl.: Bashīr Fransīs [and] Nāṣir an-Naqshabandī, *Al-aṣṭurlâbât fī Dâr al-Āthâr al-'Arabiyya fī Baghdād*, *Sumer* 1957, vol. 13, pp. 12 f., pls. 3-5.

AḤMAD B. MUḤAMMAD

II. Aḥmad b. Muḥammad b. Ibrâhīm, in 1123 (1711/2) made (*ṣāni'uhu*) an astrolabe in Fez, now in the collection of Mr. N. E. Landau, Paris.

'ALĪ

VIII. Ḥājjī 'Alī in 1206 (1791/2) made an astrolabe, the *mater* of which is now in the Naval Historical Foundation, Washington, D. C.

'ALĪ B. GHİYATH

'Alī b. Ghiyāth (?) designed and made (*min 'amal kâtibihī*) a sun-dial, now in the Musée 'Alawī, Le Bardo, Tunis.

'ALĪ B. IBRAHIM AL-JAZZAR

'Alī b. Ibrâhīm al-Jazzār (?), muezzin at Ṭāzā in Morocco, in 728 (1327/8) made (*ṣana'ahu*) an astrolabe formerly in the collection of Dr. Leonardo Lapicciarella, Florence, now in the Museum of the History of Science, Oxford.

Bibl.: G. Levi Della Vida, *Oriente Moderno*, 1957, pp. 87 f.

'ALĪ B. 'IWAD

'Alī b. 'Iwād al-Maḥmūdī, lived in Ordūbak, where in Muḥarram 1006 (beg. 14th Aug., 1597) he finished making (*ṣan'at*) an astrolabe, now in the Top Kapu Saray Museum, Istanbul, No. 27-76.

II. Another one made (*min ṣan'at*) in 1020 (1611/2), was formerly in the Hoffman Collection.

Bibl.: Gunther, pp. 190 f., figs. 92 f.

'ALĪ AZ-ZA'TARĪ

'Alī az-Za'tarī, in 1082 (1671/2) made ('amal) an astrolabe, signed on the front bracket, now in the Top Kapu Saray Museum, Istanbul, No. 27-75.

HAMĪD B. 'ALĪ

II. Hāmīd b. 'Alī at an unspecified date made an astrolabe, formerly in the Harari Collection, now in the Museum of Islamic Art, Cairo.

Bibl.: Maddison, *Supplement*, 1957, p. 16.

IBRAHĪM B. 'ABD AL-KARIM

II. Ibrāhīm b. 'Abd al-Karīm, in 458 (1065/6) made an astrolabe. Photograph in the collection of the late Dr. H. P. J. Renaud, present owner unknown.

KHALIL MUHAMMAD

XX. Khalīl Muḥammad in 1020 (1611/2) made (*ṣan'at*) an astrolabe, now in the Arab Museum, Baghdad, No. 9722.

Bibl.: Frānsīs-Naqshabandī, *op. laud.*, pp. 13-19, pls. 2-5.

XXI. At an unspecified date he made (*ṣan'at*) another, now in the Arab Museum, Baghdad, No. 9719.

Bibl.: Frānsīs-Naqshabandī, *op. laud.*, pp. 19-25, pls. 4 f.

XXII. Also at an unspecified date he made (*ṣan'at*) an astrolabe, decorated (*namma-qahu*) by 'Abd al-A'imma, now in the Moser Collection, Historisches Museum, Bern.

XXIII. Again at an unspecified date, but probably datable to the reign of Shāh Ḥusain (1105-35 / 1694-1722) whose name is mentioned on the front bracket, he made (*ṣan'at*) an astrolabe, also decorated by 'Abd al-A'imma, who signed this time b. al-Ḥusain, now in the collection of the Buffalo Society of Natural Sciences, Buffalo, N. Y., No. C. 12855.

KHALIL B. RAMTASH

Khalīl b. Ramtāsh (?) in 726 (1325/6) made (*ṣana'abu*) a sun-dial, now in the Victoria and Albert Museum, London.

Bibl.: Gatty, *Book of Sun-dials*, 4th ed. 1900, I, p. 181, ill. on p. 180.

MAHMUD

Maḥmūd Efendi, probably identical with Maḥmūd al-Falakī, designed (*rassama*) a sun-dial, now in the Museum of Islamic Art, Cairo.

MAHMUD

Maḥmūd Tabārūk (?) Yazdī (?) at an unspecified date during the reign of Shāh 'Abbās made a steel compass, with cut openwork decoration, formerly in the possession of Mr. E. Beghian, later in the Harari Collection, now in the Museum of Islamic Art, Cairo.

Bibl.: *Cat. Exhib. Persian Art*, 1931, 3rd ed., p. 171, No. 275 R; Harari, *Survey*, 1938, II, p. 2515, VI, pl. 1390 D.

MUHAMMAD B. AHMAD AL-BATTUTI

III. This astrolabe, signed Muḥammad b. Aḥmad b. al-Ḥasan al-Baṭṭūti, gives us the name of Muḥammad's grandfather.

X. In 1137 (1724/5) he made (*ṣāni'*) an astrolabe, signed in a hand different from that of the other inscriptions of this instrument. Present owner unknown.

XI. In 1141 (1728/9) he made another astrolabe, in 1948 in the Muḥammad Taud Collection, present owner unknown.

Bibl.: Vernet, *Al-Andalus*, 1953, vol. 18, pp. 445-49; id., *Oriens*, 1958, p. 279.

MUHAMMAD B. AHMAD B. IBRAHIM

Muḥammad b. Aḥmad b. Ibrahim in 1104 (1692/3), while in Fez, made (*ṣana'a*) an astrolabe. Present owner unknown.

MUHAMMAD B. 'ALI

Raḍī ad-dīn Muḥammad b. Sayyid 'Alī al-Ḥusainī, at an unspecified date, made a brass nocturnal, formerly in the Chadenat Collection, now in the Museum of the History of Science, Oxford.

Bibl.: *Collection Chadenat*, 1956, No. 35; Maddison, *Supplement*, 1957, p. 70, No. 238, pl. XXXII.

MUHAMMAD AMIN

Muḥammad Amin in 1085 (1674/5) made (*ṣan'at*) an astrolabe, now in the collection of Mr. N. E. Landau, Paris.

MUHAMMAD BADI'

Muḥammad Badi' in 1071 (1660/1) made an astrolabe, formerly collection of Mirzā Aḥmad Sa'īd Khān, Loharu, now in the Bharat Kala Bhavan, Banaras Hindu University, Banaras, U. P.

Bibl.: *Delhi Museum of Archaeology. Loan Exhibition of Antiquities. Coronation Durbar*, 1911, p. 34 and pl. XV, b.

MUHAMMAD B. 'UTHMAN

Muḥammad b. 'Uthmān, on the first Sha'bān [xx]2 (the remainder of the date is broken away) made (*'amal*) a sun-dial, now in the Museum of Islamic Art, Cairo.

MUHAMMAD B. ZURAIQ

Muḥammad b. Zuraiq *al-muwaqqit*, in 962 (1554/5) made (*min 'amal*) a sun-dial for the Madrasa Sibāiyya, Damascus.

Bibl.: Sauvaget, *Les monuments historiques de Damas*, 1932, p. 78; As'ad Talass, *Mosquées de Damas*, 1943, p. 229.

'UTHMAN

As-sayyid 'Uthmān in 1197 (1783) made a sun-dial, painted on the wall of the Qāsim Pasha Barracks, Istanbul.

Bibl.: Gatty, op. *laud.*, I, p. 13, ill.

YUNUS B. ḤUSAIN

Yūnus b. al-Ḥusain in 539 (1144/5) made a silver-inlaid celestial globe, now in the Collection of M. Marcel Destombes, Paris.

Bibl.: G. Paulet, *Le Figaro*, 2. 11. 1958.

* * *

QUERY NO. 153. — *Location of Islamic astrolabes?*

I should be grateful if any reader of *Isis* would help me locate twenty-three Islamic astrolabes, quadrants and qibla indicators, mentioned in the literature, which seem to have vanished without a trace. Following is a list of their former owners; the dates give the last year (known to me) when the objects were still in their possession: Basser-man-Jordan (*c.* 1930, *not* in the National Museum, Munich); A. J. Carrapit, Calcutta (*c.* 1920); H. Swainson Cowper (1894); Duval (1936); Baron Larrey (1845 or 1865); Mrs. Marion Lord (1936); J. J. Marcel (1826); Mercator (1928); Max Meyerhof (1935); Muradoff & Sons (1929); Prof. Newall (1937); J. B. Petit (1925); Rudolph Said Ruete (before 1930); Henri Sauvaire (1893); Sottas (1936); W. S. W. Vaux (1856); Consul Wetzstein (1865); Prof. Wilson (1856 or 1865).

Jerusalem

L. A. MAYER

* * *

G. D. MAMEDBEILI

L'OSSERVATORIO DI MARAGA E L'OSSERVATORIO DI PECHINO DEL XIII SECOLO

Il fiorire dell'attività dell'osservatorio aserbaigiano di Maraga cade sulla seconda metà del XIII secolo. Verso quel periodo i conquistatori mongoli invasero immensi territori in Asia e in Europa: sotto il dominio della dinastia degli Iuan vennero a trovarsi l'Asia Centrale, la Cina, l'Iran, la Transcaucasia e vari altri paesi. La Cina manteneva allora rapporti animati con i paesi dell'Asia Centrale e dell'Europa Orientale. La via dalla Cina in Europa passava attraverso il territorio dell'Aserbaigian, dove, sotto la direzione del celebre astronomo Nassireddin Tusi (1201-1274), fu eretto il magnifico osservatorio di Maraga.

Le relazioni animate della Cina con altri paesi favorirono in modo particolare lo sviluppo dell'astronomia in Cina. « La nostra astronomia », scrive il professore Giu Ke-gen, vice-presidente dell'Accademia delle Scienze della Repubblica Popolare Cinese e presidente della Commissione per la storia dell'astronomia. « si arricchì della esperienza dei paesi maomettani » (1). Richiamandosi alla *Storia della dinastia degli Iuan*, libro XLVIII (2), il professore Giu Ke-gen scrive: « Zamarutin, astronomo persiano, offrì all'imperatore (Sci Tsu oppure Khubilai Khan - nipote di Gengiscan) strumenti astronomici di modello arabo e inventò il calendario "Van-nian" che sostituì il vecchio sistema cronologico cinese. Zamarutin, di cui parla il professore Giu Ke-gen, è Giamaleddin Takhir Muhammed Az Zeidi Bukhari, che per lungo tempo studiò gli strumenti dell'osservatorio di Maraga e ritornò in Cina nel 1267 con i disegni di sette strumenti astronomici e, secondo talune fonti, con modelli di alcuni di essi. Al dire dello storico aserbaigiano del XIII secolo Rascideddin (3) Giamaleddin venne incaricato di costruire a Pechino una specola. Non essendo sufficientemente competente in questo campo, egli si recò nell'osservatorio di Maraga per studiarne l'espe-

rienza della costruzione. poichè « la fama delle mirabili capacità di Nassireddin volava in tutto il mondo come il vento ».

Da fonti aserbaigiane si apprende che nell'osservatorio di Maraga lavorò anche l'astronomo cinese Fao Mun-ci. a cui l'osservatorio di Maraga deve le nozioni sul calendario cinese, inserite nelle celebri tavole « Sidg Elkhani ». Ne facevano parte il sistema cinese per il calcolo delle ore nello spazio diario che si divideva in dodici parti, ognuna delle quali aveva una propria denominazione, il sistema dei 24 mesi cinesi in cui si divide l'anno ecc.

All'osservatorio di Maraga vennero compilate le coordinate delle maggiori città di molti paesi. Le tavole delle coordinate geografiche furono ristampate a Londra nel 1652 (4) e a Oxford nel 1711 (5). Esse esercitarono una determinata influenza sull'ulteriore evoluzione della astronomia e della geografia. L'idea di compilare tavole di coordinate geografiche venne accolta anche dagli astronomi cinesi. Per iniziativa dell'eminente scienziato cinese Ko Scin-cing (Go Sciou-tsin) (1231-1316) furono eseguite misurazioni delle latitudini geografiche di una trentina di città della Cina - dalla Corea a levante fino a Liangiou, Cendu e Kunmin a ponente, da Tiangu a settentrione fino al tropico del Cancro, ossia dai 55° ai 23° di latitudine boreale.

Nell'antico osservatorio di Pechino fin'ora si conservano i vecchi strumenti astronomici fabbricati come riproduzione di quelli creati nel XIII secolo secondo i disegni di Maraga. Tra di essi vi sono una sfera armillare, munita, oltre della diottra, di un cannocchiale, un'armilla di tipo più semplice, un teodolite ecclittico, un sestante, un globo celeste.

L'armilla di tipo più semplice è fornita di un dispositivo per la determinazione delle coordinate dei corpi celesti. Uno strumento di questo tipo venne installato per la prima volta nella specola di Maraga, dove si chiamava « quadrante girevole ». Durante la fabbricazione di strumenti ad uso dell'osservatorio di Pechino si tenne conto delle tradizioni scientifiche del popolo cinese; così ad esempio vennero conservati il sistema degli astronomi cinesi per la misurazione del tempo e degli angoli, nonchè le denominazioni cinesi delle costellazioni e la loro configurazione. Per risolvere una gamma di problemi attinenti alla trigonometria sferica, per l'osservatorio di Pechino fu costruito un globo del diametro di circa 2 metri. Come è noto, uno dei globi dell'osservatorio di Maraga del diametro di 144 cm. è custodito fin dal XVI secolo, nel salone matematico-fisico di Dresda.

In tal modo si può ritenere accertato che nella costruzione dell'osservatorio di Pechino del XIII secolo venne studiata ed utilizzata l'esperienza della specola di Maraga, e gli strumenti astronomici fabbricati per l'osservatorio di Pechino riproducevano alcuni strumenti di quello di Maraga. D'altra parte l'astronomo cinese Fao Mun-ci fece conoscere all'osservatorio di Maraga il sistema cronologico cinese esposto nelle tavole « Sidg Elkhani ».

Quanto si è detto sui legami intercorsi fra gli osservatori di Maraga

e di Pechino attesta una volta di più che il contatto fra scienziati di vari paesi e nazioni favorì sempre il progredire della scienza e la sua grandezza.

BIBLIOGRAFIA

1. - GIU KE-GEN, *Vklad kitaiskikh ucionikh v astronomiu v drevnie e srednie veka* (Contributo apportato dagli scienziati cinesi all'astronomia nei secoli antichi e medioevali). Rivista « Priroda » n. 10, 1953, pp. 66-75.
2. - Vedi anche A. WYLIE, *The mongol astronomical instruments in Peking*. Travaux de la 3-e session du Congrès Intern. des Orientalistes, vol. II.
3. - RASCHIDEDDIN, *Sbornik lietopisei* (Raccolta di annali), vol. III M.-L., 1946.
4. - Binae Tabulae una NASSIN EDDINI, *Persae altera Ulug Begi Tatari*. Opera Studio Gravii, Londini, 1652.
5. - *Geographia Veteris Scriptores Graeci minores accedunt Geographica arabica etc.* Vol. III, 1711, Oxoniae.

IDENTIFICATION D'UN DES ASTROLABES DE LA MOSQUÉE DES ANDALOUS

La Mosquée des Andalous à Fès possède un certain nombre d'astrolabes, parmi lesquels un astrolabe à décor Louis XVI, portant la signature « Lenoir, ingénieur du Roy » et dont la date, 1789, éveillait la curiosité. Dans quelles circonstances cet instrument dont la fabrication en France est exceptionnelle à cette date avait-il pu parvenir au Maroc ?

C'est par hasard que nous avons trouvé la clef de ce petit mystère dans la correspondance échangée entre le Ministre de la Marine comte de La Luzerne, le consul de France à Salé, M. du Rocher et le commerçant marseillais Jacques Sicard qui représentait les intérêts français à Mogador.

En 1786, S. M. Sidi Mohamed ben Abdallah, empereur du Maroc avait remis au vice-consul Henri Natal Mure ⁽¹⁾ qui partait pour la France un astrolabe. Cet astrolabe devait servir de modèle à la reproduction de deux instruments de même nature.

Le travail fut confié au « meilleur artiste (de Paris) en ce genre » ⁽²⁾ et son exécution ne fut terminée qu'au début de 1789.

Les trois astrolabes (le modèle et ses deux copies) envoyés à la Chambre de Commerce de Marseille, parviennent à Mogador avec le vaisseau du capitaine Morin, dans les premiers jours du mois d'août ⁽³⁾. Puis ils sont donnés au Caïd Djilali qui les transportera jusqu'à Marrakech où ils seront offerts à Sidi Mohamed ben Abdallah.

En rendant compte de sa mission Jacques Sicard ajoute « j'espère que les astrolabes amuseront S. M. et lui feront oublier Mogador, car depuis son arrivée à Maroc (Marrakech) il n'a presque point passé de jour sans envoyer icy des ordres et des contrordres à l'infini » ⁽⁴⁾.

Voici donc éclaircie l'origine de l'astrolabe des Andalous. Il est possible que son double, le second astrolabe exécuté par Lenoir se trouve encore quelque part au Maroc.

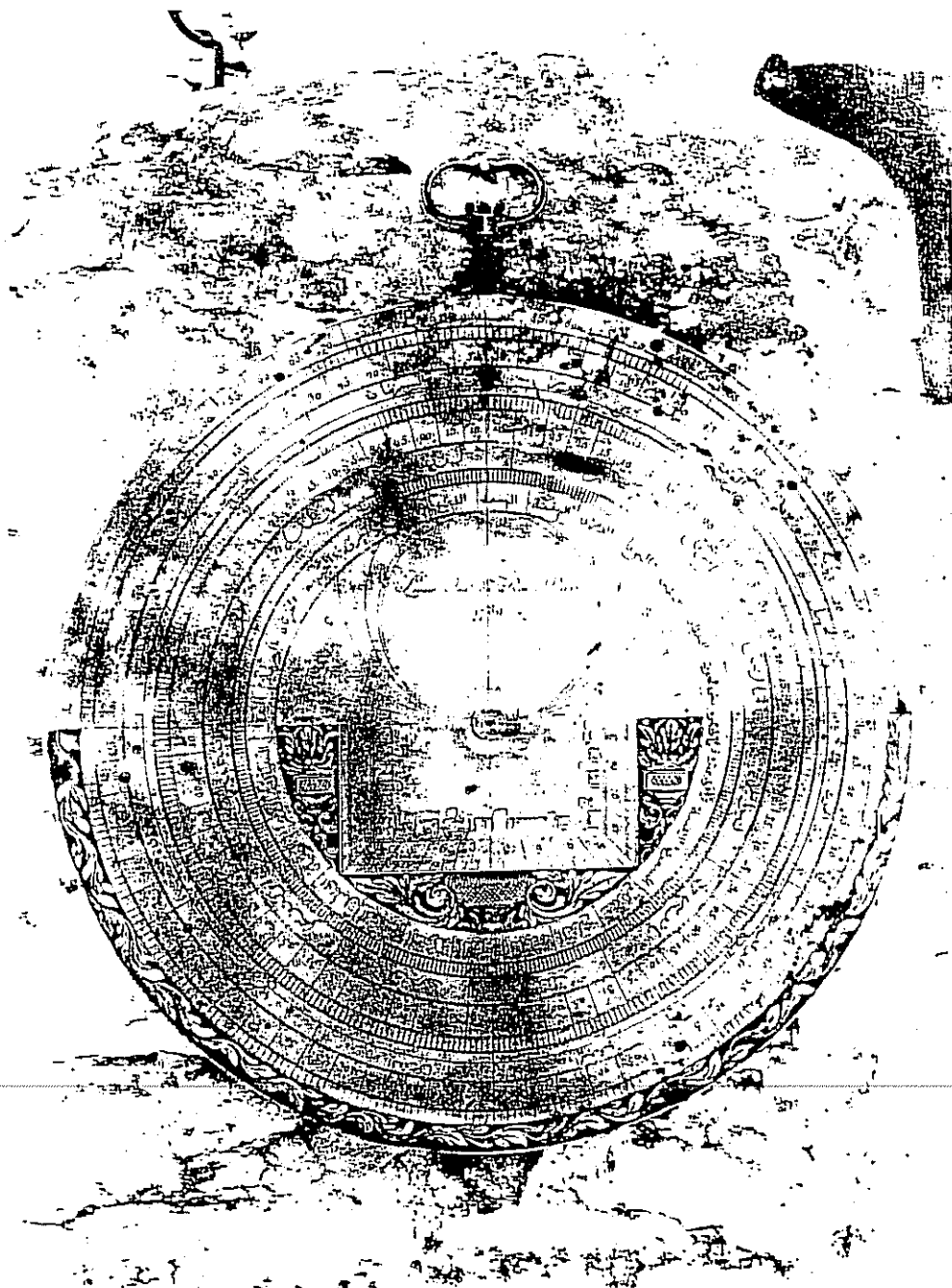
MANON HOSOTTE-REYNAUD.

(1) Il ne faut pas confondre le vice-consul H. N. Mure qui laissait Salé en 1786 pour prendre un poste nouveau à Tripoli de Syrie, avec son jeune frère Louis Mure de Pellane, employé à la Chancellerie d'Alexandrie, puis nommé en 1786 à la Chancellerie de Salé sur la recommandation du Maréchal de Castries. Archives du Consulat de France au Maroc, A 7¹, A 17¹ bis, A 26¹.

(2) Lettres du comte de La Luzerne à M. du Rocher, Paris, 15 février, 27 avril 1789. Archives du Consulat de France au Maroc, A 7¹.

(3) Ce navire appartenait à la maison Rabaud de Marseille pour laquelle Sicard tenait comptoir à Mogador. Lettres de Sicard à M. du Rocher, Mogador, 19 août, 9 septembre 1789. Archives du Consulat de France au Maroc, A 11¹.

(4) Jacques Sicard à M. du Rocher, Mogador, 16 septembre 1789. Archives du Consulat de France au Maroc, A 11¹.



Astrolabe des Andalous : Face.

الاسطرلابات

في دار الاثار العربية في بغداد

بقلم
بشير فرنسيس و ناصر النقشبندی

- ١ -

الاسطرلاب أو الاسطرلاب لفظة يونانية الاصل من « استرولابس » من « استرو » أى نجم أو كوكب و « لابون » أى أخذ لانه استعمل اولاً فى اخذ درجات ارتفاع الكواكب فهو ، على ما يدل عليه اسم آلة لقياس الكواكب الثابتة والسيارات فى طلوعها وغروبها وميلها وارتفاعها وغير ذلك من حركاتها التى تعرف احوال الفلك ليلاً ونهاراً وفى فصول السنة المختلفة .

ولما اخذ العرب فى العصر العباسى يزيدون من جهدهم ونشاطهم فى نقل العلوم عن الامم الاخرى اخذوا الاسطرلاب عن اليونان واستعملوه فى ارسادهم وحساباتهم الفلكية والجغرافية والطبغرافية وفى الملاحة فى عرض البحار والمحيطات . فاهتموا بالعمل به وتفتنوا فى الافادة منه وانتقوا منه غاية الاتقان حتى فاقوا فى ذلك من تقدمهم . على ان مما يحسن ذكره ، ان المكتشفات الاثرية الحديثة ، قد دلت على ان العراقيين القدامى من بابلين وآشوريين وغيرهم عنوا عناية فائقة بالنجوم والرياضيات الفلكية وبرزوا فيها ، ومن المحتمل ان اليونان الذين كانوا على صلة بالعراق القديم قد نقلوا عنه اصول معارفهم الفلكية مع ما نقلوه من العلوم والفنون الاخرى حينذاك .

وقد اشتهر من العرب فى شتى الاستقاع الاسلامية من شرقها الى غربها علماء اعلام فى الفلك وألفوا فى صنع الاسطرلاب والعمل به الرسائل الكيرة والمقالات المسببة ووضعوا قواعد واصولا لهذا الفن ، وانتهى اليها مما النوء فى هذا الشأن غير قليل كما انتهى اليها جملة كبيرة من الاسطرلابات التى صنعوها وهى موجودة فى متاحف العالم ولدى الافراد لاسيما فى متاحف اسبانية وايطالية ، لان العرب فى هذين البلدين

كانت لهم السيادة في العصور الوسطى وانتشرت ثقافتهم وعلومهم في تلك الاصقاع كما ان هذين البلدين خلفا العرب في الاستكشافات الجغرافية والملاحة في البحار المحيطة واستعمل ملاحوها الاسطرلاب في هذه الاعمال حتى ليقال ان كولمبوس مكتشف اميركة قد استعمل آلة بحرية من نوع الاسطرلاب في استكشافاته البحرية .

ولدى مديرية الآثار القديمة العامة سبعة اسطرلابات خسة منها اهداها اليها السيد أحن الدين الحفاتي من مخلفات والده الفلكي المرحوم عبدالحليم الحفاتي فاستحق الشكر والتناء والانسان الآخرا ان اقتنهما من جهة اخرى وستناول وصف هذه الاسطرلابات في هذا المقال .

كانت الاسطرلابات على اشكال مختلفة منها الكرى ، والمسطح ، والربيع المجيب ، والاسطرلاب الخطي ، او ما يسمى عصا الطوسي ، نسبة الى مخترعه المظفر ابن المظفر الطوسي المتوفى سنة ٦١٠ هـ (١٢١٣م) وهو يشبه مطرة الحساب والقياس .

وتعددت الوجوه والاعراض التي كانوا يستعملون الاسطرلاب فيها ، فقد كانوا يعملون به في استخراج البرج الذي تكون الشمس فيه وعدد الدرجات التي قطعها منه . وفي اخذ ارتفاع الشمس وارتفاع الكواكب . وفي معرفة وقت الظهر والعصر وآخر العصر ، ومغيب الشفق وطلوع الفجر . وفي معرفة اوقات النهار واوقات الليل وما مر من ساعات زمانية منها . ومعرفة ساعة واحدة زمانية من ساعات النهار والليل .

- و « أم الاسطرلاب » وهى الصفيحة الكبرى رأس الجدى •
 ذات « انطوق » الجامعة للصفائح •
 و « الحجرة » هى الفراغ الموجود فى أم الاسطرلاب ، ويضم الصفائح والعنكبوتة وينتشر عليها أحيانا اضواء واعراض بعض المدن •
 و « الصفائح » وهى اقراص مستديرة •
 وعددها يختلف فى كل اسطرلاب من ثلاث الى أكثر من عشر صفيحة • وهى منلومة من جانبها تثبت فى تنو، خاص داخل الحجرة يمنة من الدوران • وفى كل صفيحة منها ثلاث دوائر على مركز الصفيحة ، فالصغرى منها مدار السرطان والوسطى مدار رأس الحمل والميزان ، والكبرى مدار رأس الجدى •
 ثم « العنكبوت » وهى الشبكة ذات الحروف والتواءات التى تعين بعض الكواكب وفيها دائرتان الكبرى من المركز هى مدار الجدى والصغرى مركزها مدار السرطان وعليها البروج الاثنا عشر وقوس مداره رأس الحمل والميزان وهو مدار الاعتدال وتكون شبكة العنكبوت وجه الاسطرلاب وفيها عبة لتحريكها •
 و « العضادة » وهى الساق المتحركة على ظهير الاسطرلاب وفيها شطبتان مقبوتان يؤخذ بهما ارتفاع الشمس بالنهار والكواكب بالليل • وأخذ الابعاد والمرتفعات الارضية •
 ثم « المحور » وهو القطب المسك للصفائح والعنكبوت من ثقب فى مراكزها •
 و « الفرس » وهو الداخل فى القطب المسك له •
 ثم « المرى » وهو الزيادة التى تكون فى
- رأس الجدى •
 ثم « ظهير الاسطرلاب » وينقسم عادة الى ثلثمائة وستين درجة والى اربعة ارباع الدائرة وينتشر فيها ، فى بعض الاسطرلابات اسماء البروج وغيرها من الرسوم اللازمة للعمل بالاسطرلاب •
 ومن الكتب والرسائل المهمة الموضوعة فى الاسطرلاب والعمل به والى التى تم احيائها بانطبع :
 (١) كتاب العمل بالاسطرلاب وذكر آلاته واجزائه لابن الصغار ابى القاسم احمد بن عبدالله بن عمر الغافقى تلمذ على ابى القاسم مسلمة بن احمد المجربى توفى ٣٩٨ هـ (١٠٠٧ م) المعروف بنفوقه فى علم الفلك ومراقبة النجوم وفهم المجسطى وتلخيصه لعمل محمد بن احمد الخوارزمى وجداول البطاني • وقد ترجم كتاب ابن الصغار هذا الى اللاتينية فى الثلث الاول من القرن الثانى عشر للميلاد كما ترجم الى العبرية • ونشرته اخيرا « مجلة المعهد المصرى للدراسات الاسلامية فى مدريد » فى عددها الثالث من المجلد الاول لسنة ١٣٧٤ هـ - ١٩٥٥ م ، من الصفحة ٤٧ - ٧٦ (طبعت بمطبعة المعهد المصرى فى مدريد) •
 و (٢) كتاب العمل بالاسطرلاب صنع على بن عيسى النجم وقد نشره الاب لويس شيخواليسوعى فى مجلة « الشرق » ، الصادرة فى بيروت (١٦ [١٩١٣] من ٣١ - ٤٦) •
 و (٣) رسائل ابى نصر منصور بن على بن عراق الجبلى مولى امير المؤمنين الى البيرونى وهى خمس عشرة رسالة كلها فى علم الفلك وبينها رسائل فى الاسطرلاب وصناعة الاسطرلاب

طبعها جمعية دائرة المعارف بجيدر آباد الدكن
بالبند سنة ١٣٦٧ هـ - ١٩٤٨ م .
وصف الاسطرلابات وجميعها مصنوع من البرنز

(١) اسطرلاب احمد بن كمال .
رقم ٩٧٢٣ ع (من صدايا الحافاني) .
هو اقدم اسطرلاب في دار الانوار العربية
غير مؤرخ ، الا ان طراز كتاباته الكوفية يدل على
انها تعود الى المائة الرابعة للهجرة (العاشرة
للميلاد) وقد فقد بعض اجزائه فجددت وهما
العنكبوت وطوق ام الاسطرلاب اذ يختلفان في

هـ / ي / دى / ك / دك / ل / دل / م / دم / ن / ن / س / هـس / ع / دع / ف / دف / ص
٩٠ . ٨٥ . ٨٠ . ٧٥ . ٧٠ . ٦٥ . ٦٠ . ٥٥ . ٥٠ . ٤٥ . ٤٠ . ٣٥ . ٣٠ . ٢٥ . ٢٠ . ١٥ . ١٠ . ٥

أما طوقها فحديث الصنع وقد قسمت درجاته
على الطريقة المثوبة بتدري من تحت الكرسي وإلى
اليمن رقت كل خمس درجات بالحروف بالتتابع
التالى : مائة ثم مائة ثم مائة ثم ستين . فيكون
مجموعها ثلاثمائة وستين درجة وهو محيط الدائرة .
الحجرة : نقش في باطنها ما ينقش عادة على
الصفايح فأصبحت بذلك الصفيحة الاولى ونقش

(و ، ب ، ج ، د ، هـ ، ل ، لو ، م ، ن ، س ، سو ، ع ، ب ، ج ، د ، هـ ، ف ، ص)
٩٠ . ٨٤ . ٧٨ . ٧٢ . ٦٦ . ٦٠ . ٥٤ . ٤٨ . ٤٢ . ٣٦ . ٣٠ . ٢٤ . ١٨ . ١٢ . ٦

واسفل خط المشرق والمغرب كتب الساعات بالحروف ايضا بتدري من المغرب

(ا ب ج د هـ ز ح ط ي يا ب)
١٢ ١١ ١٠ ٩ ٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١

وقد كتب عليها (اقليم الاول عرضه يو) اى ١٦ (ساعاته يج) اى ١٣ ساعة .

اما بقية الصفائح فلا تختلف عن الصفحة الاولى الا في درجات العرض والساعات . فالصفحة الثانية : الوجه الاول (اقليم الثاني عرضه كد) اى ٢٤ * (ساعاته يسجل) اى ١٣ ساعة و ٣٠ دقيقة . الوجه الثاني (اقليم الثالث عرضه ل) اى ٣٠ * (ساعاته يد) اى ١٤ ساعة . الصفحة الثالثة : الوجه الاول (اقليم الرابع عرضه لو) اى ٣٦ * (ساعاته يد ل) اى ١٤ ساعة و ٣٠ دقيقة .

(٢) اسطرلاب حسن بن علي اصفهاني صنع سنة ١٠٢٠ للهجرة ١٦١١ للميلاد وهو كامل قطره ١١/٨ سم . رقم ٩٧٢٢ ع (من هدايا الخافاني) .

١ - أم الاسطرلاب قسم ظهرها الى اربعة ارباع العلويان رقما بالحروف من الشرق والمغرب الى تسعين درجة الربع الغربى منهما رست عليه الجيوب الستية المبسوطة والمكوسة ليقوم مقام الربع المجيب . والشرقى رست اقواس عديدة لزاويته القائمة وقوطعت بأقواس تخرج من ضلعيه القائمين الى الوتر رست على اليمنى منها اسماء المدن الآتية (مشهد مقدس ، ويزد واصفيهان وهمدان وبغداد وشيراز) . ورست فيه خطوط سموت القبلة في البلاد المرقومة على اطرافها بارتفاع الغربى . وكتب على كل من عقرب قوس جدى دلو حوت حمل ثور جوزاء ثم منطقة بروج الشمس وهي : الحمل . الثور . سودة قسم النصف السفلى منه الى اطواق . فسا الجوزاء . السرطان . الاسد . الثبله . الميزان . نقش على الطوق الخارج هو الظل :

الوجه الثاني (اقليم الخامس عرضه ما) اى ٤١ * (ساعاته يد) اى ٥ ساعة . الصفحة الرابعة : الوجه الاول (اقليم السادس عرضه مه) ٤٥ * (ساعاته يد ل) اى ١٥ ساعة و ٣٠ دقيقة . الوجه الثاني (اقليم السابع عرضه مع) اى ٤٨ * (ساعاته يو) اى ١٦ ساعة . المنكبوت : وفيها تنوعات كثيرة تشير الى بعض الكواكب الثابتة التى كتبت عليها وتسمى شظايا الكواكب او مريخا وبين برجى القوس والجدى تنوء صغير يقال له مرى الاجزاء يشير الى مقدار الدرجات التى دار عليها المنكبوت . وعلى المنكبوت اسماء الكواكب الثابتة الآتية : داخل منطقة البروج : فكه . الحوا . الواقع (اى السر الواقع) . ردف (٩٠) . العوا . الدبران الراعى وكف الخشب (ويسمى ايضا ذات الكرسي) .

علي والباقر محمد والصادق جعفر والكاظم موسى وتبتدىء من تحت الكرسي الى اليمين :

شن . شنه . شس

حلب . موصل .

الإطوال: عز. ي	ع. ه. ك	سج. ك	عر. د	فج. ل	سول	ع. ه
١٠-٧٧	٢٠-٧٥	٢٠-٦٣	٥-٧٧	٣٠-٨٣	٣٠-٦٦	٥-٧٠
عب. ي	عر. ه					
١٠-٧٢	٥٠-٧٧					

العروض: كا. م	ك. ه. د	ل. ك	يد. ل	ك. د. ه	لا. ن	يج. م. ه
١٠-٢١	٥-٢٥	٢٠-٣٠	٣٠-١١	٥-٢١	٥٠-٢١	١٥-١٣
له. ن	لد. ل					
٥٠-٣٥	٣٠-٣٤					

الانحراف: د. ه	لز. ي	يج. ل. ح	ا. يد	سط. ل	مه. ن	ل. لا
٥-٥	١٠-٣٧	٢٨-١٨	١٥-١	٣٠-٦	٥٠-١٥	٣١-٣٠
يج. كط	يز. يب					
٢٩-١٨	١٢-١٧					

الجهات: شج شش عجب شج شج عجب

البلاد: نخجوان . مراغة . تبريز . اردبيل . سرمن راي . كوفه . بغداد . بصره

الأطوال: ما. يه	ف. ه	ف. ه	ف. ب. ل	عط. د	عط. ل
١٥-٤١	٥-٨٢	٥-٨٢	٣٠-٨٢	٥-٧٩	٥-٧٩
ف. ه	ف. د. ه				
٥-٨٠	٥-٨٤				

العروض: يج. م	لز. ك	يج. ه	يج. د	لد. ه	لا. ل	لج. ك
١٠-١٨	٢٠-٣٧	٥-١٨	٥-١٨	٥-٣٤	٣٠-٣١	٢٥-٣٣
ل. ه						
٥٠-٣٠						

الانحراف: يب. يه	يو. يز	يه. ه	يو. يج	زو. يو	يب. لا	يب. يه
١٥-١٢	١٧-١٦	٥-١٥	١٣-١٦	١٦-٧	٣١-١٢	١٤-١٢
لز. يط						
١٩-١٧						

الجهات: عجب عجب عجب عجب عجب عجب عجب

البلاد: شوشتر . كازرون . شيراز . يزد . همدان . قزوین . نجرند . قفقاز . اصفهان

الاطوال : قد. لل. قز. ه. قح. ه. قط. ه. قج. د. قه. ه. قد. ل. قو. م						
العروض : لا. ل. كط. ي. كط. ه. لب. ه. له. ي. لو. د. لد. يد. لب. كد						
الانحراف : له. كد. يا. يز. يج. يح. فح. يح. كب. يو. كز. لد						
٣٤-٣٥	١٧-٢١	١٨-٢٣	١٨-٨٨	١٦-٢٢	٣٤-٣٧	
يج. ما. م. يح						
١١-١٣	١٨-٤٠					
الجهات : غج. غج. غج. غج. غج. غج. غج						

البلاد : كشان قم طالقان استراباد سمنان دامغان مشهد نياپور تون						
الأطوال : قو . ه قه . مه قه . مه قط . له قج . ه فح . يه						
٥-٨٦	١٥-٤٠	١٥-٨٥	٣٥-٨٩	٥-٨٣	١٥-٨٨	
ص . ل ص . ل ص . ل						
٣٠-٩٢	٣٠-٩٢	٣٠-٩٢				
العروض : لد . ه لد . مه لو . ي لو . ن لو . ه لو . ك لو . د						
٥-٣٤	٥-٤٠	١٠-٣٦	٥٠-٣٦	٥-٣٦	٢٠-٣٦	٥-٣٦
لو . ك لد . ل						
٢٠-٣٦	٣٠-٣٤					
الانحراف : يد . ل لا . يد كط . يج يح . مع لو . يز لح . ه مه . و						
٣٠-١٤	١٤-٣١	١٣-٢	٤٨-١	١٧-٣٦	٥-٣٨	٦-١٥
مو . كه يه . ك						
٢٥-١٦	٢٠-١٥					
الجهات : غج غج غج غج غج غج غج						

البلاد : سبزوار. هرات. قاين. بلخ. هرموز. كرمان. قندهار. لاهور. كشمير						
الاطوال : صا. ل. ص. ك. ص. ك. فا. ه. ص. ه. ص. ل.						
٣٠-٧١	٣٠-٧٤	٢٦-٩٣	٥-٨١	٥-٩٢	٣٠-٩٢	
قز. م. ظ. ك. ص. ه.						
٤٠-٨٧	٢٠-٨٩	٥-٩٨				

العروض : لو . د	لد . ل	لج . م	لو . ما	كه . ه	كط . ن	كج . د
٥-٣٦	٣٠-٣٤	٤٠-٣٣	١٢-٣٦	٥-٢٥	٥٠-٢	٥-٢٣

لا . يه

١٥-٣١

الانحراف : مد . يه ب	يد . ح	يد . لو	سه . لو	عد . ل	سب . يا
١٢-١٤	٨-١٤	١٦-١٤	٣٦-٦٥	٣٠-٧٤	١١-٦٢

عه . ه

٢٠-٧٥

الجهات : غج غج غج غج غج غج غج غج

البلاد : كنج تفلين شيروان

الاطوال : فج . ه	فج . ه	صا . ل
٥-٨٣	٥-٨٣	٣٠-٩١

العروض : ما . ك	بج . ه	لو . د
٢٠-٤١	٥-٤٣	٥-٣٦

الانحراف : يه . مط	يد . ما	يد . ك
٤٩-١٥	٤١-١٤	٢٠-١٤

الجهات : غج غج غج

الصفائح : كالتى سقت وتحتوى على الدوائر وعلى هذا الاصطلاح سموت بتدى من مدار
الثلاث والمنظرات الشرقية والغربية والسموت رأس الحمل والميزان عند خط الاستواء الى المركز
وهى على النظام الثلاثى بتدى من المشرق (ج) (ي . ك . ل . م . ن . س . ع . ف . ص)
و . ط . يا . يه . يج . كا . كد . كز . ل بزيادة عشر درجات ثم يلى ذلك بقية ارباع
لج . لو . لط . مب . مه . مج . نا . ند . نر الدائرة . وكذلك ساعات النهار المذكورة فى
س . سج . سو . سط . عب . عه . عح . فا الاصطلاح السالف . ونذكر هنا العروض
قد . فر . ص . وهكذا المنظرات الغربية . وساعاتها على كل وجه من كل صفحة :

الوجه الاول العرض كب . ساعاته يج . كب	٢٢ ١٢ ٥ ٣٠
الثالث العرض لب . ساعاته يد . و	٢٢ ١٤ ٥ ٣٦
الخامس العرض لو . ساعاته يد . يز	١٧ ١٤ ٥ ٣٨
السابع العرض مه . ساعاته يد . كر	٢٧ ١٥ ٥ ٤٥
الثاني العرض ل . ساعاته يج . يح	١٨ ١٢ ٥ ٣٠
الرابع العرض لز . ساعاته يد . لد	٣٤ ١٤ ٥ ٣٧
السادس العرض لح . ساعاته يد . لب	١٢ ١٤ ٥ ٣٨

الثامن : قسم الى اربعة ارباع رسمت عليها الدوائر ثم رسمت عليها درجات الميول (ال ٢٣/٥) والميل الكلي لكل منها ورقمت بالحروف من اقطارها الاربعة د ، ح ، ي ، يو ، ك ، كد وهكذا .

التاسع : قسم الى اربعة ارباع ووضعت عليها الدرجات التسعينية ثم رسم عليها الميل القطبي الشمالى والجنوبى ٢٣ ١/٢ درجة كما رسمت بقية خطوط الطول والعرض لكل ميل من شرقى وغربى بالنسبة الى السطح .

العاشر : رسمت عليها المقطرات الغربية والشرقية ثم السموت ثم دائرة منطقة البروج وعلمت جميعها بالحروف بدل الارقام .

المنكبوت : كالذى قبله ورسم عليها اسماء الكواكب الثابتة الآتية :

١ - المركز : عيوق ، غول ، ذنب الدجاجة ، نسر واقع ، نير فك ، (سماك) رامح ، نسر الطائر ، رأس الحواء ، عني الحية وقم القرس .
٢ - دائرة منطقة البروج : حمل الخ ...
ومرقة درجاتها بالحروف .

٣ - خارج منطقة البروج : قلب الاسد ، (الشعرى) الشامى ، يد يمنى (؟) ، عين الثور ،

(٣) اسطرلاب حسن بن على - من صنع صانع الاسطرلاب رقم (٢) المؤرخ سنة ١٠٢٠ هـ .
كبير الحجم قطره ١٦٤ سم وهو كلاسطرلاب سالف الذكر .
رقم ٩٧١٩ - ع .

١ - ظهر ام الاسطرلاب : مقسم الى اربعة ارباع ، فالربع الغربى الاعلى هو الربع المجيب رسمت عليه الجيوب وقسم الى تسعين درجة ورسم على الربع

الشرقي سموت القبلة بالاتجاه الغربي للمسند
 الآتية : ضوس ، شبد ، اصفهان ، بصرة ،
 شيراز ، ورست فيه المدرجات الآتية : كوكب
 لب . له . ليح . ما . ماب . مو . وكتب عند
 كل ضلع من اضلاعه القائمة البروج الانعاش .
 وقد كتب في زاويته : « خطوط سموت القبلة في
 البلاد المرقومة على اطرافها بارتفاع الغربي » وكتب
 على الوتر : « دوائر انصاف النهار في المروض
 المرقومة على اطرافها بارتفاع الغربي » .
 ويرسم في المركز من النصف السفلي مستطيل
 قسم الى عشرة اقسام طولها واربعه عرضا كتب
 بداخلها الافلاك والبروج في ٤٠ مربعا وقد دون
 تحت السطر التالي :
 « الطائع مثلثات ازمانها بالليل وازمانها بالنهار »
 ١ - ناري - حمل . اسد . قوس . شمس .
 مشتري . زحل . مشتري . شمس . زحل .
 ٢ - ترابي - ثور . سنبله . جدى . زهرة

المنازل : شرطيين . بطيين . نريسا .
 الدبران . هتعة . هتعة . ذراع . ثرة . طزفي .
 جبهة . زبرة . الصرفة . عوا . سماك . غفر .
 زبانا . اكليل . قلب . شولة . نعام . بلدة .
 (سعد) ذابح (سعد) بلع . (سعد) السبود .
 (سعد) الاخبية . مقدم موخر . الرشا .
 ثم يأتي قوس البروج ووجوهها .

قمر . مريخ . قمر . زهرة . مريخ
 ٣ - هوائي - جوزاء . ميزان . دلو - زحل .
 عطارد . مشتري . عطارد . زحل . مشتري .
 ٤ - مائي - سرطان . عقرب . حوت -
 زهرة مريخ . قمر . مريخ . زهرة . قمر .
 الضلع الشرقي (ظل اقدام) (أ . ب . ج . د . هـ . و . ز)
 الحمل : الثور . الجوزاء . السرطان
 ح س دي زل ح س دي ح س
 الاسد . السنبله . الميزان .
 ليح ح س دي زل
 عقرب . قوس . جدى . دلو . حوت
 ح س . زلي . ح س دي زلي
 ويحيط بهذا قوس في الكواكب وحدودها :

الكواكب وحدودها : مشتري . زهرة . عطارد . مريخ . زحل . زهرة . عطارد . مشتري .
 و ب ب ك ك ل ح ب ك
 زحل . مريخ . عطارد . مشتري . زهرة . مريخ . زحل . مريخ . زهرة . عطارد . مشتري .
 ك ل ف ب ب ك ل ي ي ب ب ك
 زحل . مشتري . زهرة . زحل . عطارد . مريخ . عطارد . زهرة . مشتري . مريخ . زحل .
 ل و د ب ك ل ي ي ك ب ل
 زحل . عطارد . مشتري . زهرة . مريخ . مريخ . زهرة . عطارد . مشتري . زحل . مشتري .
 و ب د ك ب ل ز با ب ب ك ل ب
 زهرة . عطارد . زحل . مريخ . عطارد . مشتري . زهرة . زحل . مريخ . عطارد . زهرة .
 ي ك ك ل ز ب ب ك ل ن ب
 مشتري . مريخ . زحل . زهرة . مشتري . عطارد . مريخ . زحل .
 ك ك ل ب ي ب ب ل

ظل القوس الاخير

ظل الاصابع : نه . ن . مه . م . له . ل . كه . ك . يه . ي . ه .

ظل الاقدام : له . ل . كه . ك . يه . ي . ه .

وقد كتب بينهما : عرض نقشست امامك ٣٦٠ درجة تبديء من تحت الكرسي والى اليمين :
 كراما : ايان ونشيد محمد باقر كه هتى راينم (ه . ي . يه . ك . كه . ل . له . م .
 بمنتم بقائى (٩) ، مه . ن . ن . ند . س . سه . ع . عه . = ف .
 وعلى محيطها من الخارج اسماء الائمة :
 « اللهم صل على محمد المصطفى وعلى المرتضى
 والبتول فاطمة والبطين الحسن والحسين وصل
 على زين العباد على والباقر محمد والصادق جعفر
 والكاظم موسى والرضى على والتقى محمد والتقى
 على والزكى العسكري الحسن وصلى على الحجة
 القائم الدائم الخلف الصالح الامام الهمام المنتظر
 المهدي الهادي صاحب المعصية والزمان صلوات
 الله عليهم اجمعين »
 ام الاطرلاب : وقد كتبت عليها البلاد
 وكتب على طوق الحجرة الدرجات بالحروف واطوالها وعروضها وانحرافها وجهاتها :

البلاد : مكة مدينة قزوين طرابلس مصر صنعاء الحسا بيت المقدس
 الاطوال : عزي عهك ماه مه د سجدك عز د فجل سول
 العروض : كالم كد د لام لب د لك يبل كد د لان
 الانحراف : نزي فامز عجز يز يح لح ايه سطل مه يو
 الجهات : شج شج شج شج شج شج شج

البلاد : دمشق حلب قسطنطينية موصل اربيل
 الاطوال : عه عبي يطن عز د عزك
 العروض : لحيب له ن مه د لدل له د
 الانحراف : ل لا يح كط لح يز ديب ديب
 الجهات : شج شج شج شج شج شج

البلاد : نخجوان مراغة تبريز اردبيل ابير سرمنراي
 الاطوال : قايه فب د فب د فب د فدل فطل
 العروض : لح م لرك لح د لح د لونه لد د
 الانحراف : يبيه يوير يه م يز يج كد د زيو
 الجهات : غج غج غج غج غج غج

البلاد : كوفة بغداد واسط بصرة شوشتر ادواز
 الاطوال : عطل ف د قال فد د فدل ف د
 العروض : لال ل ك د ل ل ل ل ل
 الانحراف : يب لا يب نه كيد يز لط له كه م ل
 الجهات : غج غج غج غج غج غج

البلاد : كازرون شيراز يزد همدان قزوين جرد فافان
 الاطوال : فزد فح د قط د فجد ف د ف د ف د

العروض : كطي	كط لو	لب ه	له ي	لو ه	له يه
الانحراف : نايز	يج يح	مح كح	كب يو	كو له	لح ما
الجهات : غج	غج	غج	غج	غج	غج

البلاد : اصفهان	كاشان	قم	ري	طالقان	كجور كيلان
الاطوال : فوم	فو ه	فدم	فوك	فده	فون
العروض : لب كه	لد ه	لده	لوي	لوي	يو كه
الانحراف : م كح	لد لا	لاند	لو كو	كطيح	لد ج
الجهات : غج	غج	غج	غج	غج	غج

البلاد : استراباد	ستان	بظام	شروان	نيابور	طوس
الاطوال : فط له	فح ه	فط ل	فال	صل	صل
العروض : لون	لو ه	لوي	لو ه	لوك	لز ه
الانحراف : لبح مح	لويز	لبح يح	مديد	مو كه	مه و
الجهات : غج	غج	غج	غج	غج	غج

البلاد : بوشير	تون	قايين	زوزن	مرو	كابل
الاطوال : ص ب ه	صل	سج ك	صيل	صر ه	قدم
العروض : له ه	ندل	نجم	له ك	نزم	ند كو
الانحراف : مح ي	ذك	يدا	نايح	يبل	سط له
الجهات : غج	غج	غج	غج	غج	غج

البلاد : بلخ	بذختان	بخارا	سمرقند	كش	قندهار
الاطوال : فده	قد كد	صرل	بسط يو	بسطيل	فرم
العروض : لو ما	لزي	لطن	لطلز	لطل	لج ه

الانحراف : س لو سد ط مط يح ند ند يد مع عه د
الجهات : غج غج غج غج غج غج

البـلاد : لهاور أكره ملتان
الاطـال : قط ك قد د فر له
العروض : لان كريج كط م
الانحراف : عح كو صاه فـمع
الجهات : غج شش غج

العقادة : رسمت عليها البروج والدرجات مه . ن نه . س . سه . ع . عه . ف . فـه . ص (
الاية : وه . ي . يد . ك . كه . ل . له . م . وهكذا بقية الارباع :
مه . ا . ب . ج . د . د . هـ . الصفحة الاولى : الوجه الاول (كا .) ساعاته

(يج . يز .)

. ز . ح . ط . ي . يا . يب .

انصفائح: كالتي في الاسطرلاب السابق وهي تكون الوجه الثاني لعرض (كد) ساعاته (يج . ل)
من ثلاث دوائر مدار السرطان ومدار رأس الحمل الصفحة الثانية : الوجه الاول لعرض (كط)
والميزان ومدار الجدى ثم ساعات النهار تحت المشرق ساعاته (يج . يب)

والمغرب كتبت لفظا وارقاما من (١) الى (١٢) ساعة الوجه الثاني لعرض (له) ساعاته (يد . كب)
ثم المقنطرات بتدري من المشرق والمغرب وقسـد الصفحة الثالثة : الوجه الاول لعرض (لب)

رسمت ثنائية : (ب . د . و . ح . ي . يب . يد .

يو . يح . ك . كب . كد . كو . كح . ل .

لب . لد . لو . لـح . م . مب . مد . مو . مع .

ن . نب . ند . نو . نج . س . مب . سد . سو .

سج . ع . عب . عد . عو . عـج . ف . فـب .

فد . فو . فـح . ص)

الوجه الثاني لعرض (لح) ساعاته (يد . م)

الصفحة الخامسة : الوجه الاول عليه منطقة ثم السموت بتدري من مدار رأس الحمل

البروج مع اسمائها ودرجاتها بالحروف على والميزان لارباع الدائرة الاربعة بالترتيب الخامس

وهي : (هـ . ي . يد . ك . كه . ل . له . م . سموتها كما رقت المقنطرات بالحروف .

حمل	ثور	جوزاء	سرطان
د.ي.يه.ك.كه.ل	د.ي.يه.ك.كه.ل	د.ي.يه.ك.كه.ل	ل.كه.ك.يه.ي.د
اسد	سنبله	ميزان	عقرب
ل.كه.ك.يه.ي.د	ل.كه.ك.يه.ي.د	د.ي.يه.ك.كه.ل	د.ي.يه.ك.كه.ل
قوس	جدى	دلو	حوت
د.ي.يه.ك.كه.ل	ل.كه.ك.يه.ي.د	ل.كه.ك.يه.ي.د	ل.كه.ك.يه.ي.د

كتف اليسرى من الجوزاء • قلب العقرب • سماك
 اعزل • جناح الغراب • ساق الاسد • قرد الشجاع
 شعري شامى • شعري يمانى • رجل الجوزاء
 اليمنى • يد اليسرى من الجوزاء • يد اليمنى من
 الجوزاء • يد اليسرى من الحوا • رجل الجوزاء
 اليسرى • ماقعة النهر • ذنب القيطس الشمالى •
 ذنب القيطس الجنوبى • صدر القيطس • ساق
 ايسن • ساكب الماء •)

(٤) اسطرلاب ابنى الهداء صنع حوالى سنة

١٠٤٥ للهجرة •

رقم ٩٧٢٠ • كالذى قبله •

١ - ظير ام الاسطرلاب : قسم الى اربعة
 ارباع العلويان منها الغربى هو الربع المجيب
 والشرقى رسم عليه خط نصف النهار بعرض
 (لب) ٣٢ درجة والسوت (ا • ب • ج • د •

ه • و • ز • ح) والدوائر (ط • ي • يا •)
 وقد قسم كل ربع الى تسعين درجة بالحروف •

ثم المستطيل وقد قسم من الخارج والداخل الى
 ظل اصابع معكوسة (ا • ب • ج • د • ه •
 و • ز • ح • ط • ي • يا •) ظل سلم
 اصابع وظل اقدام معكوسة (ا • ب • ج • د •
 ه • و • ز) وظل سلم اقدام •

الوجه الثانى : وقد رسمت عليه درجات
 الميول انكليية (٢٤) درجة للجهات الاربع بسين
 السرطان ورأس الحمل والميزان وبينهما والجدى
 علمت بـ (د • ح • ب • يو • ك • كد •) كما
 رقت سوتها بالارقام التالية (يو • كد • لب •
 م • مح • نو • سد) ويقابلها (وتقابلها نفس
 الارقام داخلا) بجهة متباعدة (ي • يح • كو • لد •
 مب • ن • نج • سو) وتقابلها الارقام ذاتها •
 داخلا بجهة متباعدة (ب • ك • كج • لو • مد •
 نب • س) وتقابلها نفس الارقام فى الجهة المتباعدة
 (يد • كب • ل • لج • مو • ند • سب) وتقابلها
 نفس الارقام فى الجهة المتباعدة •

المنكبوت : كما سبق وصفه فى الاسطرلاب
 السابق يتكون من دائرة منطقة البروج والفطر
 وقوس مدار الجدى •

البروج : رسمت ثم وضعت لها الدرجات ثمانية
 الكواكب الثابتة فى المركز : (عيوق • مرفق •

الثرىا • كنف الخشب (ذات الكرسي) فم الفرس
 ذنب الدجاجة • القائد • سماك • رامح • نسر واقع
 نير فكة) وذلك حول (قطب المنطقة) •

خارج منطقة البروج : (نسر الطائر • ذنب
 العقاب • رأس الحوا • يد الحوا • عنق الحية •

واسفل المستطيل ظل اصابع مستوى (يب . يا . ي . سه .) ظل اصابع (ه . ي . يه . ك . كه .
ط . ح . ز . و . ه . د . د . ج . ب . ا .) و
(ا . ب . ج . د . ه . و . ز) ظل أقدام مستوى وعلى الكرسي : خفرة دالة على مكان بوصلة
وكتب داخله « تم العمل بيدي أضعفى العباد قايم

محمد ومحمد مقيم ابني ملا عيسى بن البيداد
اسطرلابي همايوني لاهوري » .

واحيط بقوس رست عليه منازل القمر الـ
(٢٨) منزل (شرطين . بطين . ثريا . الدبران .
هقعة . هقعة . ذراع . ثرة . طرفقة . جبهة .
زبرة . النصرقة . عوا . سماء . غفر . الزبانا .
اكليل . قلب . شولة . النعام . بلدة . (سعد)
ذابح . (سعد) بلع . (سعد) السعود . (سعد)
الاخية . مقدم . موخر . رشاء) وفي القوس
الثاني البروج (حمل . ثور . سرطان . أسد .
سنبله . ميزان . عقرب . قوس . جدى . دلو
حوت) .

ثم احيط بقوس ثالث للظل (ه . ي . يه .
ك . كه . ل . له . م . م . ن . نه . س .

الحجرة : وداخلها نقشت البلاد الآتية مع
اطوالها وعروضها :

البلاد ، مكة باركة مدينة رسول مصر دمشق حلب نخجوان تبريز اردبيل
الاطوال ، عزي عهك سجك عه عبي فايه فبه فبل
العروض ، كام كه ل لك لجه لهن لحم لحد لحد

البلاد ، موقان بردعة شماخي بغداد بصرة شيراز يزد ابهر همدان قزوین
الاطوال ، فجه فجه فدل فيه فده فح ه فظ فدل فجه فده
العروض ، لحد م ل من لجه ل ل كطلو لب لومه لهي لو

البلاد ، خربادقان اصفهان كلشان قم ري كجور وكلال استراباد سستان سيزوار تون هراة
الاطوال ، فل فوم فوه فدم فوك فون فط له . فح ه . حال ص ب له صدك
العروض ، ل د يه لب كه لده لده لده لوكه لون لوه لوه لول لول لول

البلاد ، بلخ بخارا سمرقند مشهد كيلان مازندران تتر كرمان ابرقوه سيستان بافرا
الاطوال ، قاه عزل صط لو صبل فب فزك فزل حال فزك فزم ع
العروض ، لوما لطن لط لظ لزه لزه لوه لاله لاله لال لب ل لم

البلاد ، هرموز ساريه مازندران كشمير قندهار لهارور اكره
الاطوال ، مب ح مح ح مح ه قزم قيط ك قيه
العروض ، كدل لده لده لده لان كريج

الصفائح : كما هي في الاسطرلاب السالف الكلية الاربية كما سبق : (ا . ه . ط . ي . ج .
وصفه عليها المقنطرات ثلاثية . ثم ساعات النهار يز . كا . كه . كط . ل . ج . لز . ما .
ال ١٢ ثم السموت وقد رقت بـ (كز . ي . ج . مه . مط . نج . نز) . (سا . سه . سط . ع . ج .
ط . ط . ي . ج . كز . لو . مه . ند . سج . عز . فا . ف ه)
عب . فا . ص) وهكذا الجبة الثانية . (ب . و . ي . يد . ي . ك . كو . ل .
الصفحة الاولى : الوجه الاول العرض (ك) لد . ل . ح . مب . مو . ن . ند . نج (سب . سو
ساعاته (ي . ج . ك) - الوجه الثاني العرض (كز) ع . عد . ع . ج . فب . فو .)
ساعاته (ي . ج . مو) . (ج . ز . يا . يه . يط . كج . كز . لا .
الصفحة الثانية : الوجه الاول العرض (لب) له . لط . معج . مز . نا . نه . نط . (سج .
ساعاته (يد . ح) وقد رسم عليها طلوع الصبح سز . عا . عه . عط . فج . فز .)
وغروب الشفق - الوجه الثاني العرض (ل) (د . ح . يب . يو . ك . كد . كج . لب .
ساعاته (ي . ج . ي . ج) والعرض (ل . ج) ساعاته (يد . لو . م . مد . مع . نب . نو . س .) . (سد .
ي . ج) ونقش عليهما المرطان وساعاتهما . وكذلك سح . عب . عو . ف . فد . فح) .
المقنطرات والسموت وساعات النهار لكل منهما وتستر الخطوط حتى المركز حيث تنعكس
الصفحة الثالثة : الوجه الاول العرض (لد) الارقام .
ساعاته (يد . يط) - الوجه الثاني وعليه الميول الصفحة الرابعة : الوجه الاول العرض (له)

الثالث (ی . ه . د . ح . ل . ه . د .
 ی . ل . ح . د . ی . د . ح . ل . ح . د .
 د . ی . ل . ی . د . ل . د . ح . د . ه .
 ی . ح . ل . ل . ل . د . ی . د . ح . ح . د .
 د . ی . ل . ی . د . د . ل . ح . د . ی .
 د . ل . ح . د . ه . ی . ح . ل . ی .
 د . ح . ل .)

ظل اصابع (ا . ب . ج . د . ه . و . ز .
 ح . ط . ی . یا . یب . یج . ید . یه . یو .
 یح . کا . کد . ل . لو . مب . میح . ند .
 س . فہ)

ظل اقدام (ا . ب . ج . د . ه . و . ز .
 ح . ط . ی . یا . یب . یج . ید . یه . یو .
 یح . کا . کد . ل . لو . مب . میح . ند . س .
 د . ح . ل .)

منازل القمر (شرطين • بطين • ثريا • الدبران
هقعه • هنه • الذراع • نثرة • طرف • جبهة •
زبرة • صرفة • عوا • (غفر) سماء • زبانا •
اكليل • قلب • شولة • النعائم • بلدة • (سعد

طوق الحجرة في ام الاسطرلاب : قسم الى
(٣٦٠) درجة كتبت بالحروف سداسية •
الحجرة : رسم داخلها بعض المدن ودرجاتها
للطول والعرض حسب الاقاليم •

البلاد ،	مدینة	مكة	جزر بحرين	قلایف	هرموز	تته	نہلوارہ	قنوج	بانارسى
الاطوال ،	عہك	عزى	فجہ	عدہ	صبہ	قبز	قبز	قہن	قہنك
العروض ،	كہہ	كام	كہ يہ	كہہ	كہہ	كہى	كبہ	كولہ	كويہ

البلاد .	كواليار	اجنير	اكره	جونيور	مندو	برهاتبور	احمد اباد
الاطوال ،	قيه د	قيا د	قيد د	قبط و	قز د	قط د	قح م
المروض ،	كو كط	كز د	كز بيج	كو اير	كب بيج	ك لا	كچ به

هذه البلاد من الاقليم الثاني

البلاد ، صنعایمن احمد انکر دوک باد یجایور
الاطوال، عزه قاط قاه قہل

الاعراض، يدل يط د ك ل يح د

من الاقليم الاول

البلاد ، مصر يث المقدس كوة بغداد بصرة شيراز يزد اصفهان
الاطوال ، سجك سول عطل فل فد فح قط فوم
العروض ، لك لان لال ليج كه ل د كط لو لب د لب كه

البلاد ، قندهار ملتان لهور
الاطوال ، قزم قزله قيطك
العروض ، ليج د كطم لان

من الاقليم الثالث

البلاد ، حلب سنجار موقان تبريز اردليل ارجيس آند طالقان
الاطوال ، عبي عود فج د فب د فب ل عز د عجم فدمه
الاعراض ، لن لود ليج د ليج د ليج ل ليج لوي

البلاد ، سبزوار طوس بلخ بدخستان بنجهر كشمير
الاطوال ، صال صبل قاه قندك قدم قح د
العروض ، لود لود لوما لبي له د له د

من الاقليم الرابع

البلاد ، بردعة تبت سمرقند بخارا دهلي
الاطوال ، فج د قي د سط نو صزد قيد ليج
العروض ، م ل م د لطن لظك كح مز

من الاقليم الخامس

- الصفائح : في هذا الاسطرلاب سبع صفائح
رست عليها المدارات الثلاثة والمنظرات والسموت
وساعات النهار وساعات الليل وعلى بعضها العروض
منطقة البروج والميول والظل وغيرها مما يحتاج
اليه الفلكي المتطلع .
- الصفحة الاولى : الوجه الاول . العرض
(ك ب) ساعاته (يج) .
- الوجه الثاني : وهو صفحة ميزان المنكبوت
وعليها اسماء البروج ودرجاتها (ي ك ل)
- الصفحة الثانية : الوجه الاول . العرض
(كه) ساعاته (يج) . الوجه الثاني العرض
(كز) ساعاته (يج) .
- الصفحة الثالثة : الوجه الاول . العرض
(لب) ساعاته (يد ح) .
- الوجه الثاني . المغرب العرض (يح) المشرق
العرض (يح)
- الصفحة الرابعة : الوجه الاول . العرض
(ليج) ساعاته (يد) الوجه الثاني العرض (م)
ساعاته (...)
- الصفحة الخامسة : الوجه الاول العرض
(لو) ساعاته (يد) .
- الوجه الثاني العرض (كد) وعرض كد
جنوبي وعرض سو . وتقسيماتها الاخرى
- الصفحة السادسة : الوجه الاول عرض (ل)
مغرب عرض (لد) مشرق وعرض (ل) مشرق
عرض (لد) مغرب .
- الوجه الثاني . العرض (كز) (اول . دونم
سيوم . جارم . بنجم . ششم . هفتم . هشتم .
نهم . دهم . يازدهم . دوازدهم) .
- اي (اول ثاني ثالث رابع خامس سادس
سابع ثامن تاسع عاشر حادي عشر ثاني عشر)
عرض لب . (اول . دونم . سيوم . جارم
بنجم . ششم . هفتم . هشتم . نهم . دهم .
يازدهم . دوازدهم) .
- الصفحة السابعة : الوجه الاول : فيه كتب
لا عرض له ثم عرض تسعين .
- الوجه الثاني : وعليه الميول الكلية للجيئات
الاربع وتقسيماتها .
- المنكبوت . عليها منطقة البروج قسمت الى
(و . يب . يح . كد . ل) لكل برج من الاثنى
عشر برجاً .
- وفي داخلها الكواكب الالهية (... بطين .
عيقو . ظهير . كف الخضيب (ذات الكرسي)
دب اكبر . سماك راميح . العناق . ذنب الدجاجة
منكب الفرس . نسر الواقع . فم الفرس . عنق
الحية . ركة الحوا يسرى . ذنب فكه . منقار
دجاجة . نسر طائر .
- وفي خارجها (قلب العقرب . سماك اعزل .
جناح الغراب . قلب الاسد . قرد شجاع . شعري
شامي . طرف السفينة . شعري يمانى . يد جوزا
يمنى . جوزا يسرى . مساق النهر . عين الثور
صدر القيطس . فم القيطس . ذنب القيطس
جنوبى . ساكب الماء جنوبى . سماك . ذنب
البجدي) .

وفي ظهر العنكبوت كتب : « صنعه اقل العباد
 قائم بيرا بن عيسى بن الهمداني اسطرلابي لاهوري
 هامبوني » .
 المائة العاشرة للهجرة (السادسة عشرة للميلاد)
 وبعض اجزائه ممسوحة .
 رقم ٤٣٦٨٥ .
 ظهر ام الاسطرلاب : تشبه رقم (٤) وطوق
 الحجرة قسم الى ٩٠ درجة اي اربعة ارباع .
 (٦) اسطرلاب ناقص يتكون من الام والعنكبوت
 فقط
 قطره ٩/٥ سم ويتبين انه قديم ولعله يرقى الى وعروضيا :

البلاد ،	مكة معظمه	مدينة	اسكندرية	بيت المقدس	اسلامبول	مرند	تبريز	شماخي
الاطوال ،	عزي	عك	سند	سول	نطن	فمه	فبح	فدل
العروض ،	كام	كدح	لبح	لان	مهح	لدن	لحح	من

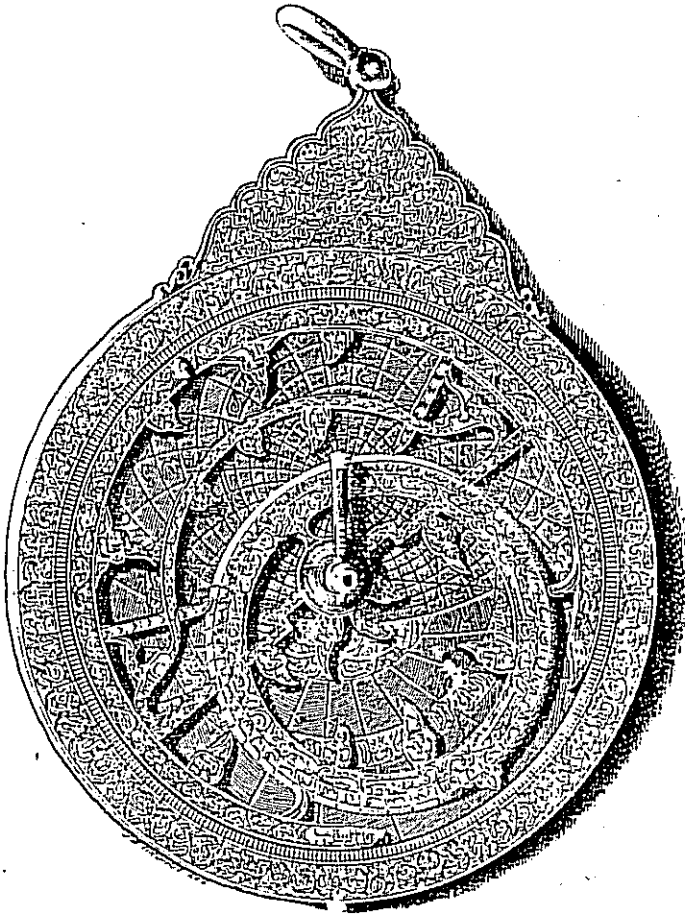
البلاد ،	كوة	بغداد	شيراز	يزد	همدان	ساوه	قزوين
الاطوال ،	عطال	فبح	فبحح	فطح	فطح	فطح	فطح
العروض ،	لال	لجك	كطلو	لبح	لهي	لهح	لوح

البلاد ،	اصفهان	كاشان	طوس	هراة	بلخ	قندهار	سرانديب
الاطوال ،	فرم	فوح	صل	صدك	قاح	قرم	قلح
العروض ،	لبك	لدح	لوكا	لزل	لوما	لحح	يح

العنكبوت : كما في الاسطرلاب السابق الا ان يحيط بالحجرة طوق رقم على الطريقة الصينية
 اسماء بعض الكواكب ممسوحة . خاصة داخل ولم يدون شيء في داخلها .
 منطقة البروج .
 الصفائح : خططت بلا كتابة ما عدا العروض
 والساعات وهي اربع صفائح :

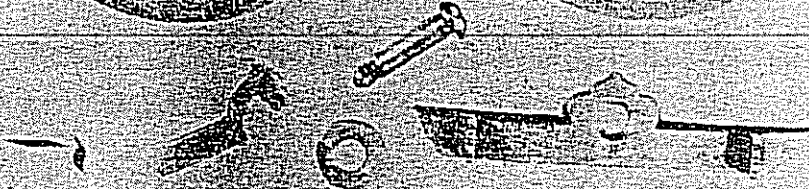
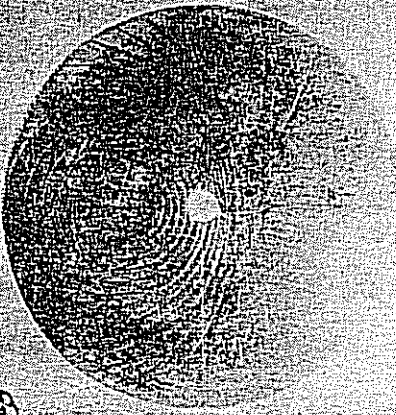
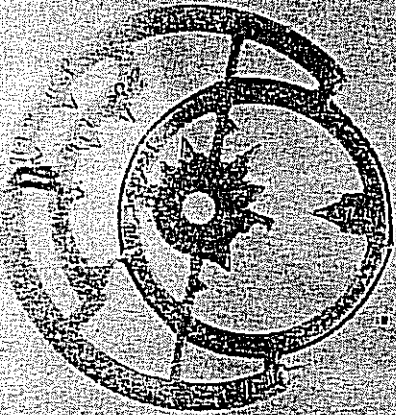
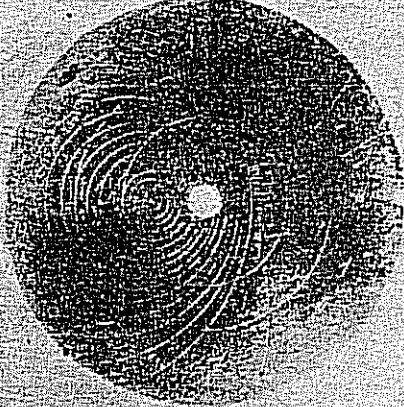
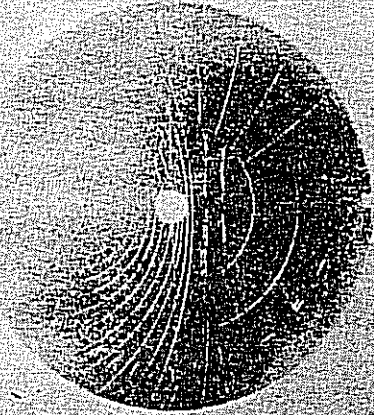
(٧) اسطرلاب كامل الا انه رديء الصنع
 قطره ١٣ سم .
 رقم ٧٤١ ع .
 الاولى : الوجه الاول العرض (ل) ساعاته
 (يد ج) . الوجه الثاني العرض (لو) ساعاته
 (يد د) .
 الثانية : الوجه الاول العرض (لج) ساعاته
 العلويان كل الى تعيين درجة خماسية ولم يكتب (يد ب) . الوجه الثاني العرض (لد) ساعاته
 على القسم الباقي شيء . (يد) .

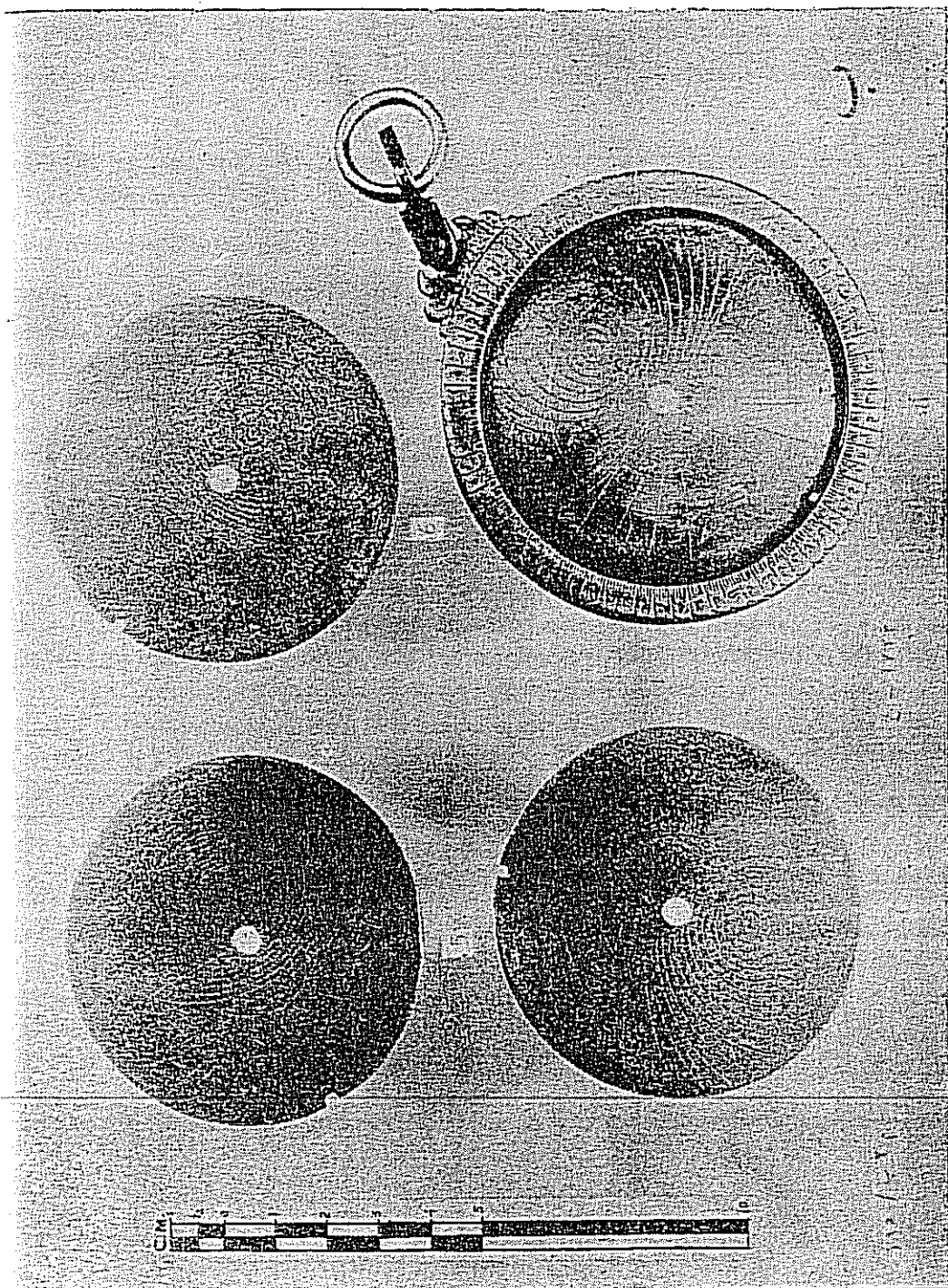
- الثالثة : الوجه الاول العرض (لز) ساعاته واقع (نسر الواقع) فكه • خضيب (كف الخضيب)
 (يد لد) • الوجه الثاني العرض (ليج) ساعاته (ذات الكرسي) طائر (نسر الطائر) عنق الحجة
 (يد مج) •
 الرابعة : الوجه الاول العرض (لط) ساعاته رامج (السماك الرامح) فرس
 (يد مو) • الوجه الثاني العرض (م) ساعاته خارج منطقة البروج : اعزل (سمك الاعزل)
 (يد يب) • قرد الشجاع • قلب الاسد • شامية (الشمري)
 العنكبوت : داخل منطقة البروج : حوا • الشامية • عين الثور • ساق يمني •

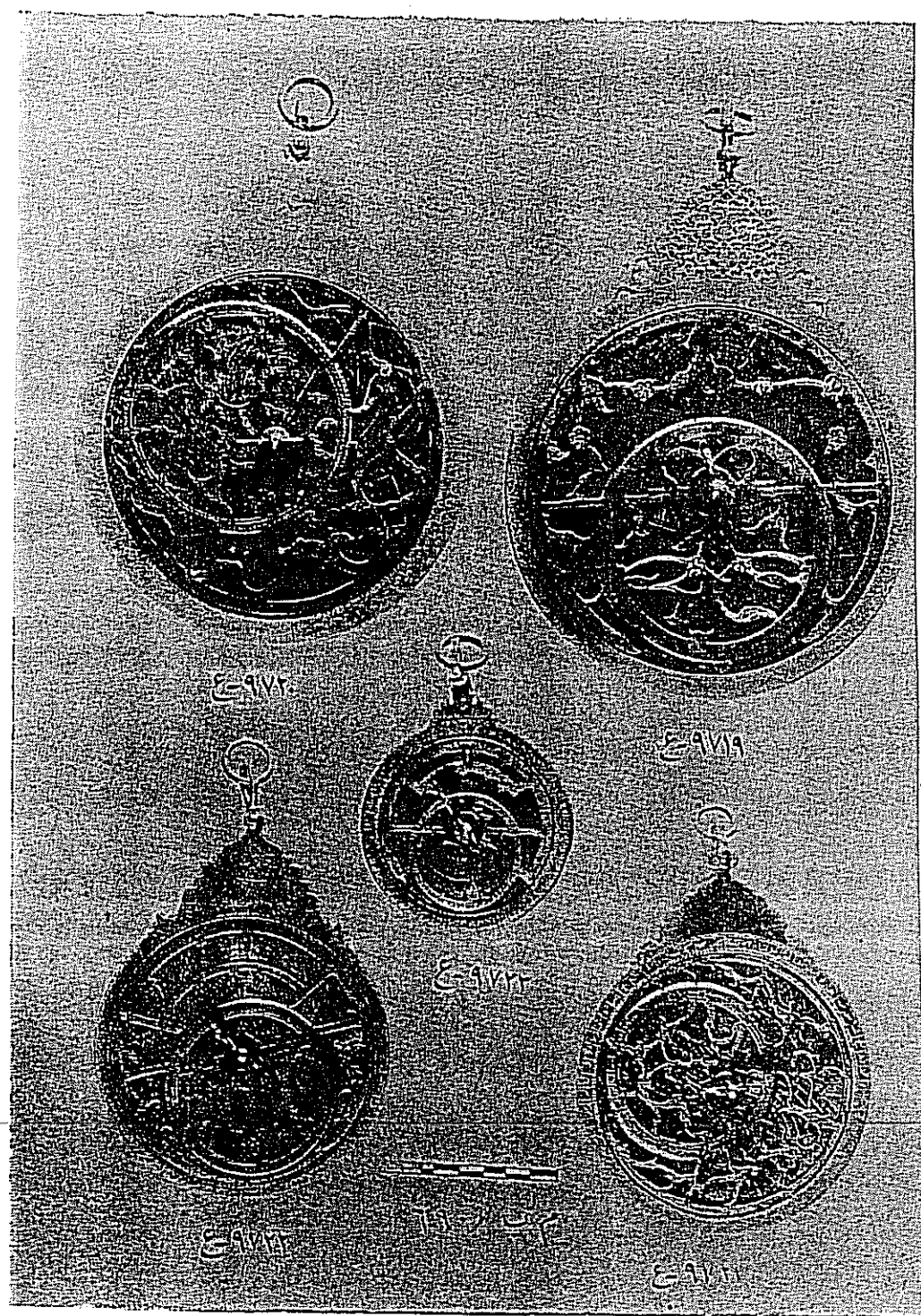


اللوحة ١ - اسطرلاب كامل - الوجه

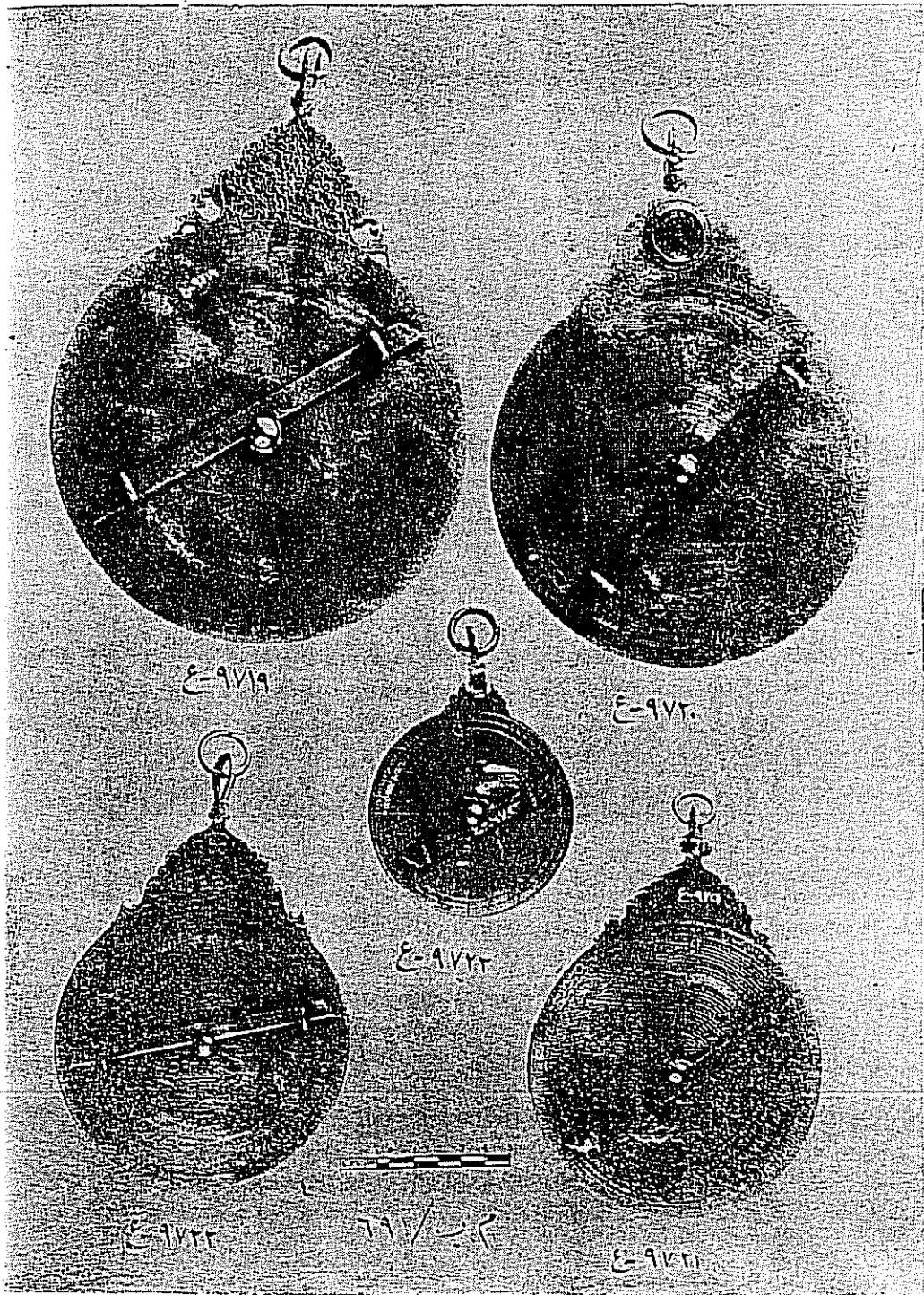
C-977







اللوحة - ٤ : خمسة اسطرلابات - الوجوه



اللوحة ٥ : خمسة اسطرلابات : النقيور

CRÓNICA ARQUEOLÓGICA DE LA ESPAÑA MUSULMANA

XLIII

SUMARIO: *Relojes de sol hispano-musulmanes*, por Darío Cabanelas, O. F. M.—*Cerámica musulmana en la fortaleza de Alcalá la Vieja*, por Manuel Casamar.—*El baño termal de Albama de Granada*, por Jaime Manzano Martos.—*La pintura mural de las iglesias mozárabes*, por L. T. B.—*Por el Toledo mudéjar*, por L. T. B.

RELOJES DE SOL HISPANO-MUSULMANES

AUNQUE nuestro propósito inicial se limitaba sólo a la descripción del cuadrante o reloj de sol hispano-árabe conservado actualmente en el Museo de la Alhambra de Granada, luego, y para obtener una más clara visión de conjunto, hemos creído oportuno aludir también a otros dos ejemplares dados a conocer recientemente y que, junto con aquél, son los únicos de que hasta ahora tenemos noticia como procedentes de la España musulmana. En ellos se advierte además la rara coincidencia de que la sucesión cronológica de su descubrimiento responde conjuntamente a un mayor grado de perfección en su estructura y a una mejor conservación.

1. *Cuadrante de Almería.*

El primero de ellos se ha encontrado hace dos años en un aposento excavado junto a la muralla norte de la Alcazaba de

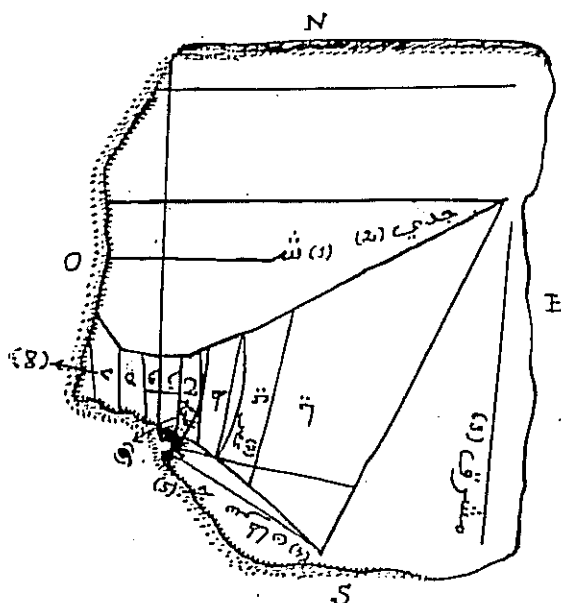


Fig. 1. — Cuadrante de Almería.

Almería ¹. El fragmento, que es de mármol y mide 29 x 28 centímetros ², apareció incrustado en el piso con mortero de cal y

¹ Para la descripción de dicho ejemplar, hoy conservado en el Museo Arqueológico de Almería, cf. Juan J. de Orús, *Un cuadrante solar de la Alcazaba de Almería*, en *Homenaje a Millás-Vallcrosa*, II, Barcelona 1956, pp. 131-132, de donde tomo las breves notas relativas a este cuadrante. Aunque las palabras árabes que en él aparecen están perfectamente interpretadas por nuestro querido amigo y compañero Juan Vernet, agregamos, sin embargo, un dibujo explicado para facilitar la comparación con los ejemplares de Córdoba y Granada.

² Daremos siempre las dimensiones en esta forma: primero, altura, de Nor-

arena, habiendo sido utilizado como solera junto con otros trozos del mismo mineral. Del lugar de su hallazgo nada puede inferirse respecto a su primitivo emplazamiento, dadas las especiales circunstancias por que atravesó la plaza de Almería, primero conquistada y saqueada por Alfonso VII en 1147, luego destruida por un terremoto en 1522, y posteriormente reconstruida por Carlos I, modificando su trazado.

Este cuadrante solar es horizontal, al igual que los dos restantes, y en el fragmento conservado pueden observarse las líneas solsticiales, aunque sólo la correspondiente al invierno se ofrece medianamente completa.

- (1) [شمال] *Šamāl*, Norte: Por la rotura del mármol no aparece más que la primera letra de la palabra árabe.
- (2) [جدي] *Yady*, Trópico de Capricornio.
- (3) [مشرق] *Mašriq*, Este: Por la rotura de la placa, falta en el lado paralelo el vocablo [مغرب], *Magrib*, Oeste.
- (4) [سرطان] *Saraṭān*, Trópico de Cáncer.
- (5) [جنوب] *Yanūb*, Sur: Por la causa ya anteriormente indicada sólo aparece la primera letra de la palabra árabe.
- (6) [ظهر] *Zubr* [*Ṣalāt al-*]: Indica el momento de esta oración para los musulmanes, en el instante en que el sol comienza a declinar.
- (7) [عصر] *ʿAṣr* [*Ṣalāt al-*]: Señala el momento de esta oración, que es el de la media tarde. Lo mismo que en la anterior, es de advertir una especie de arco que indica dicha circunstancia.
- (8) En cuanto a las letras árabes que representan cada una de las horas señaladas sucesivamente por el gnomon, faltan el (1), ب (2), ع (3) — debido a la rotura del már-

te a Sur, y luego, anchura, de Este a Oeste, orientando así todos los cuadrantes frente a la persona que los contempla, conforme a lo que se preceptúa en los *Libros del saber de astronomía* de Alfonso el Sabio, según veremos más adelante.

mol —, y sólo aparecen el د (4), ه (5), و (6), ذ (7), ح (8), ط (9), ي (10), يا (11). Luego veremos cómo en los otros dos cuadrantes, en vez de estas letras del *alifato* con valor numeral se ponen las palabras árabes correspondientes que indican cada una de las horas.

2. Cuadrante de Córdoba.

El segundo ejemplar apareció en Córdoba, también en 1956, junto a un antiguo murallón de aparejo musulmán y en terrenos

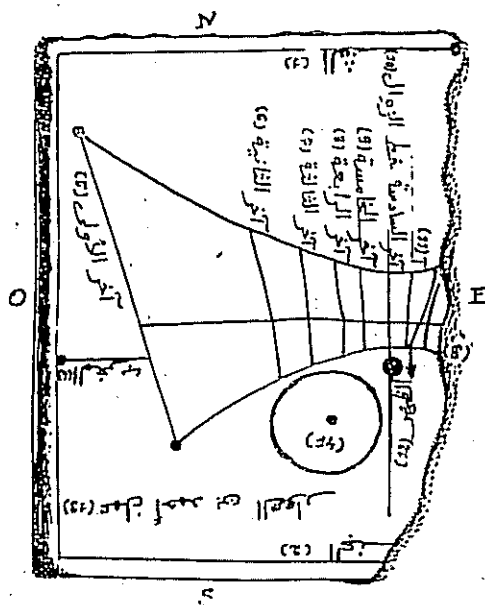
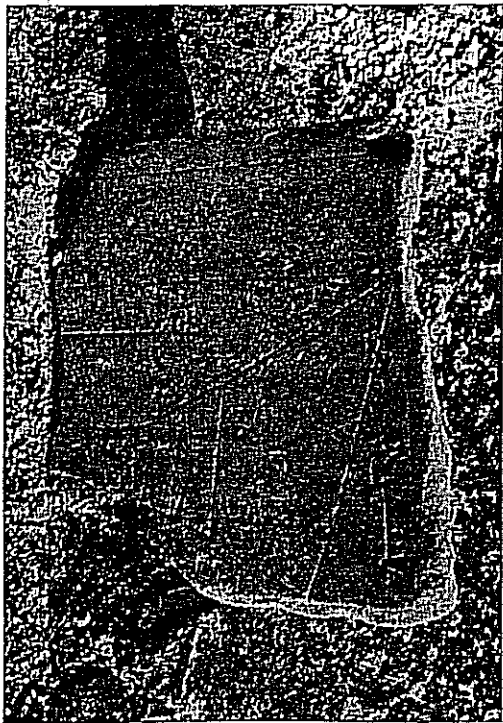


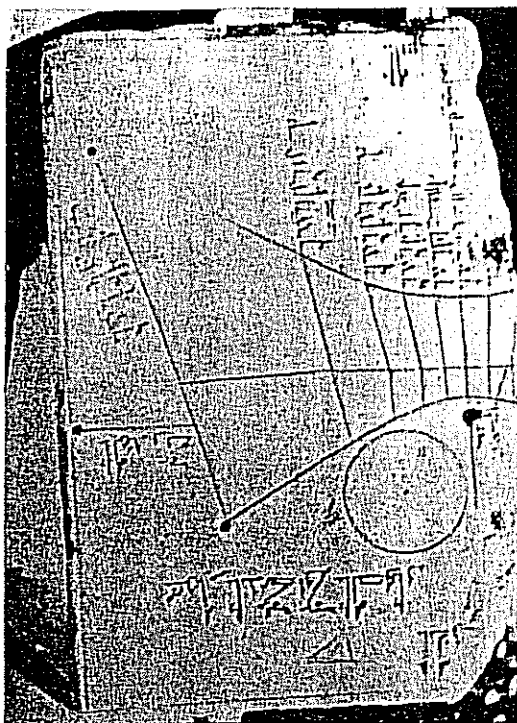
Fig. 2. — Cuadrante de Córdoba.

próximos a la gran tumba romana que hace años descubrieron incidentalmente obreros municipales al replantear el camino Viejo de Almodóvar ¹. Es una placa rectangular, también de

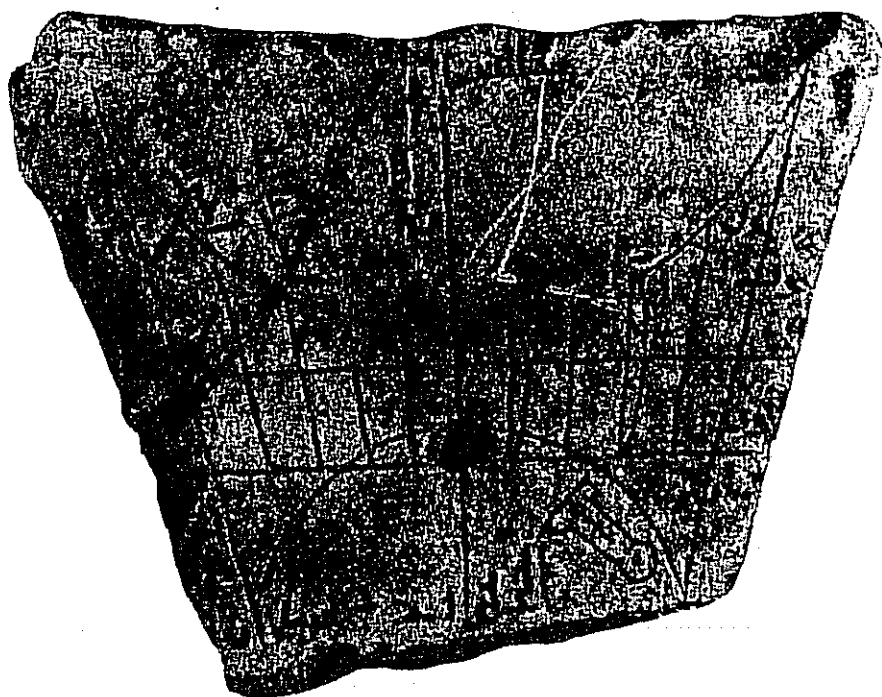
¹ Para la descripción de este ejemplar, conservado actualmente en el Museo



Almería. — Fragmento del reloj de sol encontrado en la Alcazaba.



Córdoba. — Reloj de sol conservado en el Museo Arqueológico.



Granada. — Museo Arqueológico de la Alhambra. Reloj de sol.

mármol blanco, que mide 34 x 23 cm. y corresponde sólo a la mitad izquierda del cuadrante, pues, por desgracia, le falta la parte derecha, rota y desaparecida.

En este cuadrante, a más de indicarse, como en el anterior, los puntos cardinales, y consignarse con vocablos árabes las primeras seis horas hasta el mediodía — a diferencia del primero en que únicamente se indicaban por letras del *alifato* con valor numérico —, se ofrece también el nombre del constructor.

- (1) [الشمال] *Al-Šamāl*, El Norte: por la rotura del mármol sólo aparece la primera parte de la palabra.
- (2) [الجنوب] *Al-Ġanūb*, el Sur: Incompleta la palabra por la misma razón que la anterior.
- (3) Aquí falta totalmente el vocablo [المشرق] *al-Mašriq*, 'el Este, grabado sin duda en el trózo desaparecido.
- (4) المغرب *al-Magrib*, el Oeste.
- (5) آخر الأولى: Fin de la primera hora.
- (6) آخر الثانية: Fin de la segunda hora.
- (7) آخر الثالثة: Fin de la tercera hora.
- (8) آخر الرابعة: Fin de la cuarta hora.
- (9) آخر الخامسة: Fin de la quinta hora.
- (10) آخر السادسة: Fin de la hora sexta. A continuación, y sobre la misma línea, se pone خط الزوال *Ḥaṭṭ al-zawāl* o «Línea del meridiano», la μεσημβρινή de las descripciones griegas.
- (11) No aparece más que la letra inicial de la palabra آخر *Ḥaṭṭ*, «fin».

Arqueológico de Córdoba, cf. Samuel de los Santos Jener, *Un reloj de sol hispano-árabe hallado en Córdoba*, en *Boletín de la Real Academia de Córdoba de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes*, XXVI[1955], pp. 299-305. El que se describe en el presente volumen este reloj de sol descubierto en 1956 se debe al retraso en la aparición del *Boletín*. Agregaremos también un dibujo explicado para facilitar la comparación con los dos restantes y aclarar algunos extremos.

- (12) الظَّيْر, [Ṣalāt] al-ḡubr: El arco de que parte la flecha puesta por nosotros, en la hora octava, indica el momento de esta oración para los musulmanes, según hemos insinuado ya al describir el cuadrante de Almería. Por la rotura de la placa falta aquí la hora 10ª — entre otras —, y en ella la indicación de la Ṣalāt al-ʿaṣr tal como aparece señalada en el ejemplar de Almería.
- (13) عمل أحمد بن الصَّوَّار: *Obra de Aḥmad ibn al-Ṣawwār*. Así nos parece debe de leerse el nombre del constructor, y no *Obra de Aḥmed al-Ṭulb* como insinúa don Samuel de los Santos Jener ¹. El sobrenombre al-Ṣawwār «diseñador, delineante, pintor», etc., indica, con toda probabilidad, la extraordinaria pericia y gran fama del padre de Aḥmad en la construcción de esta clase de cuadrantes. Más adelante aludiremos a otra familia renombrada por esta misma causa.
- (14) Este círculo no tiene función especial, sino que es más bien un elemento decorativo y de referencia, lo mismo que el compás grabado en el cuadrante de Granada, según luego veremos.

3. Cuadrante de Granada ².

El tercero, conservado actualmente en el Museo de la Alhambra, es de mármol blanco y el único de los tres que se

¹ Art. cit., p. 304.

² Aunque con amable insistencia se ha negado a que su nombre figurase juntamente con el mío al frente de estas notas, quiero expresar aquí mi sincera gratitud al Director del Museo de la Alhambra y querido amigo don Jesús Bermúdez, por la esmerada solicitud con que en todo momento me facilitó el examen directo de este último cuadrante, a más de proporcionarme su fotografía, así como las de los ejemplares de Almería y Córdoba, enviadas con todo interés por los Directores de ambos Museos Arqueológicos, a quienes me complazco en expresar igualmente mi agradecimiento.

encuentra prácticamente completo, pues, no obstante haber sufrido una rotura, la unión del trozo separado se ha hecho con suma perfección. Sólo el desgaste natural en los bordes de la placa hace que, en ocasiones, no puedan distinguirse con toda claridad las primeras letras de algunas palabras — o las últimas en el lado paralelo —, cuya reconstitución, sin embargo, no ofrece mayor dificultad.

Se adquirió en Córdoba al coleccionista de antigüedades

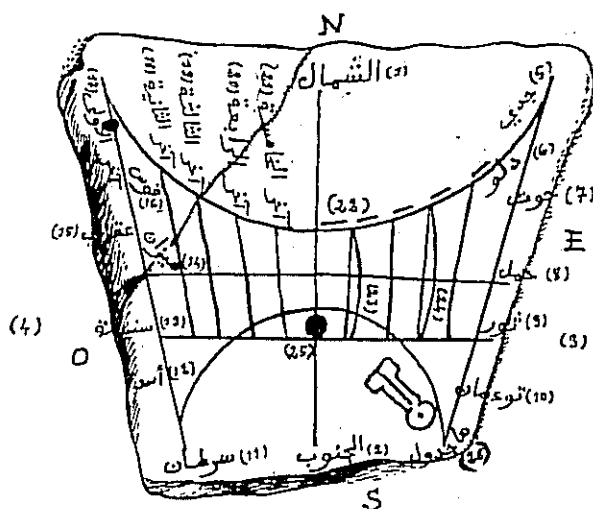


Fig. 3. — Cuadrante de Granada.

don Juan Rodríguez Mora, y mide de N. a S. $26\frac{1}{2}$ cms. y de E. a O. en su anchura máxima 21 cm. y en la mínima 14 cm. El grueso de la placa es $3\frac{1}{2}$ cm.

En este cuadrante, en el que aparecen completas las líneas solsticiales, además de señalarse con palabras árabes los puntos cardinales y las cinco primeras horas, se consignan los nombres de los doce signos del Zodiaco.

- (1) الشمال, *al-Šamāl*, el Norte.
 (2) الجنوب, *al-Ŷanūb*, el Sur.

- (3) Ocupado el espacio correspondiente por los signos del Zodíaco, falta la palabra [المشرق], *al-Mašriq*, el Este.
- (4) Por idéntica razón falta el vocablo المغرب, *al-Magrib*, el Oeste.
- (5) [جدي], *Īady*, trópico de Capricornio: Tal vez por el desgaste de la placa no aparece aquí dicha palabra árabe.
- (6) دلو, *Dalw*, Acuario.
- (7) حوت, *Hūt*, Piscis.
- (8) حمل, *Ĥamal*, Aries.
- (9) ثور, *Tawr*, Tauro.
- (10) تومنان, *Taw'amān*, Géminis: Parece ser nombre más antiguo que el de جوزاء, *Īawzā'*, con que se designa también a esta constelación.
- (11) سرطان, *Saraṭān*, Trópico de Cáncer.
- (12) أسد, *Asad*, Leo.
- (13) سنبله, *Sunbula*, Virgo: No aparece más que el principio de la palabra.
- (14) ميزان, *Mizān*, Libra.
- (15) عقرب, *ʿAqraḥ*, Escorpión: No aparece con claridad por el desgaste de la placa.
- (16) قوس, *Qaws*, Sagitario.
- (17) آخر الأولى: Fin de la primera hora.
- (18) آخر الثانية: Fin de la segunda hora.
- (19) آخر الثالثة: Fin de la tercera hora.
- (20) آخر الرابعة: Fin de la cuarta hora.
- (21) آخر الخامسة: Fin de la quinta hora.
- (22) En las restantes horas, a partir de la línea del mediodía, sólo aparece grabado el *alif* inicial de la palabra آخر, «fin».
- (23) Aunque no se consigna el vocablo ظهر (*ẓuhr*) como en los cuadrantes de Almería y Córdoba, se indica, sin embargo, en la misma forma que allí, mediante una

- especie de arco, el momento de la oración llamada *Ṣalāt al-ṣubr*.
- (24) Al igual que en la hora 8ª, y sin poner tampoco expresamente el vocablo *عصر* ('*aṣr*'), se indica ahora en la 10ª el momento de la oración llamada *Ṣalāt al-ʿaṣr*.
- (25) Orificio del gnomon o estilete indicador de las horas.
- (26) La inscripción de este ángulo, inferior derecho, que se ofrece bastante confusa, parece ser la siguiente: *ها جدول*, que yo interpreto, después de muchas vacilaciones y no pocas consultas, *he aquí un compás*, por cuanto tal parece ser la figura grabada en la placa y es éste, sin duda, uno de los instrumentos más necesarios para la construcción del cuadrante solar. En cuanto a las acepciones del vocablo *ḡadwāl* que pueden fundamentar dicha interpretación, cf. R. Dozy, *Supplement aux dictionnaires arabes*, I, 176. Según este mismo autor *ḡadwāl* puede significar asimismo «tabla de los signos del Zodíaco», lo que, aun prescindiendo de la relación entre dicha palabra y la hipotética figura del compás, podría tener aquí perfecta aplicación, ya que tales signos aparecen grabados en los bordes del cuadrante, según hemos visto ya.

* * *

Como es sabido, los cuadrantes o relojes de sol se utilizaron ya desde muy antiguo, aunque su primitiva construcción, sencilla y rudimentaria, se fué perfeccionando y fué adoptando formas muy diversas¹. En este aspecto los griegos marcan ya una etapa decisiva, siendo imitados luego sus procedimientos por los romanos — que no introducen apenas modificación alguna — y sobre todo por los árabes. Entre éstos, tales procedi-

¹ A este propósito, y sólo desde un punto de vista divulgador, cf., por ejemplo, *Dictionnaire des antiquités grecques et romaines* por Ch. Daremberg et Edm. Saglio, III, première partie, Paris 1900, 256-260, s. v. *HOROLOGIIUM: I. Gnomons et Cadrans Solaires*.

mientos alcanzan una extraordinaria difusión y dan origen a toda una serie de tratados en los que se explica con todo detalle el modo de construir dichos cuadrantes así como sus características primordiales. Por vía de ejemplo, recordemos tan sólo dos, uno oriental y otro occidental: el primero es el gran matemático Abū 'Abd Allāh Muḥammad ibn Mūsā al-Jwārizmī (m. h. 850), que compuso un trabajo sobre cuadrantes solares; el segundo es el sevillano Abū 'Abd Allāh Abi-l-Faṭ Muḥammad al-Ṣūfi (m. 1486), que tiene un opúsculo sobre el cuadrante perfecto, conservado en la Biblioteca de El Escorial ¹.

Asimismo podemos recordar el nombre de dos personajes andaluces que se especializaron en la construcción de relojes de sol y por ello alcanzaron fama. Los citó don Leopoldo Torres Balbás en su trabajo sobre «Arquitectos andaluces de las épocas almorávide y almohade», en esta misma revista, año 1946 p. 216. Eran éstos: «Ḥasan b. Muḥammad b. Bāṣo (m. 716-1316-1317), cuya *kunya* era Abū 'Alī, jefe de los calculadores de la hora en la mezquita mayor de Granada, gran perito en la ciencia del cálculo y de la astronomía y constructor de relojes «de sombra», de cuadrantes solares y de otros instrumentos de óptica; y su hijo Aḥmad b. Ḥasan b. Bāṣo al-Islāmī, cuya *kunya* era Abū Yā'far, calculador también de la hora en la misma mezquita y famoso constructor de instrumentos astronómicos, sobre todo de planchas para relojes de sol, labradas con extraordinaria elegancia y bellas letras, que las gentes se disputaban pagándolas a buen precio».

Prueba de la gran difusión alcanzada entre los árabes por los cuadrantes o relojes de sol, es el que se les consagren varios capítulos en los *Libros del saber de astronomía* de Alfonso el Sabio. Siguiendo las normas que allí se establecen, se pueden construir sin la menor dificultad dichos cuadrantes, según hemos podido comprobar personalmente. Sólo por vía de ejemplo, veamos algunos de sus títulos y observaciones más sugestivas ².

¹ Cf. José Augusto Sánchez Pérez, *La ciencia árabe en la Edad Media*, Madrid, Instituto de Estudios Africanos, 1954, pp. 60 y 77 respectivamente.

² *Libros del saber de astronomía del Rey don Alfonso X de Castilla*, ed. por M. Rico y Sinobas, IV, Madrid 1866, Libro I.

Cap. VII (pp. 10-11): *De saber cuemo se debe fazer la piedra et de cuemo se deven sacar en ella los dos puntos de Oriente y Occidente et los dos puntos de Septentrión et de Mediodía.*

Si esto quissieres saber, toma una piedra que haya su faz bien igual et sea tan ancha cuemo los dos tercios de su longura... Et escribe sobrel un cavo de la linna de la anchura, en la parte do es más estrecha, Mediodía, et sobrel segundo cavo, que es en la parte más ancha, Septentrión, et pon la piedra delante de ti sobre la tierra, de guissa que caya la parte más angosta faz a ti, et escribe sobrel cavo de la linna de la longura que viene de la tu diestra parte, Oriente, et sobrel cavo que es de tu parte siniestra, Occidente.

Cap. VIII (p. 12): *de saber cuemo se deben fazer la regla de la sombra, et de su partición.*

Cap. IX (p. 13): *De saber cuemo se deben sacar en la piedra los zontes de las oras de la cabeza de capricornio et de cáncer.*

...Et desta manera mesma sacarás las sennales de los zontes de las oras de la cabeça de cáncer, mas a mester que las fagas de otra color, por tal de que se non vuelvan con las sennales de la cabeça de capricornio.

Cap. X (pp. 13-14): *De cuemo se deven sacar en la piedra los puntos de las sombras de la cabeza de capricornio et de cáncer.*

...Et faz esta sennal con cavo de fierro agudo, de guissa que sea punto cavado en la piedra por tal que se non tuelga. Et escribe sobrela sennal en la piedra con tinta o con cualquier color la ora primera de las oras de la cabeça de capricornio...

Cap. XI (pp. 15-16): *De saber cuemo deven sennalar en la piedra las oras temporales.*

... et farás una linna con la cuesta de la regla, con un cavo de fierro agudo, de guissa que finque todavía sennalando en la piedra... Et escriue sobre cada linna en la cavadura de su quantía en el guarismo o en qual cuento quissieres, et començarás de la primera ora et llegarás fata la onzena, et comiença de escrevir el cuento de la linna que es a parte de Occidente, et yrás allegando fata la linna de Mediodía, et dende, yrás allegando otrossí fata la linna de Oriente, et será la primera ora la primera linna de Occidente, et la onzena ora será la postrema linna que es en Oriente. Et después allegarás entre los cavos de las oras de la cabeça de capricornio con una linna cavada, et fázese esta linna acerca de la linna de Mediodía en figura de cerco; et otrossí farás entre los cavos de las sombras de la cabeça de cáncer, et verná en figura de cerco acerca de la linna de Mediodía...

Cap. XII (pp. 16-17): De cuemo deven sennalar en la piedra los cercos de las alturas ¹.

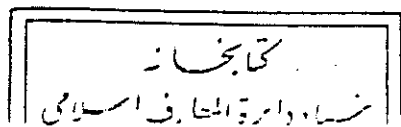
Cap. XIII (p. 18): De saber cuemo se deve fazer el demostrador, et de «quamanno» ² a de seer, et de cuemo se deve armar en la piedra.

Quando esto quissières fazer, toma una piértiga de arambre o de fierro o de qual metal quissieres, et aya en so longura XII partes de las partes de la regla, et demás tanto cuemo la gordura de la piedra, et sea su anchura tres tanto del diámetro del forado que foradarás en el centro del cerco que es en la piedra... Et después suéldalo con la piedra de la parte de yuso con plomo o con estanno.

Cap. XIV (p. 19): De cuemo se deve armar la piedra en so lugar cierto:

¹ En los tres cuadrantes que presentamos no aparecen los círculos de las alturas, sin duda por tratarse de placas de cortas dimensiones en las que resultaría confuso el grabar nuevas líneas, a más de las ya existentes. Una figura del cuadrante con tales círculos puede verse en este capítulo del *Saber de astronomía* de Alfonso el Sabio como ilustración de su texto.

² Se refiere al tamaño que ha de tener el demostrador.



... Et quando ovieres la piedra bien armada en so logar, assí cue-mo te dicho, suéldala con guisso ¹ o con cal o con qual entendieres que estará más firme en so logar.

Para evidenciar cómo los árabes no han hecho, en general, sino imitar y a veces desarrollar y perfeccionar los métodos empleados ya por los griegos en la construcción de los relojes de

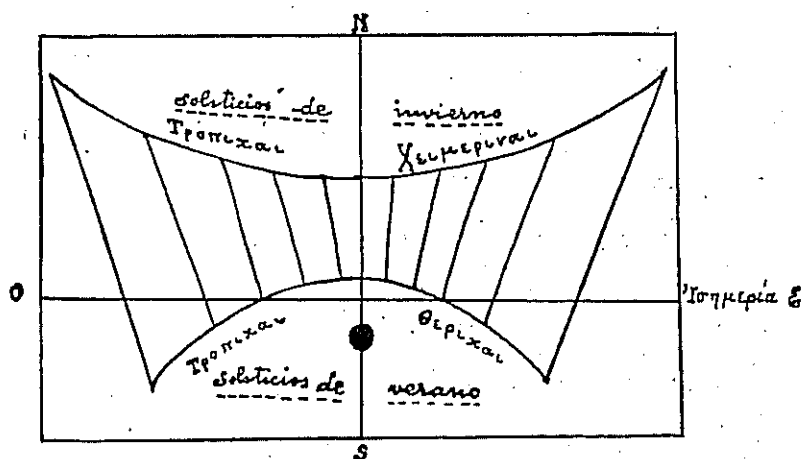


Fig. 4. — Cuadrante de Delos.

sol, bastará reproducir un dibujo del cuadrante de plano horizontal encontrado en Delos por Nr. Couve en 1894 ². Este cuadrante ofrece la misma estructura esencial que la de los ya mencionados de Almería, Córdoba y Granada, y concuerda

¹ De la palabra árabe *giss*, «yeso».

² Se reproduce en el citado artículo del *Dictionnaire des antiquités grecques et romaines*, fig. 3.888, y es utilizado asimismo por don Samuel de los Santos Jener para explicar el cuadrante de Córdoba. En nuestro dibujo cambiamos la posición de dicha figura, orientándola en la misma forma de los otros tres cuadrantes que venimos estudiando. A las palabras griegas, únicas del original, hemos añadido la correspondiente aclaración española.

exactamente con la figura ilustrativa que se encuentra en los *Libros del saber de astronomía* de Alfonso el Sabio ¹.

Atendiendo a su extraordinaria claridad, y al mismo tiempo a su brevedad y concisión, transcribiré aquí un curioso texto de Maimónides sobre el reloj de sol, en su Comentario a la *Mišna* escrito en judeo árabe, pero con caracteres hebraicos. Ofrezco primero dicho pasaje en caracteres hebreos, transcribiéndolo luego en árabe y dando su traducción española ².

אֵבֶן הַשֶּׁעוֹר : רְכֵאמָה חֲבָנִי פִי אֶל־אֶרֶץ וְחִרְשָׁם פִּיה [פִּיהָ lege] כְּמוֹת מִסְחָקִימָה
מִכְחֹב עֲלֶיהָ אֲכַמָּה אֶל־מִשְׁעָאָה וְהִי דִאִירָהּ וּפִי מִרְכּוֹ חֶלֶךְ אֶל־דִּאִירָהּ מִסְמָאָר קֵאִים
עָלֶי וּזְאִיא קֵאִימָה כְּלָמָה סֵאֲמָה טָל דֶּלֶךְ אֶל־מִסְמָאָר לִכְסָּ מִן חֶלֶךְ אֶל־כְּמוֹת עֵלֶם כֵּם
סִמְעָה מִצָּחָה מִן־אֶל־נֶהָאָר וְאִכֵּם הִדָּה אֶל־אֵלֶּה אֶל־מִשְׁהוֹר אֶל־מִנְנָמִין אֶל־כְּלָאֲמָה ³

رَخَامَةٌ فِي الْأَرْضِ وَتُرْسَمُ فِيهِ [فِيهَا lege] خُطُوطٌ مُسْتَقِيمَةٌ مَكْتُوبٌ عَلَيْهَا
أَسْمَاءُ السَّاعَاتِ وَهِيَ دَائِرَةٌ وَفِي مَرْكَزِ تِلْكَ الدَّائِرَةِ مَسْمَارٌ قَائِمٌ عَلَى زَوَايَا
قَائِمَةٍ كُلِّهَا سَامَتْ ظِلُّ ذَلِكَ الْمَسْمَارِ لَخَطٍّ مِنْ تِلْكَ الْخُطُوطِ عِلْمٌ كَمْ سَاعَةٌ
مَضَتْ ⁴ مِنَ النَّهَارِ وَاسْمُ هَذِهِ الْأَلَةِ الْمَشْهُورُ عِنْدَ النُّجَمِيِّينَ بِالْأَلَاةِ

¹ Cap. XI, fig. 16.

² Debo todo lo relativo a dicho pasaje, así como la mayoría de las notas bibliográficas que luego ofreceré, a mi querido amigo el Profesor Arnald Steiger de Zúrich, a quien me complazco en expresar aquí mi sincera y profunda gratitud por el vivo interés con que ha seguido la elaboración de estas páginas.

³ *Commentaire de Maimonide sur la Mischnah Seder «Tohorot»*, ed. J. Derenbourg, 3 vols., Berlín 1887-1892, I, 116, lln. 21.

⁴ Esta 3ª pers. fem. sing., procedente de verbos cuya última radical es و o ي, constituye una forma dialectal y es característica del magrebí y al parecer también del andaluz. Cf. Hans Stumme, *Grammatik des Tunisischen Arabisch nebst Glossar*, Leipzig 1896, pp. 19-20: p. e. de مشى, 3ª pers. fem. sing. مشات. Según me comunica Steiger, la forma anteriormente indicada se encuentra repetidas veces en Maimónides.

T R A D U C C I Ó N

Eben baša'ot es una piedra de mármol empotrada en el suelo. En ella se trazan líneas rectas y se indican los nombres de las horas. Es un círculo en cuyo centro se halla un clavo recto y rectangular. Siempre que la sombra de este clavo llega a una de estas líneas, se echa de ver cuántas horas del día han pasado. Los astrónomos acostumbran llamar ese instrumento *al-ballāṭa*.

* * *

Como remate de estas breves páginas, y para orientación de quienes deseen profundizar más sobre este tema, ofreceré unas cuantas notas bibliográficas relativas a la época árabe:

J. J. Sédillot, *Traité des instruments astronomiques des Arabes*, II, París 1835, pp. 450-456.

Liber Mafātiḥ al-ʿulūm, auctore Abu Abdallah Mohammed ibn Ahmed ibn Yūsuf al-Kātib al-Khowarezmi, ed. G. van Vloten, Lugduni 1895, p. 232 s.

C. A. Nallino, *Al-Battānī sive Albatēnii, Opus Astronomicum*, Pars I, Mediolani 1903, p. 135: "Caput LVI: De conficiendo sive strato sive erecto instrumento *ar-ruḡbāmb* «marmore» appellato, quo horae temporales diei quolibet loco cognoscuntur..."

Una descripción de una *mūkhbala* se encuentra en la revista *Al-Maschbiq*, X (1907), p. 76.

E. Wiedemann (unter Mitwirkung von Fritz Hauser), *Ueber die Uhren im Bereich der islamischen Kultur* (Nova Acta. Abh. d. Kaiserl. Leop. — Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher. Band C. Nr. 5), Halle 1915.

E. Wiedmann und J. Frank, *Ueber die Konstruktion der Schattenlinien auf horizontalen Sonnenuhren von Tābit ben Qurra* (Det Kgl. Danske Videnskabernes Selskab, Mathematisk-fysiske Meddelelser, IV, 9.), Kbenhavn 1922.

E. Wiedemann und J. Würschmidt, *Ueber eine arabische kegelförmige Sonnenuhr*, Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, Band 7 (1916), pp. 359-376.

Karl Schoy, en *Archiv der deutschen Seewarte*, Bd. 36, Nr. 1, (1913), p. 38.

Idem, *Die Gnomonik der Araber*, Berlin 1923.

Idem, *Sonnenuhren der spätarabischen Astronomie*, en ISIS, II (1924), pp. 332-360. — DARÍO CABANELAS, O. F. M.

ASTRONOMICAL INSTRUMENTS AT CALCUTTA DELHI AND JAIPUR

Visits to the Indian Museum, Calcutta, the Museum of Archeology in the Red Fort, Delhi and Jai Singh's observatory at Jaipur have brought to light fresh information on the astrolabes and other instruments to be found there. The resulting lists differ from earlier ones (G. R. Kaye, *The astronomical observatories of Jai Singh*, Calcutta, 1918; *Astronomical instruments in the Delhi museum*, Calcutta, 1921; Derek J. Price, *An international checklist of astrolabes*, this journal, n° 32, 1955, p. 243-263; n° 33, 1955, p. 363-381; M. F. Soonawala, *Maharaja Sawai Jai Singh II of Jaipur and his observatories*, Vani Mandir, Sawai Man Singh Highway, Jaipur, published by Jaipur Astronomical Society). References below are to these works.

The descriptions of the Calcutta and Delhi instruments are substantially as given by the museum authorities. Reference numbers for astrolabes are those used by D. J. Price.

CALCUTTA, INDIAN MUSEUM

Besides the astrolabe reference no. 32 there are the following instruments :

Brass astrolabe, diameter 3 inches, from Sitahati, District Burdwan, West Bengal.

Brass astrolabe, diameter 4 inches, from Benares. By Md. Maqim son of Isa, son of Hahadad Ustrulabi, Humayuni Lahori. 1048 A. H. (1638-9 A. D.).

Magnetic compass, disc shaped, diameter about three inches. From Shiraz, Persia. Inscribed with Persian figures.

DELHI, MUSEUM OF ARCHEOLOGY

This museum has six astrolabes and three celestial spheres, as against three astrolabes and one celestial sphere described by Kaye (1921). The astrolabes are as follows :

I. — Brass astrolabe, diameter 3 3/4 inches. Inscribed in Persian. Mughal.

II. — Brass astrolabe, diameter 7 inches. Inscribed in devanagari characters. Early 18th century.

III. — Brass astrolabe, diameter 5 3/4 inches. Inscribed in Arabic. Probably of Aurangzeb's time (i. e. second half of the 18th century).

IV. — Brass astrolabe, diameter 9 1/2 inches. Inscribed in Arabic. Probably made in Delhi. Shahjhan's time (Shah Jehan reigned A. D. 1628-58).

V. — Brass astrolabe, diameter 4 1/2 inches. Inscribed in Persian. By Md. Muqim son of Mulla Isa of Lahore, 1034 A. H. (1624-5 A. D.). Five plates.

VI. — Brass astrolabe, diameter 8 inches. Inscribed in Arabic. Same maker as (V), 1047 A. H. (1637-8 A. D.).

The celestial sphere described by Kaye (1921) is in the museum. The descriptions of the other two are :

Brass celestial sphere, diameter 5 7/8 inches, fitted in a stand of height 4 3/4 inches. Equator and ecliptic drawn and great circles through the horizontal pivots. Constellation figures drawn, no stars marked.

Bronze celestial sphere, diameter 8 1/2 inches. No stand. Inscribed in Persian. Made by Md. Salih of Tatta for Shaik Abdul Khaliz, 1070 A. H. (1659-60 A. D.).

It seems that three astrolabes can be identified with those of earlier lists :

- I. = ref. no. 13 = B(1921) = Q(1918),
- II. = ref. no. 97 = C(1921) = R(1918),
- III. = ref. no. 134 = A(1921) = P(1918),

in spite of the fact that R is copper and A is c. 1280 A. D.

JAIPUR, JAI SINGH'S OBSERVATORY

Most of the instruments have been described by previous writers but the following remarks may be made.

Jai Singh's "brass astrolabe" (Yantra Raj) is engraved on one side like the plate of an astrolabe for 27°N . The other side has not been worked. The ecliptic is drawn as a narrow scale between two concentric circles, touching the tropic of Capricorn at the highest point of the instrument. Stars are marked in position.

The "iron astrolabe" has a hole in the centre and another close to it. With its overlapping plates it can hardly have been an accurate instrument. Kaye states that the graduations have disappeared (1918, p. 32) but it may be doubted whether scales were ever drawn on it.

There are three instruments described as Kranti Vritta. Two have metal circles parallel to the planes of the equator and the ecliptic. The third is the masonry work for a larger Kranti Vritta mentioned by Kaye (1918). It has a circular face parallel to the plane of the equator on which two concentric circular scales have been drawn. A gnomon has been fitted at the centre.

In the smaller Samrat Yantra the narrow northern face of the gnomon drops vertically for a short distance from the top of the instrument and then slopes at about 39° to the horizontal. There are North-facing scales along both edges between the top of the instrument and a point at a short distance down the slope. The shadows of the horizontal edges at the top of the instrument fall on some part of the northern face at noon when the sun's declination is greater than about 16°N .

There are three small metal equatorial dials on the same principle as the Samrat Yantra. The circular arcs have a diameter of about three feet.

The two Kapala are hemispherical bowls with horizontal rims. Kaye says that the rim of one represents the horizon, as in the Jai Prakash, and the rim of the other the solstitial colure (1918, p. 52), being the Jai Prakash turned through a right angle (1918, p. 37). This identification of the rims is also given beside the instruments themselves. The sun's position is shown by the shadow of a disc with a circular hole, held at the centre of the rim by cross-wires. Hence the rim must represent the horizon in both instruments. On the Jai Prakash and presumably on one Kapala the ecliptic is drawn in its positions when the first point of each sign of the zodiac is on the meridian. The other Kapala has the positions of the ecliptic when the first points of the signs are rising. For Aries and Libra the two positions of the ecliptic differ by a rotation through 90° about the celestial poles, but different angles of rotation obtain for the other signs.

On the top of the Narivalaya Yantra is a small horizontal dial.

The observatory has a portable metal instrument (? 18th century) about one foot in diameter which appears to show the positions of the planets on the Ptolemaic system by means of several discs.

There is one other astrolabe :

Brass astrolabe, diameter about 6-7 inches. Inscribed in Hindi. Seven plates, for North latitudes 20° & 21° , 22° & 23° , 24° & 26° , 25° & 27° , 30° & 31° , 35° & 36° , 37° & 38° . Altitude lines for

every 2°. The alidade has sighting holes and tube and is not graduated. On the back is an outer scale of degrees, then the upper right-hand quadrant has 18 equally spaced circular arcs concentric with the rim and the upper left-hand quadrant has scales of tangents and sines. From the inside, the lower half has the usual shadow scale, 27 star names in a semicircular double row with a scale, signs of the zodiac with Pisces on the right and a scale with 5 irregular divisions of 45° each side of the central line.

According to Kaye (1918, p. 51) the other Jaipur astrolabes are kept in the museum. The masonry instruments at Ujjain (not visited) have been restored.

ACKNOWLEDGEMENTS

Thanks are due to the Director-General of Archeology in India; the Curator, Museum of Archeology, Red Fort, Delhi; the Superintendent, Archeological Section, Indian Museum, Calcutta and the Officer-in-charge, Jaipur Observatory, for their kind assistance.

I am grateful to Dr. W. F. Kibble for helpful conversations and to Dr. D. J. Price for his interest and encouragement.

*Union Christian College, Alwaye,
South India.*

A. P. STONE.

M. DESTOMBES

GLOBES CÉLESTES ET CATALOGUES D'ÉTOILES ORIENTAUX DU MOYEN-ÂGE

Bien que n'étant pas orientaliste, j'ai été amené à m'intéresser à l'astronomie orientale au Moyen-Âge, et particulièrement, à l'histoire des globes célestes et des catalogues d'étoiles orientaux. Les notes qui suivent résultent de l'examen de plusieurs globes et d'un certain nombre de manuscrits inédits. Alors que l'on possède encore un grand nombre de catalogues d'étoiles, il ne reste que quelques rares globes célestes orientaux anciens - peut-être une quarantaine jusqu'à la fin du XVIIIème siècle. Pourtant, parmi les instruments scientifiques, la sphère céleste a été connue dès la plus haute antiquité. Sans doute faut-il attribuer leur perte à la matière dont ils étaient faits: bois, plâtre ou métal précieux.

On doit être reconnaissant des travaux originaux de Greaves, de Bernard et de Hyde au XVIIème siècle, puis d'Assemani, d'Ideler, de Dorn, de Sédillot, de Schiellerup, de Dreschler au XIXème et plus récemment, de Casanova, de Knobel, de Nallino et enfin de ceux de Tallgren, de Millas-Vallicrosa et de Benhamouda qui ont permis aux non-orientalistes d'aborder l'étude de l'astronomie stellaire en orient et en Espagne au Moyen-Âge. Malheureusement, il n'a pas toujours été tenu entièrement compte de ces travaux dans les histoires de l'astronomie en Occident. Les bibliothèques publiques ont beaucoup avancé dans le recensement de leurs fonds orientaux et l'inventaire de la littérature arabe de Brockelmann constitue maintenant un instrument précieux qui permettra sans doute de faciliter les études nécessaires pour combler cette lacune.

Sarton, dans son admirable *Introduction à l'Histoire des Sciences* (Vol. 2, p. 1014), résume ce que l'on sait des globes célestes orientaux anciens: encore accepte-t-il les dates incertaines de Beigel et de Sédillot. Otto Neugebauer (*The exact Sciences in Antiquity*, 1951, p. 169) après avoir remarqué que la transmission de la science grecque au Moyen-Âge nous conduit en Perse et passe par le monde isla-

mique, ajoute « qu'à part la magnifique exception des tables d'al-Battani, aucune table astronomique du Moyen-Age, arabe ou latine, hébraïque ou grecque, n'existe dans une édition moderne entre Ptolémée et Copernic... et que l'histoire des anciennes sciences mathématiques est un champ dans lequel il n'est pas besoin d'aller loin pour trouver un sol fertile prêt à être cultivé ».

En étudiant les globes célestes, il est utile de comparer les positions des étoiles avec celles des catalogues qui sont insérés dans les tables astronomiques et même dans les ouvrages astrologiques contemporains; ces tables ne sont pas aussi rébarbatives qu'elles le paraissent, et leur consultation est d'autant plus indispensable qu'elles ont servi aux instrumentistes pour construire leur globes et aux astronomes pour effectuer leur calculs.

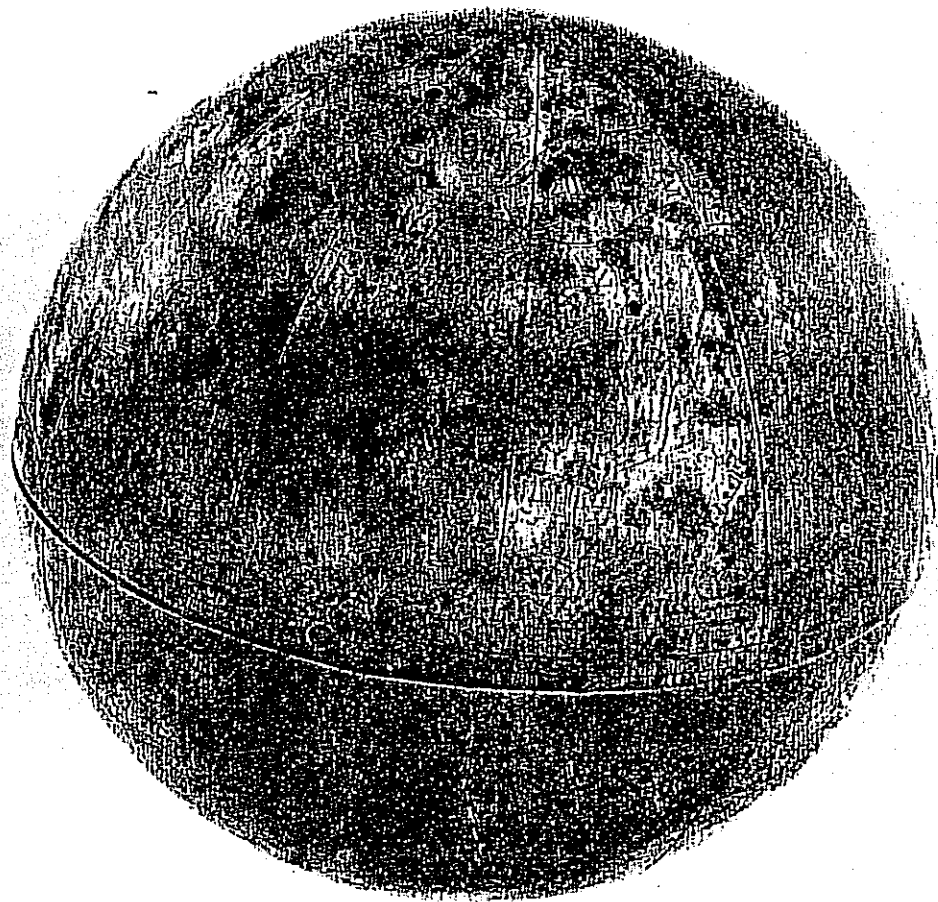
En outre, il devient possible, lorsqu'on peut en comparer un grand nombre, de dater approximativement l'ensemble. Ces catalogues, lorsqu'ils sont datés, constituent alors des repères plus nombreux et permettent de préciser davantage les valeurs de la précession utilisées par les astronomes pendant la longue période de temps qui sépare al-Battani (880), qui l'estimait à 1 degré en 66 années solaires, de Nasir-al-Din (1270 environ) qui l'estimait à 70 années solaires.

Les astronomes ont utilisé les données historiques des catalogues d'étoiles pour calculer la vitesse de la précession; ils ont conservé précieusement les observations des anciens: Hipparque le premier, Ptolémée, Habasch, Ibn-al-Alam, al-Sufi, Ibn-Yunus, Nasir al-Din et d'autres ont légué à leurs successeurs des valeurs utiles. Malheureusement, au cours de cette longue transmission deux d'entre eux: Thabit-ben Kurra et Arzachel remirent en honneur la théorie antique de l'accès et du recès, qui jeta le doute dans bien des esprits. Par suite de conjonctures politiques, Arzachel fut un des premiers auteurs de langue arabe à être traduit en latin et ce fait compromit pour longtemps les progrès de ses disciples occidentaux. Par contre, cette théorie fut plus rapidement éliminée en Orient parce qu'on y disposait de nombreuses observations concordantes.

Je donnerai ci-dessous la liste de tous les globes célestes orientaux avant Ulugh-Beg dont je connais l'existence en Europe, suivie d'une liste choisie de catalogues d'étoiles. Dans les deux cas, j'indiquerai la différence en longitude des étoiles avec le catalogue de Ptolémée et la date estimée des globes et catalogues sans date, par comparaison avec les autres.

En ce qui concerne les globes à deux exceptions près, cette différence résulte d'une moyenne calculée avec un minimum de 40 étoiles. Il aurait été plus facile de limiter la comparaison à une seule position, par exemple celle de l'Epi de la Vierge ou celle du Coeur du Lion, mais il m'a semblé que le résultat aurait été moins exact.

Pour les catalogues d'étoiles, j'ai comparé la position de chacune avec celle des étoiles correspondantes de Ptolémée. Ce procédé m'a permis de remarquer que pour les catalogues qui précèdent celui



Globe n° 3 (vers 1200) Londres, British Museum. Dept. of Or. Ant. 71.3.1.



Globe n° 5. Mohammed ibn Mohammed, 1281 Paris, Musée du Louvre.

de Sufi, la différence n'est pas toujours constante; c'est une indication que les auteurs y ont inséré diverses observations et ne se sont pas bornés à estimer l'augmentation de la précession depuis Ptolémée au moyen d'une seule étoile.

En ce qui concerne les dates, les difficultés sont très grandes. Beaucoup de tables ne sont pas datées. Certains auteurs ont ramené en arrière leur catalogue pour le faire coïncider avec l'origine d'une ère l'avènement ou la nativité d'un prince. Peut-être est-ce le cas du catalogue de Ptolémée lui-même, écrit en 138 A. D. mais qui correspond à l'année 62 A. D. (1)? Il y a aussi des copies fautives et des copies corrigées avec de fausses données chronologiques.

Les Orientaux calculaient la précession en années solaires, c'est donc une obligation lorsqu'il s'agit de globes ou de catalogues d'étoiles de passer des années de l'hégire aux années de l'ère grecque ou de l'ère persane. L'ère grecque ou des Séleucides ou d'Alexandre (dite en arabe Iskander ou Dul-Qarnain) commence en 312 avant l'ère chrétienne et l'ère persane (ou yezdejerd) commence en 632 après l'ère chrétienne. On utilisait aussi l'ère de Malik-Shah dite Djelaléenne introduite en 1079 (471 de l'hégire, 448 Yezdejerd) sur les conseils d'Omar Kayyam et basée également sur l'année solaire. Presque toutes les erreurs, anciennes ou modernes, proviennent d'une chronologie incertaine et c'est pourquoi tous les traités d'astronomie commencent par un livre sur la correspondance des ères. Lorsqu'une date est donnée sans qualification sur un globe ou sur un catalogue d'étoiles elle n'est pas obligatoirement celle de l'ère des Arabes ou de l'hégire qui commence en 622 A. D., il peut s'agir aussi de l'ère persane; la confusion est possible puisqu'au XIV^e siècle la différence n'était que de 32 ans (668 Yez.=700 de l'hégire ou 1300 de l'ère chrétienne).

Les astrologues qui utilisaient encore au XIII^e ou au XIV^e siècle une vitesse de précession d'un degré en 66 ans, suivant les astronomes d'al-Mamoun et al-Battani, obtenaient un catalogue dont les longitudes se trouvaient en avance sur les positions réelles de 5 minutes par 70 années d'estime environ. Ceux qui utilisaient une vitesse de 1 degré en 100 ans, suivant Ptolémée, se trouvaient en retard de 24 minutes par siècle.

Pour fixer les idées sur l'exactitude des globes et des catalogues cités ci-dessous, j'ai calculé la moyenne des différences des valeurs exactes des longitudes de 12 étoiles de première grandeur en 1437 (telles que les donne Knobel dans l'édition du catalogue d'Ulugh-Beg) avec celles de Ptolémée. Cette différence moyenne, qui en 1437 est de 19°12' a servi à dresser, au moyen d'un calcul arithmétique élémentaire, une table de la valeur de cette différence en remontant de 50 en 50 ans jusqu'à l'an 800 ou plus avant, à raison de 42 minutes par 50 années ou 83',75 par siècle.

(1) Cette différence constituera d'une façon permanente une donnée fautive qui retardera considérablement les calculs de la précession au Moyen-Age.

TABLE DES ÉCARTS EN LONGITUDE AVEC PTOLÉMÉE

Années chrétiennes	Années de l'hégire	Années Yezdejerd	Années d'Alexandre	Précession depuis Ptolémée
138	-	-	450	1°04'
622	1	-	934	7°49'
632	11	1	944	7°58'
800	186	168	1112	10°18'
850	237	218	1162	11°00'
900	288	268	1212	11°42'
950	340	318	1262	12°24'
1000	391	368	1312	13°06'
1050	443	418	1362	13°48'
1100	494	468	1412	14°30'
1150	546	518	1462	15°12'
1200	597	568	1512	15°53'
1250	649	618	1562	16°35'
1300	700	668	1612	17°17'
1350	751	718	1662	17°59'
1400	803	768	1712	18°41'
1437	841	805	1749	19°12'

De la comparaison des dates et des chiffres de la table des écarts avec les dates et les chiffres des catalogues d'étoiles on peut aujourd'hui tirer les conclusions suivantes:

1°) Les astronomes d'al-Mamoun, al-Battani, as-Sufi, ibn Yunus, al-Biruni, Arzachel et al-Kiraqi ont établi des catalogues d'étoiles relativement exacts qu'ils ont dû fonder sur de nombreuses observations. A partir du XIII^e siècle, et dans la mesure où l'on peut se fier aux dates indiquées dans les manuscrits, on constate jusqu'à Ulugh-Beg une avance de plus en plus grande sur les chiffres exacts indiquant une estime à 66 ans par degré depuis Sufi.

2°) Les résultats de la comparaison en ce qui concerne les globes célestes sont plus incertains car il reste trop peu de globes datés. On peut dater les globes anonymes sans grand risque, soit avec les catalogues d'étoiles contemporains soit en estimant la date avec la vitesse de précession de un degré en 66 ans depuis Sufi.

Les chiffres publiés ci-dessous, en vérifiant ces faits, permettront d'analyser avec plus de détail les procédés et les connaissances des astronomes arabes et de dater de façon plus exacte les manuscrits astronomiques orientaux qui possèdent un catalogue d'étoiles.

Globes Célestes 1080-1426.

1. - Paris, Bibliothèque Nationale Geographie Res Ge A 325.

Globe céleste en cuivre, anonyme et sans date; diam. 190 mm., portant 48 constellations et environ 930 étoiles non chiffrées. Le style tout à fait semblable à celui du globe de Florence (n. 2) indique avec certitude un même auteur. (1080 A.D.)

Différence moyenne pour 42 étoiles: $14^{\circ}01'$ correspondant à 1067 environ; c'est une bonne approximation. ce globe doit être contemporain du suivant: vers 1080.

Le globe a été publié en 1852 par Jomard qui l'attribue au XI^e siècle. Sedillot, dans son *inémoro* sur les instruments des arabes, l'attribue sans raison au XIII^e siècle.

2. - Florence, Museo Nazionale di Storia delle Scienze n. 2712.

Globe céleste en cuivre, fait à Valence par Ibrahim ibn Said al-Sahli al-Wazzan, daté de 473 du Prophète ou 1080: diam. 209 mm.

Différence moyenne pour 44 étoiles: $14^{\circ}05'$ correspondant à peu près à 1070. Valeur exacte en 1080: $14^{\circ}14'$.

Publié en facsimile par Meucci en 1878. Millas-Vallicrosa a relevé en 1931 (*Assaig d' Historia* p. 58) la position de 23 étoiles et il a trouvé $14^{\circ}10'$ valeur très proche de la nôtre. Ce globe, comme le précédent, a été évidemment construit avec les longitudes d'Arzachel.

3. - Londres, British Museum Dept. of Oriental Antiquities n. 71.3.1.1.

Globe celeste en bronze: « Façon de l'aveide de Dieu Muhammed ibn Hilal l'astronome de Mossoul en l'année de l'hégire 674 » (ou 1275). Diam. 240 mm.

Différence moyenne pour 70 étoiles: environ 16° . Valeur exacte en 1275: $16^{\circ}56'$. L'estime à 100 années par degré depuis Sufi donnerait $15^{\circ}50'$.

Ce globe a été publié en facsimile par Dorn en 1830; la position des étoiles n'a jamais été étudiée.

4. - Naples, Museo Nazionale.

Globe céleste en cuivre, diam. 223 mm., portant en arabe l'inscription: « Fait par Kaisar ibn Abul Qasim ben Musafer al-Astur (labi?) al-Hanafi en 622 de l'hégire avec l'augmentation de $16^{\circ}46'$ après l'Almageste » (1225, ère chrétienne).

Différence en longitude pour 60 étoiles (sur le facsimile d'Assemani) $16^{\circ}32'$ correspondant à peu près à 1247. L'augmentation des longitudes de l'Almageste à 66 ans par degré donnerait une différence de $16^{\circ}38'$ Valeur exacte en 1225: $16^{\circ}14'$.

Le Répertoire chronologique d'épigraphie arabe vol. 10 (1939) n. 3924 donne $15^{\circ}45'$; sans doute est-ce une faute typographique puisque Assemani qui a publié le globe en facsimile en 1790 donne $16^{\circ}46'$ et Casanova en 1893 $16^{\circ}40'$.

5. - Paris, Musée du Louvre, Collections musulmanes n. 6013.

Globe céleste en cuivre, diam. 130 mm., portant en arabe l'inscription: « Ces astres ont été dessinés d'après le livre des constel-

lations d'Abul Husain al-Sufi après l'augmentation des longitudes à l'époque de 5°. Cela en l'année 684 (1284 A.D.). Ecrit par Mohammed ibn Mohammed l'astrolabiste ».

Différence en longitude pour 40 étoiles: $17^{\circ}42'$. Valeur exacte: $17^{\circ}04'$. Mohammed ibn Mohammed a sans doute fait une estimation: à 66 ans par degré depuis Sufi (964 A.D.) on trouve la date de 1294.

Publié par Casanova en 1893, avec une excellente monographie, mais Casanova ajoute à la date 684 « de l'Hégire » qui ne se trouve pas sur le globe.

6. - *Dresde*, Staatliche Museum, Math. - Physikalische Salon.

Globe céleste en cuivre, non daté, diam. 144 mm., portant en arabe l'inscription: «A fait ceci Mohammed bin Mowaiad al-A'radin. Environ 1.000 étoiles incrustées en argent, non chiffrées (1304 A.D.). Différence en longitude pour 40 étoiles: $17^{\circ}51'$. Il se peut que l'auteur du globe ait fait une estimation; à 70 ans par degré depuis le catalogue de Nasir al-Din qui utilise $16^{\circ}45'$ en 1233 on trouve dans ce cas 1310, date très voisine de 1304. estime à 66 ans.

Beigel qui a, le premier, publié une étude sur ce globe a calculé les positions de 5 étoiles et trouvé $17^{\circ}34'$ de différence avec Ptolémée; en remontant en arrière à partir du catalogue d'Ulugh-Beg qui utilise $19^{\circ}41'$, il a tiré la date de 1299. Dreschler en 1873 a proposé 1279, c'est-à-dire l'an 200 de l'ère Djelaléenne.

7. - *Paris*, Collection particulière, ex-collection Chadenat, vente publique à Paris du 22 avril 1953, n. 6804.

Globe céleste en bronze, diam. 209 mm., anonyme et sans date, portant 930 étoiles incrustées en argent et toutes chiffrées d'après le catalogue de Sufi. 145 inscriptions de noms d'étoiles ou de constellations. Le style est analogue à celui de Dresde (1309 A.D.).

Différence en longitude pour 800 étoiles $17^{\circ}56'$. Le globe pourrait être postérieur de 5 années environ à celui de Dresde. Il sera publié avec une introduction dont le présent travail est le résumé.

8. - *Londres*, Collection particulière, ex-collection Chadenat, vente publique à Paris du 24 mai 1956, n. 42.

Globe céleste en cuivre, diam. 155 mm., portant 100 étoiles environ sans les constellations et la signature en arabe: Abdul Rahman bin Borhan de Mossoul l'an 718 (1318 A.D.).

La position des étoiles est très disparate, il n'est pas possible d'en calculer les longitudes, même approximativement. Ce globe, d'après des inscriptions qui y figurent, a appartenu à Ulugh-Beg puis à l'astronome persan Ghiyat al-Din Mansur al-Husain connu par le manuscrit de Leiden 1187. Précession depuis Sufi à 66 ans par degré: $18^{\circ}04'$; valeur exacte en 1318: $17^{\circ}32'$.

Le globe a figuré en 1936 à l'exposition « Instruments et Outils d'autrefois », n. 11.

9. — *Oxford*, Science Museum n. 2900.

Globe céleste en bronze, diam. 150 mm., signé et daté: « Fait par Jafar ibn Omar Daulet Shah al-Kirmani en 764 de l'hégire, 732 Yezdejerd et 1674 d'Alexandre. Les étoiles sont conformes au livre d'Abdul Hasan ibn Abdel Rahman as-Sufi et leur longitude a été calculée pour la date de son exécution » (1362-1364 de l'ère chrétienne).

Différence en longitude pour 100 étoiles: $18^{\circ}20'$, correspondant à 1375, cependant les étoiles hors de l'écliptique sont en retard sur cette position. Valeur exacte en 1362: $18^{\circ}10'$.

Publié en 1923 par Gunther. *Early Science in Oxford*, p. 245-249.

10. — *Londres*, British Museum, Dept. of Oriental Antiquities.

Globe céleste en bronze, diam. 102 mm., portant environ 100 étoiles sans les images des constellations. « Fait par Muhammed ibn Jafar ibn Umar l'astrolabiste connu sous le nom de Hilal. Ces constellations ont été gravées avec l'addition de 7° après Abul Husain ibn Abd er Rahman as-Sufi l'an 834 de l'hégire, 805 Yezdejerd et 1738 d'Alexandre » (1426 A.D.).

Différence pour 15 étoiles: $19^{\circ}50'$ soit 1482 A. D. Le grand écart entre cette date et celles — d'ailleurs non concordantes entre elles — de la signature, montre qu'il s'agit d'une estimation de l'auteur. Valeur exacte en 1426: $19^{\circ}02'$. A 66 ans par degré depuis Sufi soit 7°, on trouve bien la date de 1426, les dates de l'hégire et Yezdejerd sont erronées, la date d'Alexandre est exacte. Inédit.

Catalogues d'étoiles

La plupart des catalogues d'étoiles ci-dessous sont mentionnés et décrits ici pour la première fois; particulièrement ceux d'AL-FAR-CHANI, d'AL-BIRUNI, d'ARZACHEL, de MALIK-SHAH, de JEMAL-AL-DIN, d'AL-SAMARCANDI et d'AL-RISCHI ainsi que les anonymes. Le signe * indique les catalogues probablement composés d'observations originales; l'exactitude peut se mesurer au moyen du procédé que j'ai indiqué au début de cet article.

11. — *PROLEMEE*. — Catalogue de 1028 étoiles daté de 138 A.D. mais il est trop fort de $1^{\circ}4'$ et n'est exact que pour 62 A.D. Knobel cite 4 catalogues arabes. On peut y ajouter ceux de l'Escorial (914 et 915) et de Paris (BN Ar. 2485, traduction de Nasir al-Din).

2. - AL-MARRAKESCHI - Catalogue de 240 étoiles, rédigé au XIII^e siècle mais ramené à l'an 1 de l'hégire ou 622 A.D. par estimation. Ptol. $+6^{\circ}40'$. Paris, BN Ar 2507.
3. - ANONYME - Catalogue de 55 étoiles, ajoutant $7^{\circ}42'$ à Ptolémée. rédigé en 1367 pour l'an 1 de l'hégire. Paris, BN Ar 2523.
4. - AL-FARGHANI - Catalogue de 25 étoiles, ajoutant $15'$ à celui d'Al-Mamoun,* différence de $9^{\circ}19'$ à $11^{\circ}12'$ avec Ptolémée (845 A.D.). Londres, BM Or 5479.
5. - AL-BATTANI - Catalogue de 660 étoiles, ajoutant $11^{\circ}10'$ à Ptolémée pour 1191 d'Alexandre (880 A.D.) Escorial 908. Paris, B. Arsenal 8322.
6. - ABUL KASSIM (BEN AMAJOUR) - Catalogue de 20 étoiles, ajoutant $1^{\circ}25'$ au Catalogue d'al-Farghani. Daté 938 A.D. d'après Bernard. Oxford, Bodleian Library.
7. - AL-QUMMI - Catalogue de 30 étoiles, daté de 336 Yezdejd (968 A.D.) avec $12^{\circ}32'$ environ. Paris, BN Ar 2589.
8. - AS-SUFI - Catalogue de 1022 étoiles, ajoutant $12^{\circ}42'$ à Ptolémée en 964 A.D. ou 1276 d'Alexandre. Paris, BN Ar 2488-92.
9. - ANONYME - Catalogue de 18 étoiles pour 380 Yezdejd ou 1012 A.D. ajoute $2^{\circ}21'$ à al-Farghani. Manuscrit de Ibn Zuraiq du Caire copié au XV^e siècle. Paris, BN Ar 2520.
10. - AL-BIRUNI - Catalogue de 1029 étoiles, ajoutant $13^{\circ}00'$ à Ptolémée, pour 399 Yezdejd ou 1031 A.D. Paris, BN Ar 6840.
11. - ARZACHEL* - Catalogue de 40 étoiles, sans date (1080), ajoute environ $14^{\circ}22'$ à Ptolémée. Paris, BN Ar 4824.
12. - ANONYME - Catalogue de 100 étoiles pour la première année de Malik-Shah (1079) daté 1390 d'Alexandre et 448 Yezdejd, ajoute $14^{\circ}26'$ à Ptolémée. Paris, BN Ar 5968.
13. - AL-KHAZINI: ZIDJ AS-SANGARI - Catalogue de 43 étoiles pour 1115 A.D. ajoute $15^{\circ}00'$ à Ptolémée. Londres, BM Or 6669.
14. - AL-KHARAQI - Catalogue de 84 étoiles avec Ptolémée plus $14^{\circ}57'$, rédigé en 1444 d'Alexandre (1132 A.D.). Paris, Ar 2499.
15. - ANONYME - Fragment du livre des Constellations de Sufi sans date, ajoutant $15^{\circ}27'$ à Ptolémée (vers 1143 A.D.). Oxford, Hunt 273.
16. - IBN YUNUS* - Catalogue original de 18 étoiles pour 1233 inséré par Nasir-al-Din dans son propre catalogue avec la mention « Ibn Yunus », ajoute à Ptolémée des valeurs variables d'environ $16^{\circ}21'$. Paris, BN Per 163 Res.
17. - ANONYME - Catalogue de 32 étoiles, ajoute $16^{\circ}37'$ à Ptolémée date 608 Yezdejd (1240 A.D.). Paris, BN 2540.
18. - NASIR AL-DIN* ZIDJ AL-ILKHANI - Catalogue original de 16 étoiles ajoute environ $16^{\circ}24'$ à Ptolémée pour l'année 601 Yezdejd (1233 A.D.) un autre catalogue non original contenant 60 étoiles, ajoute $16^{\circ}45'$ à Ptolémée. Paris, BN Per 163 & Supp. Per 2020; Londres, BM Or 5572 et 7464; Oxford Hunt 143.

19. - ANONYME PERSAN - Catalogue de 76 étoiles pour 646 Yezdejerd (1277 A.D.), ajoute 17°26' à Ptolémée. Paris. BN Persan 166.
20. - JEMAL AL-DIN IBN MAHFUZ - Catalogue de 72 étoiles daté de 684 de l'hégire (1284 A.D.) ajoute 17°31' à Ptolémée. Paris. BN Ar 2486.
21. - ANONYME - Livre des constellations de Sufi lui ajoutant 4°50', c'est-à-dire 17°32' de plus que Ptolémée, non daté (vers 1285 A.D.). Londres. BM Or 1407.
22. - ANONYME PERSAN - Catalogue de 20 étoiles ajoutant 4°58' à Sufi ou 17°40' à Ptolémée, date: 667 Yezdejerd (1299 A.D.). Paris. BN Ar 2544.
23. - ANONYME - Livre sur l'astrolabe contenant un catalogue de 20 étoiles, ajoute 17°42' à Ptolémée (vers 1300 A.D.). Londres. BM Or 7858.
24. - SINDJAR AL-KEMALI: ZIDJ AL-ASHRAFI - Catalogue de 100 étoiles fait à Schiraz en 672 Yezdejerd ou 1304. Ajoute 17°50' à Ptolémée. Paris, BN Supp. Per. 1488.
25. - AL-SAMARCANDI* - Catalogue original de 48 étoiles pour l'an 764 de l'hégire (1363 A.D.) additions variables à Ptolémée entre 17°48' et 18°36'. Paris, BN Ar 6040.
26. - AL-RISCHI* - Résumé des Tables d'Ibn al-Shatir. Catalogue original de 50 étoiles. Ajoute environ 19°13' à Ptolémée (date 1407 A.D.). Paris, BN Ar 2526.
27. - ULUGH-BEG* - Catalogue de 1018 étoiles dont les longitudes furent toutes observées à l'exception de 27 étoiles pour lesquelles l'auteur ajoute 19°41' à Ptolémée en 1437 A.D. Paris, BN Pers. 164 & 172, Supp. Pers. 366 1341, Ar 2535.

DISCUSSIONE

ABETTI - Constata che il globo arabo conservato nel Museo di Storia della Scienza di Firenze è il più antico fra quelli conosciuti. Domanda all'oratore qualche informazione sugli astrolabi arabi, modalità delle osservazioni ecc.

DESTOMBES - Oui, le globe du musée des sciences de Florence, avec le globe de la Bibliothèque Nationale, qui est de la même date, sont les deux plus anciens connus.

Il est probable que les astrolabes de cette époque étaient de grande dimension, ce qui permettait une grande précision dans la graduation du mètre, et qu'ils étaient en bois ce qui explique leur destruction.

M. PLESSNER - There are many places in Arabic literature where lists of 15 stars are quoted (cf. Festugière, *La Révélation d'Hermès Trismégiste*, vol. I, p. 160 ff.), not all of them, to be sure, are of 1st magnitude, according to our modern measurements.

DESTOMBES (PLESSNER) - Je me demande s'il était possible aux Arabes de déceler les étoiles variables car les grandeurs données par les catalogues semblent se copier les unes les autres. Des rectifications dans les grandeurs de Ptolémée ont été faites par Suii et par Biruni mais la notion même d'étoile variable chez les Arabes ne m'est pas connue.

VERNET-GINES - Félicite Mr. Destombes pour l'intérêt de sa communication et lui demande si la précision à l'estimation de la longitude des étoiles zodiacales est due à des raisons astrologiques.

DESTOMBES - J'ai dit que sur certains globes, la position des étoiles zodiacales était plus exacte que celle des constellations boréales ou australes et je suppose que certains de ces globes étaient des planétaires et qu'un mécanisme permettait de placer à la main la positions de 7 planètes pour un jour et une donnée. L'astrologie était alors très développée probablement, ces globes étaient utilisés pour trouver la position des planètes par rapport aux étoiles. C'est pourquoi il était très nécessaire que la position des étoiles zodiacales soit exacte.

BIRKENMAJER ALEXANDRE - 1) Est-ce qu'il existe en Arabe des catalogues des étoiles à *couleur* (analogues à ceux publiés per Bell pour la Grèce)?

2) Les étoiles zodiacales avaient aussi une grande importance pour l'*observation* des planètes (voir p. ex. Copernic).

VERNET-GINES - Les Arabes ont connu les étoiles de couleur, mais ne pouvons pas affirmer qu'ils en ont connu un aussi grand nombre que les Grecs. Les recherches d'histoire de couleur des étoiles, il faut les faire dans les traités d'astrologie.

J. MILLAS-VALLICROSA - Il a donné des éclaircissements sur les notices qu'on trouve dans les astronomes arabes sur le étoiles à couleur, et sur la signification du terme technique *beibeniât*, dans le sens d'étoile oscillante.

UN GLOBE CÉLESTE ARABE DU XII^e SIÈCLE,
PAR M. MARCEL DESTOMBES.

Une vente publique récente à l'hôtel Drouot¹ a fait sortir d'une collection particulière le très ancien globe céleste qui fait l'objet de la présente communication. Il s'agit d'une petite sphère de cuivre, signée d'un auteur arabe, portant les images des constellations grecques, avec des inscriptions en caractères coufiques orientaux et datée de l'an 539 de l'Hégire soit 1144 de l'ère chrétienne. La signature n'avait jamais été déchiffrée jusqu'à présent et l'instrument, à ma connaissance, n'a fait l'objet d'aucune publication. Il faisait partie de la bibliothèque d'un amateur des sciences naturelles dont les livres ont été dispersés au cours de la même vacation. Il serait fort intéressant de connaître sa provenance : tout au moins suis-je assuré que ce globe se trouvait en France dans la même collection depuis vingt ans au moins.

Cette sphère céleste est constituée par deux demi-sphères creuses en laiton de 175 millimètres de diamètre et d'un demi-centimètre d'épaisseur ; elle pèse près de six livres. Les demi-sphères, sans doute séparées par quelqu'accident, ont été ressoudées à une date indéterminée par un artisan peu soigneux qui, en passant la partie soudée au tour, a usé la gravure des images sur une largeur d'un à deux centimètres ; les autres parties du globe sont intégralement conservées. La ligne de séparation des deux hémisphères, au lieu de suivre, comme sur les autres globes célestes arabes le cercle du zodiaque, partage ici le ciel étoilé en suivant la Voie Lactée, rejoignant ainsi les conceptions cosmogoniques les plus modernes. Le globe est monté sur un support circulaire en bronze à quatre colonnettes d'un travail grossier, sans doute l'œuvre d'un réparateur du XVIII^e ou du XIX^e siècle.

Sur les deux hémisphères, très finement gravés au burin, figurent les images des quarante-huit constellations décrites dans l'*Almageste* de Ptolémée, c'est-à-dire, quatorze représentations humaines, vingt-quatre images zoomorphes et dix autres figures d'objets divers popularisés par la mythologie grecque tels que couronne, vase, flèche, lyre, etc. Un fragment de la ceinture du zodiaque représente les constellations du Lion et de la Vierge².

Les quelque mille étoiles du catalogue de Ptolémée figurent toutes

1. Hôtel des Commissaires-Priseurs, rue Drouot, Jeudi 17 avril 1958. Bibliothèque d'un amateur : *Astrolabe arabe du XVII^e siècle. Globe céleste d'origine hindoue, du XVIII^e siècle.* Ces deux instruments sont conservés actuellement dans la collection de l'auteur de cette notice.

2. Voir planche I.



Pl. 1. — Globe céleste de Yunus, 539 de l'hégire (1144).
Constellations du Lion, de la Vierge, du Corbeau et de la Coupe.

sur le globe ; elles sont gravées en creux et dans chacun des trous est incrusté un point d'argent, plus ou moins gros suivant la grandeur des étoiles, et chacune est accompagnée de son nom ou d'un numéro d'ordre. Les 72 étoiles principales, les 48 constellations, les douze signes du zodiaque, les 28 maisons lunaires et les deux pôles sont désignés par des inscriptions arabes en caractères coufiques, sans points diacritiques. Le globe nous présente ainsi, outre les 1.020 numéros des étoiles, qui sont ceux de l'*Almageste*, 160 inscriptions coufiques datées par la signature ; ce nombre d'inscriptions n'est surpassé sur aucun autre globe céleste arabe.

Près du pôle austral, une inscription de six lignes est tracée au burin : les lettres sont de même style et de même type que celles des autres inscriptions, étant seulement un peu plus grandes et munies de points diacritiques. La traduction¹ en est la suivante :

« Ce globe comprend toutes les constellations mentionnées dans le livre de l'*Almageste*, après modifications selon l'intervalle (de temps écoulé) entre les calculs de Ptolémée et l'an 540 de l'Hégire ; c'est-à-dire 15 degrés et 18 minutes, L'œuvre de Yunus ibn al-Husain al-Asturlabi l'an 539. »

A l'exception du lieu où il fut exécuté, cette signature nous apprend tout ce que nous désirons savoir sur la façon dont l'auteur a placé, d'ailleurs de main de maître, les étoiles sur son globe pour la date de 1145, qui suit d'un an celle de sa fabrication.

Les astronomes du calife Al-Mamoun avaient observé un décalage de plusieurs degrés entre leurs observations célestes, faites en l'an 830 à Bagdad et à Damas, et les calculs des longitudes basés sur l'*Almageste*, daté de 138, qui venait d'être traduit en langue arabe de l'original grec. Au siècle suivant, l'astronome Abd al-Rahman al-Sufi, disposant des observations faites en pays arabe depuis 150 ans par l'ordre des califes abbassides, dédia en 964 au sultan buyide Adud al-Dawla, à Schiraz son *Livre des Constellations*. Cet ouvrage² procédait aux rectifications nécessaires et donnait en outre le moyen de placer sur les sphères célestes les étoiles mentionnées par Ptolémée. En particulier, le catalogue d'étoiles, dont des copies anciennes nous ont été conservées³, est illustré par

1. Voir planche II. J'ai lu directement les notations numériques de la signature ainsi que la date ; je dois le déchiffrement du texte à MM. Mustakim et Achéna. La traduction complète a été vérifiée par le professeur Gaston Wiet ; je leur adresse ici mes plus vifs remerciements.

2. H. Schjellerup, *Description des étoiles fixes composée au milieu du X^e siècle par Abd al-Rahman al-Sufi*, traduction littérale avec des notes, Saint-Petersbourg, 1874.

3. Le plus ancien manuscrit de Sufi est daté de l'an 400 de l'hégire ; il est conservé à Oxford (Marsh 144). La Bibliothèque Nationale de Paris possède sept manuscrits de Sufi (Arabe 2488-92, 5036 et 6528). Le manuscrit 5036, de la Bibliothèque d'Oulug-Beg a été publié en arabe avec ses illustrations par le professeur N. Nizamu 'd-Din, directeur de l'*Osmania Oriental Publications Bureau*, Hyderabad, Deccan, en 1954.



PL. 2. — Globe céleste de Yunus, 539 de l'hégire (1144). Signature et date.

les images de toutes les constellations et constitue en outre une source inestimable d'informations dans le domaine linguistique et historique.

Le *Livre des Constellations* servit, en général, de manuel à tous les astronomes orientaux pour la construction des globes terrestres et celui de Yunus comme nous le verrons est le plus ancien qui nous soit conservé, exécuté en Orient. Sufi avait vérifié les positions de chaque étoile du catalogue de Ptolémée pour éliminer les erreurs des copistes et la critique scientifique qu'il montra dans cet ouvrage lui donna une telle réputation que l'on a pu dire qu'il dépassa son modèle et resta sans rival jusqu'à l'établissement du catalogue d'étoiles d'Ouloug-Beg à Samarcande au xve siècle.

C'est pourquoi nous ne serons pas surpris de trouver presque toutes les inscriptions figurant sur les globes célestes dans le livre de Sufi, et même de voir figurer dans les signatures de trois d'entre eux des références expresses au *Livre des Constellations*. Si cependant nos 160 inscriptions coufiques sont mentionnées par Sufi, elles apportent une vérification des termes techniques et des rectifications de fausses lectures qui auraient pu être faites par les copistes. En outre, le globe nous apporte ses images qui enrichiront le domaine de l'histoire de l'art, sa signature en parfaite calligraphie, son antiquité et son exactitude.

Sans développer ce dernier point qui fera l'objet d'un autre travail, de caractère technique, contentons-nous d'indiquer ici les conclusions d'après lesquelles les coordonnées des étoiles correspondent parfaitement et sans dispersion, aux indications de la signature. La différence de 15 degrés et 18 minutes qu'elles présentent avec les longitudes du catalogue de Ptolémée pour la date de 1145, plus exacte encore que les calculs basés sur Sufi, est une preuve que nous avons affaire à un astronome et non à un simple constructeur d'instruments, le premier titre n'excluant pas le second. Yunus en effet, s'il avait seulement suivi Sufi, aurait dû trouver une différence de 15 degrés et 27 minutes avec Ptolémée, tandis que la position vraie des étoiles en 1145 correspondrait à une différence de 15 degrés et 10 minutes environ. Le globe est donc remarquablement exact pour l'époque où il a été calculé.

Voyons maintenant comment se place le globe de Yunus dans l'inventaire général des instruments arabes du Moyen Age. Les considérations qui vont suivre ne concernent que les globes célestes et les astrolabes à inscriptions arabes que j'ai pu examiner dans les collections publiques ou privées, où dont j'ai pu étudier de bonnes reproductions. Même si on tient compte des instruments dont il n'est pas possible de fixer la date avec toute l'exactitude nécessaire, on est frappé de constater leur extrême rareté. En bornant cet

inventaire à la fin du xv^e siècle il ne nous reste plus que dix globes célestes (dont deux espagnols et huit orientaux)¹, une centaine d'astrolabes (dont cinquante espagnols ou marocains, puisque nous séparons dans cette notice les travaux arabes occidentaux qui diffèrent beaucoup des orientaux, et cinquante égyptiens, syriens ou persans) et quelques cadrans. Si nous nous limitons à la fin du xiii^e siècle, nous ne trouvons plus que deux globes arabes espagnols — et un seul oriental, celui qui fait l'objet de cette étude — et 28 astrolabes arabes² dont moins de la moitié ont été construits en Asie occidentale et les autres.

Les deux globes célestes antérieurs à celui de Yunus sont en cuivre ; ils ont été fabriqués par le même constructeur Ibrahim ibn Said as-Sahli qui exécuta également quatre astrolabes à Tolède et à Valence entre 459 et 478 de l'Hégire (1067 à 1085 de l'ère chrétienne). Ibrahim faisait quelquefois suivre son nom du qualificatif al-Wazzan, le peseur ; il était contemporain et probablement collègue ou disciple de l'astronome et constructeur d'instruments Arzachel (Abu Isaac Ibrahim ibn Yaya an-Naqqach) au sujet de qui les biographes Ibn al-Qifti et Isaac Israeli ont laissé des renseignements précis et concordants, publiés récemment par Millas-Vallicrosa³.

Ibrahim utilisait sans aucun doute les données fort exactes des tables astronomiques calculées en 1067 par Arzachel et connues des latins sous le nom de tables de Tolède. L'un de ces globes est signé et daté de 1085, il est conservé au Musée d'Histoire des Sciences de Florence⁴. L'autre est anonyme et conservé par le Département

1. M. Destombes, « Globes célestes et catalogues d'étoiles orientaux du Moyen Âge », *Actes du VIII^e Congrès international d'Histoire des Sciences*, Florence, 1956, p. 323-324.

2. D. J. Price, « An International Checklist of Astrolabes », *Archives Internationales d'Histoire des Sciences*, n° 33, Paris, 1955, p. 363-381. La liste de Price comprend environ 400 astrolabes arabes du x^e au xix^e siècle. On y trouve 23 astrolabes antérieurs à l'an 1200 dont 13 espagnols et 10 orientaux ; il convient d'ajouter aux orientaux : un astrolabe d'Ahmed ibn Kamal du ix^e siècle, conservé au Musée arabe de Bagdad (n° 9723), une mère d'astrolabe syro-égyptienne d'Hamid ibn Ali du x^e siècle au Musée d'Art Islamique du Caire, une araignée de même époque à Oxford, tous trois signalés par Maddison, *A supplement to a Catalogue of Scientific Instruments in the Collection of J. A. Billmeir, Esq.*, Oxford, 1957, p. 16-18 et un astrolabe syro-égyptien anonyme du xii^e-xiii^e siècle dans la collection Destombes (Or n° 1). La liste des astrolabes de Price appelle de nombreuses rectifications, mais doit être réimprimée sous forme d'un catalogue publié par l'Union Internationale d'Histoire des Sciences. D'un autre point de vue, L. A. Mayer, *Islamic Astrolabists and their works*, Genève, 1956, a publié les noms des constructeurs de globes et d'astrolabes lus directement sur les instruments signés. Cet ouvrage ne mentionne donc aucun globe ou astrolabe anonyme et ne décrit pas les instruments cités ; il comporte cependant une bibliographie étendue sur ce sujet, complétée par Maddison en 1957.

3. J. M. Millas-Vallicrosa, *Estudios sobre Azarquiel*, Madrid-Grenade, 1950.

4. Museo, n° 2712. Publié par F. Meucci, *Il globo celeste arabico del secolo XI esistente nel Gabinetto degli strumenti antichi di astronomia*, Florence, 1878, pl. Répert. *Épigraphie (RE)*, VII, 1937, n° 2727.

des Cartes et Plans de la Bibliothèque nationale de Paris¹ ; il ressemble comme un frère au globe signé, et j'en identifie aujourd'hui l'auteur comme Ibrahim as-Sahli sur la base d'une comparaison avec le globe de Florence. Les figures et l'écriture sont d'un style si semblables, en effet, qu'on ne peut manquer d'être frappé de cette parfaite concordance qui justifie, à ce qu'il me semble l'attribution des deux instruments au même auteur. Cependant, de légères divergences dans l'iconographie permettent de penser qu'il s'agit d'une autre œuvre originale et non pas d'une fidèle copie. Si l'on prend aussi en considération une très légère différence dans la position des étoiles, il semblerait que le globe de Paris pourrait être antérieur de quelques années à celui de Florence et qu'il aurait pu être exécuté par Ibrahim pendant son séjour à Tolède ; ce serait ainsi, bien qu'il ne soit pas daté, le plus ancien globe céleste arabe connu.

Les huit autres globes sont tous orientaux et s'échelonnent de l'année 1225 à l'année 1426. Le plus ancien, mais l'un des plus remarquables, fut exécuté par un astronome de Mossoul nommé Qaisar ibn Abil-Qasim ibn Musafir l'astrolabiste², en 622 de l'Hégire (1225). Né en Égypte en 1178 et mort à Damas en 1251, cité par Abul Féda sous le nom de Ta'asif, il fut correspondant de Nasir al-Din al-Tusi et peut-être le maître de cet astronome réputé. On cite de lui un globe céleste en bois verni qui est perdu. Le globe existant de Qaisar est en cuivre, il se trouvait autrefois dans les collections du cardinal Stefano Borgia à Velletri et fut transféré au Musée Archéologique de Naples où il se trouvait encore avant la dernière guerre mondiale. Qaisar était un élève de l'astronome Kamal al-Din Musa ibn Yunus (1156-1242) qui enseigna les mathématiques à Damas et à Mossoul à la fin du règne de Saladin et qui eut de nombreux élèves, parmi lesquels on compte Atir al-Din al-Abhari, auteur de tables astronomiques. On dit aussi qu'il entretenait une correspondance avec l'empereur Frédéric II pendant son séjour à Jérusalem.

En suivant l'ordre chronologique, nous ne trouvons au XIII^e siècle que deux autres sphères célestes : l'une en bronze, est conservée au British Museum à Londres et fut construite en 1275 à Mossoul par Muhammed ibn Hilal³. C'était, jusqu'ici, le plus ancien instrument

1. Géographie, Res. Ge A 325. Publié en facsimilé par Jomard, *Les Monuments de la Géographie*, Paris, 1852, pl. 1-2, commentaires par L. A. Sédillot, « Mémoire sur les Instruments astronomiques des Arabes », *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, vol. I, 1841, p. 115-141.

2. Publié par S. Assemani, *Globus coelestis cufico-arabicus Velletrni Musei Borgiani*, Padua, 1790, 3 pl. *RE*, vol. X, 1939, n° 3924. *Bibl. in Mayer, op. cit.*, p. 80.

3. Dept. of Oriental Antiquities, 71. 3. 1.1. Publié par B. Dorn, « Description of a celestial globe... deposited in the Museum of the Royal Asiatic Society », *Trans. Roy. As. Soc.*, vol. 2, 1830, p. 371-392, 2 pl. *RE*, XXI, 1943, n° 4708. *Bibl. in Mayer*, p. 68.

sur lequel les étoiles étaient incrustées en argent et cette technique fut utilisée ensuite par tous les constructeurs de globes jusqu'à la fin du xvii^e siècle. L'autre sphère céleste du xiii^e siècle est en cuivre ; elle fut acquise au Caire en 1892 par les membres de la Mission Archéologique française et publiée en 1893 par Casanova¹. Elle est actuellement conservée au département des Antiquités Orientales du Musée du Louvre. L'auteur Muhammed ibn Muhammed ibn Ali at-Tabari, déclare qu'il adapta la position des étoiles pour l'année 1285 en ajoutant 5 degrés aux longitudes de Sufi.

Du début du xiv^e jusqu'à la fin du siècle suivant il ne reste que cinq globes arabes². Je ne mentionnerai ici que les deux premiers, exécutés au tout début du xiv^e siècle en Iran, probablement à Maragha, et dont le style est nettement mongol. Après le placement des étoiles sur les globes à leurs coordonnées exactes, rien n'empêchait le graveur, en effet, de suivre son inspiration en adaptant le dessin des images au style de son époque. L'un de ces globes, conservé au Musée des Instruments de Dresde, fut exécuté par Muhammed ibn Muwayad al-Urdi, le fils d'un des plus proches collaborateurs de Nasir al-Din, et les visages et les costumes y présentent un type quelque peu chinois.

On peut penser que le second globe du xiv^e siècle, tout à fait mongol lui aussi et très soigneusement gravé au burin, mais anonyme et sans date, a été exécuté vers l'an 1310 à Maragha, à Sultanyé ou à Tabriz.

Sous réserve de découvertes toujours possibles, et particulièrement en Asie, il n'existe donc, à l'heure actuelle, qu'un seul globe daté, celui de Florence et aucun globe oriental, daté ou non, qui soit antérieur à celui de Yunus ibn al-Husain et c'est pourquoi la détermination du lieu de construction de cet instrument présente un

1. Musée du Louvre, Coll. Musulmanes, n° 6013. Publié par I. Casanova, « Une sphère céleste de l'an 684 de l'hégire », *Mémoires de la Mission archéologique française au Caire*, vol. VI, 1893, p. 313-330, pl. RE, XIII, 1941, n° 4864. Bibl. in Mayer, p. 72.

2. (1) Globe persan de Muhammed ibn Muwayad, sans date ; Dresde, Salon de Mathématique et de Physique. Publié par A. Drechsler, *Der Arabische Himmelsglobus angefertigt 1279 zu Maragha*, Dresde, 1873, réédition en 1922. Destombes, *op. cit.*, p. 320, propose la date de 1304. RE, XIII, 1943, n° 4899. Bibl. in Mayer, p. 72-73.

(2) Globe mongol, anonyme et sans date ; Paris, Coll. Destombes, Or n° 3 (ex-coll. Chadenat, n° 6941) ; Destombes, 1956, *op. cit.*, p. 320 : date estimée, 1309.

(3) Globe syro-égyptien d'Abd al-Rahman ibn Burhan de Mossoul daté de 718 (1318), *Oxford Science Mus.*, 57-84-181, publié in Maddison, *op. cit.*, n° 181, illustration sur la couverture.

(4) Globe persan de Jafar ibn Omar al-Kirmani daté 764 de l'hégire (1362/63), *Oxford Science Mus.*, n° 2900. Publié par Gunther, *Early Science in Oxford*, II, 1923, p. 245-249, pl. Fac-sim. de la signature in Mayer, pl. XI.

(5) Globe persan de Muhammed ibn Jafar ibn Omar al-Kirmani, daté 834 de l'hégire (1430) et 1738 d'Alexandre (1426). Londres, Brit. Mus., Département des Antiquités Orientales, n° 96.3.23. Mayer, pl. XIII. Destombes, *op. cit.*, 1956, p. 321 : l'auteur a ajouté 7 degrés aux longitudes de Sufi.

grand intérêt, pas seulement pour l'histoire des arts asiatiques et l'archéologie, mais aussi pour l'histoire des sciences.

Nous pouvons tout d'abord, avec certitude, en situer le lieu d'origine dans l'Asie Occidentale, nous nous basons pour cela sur la forme des lettres figurant les chiffres tout autour de l'équateur : le chiffre 60 en Orient est toujours représenté par un sin (س) et c'est ce que nous voyons sur le globe, tandis qu'en Espagne et au Maroc, il se présente sous la forme d'un sad (س). Cette différence de notation est constante et elle se vérifie sur tous les globes et tous les astrolabes donnant une indication du lieu de construction.

Pour déterminer d'une manière plus précise le lieu d'origine du globe, nous n'avons plus d'autres ressources que de rechercher le nom de Yunus dans les textes se référant aux constructeurs d'instruments au XII^e siècle ou de comparer la forme des lettres coufiques avec celle des inscriptions des instruments signés au XII^e siècle.

De nombreuses indications concernant les globes célestes sont fournies par les textes arabes. Il est bien connu, en particulier, que la ville de Harran, carrefour commercial et patrie des changeurs de monnaie aux IX^e, X^e et XI^e siècles, était un centre de construction d'instruments et qu'on y cultivait l'astronomie avec l'astrologie ; on y traduisait aussi du grec en arabe des ouvrages scientifiques : les astronomes Thabit ibn Qurra¹ et al-Battani² étaient originaires de Harran. Leur contemporain le médecin et mathématicien chrétien de descendance grecque Qosta ibn Luka³ écrivit au IX^e siècle un traité sur la construction du globe et sur l'astrolabe sphérique, illustré de bonnes figures. D'après ce traité, les globes étaient généralement construits en bois et recouverts de métal, ce qui explique facilement leur disparition.

Abd al-Rahman as-Sufi fait de constantes allusions aux globes célestes construits avant lui, et ses descriptions très précises permettent de se faire une idée de la forme des images sur les globes conçus par ses prédécesseurs. Un de ceux-ci avait été construit par Ali ibn Isa al-Harrani, célèbre fabricant d'astrolabes du IX^e siècle⁴.

Muhammed az-Zauzani, qui résume Ibn al-Qifti, cite le récit d'un voyageur Ibn al-Nabdi qui visita la bibliothèque des sultans fatimides du Caire en 1043 de l'ère chrétienne. Il y trouva plus de 6.000 manuscrits astronomiques et en outre, deux sphères célestes dédiées au sultan buyide Adud ad-Dawla, protecteur de Sufi à la fin du siècle précédent. L'une de ces sphères était en or et avait été

1. Ruska, *Encyclopédie de l'Islam (EI)*, IV, 1934, p. 770.

2. Nallino, *EI*, I, 1911, p. 698.

3. Seemann, *EI*, II, p. 1144.

4. Schjellerup, 1874, *op. cit.*, p. 31.

faite par Ptolémée ; l'autre, en argent, était l'œuvre de Sufi et pesait 3.000 drachmes¹.

Si nous sommes bien renseignés au sujet des noms et des œuvres des astronomes orientaux du XII^e siècle tels qu'Al-Khazini, qui dédia au sultan Sandjar, à Merv, les tables² dites « Sandjariques » en 509 de l'Hégire (1115), il n'en est pas de même pour les constructeurs d'instruments. Après avoir examiné un grand nombre de manuscrits astronomiques dans différentes bibliothèques de France, d'Italie, de Belgique et du Royaume-Uni, je dois avouer n'avoir rencontré dans aucun catalogue de manuscrits, non plus que dans l'inventaire de la littérature arabe de Brockelmann³, le nom de notre auteur. Tout au plus ai-je trouvé des manuscrits illustrés de Sufi, écrits par des auteurs du XII^e siècle. Un de ceux-ci⁴ offre la remarquable coïncidence de donner le catalogue des étoiles de Sufi avec une différence en longitude de 15 degrés et 27 minutes, ce qui le daterait précisément de 1145 si l'on s'en tenait aux chiffres de Sufi, ou de 1155 à ceux de Yunus, mais le manuscrit n'est ni signé ni daté. Un autre manuscrit d'Oxford⁵, daté de 1170 mais non signé, est dédié à un prince persan dont le nom a été gratté ; enfin, un manuscrit d'Istanbul⁶ fut exécuté à Mardin en 1135 par un certain Hibetallah ibn al-Jabbar ibn Ibrahim ibn Sadiq ibn Ali ibn Yusuf ibn Bassam al-Gabali, mais rien n'est connu de ce personnage, qui peut n'être qu'un simple copiste.

Nous pouvons aussi tenter de comparer la forme des lettres des inscriptions et des chiffres du globe de Yunus avec celles des quelques rares astrolabes et quadrants arabes de la même époque. Si nous nous en tenons aux seuls astrolabes orientaux en laissant les espagnols, le plus ancien⁷ fut exécuté à Ispahan en 1103 par Muhammed ibn Abul Qasim Bakram an-Najjar. Le second⁸, également un travail d'Ispahan de 547 de l'Hégire (1152/53) est signé de Hamid ibn Mohammed, de même qu'un troisième⁹, œuvre de son fils Muhammed ibn Hamid al-Isfahani en 1163. Ces instruments persans montrent des inscriptions et des chiffres qui, sans être tout à fait

1. Sédillot, *Prolegomènes des tables astronomiques d'Ouloug-Beg*, 1847, p. xlvii, d'après le manuscrit arabe 3499 de la Bibliothèque Nationale.

2. Manuscrits à Londres, Brit. Mus., Or 6669 et au Vatican, Or 761.

3. K. Brockelmann, *Geschichte der Arabischen Literatur (GAL)*, I, 2^e éd., 1943 et suppl. I, 1937, chapitre : Astronomie.

4. Oxford, Bodleyn-Library, Hunt 273, Cat. Uri, n° 984.

5. Oxford, Hunt 212, Cat. Uri, n° 899.

6. Fâtih 3422. Cat. P. Krause, « Stambuler Hss. Islamischen Mathematiker », *Quellen und Studien für Geschichte der Mathematik*, Band 3, Berlin, 1936, n. 138.

7. Florence, Musée d'Histoire des Sciences, n° 1105. *RE*, VIII, 1937, n° 2880. Mayer, 1956, p. 59, pl. IVa.

8. New York Historical Society, Hofmann, n° 28. *RE*, VIII, 1937, n° 3157. Mayer, 1956, p. 46 et 93.

9. Istanbul, Musée du Sérail. Mayer, 1956, p. 67 et pl. V.

similaires à ceux du globe céleste — il ne saurait en être ainsi que pour les œuvres du même graveur — offrent cependant avec eux une parenté étroite. Je ne me risquerai pas cependant à affirmer que le globe est persan, mais son écriture est du type de celle des astrolabes. Il reste certain que ces astrolabes furent exécutés sous le règne du sultan Sandjar ibn Malik Shah qui résidait à Ispahan, à Bagdad ou à Merv et dont les successeurs se transportèrent en 1157 à Hamadan. Nous pouvons par conséquent placer avec vraisemblance la construction du globe de Yunus à Bagdad ou à Ispahan.

Le Département des Médailles de la Bibliothèque nationale conserve un petit cadran solaire en bronze d'un type particulier, dédié au sultan ayubide d'Alep et de Damas Nour al-Din Mahmoud ibn Zengui qui resta le grand adversaire des Croisés après avoir fait échouer l'attaque conduite contre Damas en 1145 par le roi Louis VII et l'empereur d'Allemagne Conrad III. Cet instrument¹ est signé d'Abul Faradj Isa qui se dit l'élève d'Abul Qasim ibn Hibetallah l'astrolabiste l'an 1159.

Cet Abul Qasim, par bonheur est bien connu des biographes et Suter² lui a consacré deux longues notices dans l'*Encyclopédie de l'Islam* et dans le répertoire des astronomes orientaux publié par la Société d'Histoire des Mathématiques de Leipzig en 1900. D'après Ibn al-Qifti, il se nommerait Abu Mohammed al-Qasim ibn Hibetallah ibn al-Husain al-Asturlabi et, selon Abul Feda³, Hibetallah ibn Husain ibn Yusuf al Asturlabi, selon Abul Faraj, al-Isfahani. Il fut surnommé Hadi al-Zaman, c'est-à-dire la « Merveille du Temps » à cause de l'exactitude de ses instruments. C'est un des rares astronomes à qui les biographes attribuent la construction de globes célestes. Suter déclare que son fils forma des élèves et il ajoute qu'il n'a trouvé nulle part pour al-Battani, pour Abul Wéfa ou pour al-Biruni de termes aussi élogieux chez les biographes. En fait, Abul Qasim était également médecin, philosophe et poète ; on ignore les dates de sa naissance et de sa mort, mais on sait qu'il communiquait familièrement avec un médecin chrétien du nom d'Amin ad-Dawla qui mourut en 1164. Il exerçait son art à Bagdad sous le règne du calife al-Mustarshid et des observations astronomiques furent faites sous sa direction au palais des sultans seldjukides à Bagdad. Il aurait été l'auteur des tables Mahmoudines, dédiées au sultan Mahmoud en 1130 selon Abul Feda, mais aucun

1. Paris, Bibl. Nat., Médailles. RE, IX, 1937, n° 3228. Publié par Casanova dans la revue *Syria*, 1923, p. 282-299, pl. XIV.

2. Suter in *EI*, I, p. 567, art. « Badi al-Asturlabi » (bibliographie) et « Die Mathematiker und Astronomen der Araber », *Abh. Geschichte Math. Wiss.*, X, Leipzig, 1900, n. 278. Halbi Khatifa, éd. Flügel, II, n° 4596, 4928, 5174, et 5288. Brockelmann, *GAL*, I, supp. 130.

3. Abulfeda, *Annales*, éd. Adler, 1791, p. 483 et 740, note 342.

exemplaire n'en a été conservé. D'après Ibn Khallikan, il mourut en 535 (1140), c'est-à-dire pendant le règne du sultan Masud (1131-1153) et cette indication est répétée dans les notices qui le concernent.

Cependant, j'ai trouvé à la Bibliothèque nationale un manuscrit¹ du xii^e siècle contenant un choix de poésies d'Al-Hajjaj, mort en l'an 1000, éditées par cet Abul Qasim ibn Hibetallah al-Husain ibn Ahmad al-Asturlabi qui contredit cette date. La traduction du prologue de ce manuscrit m'a été aimablement lue par Georges Vajda et il apparaît que l'auteur de la copie utilise en parlant d'Abul Qasim la formule : « qu'Allah prolonge son existence », indiquant qu'il était encore vivant à la date où le manuscrit fut écrit ; la date du colophon, le mercredi 2 Zulhidjdja 559 (1164) est incontestable puisqu'elle est écrite en toutes lettres. Ce serait donc à tort, semble-t-il, que les biographes font mourir Abul Qasim en 1140, et il est probable qu'il était encore vivant lorsque le globe de Yunus et le cadran de Nour al-Din furent exécutés.

Il y a, dans ce problème, matière à des recherches plus complètes et d'une façon plus générale, il importe beaucoup de préciser davantage le nom et le rôle de ces philosophes, médecins et astronomes persans ou irakiens qui cultivaient au xii^e siècle à la fois les sciences et les lettres. C'était d'ailleurs l'époque féconde qui suivit immédiatement celle du poète Omar Kayyam, mort en 1124 à Nichapour après avoir proposé une remarquable réforme du calendrier. A l'autre extrémité de la Méditerranée c'était aussi l'époque où le roi de Sicile Roger II, entouré de savants arabes, avait chargé Idrisi d'établir une image du monde entier sur une grande table d'argent, dont la copie, découpée en climats, nous a été conservée dans quelques manuscrits arabes.

Parmi les points qui resteraient à élucider, une mention spéciale doit être réservée aux origines du procédé de l'incrustation de l'argent dans le cuivre chez les artisans arabes et dont il est convenu de fixer l'origine dans la ville de Mossoul dans la seconde moitié du xii^e siècle. Dans un travail tout récent, publié dans la revue *Ars Orientalis* (1957), le savant orientaliste britannique D. S. Rice² s'élève contre cette opinion. La technique consistant à insérer des pièces de métaux précieux dans le cuivre ou le bronze a été connue, il est vrai, dans le haut Moyen Age et même dans l'Antiquité. Il n'existe pas, cependant, de preuve matérielle indiquant la pratique usuelle de cet art dans le monde musulman avant la seconde moitié du xii^e siècle. Certes, les fabricants d'astrolabes espagnols du xi^e siècle ont quelquefois fixé sur l'araignée de leurs astrolabes des

1. Bibl. Nat., ms. Arabe 5013, f° 1 v°. Catalogue Blochet, 1925, n° 4666.

2. D. S. Rice, « Inlaid Brasses from... Ahmed al-Dhaki al-Mawsili », *Ars Orientalis*, II, 1957, p. 283-326.

clous d'argent pour représenter les principales étoiles, tel cet astrolabe de Cordoue daté de 446 (1054) et conservé à Cracovie dans la bibliothèque de l'Université Jagellon ; mais il ne s'agit pas ici de véritables incrustations.

Les exemples les plus anciens de cuivres musulmans incrustés d'argent ont été étudiés par Harari¹ dans l'inventaire de l'art persan publié par Arthur Upham Pope en 1939. Il avait à cette époque signalé le superbe bassin de bronze fabriqué à Herat en 1159 pour un noble personnage de Zinjan. Je dois au Dr Ettinghausen une indication plus ancienne : il s'agit d'un modeste plumier en bronze daté de 1148 étudié par le savant russe Giuzalian et conservé au Musée de l'Hermitage à Leningrad².

La découverte d'un globe céleste antérieur de quatre ans seulement au plus ancien objet connu incrusté en argent n'ouvre aucune perspective révolutionnaire en ce domaine. Et cependant, c'est vers l'astronomie qu'on s'oriente avec l'existence d'incrustations sur ce globe et de clous d'argent sur ces astrolabes servant à attirer l'attention sur les étoiles qui en constituent le principal intérêt. Il n'est pas impossible que les ouvriers du cuivre de l'Asie occidentale musulmane aient pu emprunter cette technique aux fabricants d'astrolabes et qu'elle ait connu un succès suffisant pour la faire passer de son cadre étroitement utilitaire à celui de la décoration pure³.

* * *

M. Gaston WIET insiste sur l'intérêt de la communication qui fait connaître un document inédit le plus complet que l'on possède. Il est d'avis de retenir l'hypothèse de la création d'une technique d'incrustation propre à ces objets.

M. George CÆDÈS rappelle que M. Destombes a publié à Hanoi *La mappemonde de Petrus Plancius*.

1. Pope, *A survey of Persian Art*, vol. III, Oxford, 1939, p. 2515-2529 et vol. VI, p. 1308.

2. L. Giuzalian, « A bronze Qalamdan of the year 1148 », *Pamiatniki epokhi Rustavli*, Leningrad, 1938, p. 217-226, pl. 28.

3. Il me semble approprié, au moment où cette communication est sur le point d'être publiée, de signaler ici un nouveau globe céleste arabe du XIV^e siècle conservé à l'Observatoire d'Istanbul (n° 763 de l'Inventaire), et dont les photographies viennent de m'être très aimablement envoyées par le professeur Aydin Sayili, de la Faculté de Géographie de l'Université d'Ankara. D'après l'inscription qui figure sur le globe, celui-ci fut exécuté en 785 de l'hégire (1383) en ajoutant 6 degrés et [chiffre effacé par un trou, probablement] 21 minutes aux longitudes de Sufl. Son auteur, Jafar ibn Omar ibn Daoulatsah al-Kirmanl, est le même que celui du globe mentionné à la note 2 (4), page 307.

M. André GRABAR souligne que la technique de l'incrustation de l'argent était pratiquée à la fin du XI^{e} siècle et pendant le XII^{e} siècle dans l'art byzantin.

M. DESTOMBES (Paris)

UN GLOBE CÉLESTE INÉDIT DE L'ÉPOQUE SELJOUKIDE (539 DE L'HÉGIRE)

Au cours du dernier Congrès International d'Histoire des Sciences, j'eus l'honneur de présenter un inventaire des globes célestes arabes antérieurs au xvi^{ème} siècle, soit quelque dix de ces instruments constituant tout ce qui nous restait à cette date.¹ L'an dernier, la chance me permit de découvrir un nouveau globe céleste arabe, totalement inédit, plus élaboré et plus exact que tous les autres et présentant, de ce fait un intérêt exceptionnel pour l'histoire des sciences.

Cette petite sphère de cuivre, signée par YUNUS ibn al-Husain, le constructeur d'astrolabes, est datée de 539 de l'Hégire, c'est à dire de 1144 de l'ère chrétienne, époque où l'influence des Croisades commence à peine à se faire sentir en Europe Occidentale. Les deux seuls globes célestes antérieurs (1085 A.D.) étant incontestablement espagnols, celui de Yunus est, par conséquent le plus ancien globe oriental connu.

Nous y voyons les images des constellations grecques, finement gravées au burin, accompagnées de cent soixante inscriptions arabes en caractères coufiques d'une excellente calligraphie, et des étoiles portant toutes un numéro d'ordre. L'auteur a pris pour base les 1022 étoiles mentionnées dans l'Almageste de Ptolémée (138 A.D.); il a fixé leur position exacte pour l'année qui suit celle de la fabrication du globe et représenté chacune par un point de grosseur variable incrusté — ici pour la première fois — en argent. Les 72 étoiles principales, les 48 constellations, les 28 maisons de la lune et les 4 pôles — ecliptique et equateur — sont désignés par des inscriptions arabes en coufique oriental.

La date de construction du globe le place sous le règne du sultan Seljoukide SANJAR ibn Malik Shah (1117-1157) qui résidait à Merw ou à Ispahan, et de son neveu MASOUD (1133-1152)

1. DESTOMBES, M., *Globes célestes et catalogues d'étoiles orientaux du Moyen Age*. Actes du VIII^e Congrès Int. d'Hist. des Sciences, Florence, 1956, pp. 313-324.

gouverneur à Bagdad, siège du Califat. C'est la plus brillante période scientifique de l'Iran, celle qui suivit immédiatement OMAR KHAYYAM (c. 1050-1131) installé avec ses collègues astronomes à Ray, près d'Ispahan et al-KHAZINI,² qui composa ses tables astronomiques à Merw.

Le globe est constitué par deux demi-sphères creuses en laiton, de 175 millimètres de diamètre et d'un demi centimètre d'épaisseur. Le rivetage des demis-sphères, au lieu de suivre le cercle de l'écliptique comme sur les autres globes arabes, partage le ciel étoilé en suivant la Voie Lactée, habile procédé qui laisse intact le cercle essentiel de l'écliptique et qui rejoint sans doute les usages grecs et romains et replace en outre le globe dans un contexte cosmogonique d'une singulière actualité. Le globe tourne autour de l'axe de rotation diurne et l'équateur est divisé en 360 degrés à partir du point vernal.

Près du pôle austral, une inscription de six lignes nous indique la façon dont l'auteur a placé, d'ailleurs de main de maître, les étoiles sur son globe : «Ce globe comprend toutes les constellations mentionnées dans le livre de l'Almageste, après modifications conformes à l'intervalle entre les calculs de Ptolémée et l'an 540 de l'Hégire, c'est à dire : 15 degrés et 18 minutes. L'œuvre de Yunus ibn al-Husain al-Asturlabi l'an 539».³

Le catalogue d'étoiles de PTOLÉMÉE étant chiffré en coordonnées écliptiques, tous les constructeurs de globes depuis Ptolémée jusqu'au XVIII^{ème} siècle utilisent ces coordonnées dans lesquelles les latitudes sont constantes et les longitudes augmentent uniformément à la vitesse de la précession des équinoxes. Les douze méridiens écliptiques partagent ainsi le globe selon les douze signes du zodiaque et les longitudes se lisent sur l'écliptique, gradué dans chaque signe de zéro à trente degrés, et peuvent être immédiatement comparées au catalogue de Ptolémée. Disons tout d'abord que les positions des étoiles sont exactement conformes aux indications de l'auteur ; de plus, un calcul portant sur la position moyenne de 12 étoiles de première grandeur en 1145 avec le coefficient de précession de Beigel (soit un peu moins de 42' par demi-siècle ou 71,6 années par degré) donne une différence le

2. *Encyclopédie de l'Islam*. Astronomie, I, 507 ; Sanjar, IV, 157 Omar Khayyam III, 1054 ; Khazini II, 993.

3. Je dois le déchiffrement du texte à MM. Mustakim et Achena ; la traduction complète a été vérifiée par le Professeur Gaston Wiet, membre de l'Institut.

15° 10' avec Ptolémée. Le globe de Yunus est donc remarquablement exact pour l'époque et il devait constituer un précieux témoignage pour ses successeurs. Si l'on se souvient que les positions de Ptolémée sont fausses de 1° 4' pour l'année 138 et qu'elles correspondent plutôt à l'an 62, il est compréhensible que les auteurs arabes en divisant la différence des longitudes par l'intervalle entre leurs observations et l'an 138, aient trouvé une précession trop faible : (66 ans par degré) ; si le catalogue de Ptolémée avait été convenablement daté, la vitesse exacte de précession aurait été trouvée dès cette époque. En outre, les chiffres du catalogue de Ptolémée étaient corrompus dans les manuscrits et c'est en 964 qu'ABD AL-RAHMAN al-SUFI (903-986)⁴ dans son « Livre des Constellations » rétablit par des observations le catalogue de 1022 étoiles en fixant à 12° 42' la différence de ses longitudes avec celles de Ptolémée et en confirmant, d'autre part, la vitesse de 66 ans par degré indiquée par al-Battani (c. 860-929). Mais Yunus n'a pas suivi aveuglément Sufi, il a calculé des longitudes plus exactes, nous l'apprenons par l'intervalle de 15° 18' qu'il adopte. En effet, s'il avait suivi Sufi, il aurait dû nous indiquer une différence avec Ptolémée de 15° 27' c'est à dire les 12° 42' depuis Ptolémée jusqu'à 964 et 2° 45' pour les 181 années écoulées de 964 à 1145 à raison de 66 ans par degré. Il y a donc une différence de 9' avec Sufi, qui se rapproche de la position exacte en 1145 et qui constitue l'apport original de Yunus.

Le livre des étoiles de Sufi est également illustré par les images des 48 constellations tirées du livre XIII de l'Almageste.⁵

Chaque constellation est représentée deux fois dans l'ouvrage de Sufi, l'une telle qu'on la voit dans le ciel, l'autre telle qu'elle figure sur les sphères. Le globe de Yunus est le seul de haute époque, avec un autre qui lui est postérieur de quelque 150 ans et appartient à la période Mongole (c. 1309), sur lequel toutes les étoiles sont identifiées par leur numéro d'ordre du catalogue de Ptolémée, ou de Sufi. Il constitue ainsi le plus ancien exemple

4. SCHJELLERUP, H., *Description des étoiles fixes composée au milieu du Xe siècle par Abd al-Rahman al-Sufi*, traduction littérale avec des notes. St. Petersbourg, 1874.

5. Ces cartes constituent la contrepartie exacte des cartes de la Géographie de Ptolémée qui auraient pu et qui peuvent être reconstruites au moyen du Livre VIII de la *Geographike Syntaxis*. Si l'on ne connaît aucun exemplaire de ces cartes avant le XIII^{ème} siècle, il faut penser que, là aussi, les manuscrits étaient corrompus, mais que, contrairement aux étoiles, les coordonnées des villes ne pouvaient être restituées.

de carte stellaire graduée et numérotée puisque les cartes des manuscrits de Sufi ne sont pas graduées.

D'après ce qui vient d'être dit, nous ne serons pas surpris de retrouver sur le globe presque toutes les inscriptions mentionnées sur les figures ou dans le texte de Sufi. Elles apportent cependant, par leur calligraphie, la confirmation ou la rectification des termes techniques dont le sens a pu être faussé par les copistes. La nomenclature en caractères coufiques constitue, dans bien des cas, la plus ancienne connue puisque les deux globes espagnols, qui se ressemblent comme deux frères jumeaux, ne contiennent chacun que 80 inscriptions. Quant aux astrolabes, dont une trentaine est antérieure au milieu du XII^{ème} siècle, leur araignée ne montre jamais plus de 40 étoiles. Dans cette nomenclature certaines formes grecques ont été conservées, simplement transcrites en lettres arabes : tel est le cas de Céphée (Kifaus), Parsée (Barschaus), la Chèvre (Ayounk), le Dauphin (Delfin), le Taureau et les Pléiades (Tsur et Tsuruya), la Baleine (Ketous) et le Centaure (Kantaurus).

La forme des constellations est rituelle, elle est déterminée par les coordonnées des étoiles, mais le style des dessins reproduit, à ce qu'il paraît probable, des modèles beaucoup plus anciens : plusieurs des figures sont encore nues comme certaines des constellations du globe Farnese⁶ du II^{ème} siècle avant J.C., ou du fragment de planisphère de Salzbourg, du I^{er} siècle après J.C.,⁷ qui sont d'époque romaine. Déjà, cependant, s'annoncent des costumes qui permettront aux artistes d'imprimer le style de leur époque : Orion porte une couronne et Hercule, une robe dont les bords sont frangés en festons. Sur le globe persan cité plus haut, qui fut exécuté dans les toutes premières années du XIV^{ème} siècle, probablement à Tabriz, les personnages sont habillés de robes chinoises et les visages ont les yeux bridés. A partir du XIV^{ème} siècle, cependant, on note une détérioration du caractère artistique de l'iconographie et beaucoup d'inexactitude dans les positions des étoiles.

Pour la détermination du lieu de construction du globe de Yunus, nous pouvons, tout d'abord, en première approximation mais avec une quasi-certitude, situer dans une ville de l'Asie

6. Au Musée National de Naples. STEVENSON, E. L., *Terrestrial and celestial Globes*. Newhaven, 1921, vol. 1, pl. 7-8.

7. Musée de Salzbourg. WEISS, E., et REHM, *Zur Salzburger Bronzescheibe*. Jahresheft des Oesterr. Archeol. Inst. Wien, vol. 3, 1903.

occidentale : le caractère de l'écriture en fait foi et le regretté A. L. Mayer, qui avait vu l'original au cours d'une visite à Paris peu de temps avant sa mort, me l'avait confirmé. En outre, et s'il en était besoin, nous en serions assurés par la forme du chiffre 60, représenté par un *sin* en Orient, tandis que les tables astronomiques et les astrolabes espagnols et Nord Africains utilisent toujours le *sad*.

Aucun texte manuscrit ou imprimé ne nous a livré encore le nom de notre auteur : le dictionnaire des savants d'Ibn al-Qifti (1172-1249) le *Tarik al Hikma*,⁸ composé vers 1230, ne parle pas de Yunus. A défaut d'indications dans les ouvrages de BROCKELMANN et de SUTER, nous nous sommes tournés sans succès vers les catalogues des manuscrits en recherchant spécialement les ouvrages traitant de construction d'instruments ; le manuscrit d'Istanbul, Fatih 3422⁹ signalé, par M. KRAUSE fut exécuté à Mardin (Iran), en 1135 par un certain HIBETALLAH ibn al-Jabbar ibn Yunus al-Jabali, mais rien n'est connu de ce personnage qui peut n'être qu'un copiste. Un manuscrit d'Oxford (Hunt 273) contient une partie du Livre des étoiles de Sufi, adapté à une époque où la longitude des étoiles est de 15° 27', ce qui le placerait justement en 1145, d'après la façon de compter de Sufi ; mais le manuscrit n'est qu'un fragment ni signé, ni daté.

On peut espérer davantage de la comparaison entre la forme des lettres coufiques de Yunus et celle des inscriptions des astrolabes du XII^{ème} siècle. Malheureusement, l'extrême rareté des instruments de ce siècle ne permet qu'une application très limitée de cette méthode ; c'est pourquoi le globe de Yunus comble une lacune importante dans l'histoire de l'astronomie arabe. Il apparaît cependant que les chiffres et les inscriptions de deux astrolabes construits à Ispahan en 1103 l'un par MOHAMMED ibn Abi'l Qasim ibn Bakran,¹⁰ l'autre en 1153 par HAMID ibn Mahmoud al-Isfahani présentent une assez remarquable ressemblance de style avec celles du globe céleste. Il en est du même d'un troisième astrolabe daté de 1161 exécuté par MOHAMMED ibn Hamid, le fils du précédent constructeur et qui est conservé à Istanbul.¹¹

8. Ibn al-Qifti, *Tarik al Hikma*, ed. Lippert, Leipzig, 1903.

9. KRAUSE, M., *Stambuler Handschriften islamischer Mathematiker*. Quellen und Studien zur Gesch. der Mathemat. Astronomie und Physik. Berlin, vol. 3, 1936.

10. GUNTHER, *Astrolabes of the World*, Oxford, 1932, n. 122 et 4 pl. XXIV.

11. MAYER, L. A., *Islamic Astrolabists and their works*. Genève, 1956, pl. IV^a.

Ces similitudes nous laissent l'impression que Yunus était Iranien et peut-être, qu'il travaillait à Ispahan. Il convient de noter cependant que l'absence d'instruments d'autre provenance servant de comparaison nous empêche d'exclure tout à fait la possibilité d'un centre de construction à Bagdad, en ce qui concerne Damas ou Alep. Signalons justement un petit cadran solaire de bronze dédié en 1159 au Sultan d'Alep NOUR AL-DIN et conservé au Département des Médailles de la Bibliothèque Nationale de Paris. Le cadran est signé d'ISA, disciple d'ABUL QASIM ibn Hibetallah al Husain al-Asturlabi. Cet Abul Qasim, médecin, philosophe, poète et astronome était surnommé Badi al Zaman, la merveille de son temps pour l'exactitude de ses instruments¹²; d'après un de ses biographes, il était d'Isapahan. La graphie du cadran n'est pas aussi proche de celle du globe que celle des trois astrolabes, mais on ne peut tirer de ce fait aucune conclusion positive.

Nous estimons, en résumé, que cet instrument de l'époque Seljoukide daté de 1145 contient un catalogue d'étoiles très exact et constitue un jalon important dans l'histoire de l'astronomie; il témoigne d'observations originales et d'une excellente technique. Il fut très vraisemblablement construit en Iran, à Ray ou à Ispahan par un astronome professionnel et c'est le plus ancien globe oriental que nous soit conservé.

12. *Encyclopaedia of Islam*, I, p. 597, art. Badi par Suter.

PHYSIS

RIVISTA DI STORIA DELLA SCIENZA

Fasc. 3

ANNO II

1960

MEMORIE E NOTE ORIGINALI

LES CHIFFRES COUFIQUES DES INSTRUMENTS ASTRONOMIQUES ARABES

Marcel DESTOMBES
Paris

RÉSUMÉ. — Les chiffres utilisés par les Arabes pour la graduation et les dates des instruments astronomiques (globes célestes, astrolabes et quadrants) sont les lettres de l'alphabet. Cet usage suit la tradition grecque. Les chiffres indiens n'apparaissent généralement qu'au XVIème siècle et seulement pour la date de la signature. En Orient, le style coufique cesse d'être utilisé au XVIème siècle tandis que dans l'Occident musulman, une forme spéciale de coufique persiste jusqu'au XIXème siècle sur les instruments. L'auteur publie deux tableaux de ces chiffres coufiques orientaux et occidentaux et propose plusieurs rectifications de dates attribuées à des astrolabes dans des publications récentes.

L'auteur publie ensuite les signatures de trois globes célestes arabes datant respectivement de 1363, 1383 et 1431 dans lesquelles figurent des indications chiffrées pour le calcul de la précession des équinoxes. L'auteur conclut qu'il est possible de déceler l'origine et de dater approximativement les astrolabes orientaux anonymes par la forme de leurs chiffres.

L'analyse systématique des documents paléographiques, archéologiques, numismatiques ou autres, en caractères arabes, a fait faire de grands progrès aux sciences historiques depuis un siècle. L'étude des inscriptions, en particulier, a permis d'établir des bases exactes en matière d'histoire de la linguistique et de la philologie. Les indications chiffrées sont plus rares, mais une place de choix dans ce domaine revient aux instruments astronomiques: globes célestes, astrolabes et quadrants. Par les notations

exactes qu'ils nous montrent les instruments sont les expressions pratiques des principes scientifiques de leur époque et devraient échapper aux erreurs d'interprétation dont sont quelquefois victimes d'autres catégories d'objets. A cet égard, on peut les rapprocher des monnaies qui expriment matériellement les principes économiques de ces mêmes époques.

Pour la clarté de cette note, disons tout de suite qu'il ne s'agit ici que des chiffres utilisés sur les instruments arabes, et seulement des notations par lettres, dites « aboudjad »¹ et de style coufique. Je ne voudrais pas me donner le ridicule de faire ici l'histoire des chiffres, qui est traitée, en principe, dans les manuels d'épigraphie. En ce qui concerne les Arabes, il y a d'une part, le système de notation par les 27 lettres de l'alphabet — surmontées d'un trait lorsqu'elles font partie d'une texte — et d'autre part, le système des dix chiffres indiens, dont l'histoire est assez bien établie². Les notations chiffrées de l'un et l'autre système se sont développées indépendamment en Orient et en Occident, aboutissant à des divergences marquées.

Par chiffres coufiques, j'entends exclusivement les notations idéographiques en 27 lettres arabes de style anguleux, utilisées sur les globes, astrolabes et quadrants. Les notations « aboudjad » furent employées par les Arabes à toutes les époques pour numéroter les graduations des instruments de 1 à 360 et, pour chiffrer les dates des signatures, jusqu'au XV^e siècle. Elles sont utilisées également pour toutes les époques dans les colonnes de chiffres des tables astronomiques et, dans le texte explicatif, lorsqu'elles ne dépassent pas 360; elles sont alors surmontées d'un trait.

En revanche, les chiffres indiens, qui apparaissent à l'époque abbasside, sont réservés aux expressions numériques de trois chiffres supérieurs à 360; on les trouve aussi quelquefois dans les tables astronomiques pour la chronologie des califes. Sur les instruments ils expriment les dates des signatures à partir du XVI^e siècle. Exceptionnellement, quatre ou cinq instruments, sur un total d'une centaine antérieurs à 1500, sont datés en

¹ Art. *Abdjad* in *Encyclopédie de l'Islam* 1^{re} ed. 1913 par G. Weil, Vol. 1, p. 70; 2^{ème} ed. 1954 par G. S. Colin. — Sauvaire et Rey-Pailhade, *Une mère d'astrolabe*, « Journ. Asiatique », 1893, pp. 6-10. — P. H. Michel, *Traité de l'astrolabe*, Paris 1947, p. 134. — M. Cohen, *La grande Invention de l'écriture et son évolution*, Paris 1958, p. 377. — Grohmann, *Einführung und Chrestomathie zur arabischen Papiruskunde*, Prague 1954, p. 101.

² Les chiffres indiens ont fait l'objet d'un grand nombre de travaux. Citons seulement: Pihan, *Exposé des signes de numération chez les peuples orientaux*, Paris 1860. — F. Woepecke, *Mémoire sur la propagation des chiffres indiens*, « Journ. Asiatique », 1863, pp. 27-79, 234-290, 442-459. — G. Sarton, *Introduction to the History of Science*, I. 1927. Index: Numerals. — S. Gandz, *The origin of the Ghubar numerals*, « Isis », Vol. 17, 1931, pp. 393-424. — Mingana, *Arabic Numerals*, « Journ. Royal Asiatic Soc. », 1937, pp. 139-148. — N. Abbot, « Journ. Royal Asiatic Soc. », 1938, pp. 277-280. — J. Filliozat, in *Manuel des Etudes indiennes*, Ecole Française d'Extrême Orient, Paris 1953, pp. 171-194. — Irani, *Arabic numeral forms*, « Centaurus », IV, 1955, pp. 1-12. — C. Cahen et R. S. Serjeant, *A fiscal survey of the Medieval Yemen*, « Arabica », IV, 1957, pp. 23-32. — M. Cohen, *Op. cit.*, pp. 382-387. — O. Neugebauer, *Studies in Byzantine astronomical terminology*, « Trans. of the American Philosoph. Soc. », Vol. 50-2, 1960, p. 5.

chiffres indiens. Le plus ancien est le globe céleste de Qaisar, de style syro-égyptien, daté de 622 de l'hégire (1225 a.d.) en chiffres indiens. A partir de 1500, tous les instruments, orientaux ou occidentaux, sont datés en chiffres indiens, et la notation en « aboudjad » est exceptionnelle: elle est constatée pour la dernière fois sur un astrolabe indo-persan de 1010 de l'hégire (1601 a.d.). Je laisserai de côté les chiffres indiens qui trouvèrent leur chemin vers l'Europe, où ils sont toujours employés sous le nom de chiffres arabes. Mieux étudiés, ils prêtent moins à confusion³. Le style coufique ne s'applique pas aux chiffres indiens, mais seulement aux inscriptions et aux notations « aboudjad ».

Le mot coufique, nous dit l'*Encyclopédie de l'Islam*, désigne, d'après l'auteur du Fihrist, qui écrivait en 987 a.d., un type d'écriture qui viendrait de la ville de Koufa⁴, fondée en 638, et qui fut le centre de l'érudition arabe sous les califes Omayyades jusqu'à la fondation de Bagdad par les Abbasides en 762 (ou 1074 d'Alexandre). Les caractères coufiques furent utilisés dans les premiers siècles de l'Islam pour les inscriptions lapidaires, les monnaies, les Corans et les textes juridiques, l'écriture ronde étant employée pour les textes courants sur papyrus et sur parchemin. Puis, l'écriture ronde remplace peu à peu le coufique et la substitution est presque complète au Vème siècle de l'hégire. Cependant, la forme des notations des instruments astronomiques ne suit pas celle des textes; alors qu'en Egypte, par exemple, les plus récentes inscriptions coufiques sont du VIème siècle, la forme coufique subsiste sur les instruments scientifiques jusqu'à la fin du IXème siècle de l'hégire. Le dernier instrument daté écrit en coufique est un astrolabe persan d'Awad b. Mohammed al-Awadi de 1485 a.d. (Gunther n. 112) ou, peut-être, si la date 91 doit être lue 891 de l'hégire (1486 a.d.), l'astrolabe de Shukr Allah Mukhlis (Gunther n. 12); la signature de cet instrument est toutefois écrite en écriture ronde. Cette nette délimitation de style permet de classer tous les instruments coufiques orientaux avant le début du XVIème siècle. Par contre, les instruments occidentaux sont gravés en style coufique à toutes époques.

Van Berchem⁵ a noté cette singulière persistance sur les astrolabes et distingue un coufique épais, sans points diacritiques, d'origine syrienne, d'un coufique grêle maghrébin ou occidental, qu'il propose de nommer

³ Des confusions ont cependant été faites dans la traduction des dates des chiffres indiens anciens, notamment le zéro ancien est quelquefois pris pour un 5 moderne, et le 5 ancien pour un 4 moderne.

⁴ *Encyclopédie de l'Islam*, 1913, Vol. 1: *Arabie* par B. Moritz p. 393. — M. Van Berchem, *Notes d'archéologie arabe. Monuments et inscriptions fatimides*, « Journ. Asiatique », 1891-2, p. 80. note. — N. Abbott, *The rise of the North Arabic script and its Kuranic development*, Chicago Oriental Inst., 1939.

⁵ M. Van Berchem, *Notes d'archéologie arabe* (2ème article), « Journ. Asiatique », 1892, p. 392 et: *Matériaux pour un Corpus Inscriptionum Arabicarum*, Tome I, *Egypte*, p. 179. — Je remercie M. Gaston Wiet d'avoir attiré mon attention sur cette classification.

coufique astronomique, et qui se conserve jusqu'à nos jours sur ces astrolabes.

En fait, la tradition du coufique sur les instruments scientifiques s'est perdue en Orient dès le milieu du XV^e siècle de notre ère et n'a pas reparu lors de la renaissance de l'astronomie dans l'Inde occidentale sous l'impulsion des empereurs Mogols de Burhampour et de Lahore et en particulier sous le règne de Shah Jahan, de la dynastie Humayun, puis en Iran, sous celle des souverains Séfévides. La persistance du coufique sur les instruments est pourtant bien compréhensible, car la forme anguleuse des caractères était bien adaptée au travail du burin⁶ et son style convenait parfaitement à l'illustration des abaques et des graduations qui devaient nécessairement figurer sur ces instruments.

L'Encyclopédie de l'Islam, qui publie plusieurs types d'écriture coufique, ne reproduit aucune série de chiffres et le Répertoire d'Epigraphie arabe ne donne pas de planches. Adolph Drechsler a publié en 1873⁷ les chiffres coufiques d'un globe persan de l'observatoire de Maragha, datant des environs de 1300, conservé à Dresde; ces chiffres orientaux sont au nombre de 13 (5, 10-90 et 100 à 300) et Kaye a publié en 1921 les 21 chiffres coufiques maghrébins (1-9, 10-90 et 100 à 300) d'un astrolabe du XIII^e siècle conservé à Delhi⁸.

Ayant examiné un certain nombre d'instruments arabes, il m'a été nécessaire, pour l'identification et la comparaison des dates des astrolabes, de composer une série des chiffres « aboudjad » utilisés par les astronomes et j'ai constaté l'existence de deux types bien distincts reproduits dans les deux tableaux ci joints: l'un (pl. 1) de type oriental (Egypte, Syrie, Irak et Iran), l'autre (pl. 2) de type occidental (Espagne musulmane et Maroc). D'éminents orientalistes ont bien voulu me confirmer l'utilité de publier ce genre de travail.

Le tableau I est principalement basé sur les chiffres orientaux des étoiles, toutes numérotées, d'un globe céleste persan de l'époque Seljoukide datant de 539 de l'hégire (1145 a.d.). Pour les occidentaux, les chiffres ont été empruntés à deux globes célestes espagnols du XI^e siècle conservés à Florence et à Paris⁹ et à plusieurs astrolabes marocains du XIII^e siècle.

Des différences morphologiques assez accusées séparent les deux sys-

⁶ M. Van Berchem, *Op. cit.*, 1892, p. 391, note.

⁷ A. Drechsler, *Der Arabische Himmelsglobus... im Dresden*, 1873, pl. VIII.

⁸ G. R. Kaye, *Astronomical instruments in the Delhi Museum*, « Mem. Archaeol. Survey of India », Vol. 12, 1921, pl. 6.

⁹ M. Destombes, *Un globe céleste arabe du XII^e siècle*, « Comptes Rendus de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres », 1958, pl. 1, p. 301. — Id., *Globes célestes et catalogues d'étoiles orientaux du Moyen Age*, « Actes du VIII^e Congrès Intern. d'Histoire des Sciences », Florence-Milan 1956, pp. 312-324; nn. 1 et 2.

tèmes de notations, le groupe oriental est plus simple et l'occidental un peu plus contourné et plus grêle, comme le dit Van Berchem. Les occidentaux ont tendance à superposer les combinaisons ainsi que le montrent les chiffres 13, 23, 33 et 43, 18, 28, 38 et 48. Dans la série orientale, le 110 est superposé, peut-être le 28 et le 48 le sont-ils aussi quelquefois. La différence la plus sensible réside dans le chiffre 60, toujours représenté en Orient par un *sin*, tandis qu'au Maroc, il se présente sous la forme d'un *sad*¹⁰.

Les chiffres 800, 900 et 1000 sont différents dans les deux séries. Les règles pour l'usage des liaisons des lettres en astronomie, découlent naturellement des usages grammaticaux: en particulier, les unités isolées s'écrivent comme des initiales et non pas comme des lettres isolées.

Un examen des différences morphologiques de chaque groupe nous conduirait trop loin. Ces différences seraient intéressantes pour localiser l'origine des instruments par sous-région, mais ne sont pas assez marquées pour constituer une difficulté dans la présente étude. Les chiffres qui peuvent prêter à confusion dans l'écriture ronde sont le trois et le huit; mais dans le coufique, la jambe gauche du 8 revient sous le trait horizontal, ce qui n'existe pas dans le 3. S'il n'y a pas de point, on peut confondre les dizaines et les cinquantaines.

On remarque également que l'ordre des chiffres n'est pas celui de l'alphabet arabe, mais que les trois séries d'idéogrammes se suivent plutôt dans l'ordre des alphabets sémite et grec, c'est-à-dire les 22 lettres des alphabets sémites, qui ne pouvaient aller plus loin que 400, avec l'addition de 5 lettres pointées.

On peut se demander quelle forme de chiffres était utilisée par les scribes avant l'Islam dans l'Asie occidentale, dans l'Iran Sassanide, par exemple, ou mieux, dans la ville de Harran, sur l'Euphrate, carrefour commercial de haute antiquité et patrie des changeurs de monnaie de toutes nationalités. Le système aboudjad est le même que le système de chiffres grecs¹¹; mais, s'il y a continuité entre les formes scripturales proto-arabes (et syriaques) et l'araméen, il doit y avoir aussi continuité des chiffres qui constituent un des éléments les plus permanents de la langue. Il est donc probable que l'usage des trois groupes de lettres de l'alphabet désignant les unités, dizaines et centaines, remonte à une grande antiquité. Il est par conséquent d'un grand intérêt de se poser la ques-

¹⁰ Cette différence est constante sur tous les instruments dont l'origine de construction est connue et sert d'ailleurs à classer les instruments en orientaux et occidentaux.

¹¹ Grohmann (*Op. cit.*, pp. 219-232), qui a spécialement étudié les papii arabes, nous apprend que le plus ancien document islamique daté est de l'an 31 de l'hégire; il est daté en toutes lettres, mais les premiers papii arabes datés en aboudjad le sont en lettres grecques au milieu du texte arabe. Il cite ainsi des papii de 178, 196 et 257 de l'hégire. Le dernier papyrus daté en lettres grecques est de 517 de l'hégire.

I. - Chiffres conifiques astronomiques orientaux

	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	ه	ي	ك	ل	م	ن	س	ع	ف
1	ا	يا	كا	لا	ما	نا	سا	عا	فا
2	ب	يب	كب	لب	مب	نب	سب	عب	فب
3	د	يد	كد	لد	مد	ند	سد	عد	فد
4	ه	يه	كه	له	مه	نه	سه	عه	فه
5	و	يو	كو	لو	مو	نو	سو	عو	فو
6	ز	يز	كز	لز	مز	نز	سز	عز	فز
7	ح	يح	كح	لح	مح	نح	سح	عح	فح
8	ط	يط	كط	لط	مط	نط	سط	عط	فط
100	ق	قه	قك	قل	قم	قن	قس	قع	قو
200	ر	ره	رك	رل	رم	رن	رس	رع	رف
300	ش	شه	شك	شل	شم	شن	شس	شه	شو
400	ت	ته	تك	تل	تم	تن	تس	تع	تو
500	ث	ثه	ثك	ثل	ثم	ثن	ثس	ثع	ثو
600	ذ	ذه	ذك	ذل	ذم	ذن	ذس	ذع	ذو
700	ذ	ذه	ذك	ذل	ذم	ذن	ذس	ذع	ذو
800	ظ	ظه	ظك	ظل	ظم	ظن	ظس	ظه	ظو
900	ظ	ظه	ظك	ظل	ظم	ظن	ظس	ظه	ظو
1000	غ								

Fig. 1. — Les chiffres 200 et 700 ne se lient jamais à gauche.

tion: jusqu'à quelle ancienneté trouve-t-on ce système? Il semble qu'aucun exemple antérieur au IV^{ème} siècle avant notre ère n'ait été trouvé jusqu'ici¹².

L'étude des chiffres sur les instruments arabes a été grandement facilitée par la publication d'un certain nombre de monographies repro-

¹² M. Cohen, *Op. cit.*, 1958, p. 376 et 379: L'origine de l'emploi des lettres de l'alphabet comme chiffres ne nous est pas connue. Tant chez les Grecs que chez les Juifs, il est d'époque tardive (IV^{ème} siècle?).

II. - Chiffres coufiques astronomiques occidentaux

	10	20	30	40	50	60	70	80	90
0	م	ط	ل	ما	نا	صا	ع	فا	ض
1	ا	يا	لا	ما	نا	صا	عا	فا	ضا
2	ب	با	لب	مب	نب	صب	عب	فب	ضب
3	ج	جا	لج	مج	نج	صج	عج	فج	ضج
4	د	دا	لد	مد	ند	صد	عد	فد	ضد
5	هـ	ها	له	مه	نه	صه	عه	فه	ضه
6	و	وا	لو	مو	نو	صو	عو	فو	ضو
7	ز	زا	لز	مز	نز	صز	عز	فز	ضز
8	ح	حا	لح	مח	نح	صح	عح	فح	ضح
9	ط	طا	لظ	مظ	نظ	صظ	عظ	فظ	ضظ
100	ف	فيا	فل	فما	فنا	فصا	فع	ففا	فض
200	ر	را	رل	رما	رنا	رصا	رع	رفا	رظ
300	س	سا	سل	سما	سنا	سصا	سع	سفا	سظ
400	ت	تا	تل	تما	تنا	تصا	تع	تفا	تظ
500	ث	ثا	ثل	ثما	ثنا	ثصا	ثع	ثفا	ثظ
600	خ	خا	خل	خما	خنا	خصا	خع	خفا	خظ
700	ذ	ذا	ذل	ذما	ذنا	ذصا	ذع	ذفا	ذظ
800	ظ	ظا	ظل	ظما	ظنا	ظصا	ظه	ظفا	ظظ
900	غ	غا	غل	غما	غنا	غصا	גע	غفا	غظ
1000	ش								

FIG. 2. — Les chiffres 200 et 700 ne se lient jamais à gauche.

duisant des globes ou des astrolabes. Gunther fut le fondateur du Musée d'histoire des sciences d'Oxford, où se trouve actuellement conservée la plus importante collection du monde d'instruments arabes. L'ouvrage¹³ monumental qu'il publia en 1932, illustré de 50 planches et de plus de

¹³ R. T. Gunther, *The astrolabes of the World*. 1932. Les erreurs de date de Gunther ne sont pas, croyons-nous, toutes de son fait. On croyait volontiers chez les arabisants de l'époque à l'existence de chronogrammes sur les astrolabes, mais les dates données par ces chronogrammes ne concordent pas avec la biographie des auteurs.

140 figures d'instruments orientaux, constitue une précieuse source d'information pour la description des instruments. Malheureusement, des lectures de signatures, surtout celles des dates des instruments, se trouvent souvent estropiées dans le texte. Il en résulte une grande confusion dans le classement des instruments qui aurait pu être effectué après la publication de cet ouvrage.

Cette incertitude fut dissipée, pour les instruments antérieurs à 740 de l'hégire, par le Répertoire Chronologique d'Épigraphie Arabe¹⁴ et, récemment, par la publication du regretté professeur L. A. Mayer¹⁵. Tout au contraire de l'ouvrage de Gunther, Mayer se défend de vouloir décrire les instruments du point de vue technique. Son travail est purement philologique et ne mentionne que les noms des auteurs et les dates des instruments signés. Cet ouvrage complète celui de Gunther, et les historiens des sciences disposent maintenant d'une base ferme pour la fixation du lieu de construction et de la date des différents types d'astrolabes. Toutefois, Mayer ne nous donne pas toujours la date approximative pour les instruments non datés; il ne précise pas, en général, si l'instrument est maghrébin ou oriental, lorsque la signature n'indique pas de lieu d'origine. En outre, il n'a pas parlé des constructeurs d'instruments indo-persans du XVII^e siècle. Ces lacunes sont largement compensées par les nombreuses précisions qu'il a apportées. En effet, contrairement aux inscriptions lapidaires ou numismatiques, les signatures des instruments astronomiques, et notamment les dates, portent souvent des points diacritiques, éliminant ainsi les erreurs d'interprétations; Mayer admet toutefois qu'il puisse en exister dans son livre. J'ai cru devoir m'autoriser de cette remarque, qu'il formule dans sa préface, pour rectifier ici¹⁶, quelques dates et préciser davantage ces données historiques.

¹⁴ Combe, Sauvaget, et Wiet. *Répertoire chronologique d'épigraphie arabe*. Le Caire 1931-1956, 15 volumes parus (signatures jusqu'à l'année 746 H). Astrolabes, globes et quadrants mentionnés dans le *Répertoire*: Vol. III (1932) n. 853. — Vol. V (1934) n. 1902. — Vol. VI (1935) n. 2368. — Vol. VII (1936) n. 2658, 2663, 2727, 2751. — Vol. VIII (1937) n. 2889, 3157. — Vol. IX (1937) n. 3228, 3273, 3542 (voir X, p. 269). — Vol. X (1939) n. 3636, 3704, 3787, 3798, 3799, 3811-12, 3813, 3866, 3867, 3874, 3905, 3924, 3989, 3997. — Vol. XI (1941) n. 4024, 4080, 4202. Vol. XII (1943) n. 4550 bis, 4628, 4683, 4699, 4708. — Vol. XIII (1944) n. 4808, 4864, 5012, 5014, 5066. — Vol. XIV (1954) n. 5362 A, 5358, 5533, 5542, 5569. — Vol. XV (1955) n. 5655, 5671, 5726-27.

Les numéros du *Répertoire*: 3542 (IX), 3812, 3799 (X), 4683 (XII) et 5727 (XV) mentionnés ci-dessus, sont respectivement les doubles des numéros 5012 (XIII), 3811 (X), 3787 (X), 2751 (VII) et 5726 (XV). Pour les numéros 2889 (VIII), 4080 (XI), 4550 bis (XII), 5014 (XIII) et 5727 (XV), voir ci-dessous, note 18. Il importe de signaler que le n. 5727 (XV) n'existe pas à la Bibliothèque Nationale de Paris et que c'est toutefois par hypothèse qu'on suppose qu'il est le même que le n. 5726 (XV).

¹⁵ L. A. Mayer, *Islamic Astrolabists and their works*, Genève, 1956. Le classement est fait par ordre alphabétique des auteurs; un classement chronologique figure aux pages 96-97 et les dates sont celles du *Répertoire* à l'exception des numéros 2727 (VII), 3273 (IX), 3798 et 3867 (X).

¹⁶ p. 45 et 96. Hamid b. Ali est classé à 348 H; date correcte 343 H.

p. 67, Muhammad b. Hamid: « 553 or 558 H »; la date 558 est la seule possible.

p. 59, Muhammad b. Abi'l Qasim: 496 H: Trois points sur le chiffre des centaines rendent probable la date 596 H (1199 a.d.) plutôt que 496 H (1102).

Pour appliquer l'étude des chiffres à l'examen de points encore incertains de l'histoire des sciences, j'ai pris pour exemples trois inscriptions qui se réfèrent au calcul de la précession des équinoxes et qui figurent sur des globes célestes persans de 1363, 1383 et 1431. Ces inscriptions n'ont jamais été déchiffrées — au sens propre — et méritent une interprétation complète.

Les deux premiers globes sont signés du constructeur d'astrolabes, Jafar b. Omar, dont l'activité se place entre 1354 et 1388 et le troisième est l'oeuvre de son fils Muhammed dit Jalal qui travaillait entre 1393 et 1431.

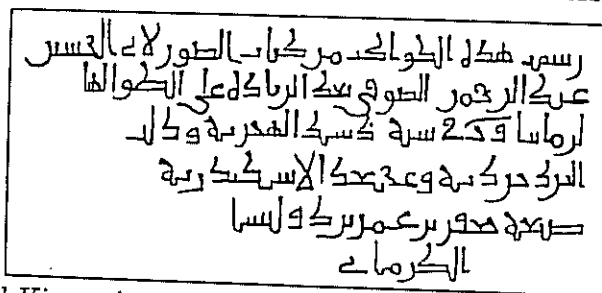
Nous disposons de trois signatures dont les fac-similés et les traductions figurent ci-dessous:

I. - *Globe de 1363*

Jafar b. Omar

Musée d'histoire des sciences d'Oxford, no. 2900.

« Le dessin de ces étoiles est tiré du livre des images d'Abul Hussain Abd al-Rahman as-Sufi, après le compte du supplément aux longitudes pour notre temps de 6° 3' en l'an 764 de l'hégire, ou 732 Yezdejerd, ou 1674 de l'ère d'Alexandre. Façon de Jafar b. Omar b. Daulatshah al-Kirmanî ».



- p. 83. et 97, Sarraj: « 623 or 628 H ». La date 628 est seule possible.
 p. 30 et 97, Abd al-Karim al-Misri: 633 H. Cette date a été retouchée, mais le chiffre final est un 8. Il est possible que la date originale ait été 648, qui conviendrait à la dédicace. Un lam aurait été regravé sur le mim., changeant le 48 en 38.
 p. 50, Ibrahim 673 H. Cet auteur et cette date (aussi RE 4683 XII) sont fictifs; l'instrument a été mentionné par Mayer p. 52 sous le nom d'Ibrahim b. Said V avec la date 478 R. (RE 2751).
 p. 83, Umar: 695 H. La date est écrite en chiffres indiens (cf. préface de Mayer p. 17); il est peu probable que le chiffre final soit un 5 qui, à cette époque, avait la forme d'un 0 à l'envers. Il est plus naturel d'y voir un zéro, la date serait 690 H.
 p. 35, Ahmad b. Husain b. Baso: 664 H. Le point sur le *sad* indique 90 comme dizaine, la date 694 s'accorde mieux avec l'activité de Baso, qui fit deux autres astrolabes en 704 et 709 H.
 p. 31, Abd al Rahman b. Yusuf: 598 H. La photographie que m'a aimablement envoyée le Victoria and Albert Museum montre incontestablement la date de 695 H. déjà signalée dans le Répertoire X, p. 269.
 p. 40, Ali b. Ibrahim ibn al-Sha'ir: 738 H. (I e II, même instrument?). La date est 733 H (1332 a.d.).
 p. 58, Mahmud b. Jalal: 889. Date correcte 849 H (voir le texte p. 209).
 p. 52, Ibrahim b. Said VI: 490 H. et VII: 493 H. doivent disparaître, ce sont de fausses lectures de dates de l'astrolabe daté 463, au Museo Astronomico du Monte Mario à Rome.

L'orientaliste Knobel avait publié en 1923, dans un autre ouvrage de Gunther¹⁷, la traduction suivante:

« Made by Jafar ibn Omar ibn Dauletshah al-Kermani in the year 764 al Hegira, 732 Yezdejerd and 1674 Alexander. The positions of the stars, taken from the Description of the Stars by Al Hussain Abd al Rahman al Sufi. The longitudes increased by 5° 38' ».

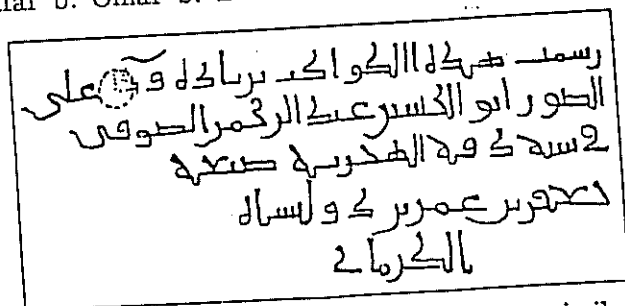
Notons que l'inscription de 1363, année qui correspond exactement aux trois dates de l'hégire, de Yezdejerd et d'Alexandre, recouvre une autre inscription plus ancienne en partie effacée. A moins qu'il ne figure sous cette inscription on doit reconnaître que le chiffre 5° 38' ne se trouve nullement sur le globe; il résulte d'une mesure des positions des étoiles, faite directement sur le globe par Knobel, mesure dont j'ai vérifié l'exactitude sur l'original en 1955.

2. - *Globe de 1383*

Jafar b. Omar

Observatoire astronomique d'Istanbul, no. 763¹⁸.

« Le dessin de ces étoiles à 6 (degrés) .. (minutes) de plus que les longitudes d'Abul Husain Abd al Rahman as-Sufi en l'an 785 de l'hégire. Façon de Jafar b. Omar b. Daulatshah al Kirmani ».



Le chiffre des minutes est mutilé par un trou, mais il commence par un 20 et par conséquent ce chiffre est compris entre 20 et 29.

3. - *Globe de 1431*

Muhammed

Département des Antiquités Orientales du British Museum, no. 26.3.23.

¹⁷ R. T. Gunther, *Early Science in Oxford*, 1923, Vol. 2, p. 247.

¹⁸ Je remercie vivement le Professeur Aydin Sayili, de l'Université d'Ankara, qui m'a signalé ce globe et m'en a envoyé des photographies. Voir: M. Destombes, *Un globe céleste du XIII^e siècle*, 1958-3, p. 312.

J'ai procédé à quelques vérifications sur ces trois globes en prenant un certain nombre de longitudes et en calculant la moyenne des différences avec Sufi. Lorsque l'étoile est placée exactement sur le méridien, il est évident que la lecture est nette; il en est de même pour les étoiles placées sur la ceinture graduée en degrés du zodiaque, puisqu'il suffit de lire leur longitude. En prenant une moyenne les erreurs se compensent. Les conclusions apparaissent à la lumière du tableau ci-dessous:

	Date du Globe	Sufi	Intervalle	Précession d'après Sufi ²¹	Précession d'après signature	Précession d'après moyenne ²²
Oxford . . .	1363 a.d.	964 a.d.	399 ans	6° 3'	6° 3'	5° 38'
Istanbul . . .	1383 a.d.	964 a.d.	419 ans	6° 21'	6° 21'	6° 18'
Londres . . .	1431 a.d.	964 a.d.	467 ans	7° 05'	7° 05'	7° 08'

En raison de la conformité complète des chiffres de la précession estimée d'après Sufi et indiquée par la première et la troisième signature, il apparaît que Jafar et Muhammed utilisent exactement la précession de Sufi; dans ces conditions il doit en être de même pour le second cas et le chiffre qui manque sur le globe d'Istanbul ne peut être que 21'. Cette constatation détruit l'hypothèse formulée par Knobel, d'après laquelle Jafar a construit son globe avec une vitesse de précession de 70 ans par degré ce qui donne, depuis Sufi, un écart de 5 degré 38 minutes en 398 ans pour l'époque 1362.

Si l'on compare maintenant les chiffres des précessions d'après les moyennes des positions dans la dernière colonne, avec ceux de la colonne précédente qui indique les intentions des deux auteurs, on constate qu'à quelques minutes près, les positions correspondent aux années d'exécution pour les globes d'Istanbul et de Londres. Par contre, il existe une différence sensible, qui atteint 25 minutes entre les positions des étoiles du globe d'Oxford et celles que nous aurions trouvées si Jafar avait appliqué la correction donnée dans la signature. On pourrait légitimement en conclure que le globe est effectivement plus ancien d'environ 27 ans, ce qui nous reporte à l'année 1336 a.d.; cette date correspond à l'année 736 de l'hégire, 704 Yezdejerd et 1647 d'Alexandre. Cette hypothèse est

²¹ A 66 ans par degré ou 11 ans pour 10 minutes.

²² Voir: M. Destombes, *Op. cit.*, 1956. Pour Jafar 1363, le calcul résulte d'une moyenne de 100 longitudes d'étoiles donnant un écart de 18°20' avec celles de Ptolémée; en retranchant 12°42', écart de Sufi, il reste 5°38'. Pour Jafar 1383, la moyenne de 20 étoiles donne 19°00' de différence en longitude avec Ptolémée; si l'on enlève 12°42' il reste 6°18'. En ce qui concerne le globe de Muhammed 1431, la différence avec les longitudes de Ptolémée pour 15 étoiles est de 19°50', qui font 7°08' depuis Sufi.

d'autant plus vraisemblable que la signature de 1363 se trouve en surcharge sur une inscription plus ancienne, qui mentionne également le nom de Jafar b. Omar, dont la date n'a pas été déchiffrée. La lecture complète de cette inscription présenterait, par conséquent, un grand intérêt.

Nous pouvons prendre un autre exemple de l'étude des chiffres pour l'établissement plus exact de l'histoire des instruments de la famille de Jafar. Mayer (p. 58) établit une généalogie de cette famille, basée sur les signatures des globes et des astrolabes :

Daulatshah

Omar

Jafar, 1354-1388

Muhammed, dit Jalal, 1431

Mahmoud, fils de Jalal, 1484 (889 de l'hégire).

La date de l'activité de ce dernier n'est basée que sur un seul instrument conservé au Musée du Top Kapu à Istanbul. Notre tableau de chiffres indique aussitôt que la date doit être lue 849 (soit 1445/46 a.d.) au lieu de 889; ceci est d'ailleurs confirmé par la date en ère Yezdejerd 814²³, figurant aussi sur l'instrument et correspondant à l'an 1446, date que nous proposons d'adopter. La forme de la lettre M représentant le chiffre 40 se retrouve d'ailleurs sur la planche XII (a) de Mayer et ici pour le M de Muhammed de la signature du globe de 1431 (notre 3^e facsimilé, p. 207). En outre la date de 1446 est plus conciliable avec la biographie de Jalal dont un autre astrolabe, inconnu de Mayer, m'a été aimablement signalé par le professeur Gaston Wiet. Cet instrument daté de 796 de l'hégire (1393 a.d.) est conservé au Musée des Oudayas à Rabat; il élargit considérablement la période d'activité du fils de Jafar. S'il était en mesure de construire un instrument en 1393, il était par conséquent assez âgé quarante ans plus tard; de ce fait, il est plus vraisemblable de voir son fils construire un instrument en 1446 qu'en 1484.

On peut tirer de cette étude certaines conclusions pour dater les astrolabes anonymes :

a) tous les instruments écrits en écriture ronde sont orientaux. Les instruments en coufique peuvent se partager, à vue, en orientaux d'après la forme du chiffre 60 et en occidentaux d'après la forme « grêle » du coufique;

²³ Il est vrai que les points diacritiques manquent sur cette inscription, reproduite par Mayer, pl. XIV, et qu'un point transformerait cette date de 814 en 854 (ou 1486); mais la date de l'hégire 889 correspond à l'année 1484 et non pas à 1486. Dès lors, il n'y a plus la coïncidence qui existe pour l'an 1446.

b) tous les instruments coufiques orientaux sont antérieurs au XVIème siècle. Les instruments maghrébins doivent se dater d'après d'autres critères tels que la date de l'équinoxe sur le calendrier qui figure au verso;

c) les constructeurs d'instruments utilisent encore au XIVème siècle la vitesse de précession des équinoxes de 66 ans par degré recommandée par Sufi au Xème siècle; et ceci, malgré les résultats obtenus par Ibn al-Alam en 982 (70 ans par degré), par Ibn Yunus en 1004 (70 ans 1/4) et par Nasir al-Din en 1233 (70 ans).

Il a été affirmé, soit dit en passant, que l'on ne pouvait pas dater les astrolabes. Je ne partage pas ce pessimisme et j'espère qu'il est permis de conclure au contraire, qu'il est possible d'obtenir, par une comparaison avec les instruments datés, l'époque approximative de la construction des astrolabes anonymes et, en conséquence, un tableau clair et complet de l'état de la science des instruments en Orient.

Une récente visite au Musée d'Histoire des Sciences d'Oxford, suivie de celle du Musée d'Histoire des Sciences de Florence, m'a permis de mettre au point le présent travail, qui n'aurait pas été ce qu'il est sans la très grande obligeance de Mademoiselle M. L. Bonelli, directrice du Musée de Florence, et celle de Monsieur F. Maddison, conservateur adjoint du Musée d'Oxford, à qui j'adresse ici tous mes remerciements pour les facilités qu'ils ont bien voulu m'accorder. Je remercie vivement aussi le Professeur Gaston Wiet qui a bien voulu me donner nombre d'indications et de conseils.

RIASSUNTO

Le cifre utilizzate dagli Arabi per la graduazione e per le date degli strumenti astronomici (globi celesti, astrolabi e quadranti) sono le lettere dell'alfabeto. Quest'uso segue la tradizione greca. Le cifre indiane non compaiono generalmente che nel Sec. XVI e soltanto per la data della segnatura. Mentre in Oriente lo stile cufico cade in disuso già nel Sec. XVI, nell'Occidente mussulmano una forma speciale di cufico persiste sugli strumenti fino al Sec. XIX. L'autore pubblica due tabelle di queste cifre cufiche orientali e occidentali e propone numerose rettifiche delle date attribuite ad astrolabi in recenti pubblicazioni.

L'autore riproduce poi le segnature di tre globi celesti arabi datati 1363, 1383 e 1431, rispettivamente, nei quali compaiono indicazioni cifrate per il calcolo della precessione degli equinozi. Conclude che è possibile stabilire l'origine e datare approssimativamente gli astrolabi orientali anonimi in base alla forma delle loro cifre.

Un astrolabe carolingien et l'origine de nos chiffres arabes

NOTE PRÉLIMINAIRE

Le présent travail est le fruit d'une découverte inattendue; un antique astrolabe traduit de l'arabe en latin d'une technique assez classique mais d'un caractère unique pour l'écriture, la nomenclature et le système de numération; il était resté jusqu'ici inconnu des spécialistes et il est inédit. Je suis heureux de publier cet instrument pour qu'on puisse en juger.

Son existence ne pose pas, à proprement parler, un nouveau problème concernant l'origine de nos chiffres, mais il pourrait conduire sur le chemin de sa solution en éclairant l'utilisation de l'alphabet arabe numérique en transcription latine. Cachée derrière les tympans, une série de caractères alphabétiques marque, dans le fond de la mère, les douze divisions horaires; d'autres chiffres numérotent les almicantarats; ce système et leur ordre sont arabes, les lettres sont latines; en outre, la construction et le style rappellent ceux de l'astrolabe byzantin.

Comment qualifier l'instrument? Le titre de cet article ne signifie pas que je propose de classer l'objet parmi les produits de l'école d'écriture carolingienne, mais plutôt que je place sa construction et sa gravure pendant la période historique qui se termine en 986 avec le détachement du Comté de Barcelone des domaines de Lothaire. Mes conclusions confirmeront complètement la thèse du Professeur Millas Vallicrosa selon laquelle nos connaissances concernant l'astrolabe proviennent de Barcelone et pénètrent dans le monde latin par l'intermédiaire de Lupitus pendant le troisième quart du x^e siècle.

J'ai saisi l'occasion que m'offrait généreusement la Direction des Archives pour faire connaître divers documents de haute époque jusqu'ici entièrement inédits.

J'ai cru possible, à la fin de ce travail, d'attribuer l'origine de nos chiffres à un processus de retournement de l'alphabet numérique byzantin utilisé par les Arabes et je verse cette hypothèse, avec ses

justifications, au dossier de cette épineuse question. Je serais tenté, sur une base purement épigraphique, de nommer *wisigothiques* les chiffres des instruments astronomiques latins bien que ce mot évoque plutôt, pour les historiens, la période pré-arabe. Mes conclusions sont présentées en tous cas sans réticences, et après mûre réflexion.

1. — DESCRIPTION SOMMAIRE

L'astrolabe est en laiton et mesure 152 mm. de diamètre. Au recto, le limbe est divisé en 72 sections, subdivisées chacune en cinq degrés; la graduation est très exacte et ne porte aucun chiffre. Le trône, trilobé, de petite taille, est percé d'un trou pour y placer l'étrier qui a disparu après avoir usé la partie supérieure d'un demi-millimètre environ. A sa place, on a soudé un petit anneau qui en porte un second.

L'araignée présente 18 étoiles, 10 boréales et 8 australes; chacun des index, constitué par des pointes plus ou moins longues, est assis sur une base bilobée. Aucune des étoiles n'est nommée. Le zodiaque est correctement gradué en 12 signes dont les noms sont inscrits en capitales semi-unciales du X^e siècle. Sur le pourtour de l'araignée, chaque signe est gradué au moyen de 15 ou de 30 divisions, mais ces petits traits sont moins profonds que les autres lignes ou graduations. Un ostensor en laiton, probablement postérieur, permet de lire les ascensions droites et les médiations.

Au verso sont tracées trois séries de circonférences; à l'extérieur, le limbe est gradué en 72 divisions et 360 subdivisions comme le recto; un quadrant, le seul pour la lecture des hauteurs, est gradué de 5 en 5 au moyen d'une des lettres de l'alphabet latin, les degrés finissant par un 5 sont tous marqués d'un E capital; les dizaines sont chiffrées comme suit :

I	K	L	M	N	O	G	F	d
10	20	30	40	50	60	70	80	90

Le cercle intermédiaire est celui des signes : ARIES, TAVRVS, GEMINI, CACER, LEO, VIRGO, LIBRA, SCORPIO, SGTRS, CPRS, AQVARIVS, PISCES, en capitales romaines. Le A de aquarius n'est pas barré. Le G a une forme spéciale. Chaque signe est divisé en 6 sections mais n'est pas subdivisé. Le cercle intérieur est divisé en 365 jours. La position des équinoxes et des solstices est la suivante :

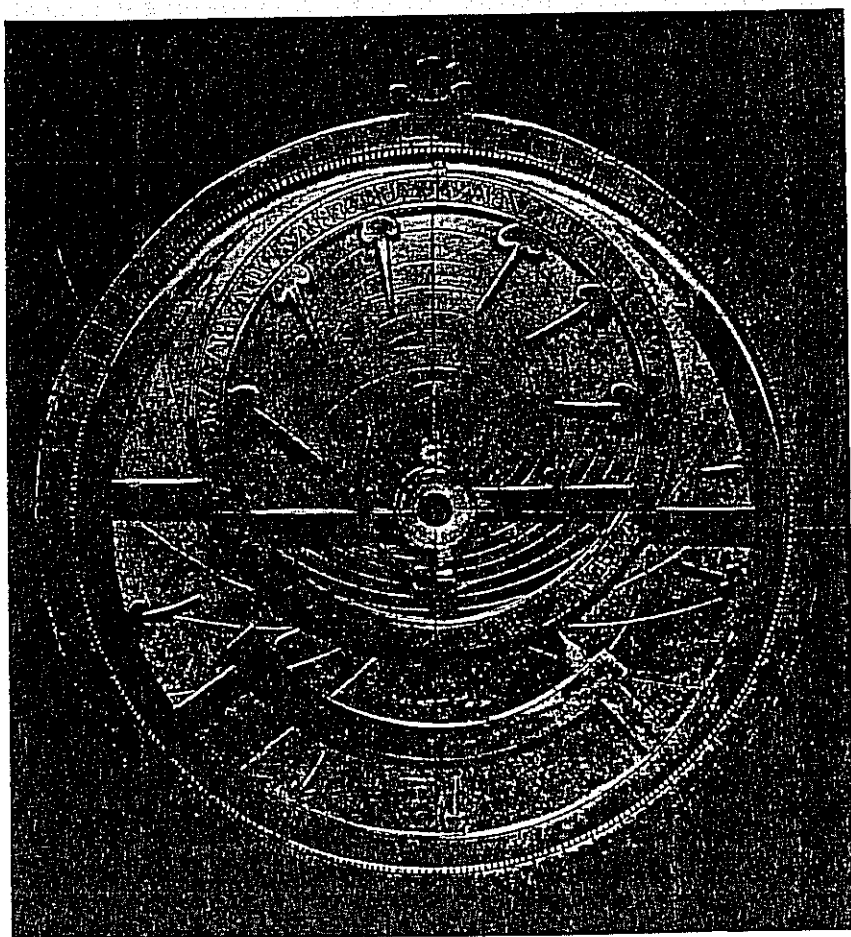


PLANCHE I

Astrolabe du x^e siècle. Recto
(Paris, collection de l'auteur)

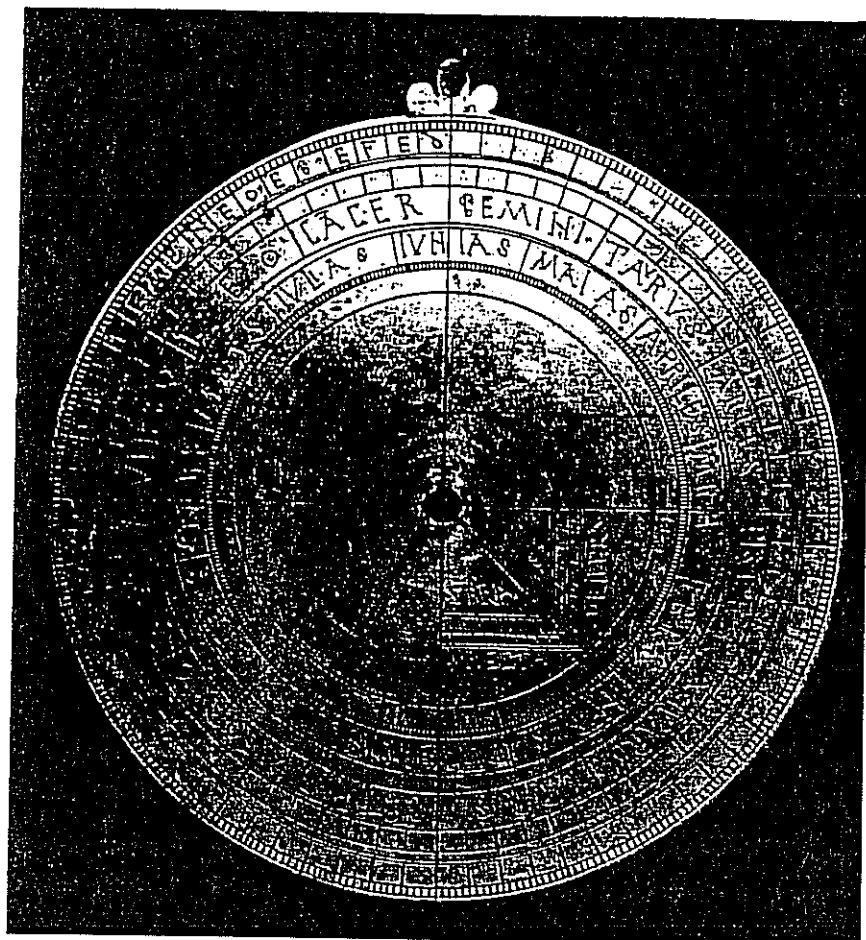


PLANCHE II

Astrolabe du x^e siècle. Verso
(Paris, collection de l'auteur)

16 mars, 18 juin, 17 septembre, 15 décembre. Les mois sont gravés en capitales : INRS, FBRS, MRTS, APRILES, MAIAS, IVNIAS, IVLIAS (1), AGSTS, SBTRS, OCTBRS, NBRS, DCMBRS. Le B de février et celui de septembre sont byzantins, le I de juillet est imbriqué dans le L. Le cercle des mois est excentrique d'environ 3 mm., soit environ $1/25$ du rayon, position assez exacte; le péricée, pour autant qu'on puisse en juger, doit se trouver voisin du début des Gémeaux, position de Ptolémée. Le centre est vide, à l'exception du carré des ombres qui occupe le quart inférieur droit. Chacun des côtés est divisé en 6 parties égales, chaque partie subdivisée en deux. En bas, les cotangentes (ombres droites) sont nommées : VBRA RECTA, à droite, les tangentes (ombres verses) sont marquées : DEIECTA. Une alidade de cuivre complète le verso, les deux ouvertures formant pinnules portent une pointe partant de la partie supérieure et tournée vers le bas. Cette alidade paraît être une addition postérieure, le cuivre n'étant pas de la même couleur que l'astrolabe.

Le clou et la clavette sont également des remplacements.

Deux tympan, lourds et épais, se placent dans la mère; l'un ne porte que les lignes horaires et les almicantarats, l'autre porte en outre les azimuts. Les cercles sont très bien tracés et la gravure profonde. Les almicantarats sont tracés de 6 en 6 degrés. Ils sont construits pour des latitudes suivantes et portent des inscriptions correspondantes indiquées en capitales :

(40) LT (soit 39°).

(42) MA L (soit $41^\circ 30'$). ROMA ET FRANCIA.

(45) ME (soit 45°).

(48) MZ L (soit $47^\circ 30'$).

Sur ce dernier tympan, un usager a tracé à la pointe le chiffre 48 et la lettre P. Cette addition paraît être du xv^e siècle, au plus tard; on suppose que P. veut dire Paris (2).

(1) Cette terminaison en AS des trois mois de mai, juin et juillet peut paraître bizarre; toutefois, c'est celle qui est utilisée au x^e siècle sur les rouelles des mois juliens de certains manuscrits du *De Natura Rerum* de Bède, par exemple in : Munich, Clm 210, folio 137, ou dans le texte : *versus XII signorum* in : Marciianus Lat 3477, folio 51. Il serait intéressant de localiser le lieu de rédaction de ces manuscrits. Il est certain, d'autre part, que la traduction arabe des noms des mois juliens figurant au verso des astrolabes hispano-arabes du xi^e siècle sont écrits avec un A et sans S : *Mayah, Jouniah, Jouliah*.

(2) Les excellentes photographies sont dues à M. Populu, que nous remercions ici. C'est M. E. Poulle qui en examinant attentivement ce tympan, a bien voulu nous faire remarquer la présence du P et sa signification probable.

Le fond de la mère constitue un autre tympan pour la latitude de 36° avec les lettres LV. La ligne d'horizon est marquée OR et OC (Oriens et Occidens). Les douze heures inégales sont chiffrées de 1 à 12 par des lettres comme il est indiqué ci-dessous :

A	b	C	D	E	V	Z	h	T	I	IA	Ib
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Les almicantarats sont chiffrés de 6 en 6 jusqu'à 90 de la façon suivante :

6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	84	90
V	Ib	Ih	dk	L	LV	MB	Mh	ND	O	OV	Gb	FD	d.

Après cette description sommaire de l'instrument, qui pourra être reprise pour la confronter avec ce que nous savons des astrolabes les plus anciens, il convient de s'interroger sur son authenticité et sur son âge.

2. — AUTHENTICITÉ

En matière de faux, l'apparence extérieure compte autant que l'appareil scientifique; ce que dit l'objet est plus important que ce qu'il veut dire. En outre, le faux cherche à décevoir, mais pêche toujours par quelque grossier détail démenti par un ensemble de faits scientifiquement établis, que le faussaire ignore. A cet égard, l'instrument nous paraît honnête et n'est pas anachronique. Il y a certes, des fautes naïves, telles par exemple que la graphie VIRGVO (sur l'araignée, mais non au verso), erreur ou distraction vénielle du même type que celles qu'on trouve en abondance sur des astrolabes postérieurs. Des erreurs de position, révélées par les longitudes extraites de l'araignée et insérées dans notre Table II affectent six des longs index qui, de la partie supérieure de l'araignée, se pointent vers le bas. La cause en est peut-être précisément dans cette longueur exagérée, les pointes étaient destinées à être recourbées de façon à pouvoir les ajuster exactement aussi bien en longitude qu'en déclinaison. L'opération n'a jamais été faite, ou quelque possesseur bien intentionné les aura redressées.

Plus sérieuse est la faute de longitude d'Aldébaran qui correspond à la position de Ptolémée. Cette erreur est explicable, sinon excusable, par le fait que le constructeur devait disposer d'un catalogue d'étoiles dans lequel on avait oublié, pour celle-là seule, de corriger la précession des équinoxes. Les onze autres étoiles sont en place pour une époque voisine de l'an 980.

Si les tympanes sont particulièrement brillants, il faut en imputer un nettoyage à l'acide qui ne les a nullement abîmés, ainsi que me l'a expliqué un spécialiste d'horlogerie ancienne qui possède une grande expérience des réparations qui peuvent être faites sans dommage à ce genre d'instruments. Sous ce brillant, et peut-être à cause de lui, on peut apercevoir des milliers de stries qui témoignent, sur les quatre faces des tympanes, de l'épreuve du temps. L'usure du trône est une autre preuve d'ancienneté.

S'agirait-il d'une copie ancienne, puisque la vétusté du cuivre exclut une copie récente? On pourrait y penser pour l'araignée, dont à première vue, les lettres présentent un style différent de celles du verso. Nous ne le croyons pas; il est bien connu, en effet, que les copistes ne peuvent éviter de trahir le style de l'époque à laquelle ils appartiennent, et les lettres du recto semblent écrites à la même époque que celles du verso. Contrefaçon complète? Les connaissances historiques n'étaient pas assez développées entre le *xi*^e et le *xv*^e siècle pour le permettre, et on en voit mal le but.

Aurait-on copié un traité illustré de figures tel que celui que nous mentionnons en annexe? Un traité n'est pas suffisant et, à ce qu'il nous semble, un astrolabe ne peut être construit qu'avec un autre astrolabe, et par un spécialiste. Nous considérons, pour la suite de l'exposé, l'astrolabe comme authentique et toutes ses pièces principales et leur gravure comme contemporaines de la construction, à l'exception peut-être de la gravure moins profonde de la graduation du tour de l'écliptique sur l'araignée et, certainement, des pièces annexes : ostensor et alidade.

3. — DATE DE L'INSTRUMENT

La date de l'exécution matérielle est indiquée par l'épigraphie, elle doit concorder avec le contenu scientifique, et celle qui est donnée par la morphologie de l'écriture doit être recoupée par les indications concernant le lieu de rédaction et par la langue. Ces données sont brèves, mais elles existent.

En premier lieu, aucune des données scientifiques et notamment la position des équinoxes et des solstices, n'exclut une rédaction au *x*^e siècle; la position des étoiles, déduction faite des six étoiles fausses, indique également une date voisine du catalogue d'étoiles de Maslama dont il est question à la section 6.

L'inscription des trois mots : ROMA ET FRANCIA, dont on ne

peut mettre en doute qu'elle est contemporaine de la gravure originale va donner la clé du lieu et de la date de la construction effective de l'appareil. Elle est gravée sur le tympan de latitude $41^{\circ}30'$ qui est, à quelques minutes près celle de Barcelone, et, un peu moins exactement, celle de Rome ($41^{\circ}53'$). Ce tympan est sans aucun doute le tympan principal. Ce que le constructeur nomme Francia est au x^e siècle la Marche d'Espagne qui appartenait, jusqu'en 986, au roi de France Lothaire, puis à son fils Louis, par opposition à l'Hispania de Ptolémée qui désigne à la même époque toute la péninsule aux mains des Arabes. Le chapitre XIX du traité de l'astrolabe de Gerbert (texte J, voir section 7) nomme la France *Francia Maior* (pour la distinguer de la Francia, Marche d'Espagne). Au siècle suivant Adhémar de Chabannes, qui écrivit sa Chronique en 1030, déclare que Gerbert quitta l'Auvergne son pays au sortir de l'adolescence (en 967) pour aller en France, puis à Cordoue pour y étudier : ... *Gerbertus vero natione Aquitanus, Monachus Aurillacensis Sancti Geraldii ecclesie, causa sophiæ primo Francia deinde Cordobam lustrans...* (3). C'est à Vich et à Gérone puis à Barcelone au moins, que Gerbert étudia les mathématiques. Il semble donc très probable que l'astrolabe a été construit pour être utilisé à Barcelone, à Vich ou même à Ripoll qui se trouve à la même latitude que Vich par 42° , et qu'il pouvait servir à Rome, située sur le même parallèle.

Après l'année 986, le constructeur ne pouvait plus écrire Francia pour Barcelone, mais peut-être Burcinona (4).

L'épigraphie catalane, purement carolingienne et classique, du x^e siècle confirme cette interprétation; les lettres sont hautes et carrées, le O est pointu en haut et en bas, le A n'est pas toujours barré, et la haste est à gauche. On trouve, dans une inscription lapidaire de la fondation d'une messe à S. Pablo de Barcelone des caractères majuscules à traits doubles analogues à ceux de l'araignée, qui sont les plus difficiles à interpréter. Un acte de vente d'un terrain près de la cathédrale de Barcelone daté de 1044 porte également

(3) Bubnov, N. *Gerberti Opera Mathematica postea Silvestri II papæ*, Berlin, 1899, p. 382-383. Millas Vallicrosa, J. *Assaig d'Historia de les Idees Fisiques I matematiques a la Catalunya Medieval*. Barcelona, 1931, pp. 106-108.

(4) Ballesteros y Beretta, A. *Historia de España*, Barcelona, 1944, vol. II, p. 484, reproduit une charte de donation à l'église de Vich, datée de 986 du Comte Borell II (947-992), comte de Barcelone... « *regnante Lodovicus Regi filio Lothari Regis* ».

des lettres à traits doubles et plusieurs G analogues à celui de l'astrolabe. Etant donné qu'il n'y a pas d'indications absolument discordantes, nous considérons le lieu et la date comme très probables.

Pour compléter ces rapprochements, nous signalons la singulière similitude des lettres du verso de l'astrolabe avec celles d'un magnifique manuscrit wisigothique conservé à l'Escorial. Il s'agit du célèbre recueil dit *Vigilanus*, du nom de son copiste, le moine bénédictin de l'Abbaye de Saint-Martin d'Albelda qui l'écrivit en 976, aidé d'un associé nommé Sarracino et d'un disciple Garcìa. Ce manuscrit dont nous parlerons encore plus bas contient le premier exemple des chiffres arabes, un traité d'arithmétique, une liste de chiffres grecs et hébreux avec valeur numérique et prononciation et des miniatures entourées de légendes en capitales d'un type très analogue à celui de l'astrolabe (5). On y trouve le C carré, le O pointu, le Z très caractéristique et d'autres détails, tels que le h et le q minuscules dans un texte en capitales, qui nous confirment que la région de Barcelone ou de Ripoll et la date de 976 sont proches du lieu et de l'époque de la rédaction de l'astrolabe. Vigila, prêtre, si c'est le même que l'auteur du manuscrit, assistait en 977 à la cérémonie de la dédicace de l'église du monastère de Ripoll, en présence de Borell, comte de Barcelone, qui avait fait venir Gerbert à Vich et Gérone dix ans auparavant (6), de Miro, évêque de Gérone, correspondant de Gerbert, et de Seniofred, qui est probablement le Lupitus auquel s'adressait Gerbert en 984 pour obtenir la traduction de l'arabe du Traité de l'Astrolabe.

4. — L'ASTROLABE GREC DE BRESCIA

L'astrolabe, qui fut, pendant plus de mille ans, l'instrument astronomique par excellence, a fait l'objet de nombreuses études historiques ou techniques. Nous nous y reportons et notamment aux importants ouvrages du professeur Millas Vallicrosa, de R. T. Gunther, de S. Garcia Franco et de Henri Michel (7). Les formes les plus

(5) El Escorial, MS latin d 1 2 f 9 v. et 10. Les chiffres de Vigila ont été publiés à de nombreuses reprises et dernièrement par G. Menendez Pidal. Los llamados numerales arabes en Occidente. *Boletín de la Real Academia de la Historia*, tomo CXLV (1959), p. 191. Les alphabets numériques grecs et hébreux de Vigila sont inédits.

(6) Marca Hispanica sive Limes Hispanicus Auct. Petro de Marca. Paris, 1688, p. 918. Acta dedicationis Ecclesiae monasterii Rivipullensis, Anno 977.

(7) Gunther, R. T. *The astrolabes of the World*, 2 vol., Oxford, 1932.

anciennes de l'astrolabe ont été signalées par les professeurs E. Zinner et O. Neugebauer (8).

L'astrolabe est une réduction plane si admirable du ciel étoilé et une application si élégante de la géométrie d'Euclide, que sa construction devait être enseignée dans les écoles. On pourrait penser que, des trois parties des traités de l'astrolabe qui nous restent : partie géométrique de la construction, partie pratique ou description de ses différentes pièces et enfin usage, c'est la première, ou peut-être les deux premières qui devraient nous être parvenues en majorité. Mais c'est le contraire que nous observons et il n'existe que très peu de textes anciens contenant la description physique d'un astrolabe. Le traité de la construction tel que le *Planisphère* de Ptolémée, qui est un traité de géométrie au sens où nous l'entendons, devrait être suivi d'une description des pièces de l'astrolabe, et il est certain que de telles descriptions ont existé. Pourtant, elles ont toutes disparu et aucun astrolabe antique, ni aucune figure d'astrolabe antique ne sont parvenus jusqu'à nous. Nous savons que les astrolabes grecs étaient construits pour une latitude de 36° et qu'ils avaient 16 ou 17 étoiles, mais nous ne savons guère davantage à leur sujet. Le livre de Sévère Sabokt (vers 660) est un traité d'usages, précédé d'une introduction descriptive extrêmement vague qui nous apprend peu de choses.

Le nom même d'astrolabe n'était pas toujours employé et il semble que le mot horoscope, pris dans le sens d'astrolabe, était plus fréquemment utilisé.

Ce mot d'horoscope est aussi le seul employé par les latins au x^e siècle, avant que ne soit connue la traduction de *Lupitus*. Parmi les traités contenus dans le manuscrit 225 de Ripoll, publié par le

Garcia Franco, S. *Astrolabios existentes en España*. Madrid, 1945. Michel, H. *Traité de l'astrolabe*. Paris, 1947.

Travaux plus récents avec bibliographie : Mayer, L. A. *Islamic Astrolabists and their Works*, Genève, 1956. Price, D. J. An International Checklist of Astrolabes. *A. I. H. S.*, n. 32 et 33 (1955), pp. 243-263 et 363-381. F. R. M[addison]. A supplement to a Catalogue of Scientific Instruments in the Collection of J. A. Billmeir Esq. C. B. E. Oxford, 1957. Hartner, W. article *Asturlab*. in : *Encyclopédie de l'Islam*, tome I, 1958, pp. 744-749. Kunitzsch, P. *Arabische Sternnamen in Europa*. Wiesbaden, 1959. Kunitzsch, P. *Untersuchungen zur Sternnomenklatur der Araber*. Wiesbaden, 1961. Maddison, F. R. *Scientific Instruments in : The Concise Encyclopædia of Antiques*, vol. V. Ed. by L. G. G. Ramsey, 1961.

(8) Zinner, E. Über die Früheste Form des Astrolabs. XXX Bericht der Naturforschenden Gesellschaft, Bamberg, 1947, pp. 9-31. Neugebauer, O. The Early History of the Astrolabe. *Isis*, vol. 40, n° 121, 1949, pp. 240-256. Bibl.

professeur Millas (9) se trouve un exposé de la construction du cadran solaire (nommé gnomon). On y trouve la phrase suivante : *Si autem oroscopum minime habueris, facies ita sedere, ut per medium capitis gnomonis poli stellam vidiri possis. Sed multo melius est cum oroscopum...* Il y a bien d'autres exemples de cette désignation et notamment dans la géométrie de Gerbert et dans le traité J de l'astrolabe, adaptation de la traduction de Lupitus que nous pensons être de Gerbert. Nous ne voulons pas en tirer un argument pour dire que l'astrolabe a pu passer directement des Byzantins aux Latins. Au contraire, jusqu'à preuve concrète, nous pouvons penser que le mot seul d'horoscope, mais non l'instrument, était connu dans le monde latin.

Un astrolabe byzantin a échappé à la destruction générale de ce type d'instruments. C'est une pièce de laiton de grandes dimensions conservée au Museo Civico de Brescia (10). Il est daté de 6570, mois de juillet (Ioulio), indiction 15. S'il s'agit bien de l'ère de Constantinople (5509), l'astrolabe est de l'année 1062. Son auteur, Sergios, né en Perse (Person Genous) se qualifie de Ypatos (consul) et d'Epistinos (savant, lettré?). L'astrolabe semble avoir été exécuté pour la latitude de Byzance, il ne porte en effet qu'un seul tympan pour les latitudes de *Byzantion* (marquée suivant le système grec MA ou 41°) et d'*Hellesponton* (marquée M ou 40°). En outre la mère est gravée comme un autre tympan pour la latitude de Rhodes, 36° (marqués LS). La série des almicantarats est également chiffrée suivant le système grec et, sur le tympan 40° comme suit :

Г	С	Θ	ΙΒ	ΙΓ	ΙΗ	ΚΑ ΚΑ	ΚΔ	ΚΖ	Λ
3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
ΛΓ	ΛΤ	ΛΘ	ΜΒ ΜΒ	ΜΓ ΜΓ	ΜΗ ΜΗ	ΝΑ	ΝΔ	ΝΖ	Ξ
33	36	39	42	45	48	51	54	57	60
ΞΓ	ΞΕ	ΞΘ	ΟΒ	ΟΓ	ΟΗ	ΠΑ	ΠΔ	ΠΖ	Ρ
63	66	69	72	75	78	81	84	87	90

(1) sic 65 pro 66.

(9) Millas Vallicrosa. 1931, *op. cit.*, p. 319. MS Ripoll 225 f. 96.

(10) Brescia, Museo Civico. Nous devons à l'aimable obligeance du Directeur du Museo Civico une excellente photographie des parties internes de cet instrument. Dalton, O. M. The Byzantine Astrolabe at Brescia. *Proc. of the British Academy*. London, 1926. Gunther, 1932, *op. cit.*, vol. I, pp. 104-108, en a publié les parties externes.

Détail important, plusieurs des lettres sont barrées par le milieu d'un petit trait pour indiquer qu'elles sont employées avec leur valeur numérale; le S est utilisé pour un 6 en concurrence avec l'episimon (par exemple, voir ci-dessus chiffres 6 et 36).

L'existence de cet astrolabe n'est pas le seul témoignage de la persistance d'une école scientifique à Byzance; malgré la mention qui y est portée de l'origine « perse » de Sergios, il ne semble pas faire de doute qu'il reproduit un type d'« horoscope » remontant à la tradition d'Ammonius. O. Neugebauer a, dans une publication récente véritablement monumentale (11), étudié tous les horoscopes grecs (dans le sens de présages) et signalé le traité d'un certain Stephanus qui contient un horoscope pour l'année 932 de Philippe, soit 609 A.D., suivi de prédictions concernant la durée du pouvoir des Abbasides. Stephanus qui écrit au début du ix^e siècle utilise un astrolabe sur lequel les mois égyptiens étaient gravés, le début du mois de Thot (septembre) est cité en relation avec le degré 9° 1/2 de la Vierge.

Sur le verso de l'astrolabe reproduit planche II on trouve également la trace, finement gravée à la pointe, d'une utilisation astrologique; le soleil est marqué, dans la quatrième case du Cancer par environ 18°, sous la forme d'un cercle surmonté d'un petit cône, signe distinctif du soleil dans les tables astronomiques grecques et byzantines.

5. — LES ASTROLABES ARABES ORIENTAUX DES IX^e ET X^e SIÈCLES

De Grèce, l'astrolabe passa dans le monde arabe par l'intermédiaire des villes restées hellénisées telles que Harran, carrefour commercial de grande antiquité situé dans la boucle de l'Euphrate et patrie des changeurs de monnaies et des constructeurs de balances très exactes. Les premiers astrolabistes de Harran sont mentionnés par Ibn Abi Yakub al-Nadim dans le *Fihrist*, écrit en 987. Ce sont : Ibn Chalaf al-Marwardi, Al-Fazari, Ali ben Isa, Khafif, élève d'Isa, Ahmad ben Khalaf et Muhammed ben Khalaf, également élèves d'Isa et d'autres constructeurs portant la nisba de Harrani. Parmi ceux-ci, on conserve encore le traité de l'astrolabe d'Ali ben Isa qui est extrêmement bref et ne contient, comme les traités grecs, que

(11) Neugebauer, O. et Van Hoesen, H. B. *Greek Horoscopes*. The American Philosophical Society, *Memoirs*, vol. 48, 1959, pp. 158-160, 190.

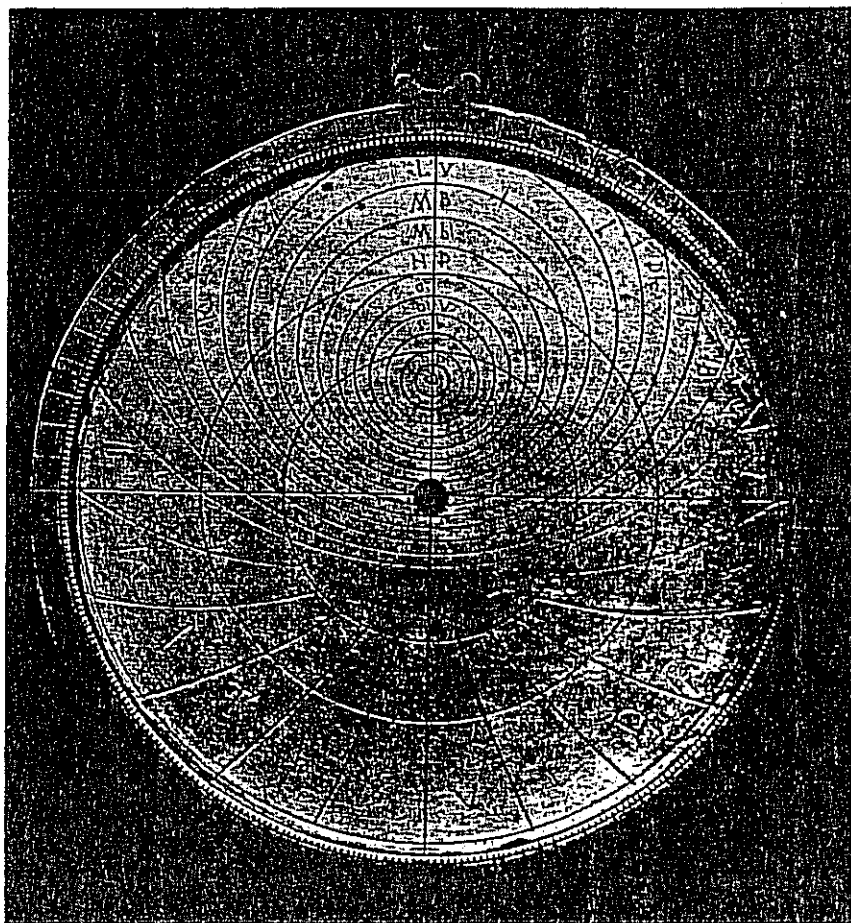


PLANCHE III

Astrolabe du x^e siècle. Partie interne
(Paris, collection de l'auteur)

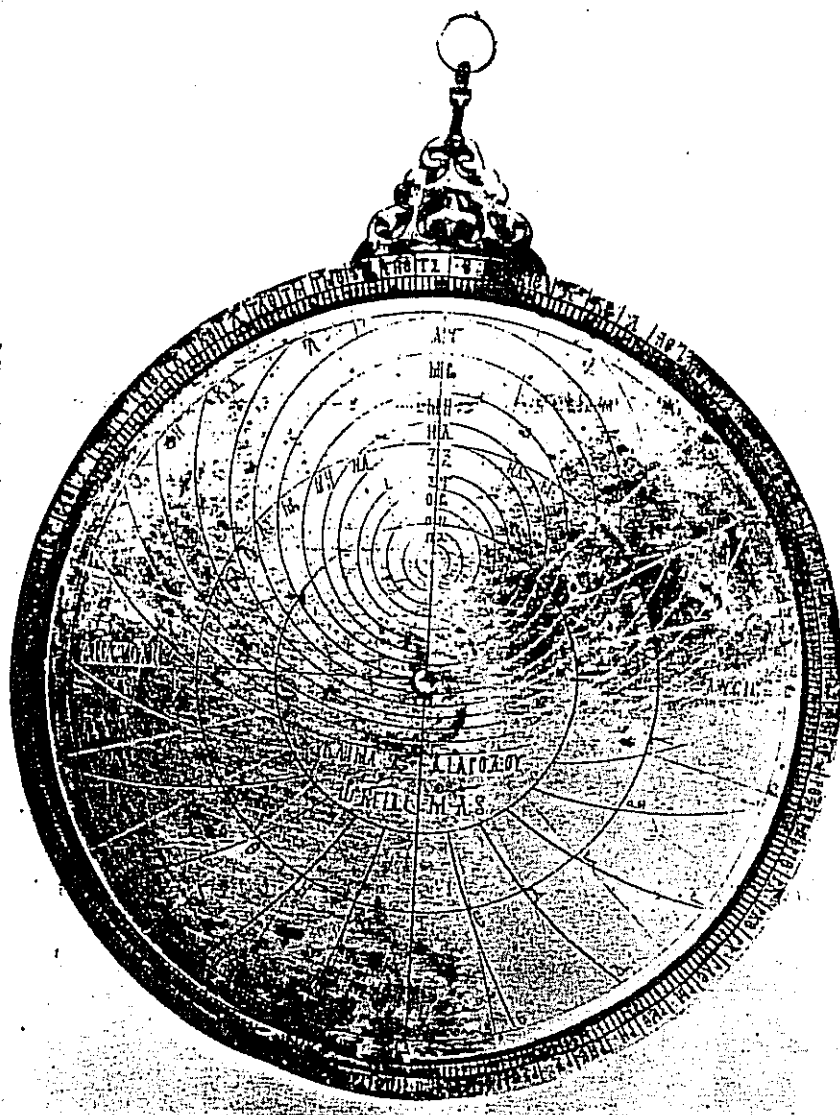


PLANCHE IV

Astrolabe byzantin de 1062. Partie interne
(Brescia, Museo Civico)

quelques feuilles se rapportant à l'usage de l'instrument. Le professeur Wiedemann (12) et ses élèves d'Erlangen, ont fait des recherches concernant l'astrolabe au temps des califes Abbasides et J. Frank a publié le traité de l'astrolabe qu'on suppose être celui d'Al-Kwarizmi (c. 780-846) contenu dans un manuscrit d'Al-Farghani (c. 800-860). Nous avons nous-mêmes publié un catalogue de 25 étoiles contenu dans un manuscrit de l'astrolabe d'Al-Farghani (13) auquel nous avons attribué la date de 846.

Il existe encore un astrolabe du ix^e siècle, conservé à la Bibliothèque Nationale de Paris (14). Il est signé d'Ahmed ben Khalaf, sans date. C'est un superbe instrument portant 17 étoiles et contenant quatre tympans pour les latitudes de 21° et 24° (La Mecque et Médine), 29°55' (Le Caire), 31°, 34°, 36°, 37° (Harran) et 39°. Cet astrolabe a été attribué au x^e siècle parce qu'il porte une dédicace à Jafar (905-987), fils du Calife Muktafi Billah, qui régna de 900 à 907; en fait la dédicace est une addition postérieure, comme

(12) Wiedemann, E. *Eingehende Behandlung aller möglichen Methoden für die Herstellung des Astrolabs. Das Weltall*, vol. 20. Halle, 1919. J. Frank, *Zur Geschichte des astrolabs. Sitzungsber. Physik-Mediz. Soz. Erlangen*, vol. 50-51, 1920, pp. 275-304. Wiedemann et Frank, *Allgemeine Betrachtungen von al-Biruni in einem Werk über die Astrolabien*, ditto, Erlangen, vol. 52-53, 1921, pp. 97-121. Frank, J. *Die Verwendung des Astrolabs nach al-Chwarizmi. Abhandl. zur Gesch. der Naturwiss. und der Medizin*. Heft 3, Erlangen, 1922. Schoy, K. et Drecker, J. *Ali ibn Isa, Das Astrolab und seine Gebrauch. Isis*, vol. IX, n° 30, 1926, pp. 239-254.

(13) Destombes, M. Note sur le catalogue d'étoiles du Calife Al-Mamoun. *Actes du VIII^e Congrès Int. d'Histoire des Sciences*. Florence, 1956, p. 309-312.

(14) Paris, Bibl. Nationale, Res. Ge A 324. Publié in : Gunther, *op. cit.*, 1932, n° 99, pl. 52. Les lectures des noms d'étoiles et celles des villes des tympans publiées par Gunther sont incorrectes; on doit lire :

étoiles :	1. al-gul	10. al-fekka
	2. al-debaran	11. al-aqrah
	3. al-ayyuk	12. ras al hawwa
	4. rijel al-Jabbar	13. al-waki
	5. mankib al-Jabbar	14. nasr al-thair
	6. al-Yemenyiah	15. al-ridf
	8. al-asad	16. mankib
	7. al-Shamyiah	17. al-chadib
	9. al-ramih	
tympans :	1. latitude 21°40' Mekka,	heures 13.18 m.
	latitude 24° Medinah,	heures 13.30 m.
	2. latitude 29°55' Misr,	heures 14.
	latitude 31°	heures 14.6 m.
	3. latitude 34°	
	latitude 36°	
	4. latitude 37° Harran,	heures 14.36 m.
	latitude 39°	heures 15.

en témoigne l'écriture et l'auteur est très probablement l'élève d'Ali ben Isa, cité dans le Fihrist, dont l'activité se place pendant la seconde moitié du ix^e siècle. Un autre astrolabe portant 16 étoiles est conservé au Musée arabe de Baghdad (15). Il est signé de Ahmad ben Kamal, mais non daté. Son style est très analogue à celui d'Ahmad ben Khalaf, il peut par conséquent, sans invraisemblance et sauf preuve contraire, être assigné lui aussi à la seconde moitié du ix^e siècle.

Enfin, un troisième astrolabe, qui vient d'être récemment acquis par le Musée d'Histoire des Sciences d'Oxford est signé de Khaff sans date; il peut, lui aussi, sur la base de sa très grande antiquité, de son style et du nom de son auteur, être assigné avec la même date à cette série d'instruments. Il porte 17 étoiles et contient deux tympanaux originaux auxquels on a ajouté un autre plus récent (16). Il porte aussi une dédicace « pour Ahmad al-Munajjim al-Singari ».

C'est en Iran que se place l'activité des astrolabistes au x^e siècle. D'après ce que rapporte Abul Qassim Hibetallah al-Asturlabi (17) — célèbre constructeur d'instruments du xii^e siècle —, Abd al-Rahman al-Sufi (903-986), l'auteur du *Livre des Constellations*, avait écrit pour son maître, le Sultan Adud al-Dawla (936-983), un grand traité de l'astrolabe pour lequel le Vizir Abul Fadl Muhammad ibn Amid (c. 900-970) composa une préface, qui fut plus tard incorporée dans la collection de ses épîtres. H. J. J. Winter a signalé (18) que l'araignée de l'astrolabe, mentionné par al-Sufi représentait 37 étoiles, dont les positions furent adaptées à l'équinoxe de l'an 360 de l'hégire (971).

Ibn al-Amid, vizir pendant trente ans du frère d'Adud al-Dawla à Shiraz et à Bagdad, était un littérateur et un savant renommé; c'était aussi un urbaniste, un ingénieur et un mathématicien, habile dans l'art de construire des machines de guerre et des instruments scientifiques. Il écrivit divers traités de mécanique et fit construire à Raiy en 950 un immense quadrant mural au moyen duquel deux des astronomes d'Adud al-Dawla observèrent l'obliquité de l'éclip-

(15) Bagdad, Arab Museum, n° 9723. Diamètre 85 mm., araignée de 16 étoiles, trois tympanaux. Voir : Fransis et Nasr al-Naqshabandi. *Al-asturlab. Sumer*, vol. 13, 1957, Bagdad, pp. 9-33, pl. 1-3 (en arabe).

(16) Oxford, Science Museum, 1957-155. Maddison, Billmeir Suppl., pl. XXIII.

(17) Rosenthal, F. *Al-asturlabi and as-Samawal on scientific progress. Osiris*, IX, 1950, pp. 555-559.

(18) Winter, H. J. J. Notes on the *Kitab Suwar al-Kawakib...* of al-Sufi. *A. I. H. S.*, tome 34, n° 30, 1955, pp. 126-133.

tique. L'un de ceux-ci, Abu Djafar al-Khazini, est d'ailleurs connu pour ses travaux concernant la précession des équinoxes. Le traité de l'astrolabe d'al-Sufl, d'après M. Krause (19) fut dédié en 970 à Abul Fawaris Sirdil, fils d'Adud al-Dawla, qui régna comme émir à Shiraz, puis à Bagdad sous le nom de Sharaf (c. 958-989) — un terme technique d'astrologie qui signifie exaltation. Le traité de l'astrolabe d'al-Sufl existe encore (20), c'est une œuvre contenant 400 chapitres qui comporte, suivant les manuscrits, de 100 à 180 folios. Encore s'agit-il de résumés car nous avons identifié à la Bibliothèque Nationale de Paris un traité beaucoup plus considérable de cet auteur et écrit par lui-même, contenant la moitié du traité original de Sufl. Cette identification, qui fait l'objet d'un autre travail, n'a été possible que grâce à l'aimable obligeance du professeur Georges Vajda, qui avait découvert le manuscrit et en avait publié une page dans son album de Paléographie arabe (21). Malheureusement, le traité en question ne contient pas les dernières pages avec le catalogue d'étoiles — et sans doute la date de rédaction — de sorte qu'il nous manque la liste des étoiles. Tous les résumés existants semblent également être tronqués du dernier chapitre se rapportant à l'araignée.

Dans le *Libre des Constellations*, écrit en 964, al-Sufl désigne 27 étoiles qui sont marquées sur l'astrolabe et qui correspondent à quelques exceptions près, aux 27 étoiles que l'on trouvera quelques années plus tard sur les astrolabes hispano-arabes du XI^e siècle et dans le traité de Lupitus.

Il nous reste encore six astrolabes persans du X^e siècle : deux astrolabes de Hamid ben Ali al-Wasiti, dont l'un daté de 343 de l'hégire (954 A. D.) est conservé au Musée National de Palerme et l'autre au Musée d'Art Islamique du Caire. Ces deux astrolabes ont malheureusement perdu tous deux leur araignée (22). Une araignée

(19) Krause, M. *Stambuler HSS Islamischer Mathematiker. Quellen und Studien für Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik*, Berlin, vol. 3, 1936, pp. 437-532, n° 138.

(20) Paris; Bibl. Nat. MS Ar 2493, copié en 1866; Ar 2498, XVI^e s.; Leningrad, Institut des Langues Orientales, MS 190, XVII^e s.; Istanbul, AS 3509, 676 de l'hégire; AS 2642, 871 de l'hégire; Téhéran, Mishkat, n° 1041, XVII^e siècle.

(21) Paris, Bibl. Nat. MS Arabe 5098, X^e siècle (2^e partie seule, incomplète du dernier chapitre). Une feuille est reproduite in : Vajda, G. *Album de Paléographie arabe*, Paris, 1958, pl. 5.

(22) Le Caire, Musée d'Art Islamique, Harari n° 148; diam. : 110 mm. Signé au verso, dans le quartier inférieur gauche : Hamid ibn Ali, Palerme, Museo Nazionale, n° 2131, diam. : 153 mm. Signature dans

isolée pouvant dater du milieu du x^e siècle est conservée au Musée d'Oxford; elle est construite pour un instrument de 153 mm. de diamètre et contient 16 étoiles. Un autre astrolabe datant de 374 de l'Hégire (984) a été signalé par Gunther en 1932 (23), mais il est actuellement égaré et n'a jamais été publié. Il est signé de Hamid ben al-Khidr al-Najdi qui pourrait être le même que l'astronome de Shiraz al-Khojandi (24). Enfin on conserve à Oxford le bel astrolabe de Ahmad et Muhammad ben Ibrahim d'Ispahan, daté de 984 (25), dont l'araignée contient 37 étoiles qui peuvent être utilisées pour identifier celles d'al-Sufi.

On peut encore placer dans le x^e siècle l'astrolabe arabe dit de Sylvestre II (Gerbert), instrument arabe du Musée d'Histoire des Sciences de Florence (26) dont l'araignée contient 25 étoiles. La face de cet instrument et l'intérieur ainsi que les tympanes sont originaux, le verso, dont le tracé paraît également original, a été surchargé vers le milieu du xiii^e siècle de la nomenclature des mois latins et des chiffres.

Cet ensemble permet de se faire une idée assez exacte de la beauté de la gravure et de la précision des instruments astronomiques au moment où ces connaissances vont être diffusées en Espagne.

le quartier inférieur gauche : « Œuvre de Hamid ibn Ali, l'an 343 ». Cet astrolabe date donc de 954 et non 959 comme l'indique Mayer, *op. cit.*, p. 45. Oxford, Science Museum, 1957-84, n° 156. Araignée isolée de 143 mm., pour un astrolabe de 152 mm., montrant 16 étoiles. Voir Maddison, 1957, *op. cit.*, n° 156, inédit.

(23) Astrolabe non localisé. Signé Hamid ibn al-Khidr an-Najji (al-Khojandi?); diam. : 150 mm. Araignée de 26 étoiles, cinq tympanes. Voir Gunther, *op. cit.*, n° 111; figures 118-119.

(24) Abu Mahmud ibn al Khidr al-Khojandi, vivait à Raiy pendant la deuxième moitié du x^e siècle, à la cour de Fakr al-Dawla pour qui il construisit un énorme instrument d'observation composé de deux murailles parallèles élevées dans le plan du méridien et gradué en minutes. Il construisit aussi un instrument universel remplaçant l'astrolabe et qui fut perfectionné au xii^e siècle à Bagdad par Abul Qasim Hibetallah ibn al Husain al-asturlabi. Voir Weidemann, E. *Encycl. de l'Islam*, II, 1927, p. 1028. Rosenthal, F. *Osiris*, IX, 1950, p. 554.

(25) Oxford, Science Museum. G. 3; diam. : 133 mm. Signé au verso : « Ahmad et Muhammad ibn Ibrahim asturlabi Isfahani l'an 374 » (984 A. D.). Gunther, *op. cit.*, n° 3, pl. 22-23.

(26) Florence, Musée d'Histoire des Sciences, n° 1113. Astrolabe anonyme; diam. : 162 mm., deux tympanes. Une copie électrotype au Musée Naval de Madrid a été décrite en détail par S. Garcia Franco, *op. cit.*, p. 131-160. Gunther, *op. cit.*, n° 101, pl. LII.

6. — LES ASTROLABES HISPANO-ARABES AU XI^e SIÈCLE

Par l'intermédiaire de Maslama ben Ahmad al-Majriti, le traité de l'astrolabe — probablement celui d'al-Sufi — pénétra à Cordoue et dans l'Espagne musulmane vers l'année 975. Avant le milieu du x^e siècle, les sciences exactes n'étaient guère pratiquées qu'à Kairouan. Le professeur Vajda m'a aimablement signalé un ouvrage sur la construction de l'instrument astronomique connu sous le nom de Sphère armillaire qui semble être un traité de l'usage de l'astrolabe. L'auteur, Dunas ben Tamin b. Yakub al-Israeli, travaillait à Kairouan au milieu du x^e siècle. Il était en relation avec Byzance et nous avons là une indication des influences réciproques de l'Orient et de l'Occident dans le domaine scientifique (27).

Abul Qassim Maslama (c. 930-1004, mort selon certains en 1007) était considéré à juste titre comme le maître (imam) des sciences mathématiques. On dit qu'il avait voyagé dans sa jeunesse en Orient et qu'il en rapporta des manuscrits pour s'installer ensuite à Cordoue. On ne sait s'il est bien l'auteur d'un traité d'alchimie qui aurait été composé vers 950 ainsi que d'un ouvrage concernant les arts magiques, traduit en latin sous le nom de Picatrix. Certains auteurs (28) lui en ont refusé la paternité en estimant que l'occultisme ne répondait pas à ses conceptions scientifiques. Quoi qu'il en soit, Maslama fut certainement l'importateur à Cordoue des

(27) Vajda, G. Le commentaire kairouannais sur le livre de la création, *Revue des Etudes juives*, vol. 106, 1947, pp. 99-156. — Vajda G. *Revue des Etudes juives*, vol. 112, 1953, pp. 11 sqq. — Stern, S. A treatise on the armillary sphere by Dunas ben Tamin. *Homenaje a Millas Vallicrosa*, vol. 2, 1956, pp. 373-377. Dans ce traité, conservé à Istanbul, AS 4861, écrit avant 1216, l'auteur expose qu'il a composé un ouvrage d'astronomie pour le calife de Cordoue al-Mansour et qu'il a dédié le présent traité de l'astrolabe au Gouverneur de Mahdiyya. Un passage du traité mentionne également qu'en réponse à des questions posées par Abu Yusuf Hasdai ben Ishaq ben Shaprut (c. 915-990), médecin du Calife de Cordoue, il lui a envoyé un traité des phases de la lune. Ces questions d'Abu Yusuf lui étaient parvenues de Constantinople. Or Abu Yusuf, aussi nommé Rabbi Joseph est connu comme traducteur de grec en arabe et protecteur des sciences. Sur sa demande, l'Empereur Constantin VII avait envoyé un exemplaire de Dioscorides à Abd al Rahman III en 949. Il ne serait pas inapproprié d'identifier ce Yusuf avec Josephus Hispanus, Sapiens qui avait édité le traité de multiplication et de division réclamé en 984 par Gerbert à Miro, évêque de Gérone.

(28) *De Artibus Magicis* aurait été composé en 958, à Cordoue. Ritter, H. Picatrix, Warburg Institute Publ., n° 94, 1923. *Idem* Das Ziel des Weisen von Pseudo-Majriti. Arabische Text. Studien der Bibl. Warburg, éditeur F. Saxl. Leipzig, 1933.

tables astronomiques de Muhammad ben Moussa al-Kwarizmi, du traité de la projection de la sphère sur un plan de Ptolémée (le Planisphère), de certaines tables adaptées d'al-Battani, d'un traité de calcul et d'un ouvrage sur l'astrolabe.

De tous ses ouvrages de mathématiques et d'astronomie, Suter et Brockelmann ne citent aucun exemplaire en langue arabe (29) à l'exception d'un manuscrit de l'Escurial, examiné ultérieurement par Millas Vallicrosa et qui ne comporte qu'un seul feuillet de Maslama.

Les tables astronomiques d'Al-Kwarizmi n'ont donc été conservées qu'en latin dans une traduction du XII^e siècle, elle-même révisée de diverses manières. La version arabe de Maslama, certainement traduite par Petrus Alphonsus vers 1115, fut améliorée et éditée par Adelard de Bath quelques années plus tard. L'Académie des Sciences et des Lettres de Copenhague en avait publié en 1918 le texte et les tables ainsi qu'une version allemande faite par Suter, accompagnée d'études et de commentaires de A. Björnbo et R. Besthorn. La même Académie vient de publier (30) pour le plus grand bénéfice des historiens une traduction, par le professeur O. Neugebauer, de la version latine et des commentaires de Suter, accompagnés de nouveaux éléments tirés d'un excellent manuscrit latin du XII^e siècle conservé à Oxford. Cette dernière édition nous permet de comprendre le caractère composite et les additions successives d'une pareille série de tables astronomiques, dont il est bien difficile de reconnaître ce qui appartient en propre à Al-Kwarizmi et ce qui est l'œuvre de Maslama ou des adaptateurs arabes successifs. De pareilles adaptations se sont certainement produites pour les autres œuvres de Maslama en arabe, de sorte qu'il est raisonnablement permis d'attendre leur remise à la lumière par extraction des œuvres de ses disciples hispano-arabes.

Le Cadi Ibn Said nous apprend, par exemple, que Maslama

(29) Suter, H. *Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke. Abhandl. zur Geschichte der Mathematik. Wissensch. Leipzig, heft 10, 1900, n° 176 et Nachtrage, 1902, p. 226. Brockelmann, Geschichte der Arab. Liter., I, 2^e ed., 1943, p. 281. Suppl. I, 1937, p. 431. Wiedemann, E. *Encyclopédie de l'Islam*, vol. III (1927), p. 100.*

(30) Björnbo, A. Besthorn, R. et Suter, H. *Die astronomischen Tafeln des Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi in der Bearbeitung des Maslama. Mémoires de l'Académie des Sciences de Danemark. Section Lettres*, vol. 3, 1918. O. Neugebauer, *The Astronomical Tables of al-Khwarizmi...* supplemented by Corpus Christi College manuscript, 283. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Bd. 4, n. 2, 1962, 248 p.

réduisit la position des étoiles fixes principales et celle des planètes pour l'origine de l'Hégire. L'existence d'une telle table est attestée de divers côtés et notamment par les deux auteurs arabes Ibn al-Banna et Al-Marrakeschi au XIII^e siècle. Les deux auteurs déclarent qu'ils ont suivi les tables astronomiques du maître Ahmed ben Ali ben Isaak al-Tunisi qui n'est autre qu'Ibn Kammad; il n'est pas invraisemblable de penser qu'Ibn Kammad n'avait fait qu'éditer Maslama (31).

Le planisphère de Ptolémée dans la traduction arabe de Maslama, a été traduit en latin à Toulouse en 1143 et le texte en a été publié à Bâle par Ziegler en 1536. Le texte arabe en était perdu, mais nous en avons trouvé, croyons-nous, un exemplaire, accompagné des commentaires de Maslama et de figures, dans un manuscrit de la Bibliothèque Nationale de Paris, copié à Hamadan en 1150 A. D (32).

Ce manuscrit contient plusieurs écrits traitant de problèmes de géométrie rédigés par les savants de l'école de Shiraz du X^e siècle : Abu Sahl Wigan ibn Rustam al-Kuhi, Ahmed ibn Abd al Jalil al-Sijizi, Ahmad ibn Muhammed al-Sagani et Abu Djafar Muhammed ibn al Hassan al Khazini qui travaillaient avec le Vizir ibn al-Amid à la cour d'Adud al-Dawla et après lui auprès de Sharaf al-Dawla. Le fait que ce manuscrit contienne aussi des ouvrages de Maslama nous indique la source de ses connaissances en matière de mathématiques et d'astronomie et la voie qui les a conduites de Perse en Espagne.

Le plus important traité du même manuscrit et qui jette une lumière nouvelle sur les traités de l'astrolabe hispano-arabes est

(31) Le Minhag d'Ibn al-Banna est conservé dans le manuscrit 909 de l'Escurial, accompagné de tables astronomiques et d'un catalogue d'étoiles établi pour l'origine de l'hégire.

(32) Paris, Bibliothèque Nationale, MS Ar. 4821, 86 ff. Recueil de traités de géométrie sphérique et d'astronomie de divers auteurs du X^e siècle et copiés à Hamadan en 544 de l'hégire (1150 A. D.). Les traités I à VIII sont signés par Abu Sahl Wigan ibn Rustam al-Kuhi (Suter n° 175), Ahmad ibn Abdul Jalil al-Sigizi (Suter n° 185). Ahmad ibn Muhammad al-Sagani (Suter n° 143) et Abu Djafar Muhammad ibn al-Hassan al Khazini (Suter n° 124) et concernent la construction des polygones. Les parties IX et X, ff. 61-82 v., sont de Maslama, les deux dernières parties ont pour auteur Hamdallah ibn al Hassan al-Kusi (Suter n° 139) ? et Abul Abbas al-Fadl al-Hathim al-Nairizi (Suter n° 88). Des manuscrits du même type, quoique de composition différente, sont conservés à Leide, Golius 168; Londres, India Office, 767; Le Caire, 201-202 et Istanbul, AS 4832; M. Krause, *op. cit.* 1936, signale toutefois un manuscrit arabe du planisphère à Istanbul, AS 2671, ff. 76-97, XIII^e siècle.

celui de la construction de l'astrolabe qui suit immédiatement le commentaire sur le planisphère de Ptolémée. Il contient une table des longueurs de l'ombre du gnomon pour une latitude de $38^{\circ}30'$, qui est celle de Cordoue et immédiatement après, une liste intitulée : « Lieux des étoiles fixes, suivant les observations de Maslama ben Ahmad à la fin de l'année 367 de l'hégire (978) suivant le procédé d'al-Battani et les étoiles que l'on place sur l'astrolabe ».

La table donne les noms de 21 étoiles, leurs longitudes et latitudes écliptiques, ainsi que les médiations et les déclinaisons équatoriales. Le fait que la table donne la médiation, qui est le point de l'écliptique coupé par le cercle horaire, et non l'ascension droite justifie le caractère pratique de la table qui est soit tirée d'un astrolabe, soit faite pour l'astrolabe. On peut, en effet, lire directement sur l'écliptique au moyen de l'ostensor la valeur de la médiation des étoiles de l'araignée. Nous publions ici pour la première fois dans la table I les longitudes et médiations de Maslama, en les comparant aux ascensions droites calculées pour l'an 978 au moyen de la table de Neugebauer (33). On voit que la table de Maslama est très exacte.

Quelle est la méthode d'al-Battani suivie par Maslama? Nous le savons par al-Sufi, qui l'a exposée en la critiquant dans la préface du *Livre des Constellations* : c'est celle qui consiste à calculer exactement la longitude d'un petit nombre d'étoiles voisines de l'écliptique de façon à trouver la différence entre ces longitudes et celles de Ptolémée; on place alors sur le globe céleste toutes les étoiles possibles du catalogue de Ptolémée en corrigeant leur position d'un écart constant pour la précession des équinoxes; enfin on mesure sur le globe — ou on calcule au moyen d'une formule de triangles sphériques — les médiations pour insérer ces chiffres dans la table.

Maslama a sans doute procédé de la sorte pour établir sa table des étoiles fixes. Il a adopté une constante de précession de $12^{\circ}40'$ par rapport aux longitudes écliptiques de Ptolémée, à l'exception du Cœur de Lion (qalb al Asad, *Regulus*) pour laquelle il a adopté une longitude de $15^{\circ}40'$ soit un écart de $13^{\circ}10'$ avec Ptolémée. Ces chiffres sont calculés 14 années après al-Sufi qui utilise lui-même uniformément une constante de précession de $12^{\circ}42'$, y compris le Cœur du Lion. Le catalogue de Maslama calculé pour 978 est donc en retard (sauf en ce qui concerne *Regulus*) de 14 minutes sur celui d'al-Sufi, qui date de 964, soit 2 minutes de différence et

(33) Neugebauer, P. V. *Sterntafeln von 4000 vor Chr. bis zur Gegenwart ... 3000 nach Chr.* Leipzig 1912.

12 minutes pour l'écart de temps de 14 ans. La plupart des positions d'al-Sufi sont elles-mêmes en avance de 6 minutes sur les positions vraies, à l'exception de qald al-Asad, qui retarde de 26 minutes sur les autres étoiles et de 20 minutes sur sa position véritable. Par conséquent, l'opération de Maslama a pour résultat de placer son catalogue à 8 minutes de retard sur les positions vraies et de recaler la position du Cœur du Lion, qui était fausse, à 6 minutes de retard sur cette même position, résultat très appréciable, et qui serait tout à fait exact en l'an 970.

Il est donc certain que Maslama avait effectivement observé la position du Cœur du Lion et d'autres étoiles. Cela est révélé par Azarchel (34) dans le *Traité sur le mouvement des étoiles fixes*, qui mentionne exactement la longitude du Cœur du Lion de Maslama à $15^{\circ}40'$ du Lion : c'est le chiffre que nous trouvons dans la table : $135^{\circ}40'$. Le traité d'Azarchel écrit en 1070, 92 ans après celui de Maslama, mentionne encore des observations d'Abu Abdallah ben Bargut de Cordoue, disciple de Maslama, faites en l'an 1050.

Il n'existe plus aucun astrolabe hispano-arabe du x^e siècle. Le plus ancien que nous connaissions est daté de 417 de l'Hégire, 1026 A. D. Il est l'œuvre de Muhammad ben al-Saffar, élève et continuateur de Maslama à Cordoue (35). L'astrolabe est très bien conservé et son araignée nous montre 21 étoiles, 11 boréales et 10 australes, correspondant presque exactement avec celles du catalogue de Maslama. Muhammad al-Saffar est encore l'auteur d'un autre astrolabe daté de 1029 et conservé à Marbourg; son araignée montre 29 étoiles et son tympan principal a été exécuté pour la latitude de Cordoue $38^{\circ}30'$; l'instrument a toutefois été construit à

(34) Millas Vallicrosa. *Estudios sobre Azarquiel*. Madrid, 1950, pp. 311-12.

(35) Edinburgh, Royal Scottish Museum, 1959-62; diam : 155 mm.; araignée pour 21 étoiles, 7 tympanes. Voir Plenderleith. R. Discovery of and old astrolabe. *Scottish Geographical Magazine*, vol. 76, 1960, p. 25, planche. Étoiles sur l'araignée :

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1. ras al-gul | 12. al fekka |
| 2. al-debaran | 13. qalb al-aqrab |
| 3. al-ayyuk | 14. al ras al-hawwa |
| 4. rijel al-Jauza | 15. al waki |
| 5. yed al-Jauza | 16. al tair |
| 6. al-yemenyiah | 17. ridf |
| 7. al-shamyiah | 18. deneb al jedi |
| 8. al asad | 19. mankib |
| 9. al azal | 20. kaff al chadib |
| 10. (banat nash?) | 21. deneb gaitos. |
| 11. al rami | |

Tolède et il appartient ensuite à un astronome hébreu qui grava au verso quelques surcharges.

Il existe une douzaine d'astrolabes hispano-arabes du XI^e siècle, la plupart d'entre eux furent exécutés par un très habile constructeur de Tolède nommé Ibrahim ibn Sa'id al-Sahli. Les instruments datés de 1067 et 1068 ont été faits à Tolède, ceux qui sont datés 1071, 1073 et 1086 à Valence. Son fils travaillait encore à Valence en 1089, postérieurement à la chute de Tolède. L'araignée de ces astrolabes est très élégante, elle est généralement construite pour 26, 27 ou 28 étoiles, correspondant à celles qui sont indiquées par al-Su'fi dans son *Livre des constellations*, et qu'on retrouve le plus souvent dans le catalogue d'étoiles du traité de Lupitus ainsi que sur certains dessins d'astrolabes des XI^e et XII^e siècles annexés aux traités de Lupitus et de Gerbert.

Cet inventaire sommaire montre bien que les productions de l'Espagne musulmane en la matière passent par l'intermédiaire de Maslama, et qu'on doit chercher leur source en Iran dans le troisième quart du X^e siècle.

7. — L'ASTROLABE CHEZ LES LATINS AUX X^e ET XI^e SIÈCLES

Jusqu'à une époque toute récente, le rôle que jouait la science en pays franc au X^e et au XI^e siècle était tenu pour négligeable ou inexistant. Certes, on voulait bien émettre un doute positif en faveur de Gerbert au sujet de son traité de l'astrolabe et lui donner aussi l'abacus avec les règles de la multiplication et de la division. Bubnov classait le traité de l'astrolabe dans les œuvres douteuses de Gerbert, mais c'était parce qu'avant lui, on lui en avait refusé l'autorité. Millas Vallicrosa (36) a fait connaître en 1931, le contenu du manuscrit de Ripoll et il a établi que le traité de l'astrolabe attribué à Gerbert, par Bubnov (texte J) n'était qu'une récitation élégante d'une traduction littérale de l'arabe d'un traité de l'usage de l'astrolabe (texte J'). Rappelant que Gerbert avait écrit de Reims en 984 à Lupitus Barchinonensis pour lui demander le livre d'« astrologie » qu'il avait traduit (de l'arabe), il avait conclu que le traité J' était probablement ce livre d'astrologie et par conséquent qu'il était de Lupitus.

(36) Millas Vallicrosa, 1931, *op. cit.*, pp. 150-211. *Ibidem*. Las primeras traducciones científicas de origen oriental hasta mediados del Siglo XII. Actes du IX^e Congrès International d'Histoire des Sciences. Barcelone, 1959. Paris, 1960, pp. 46-55.

En 1932, H. P. Lattin a prouvé (37), d'une façon qui nous semble concluante, que Lupitus, nommé familièrement dans la lettre de Gerbert par son prénom, n'était autre que l'archidiacre Seniofredus Lobetus, exécuteur testamentaire de l'évêque de Barcelone Vivas, qui se rendait à Rome en 995. Nous avons vu que Seniofredus était lié étroitement à l'entourage du comte Borell, à l'évêque Miro de Gérone ainsi qu'à Vigila, le copiste des plus anciens chiffres arabes.

La grande probabilité que Lupitus soit l'auteur du prototype J' se mue en certitude si l'on examine les exemples de calcul qui figurent au chapitre XVII (38). On y donne la hauteur du soleil de 60° à midi le 15 avril. L'auteur du traité dit aussi qu'il faut chercher au verso de l'astrolabe à quelle division de l'écliptique correspond le 15 avril, on trouve alors le premier degré du Taureau : *primus ordo bovis*. Si l'on calcule la latitude du lieu avec ces éléments, la déclinaison du soleil étant alors de 12° , on trouve que l'exemple est pris pour une latitude de 42° de latitude Nord. C'est celle de Gérone, de Vich et de Ripoll. Par ailleurs, J' était couramment nommé *Liber astrologicus* au XI^e siècle comme il apparaît sur le titre de l'exemplaire de ce traité conservé à la Bibliothèque de Berne (MS A 196 f. 1).

Parmi les textes publiés dans le grand ouvrage de Millas, figure en tête (p. 271-275) un prologue que Bubnov avait proposé d'attribuer à Lupitus et qui commence par « *Ad intimas summe Philosophiæ disciplinas...* » Millas accepte la suggestion de Bubnov en la faisant précéder d'un probablement, sans remarquer que le traité J' est déjà muni d'un prologue : « *Qui vult scire certas horas... explicit prologus.* » Si le premier prologue se place naturellement quelque part, c'est bien plutôt, il nous semble, en tête du traité J de Gerbert, qui serait ainsi l'auteur de cette introduction.

Le traité J' est généralement accompagné dans les manuscrits par une traduction résumée, souvent tronquée, d'un traité de la construction de l'astrolabe que Millas (h'') attribue aussi, avec de bonnes raisons, à Lupitus. Ce qu'il en reste est constitué de deux très courts chapitres accompagnés de deux figures. L'original arabe de ce texte semble correspondre au fragment du commentaire du planisphère de Ptolémée par Maslama intitulé : « Sur les cercles parallèles de Ptolémée et sur le zodiaque, et comment on peut des-

(37) Lattin, H. P. Lupitus Barchinonensis. *Speculum*, vol. VII, 1932, pp. 58-64.

(38) Millas Vallicrosa, 1931, *op. cit.*, p. 286.

siner le cercle de l'horizon et diviser l'écliptique en degrés et en signes », contenu dans le manuscrit que nous avons signalé. S'il en était bien ainsi, nous aurions une confirmation de ce que la source du traité de Lupitus est bien l'ouvrage de Maslama.

Enfin, le traité J' est souvent accompagné d'un autre petit texte que Millas nomme J'a et qui parle de l'astrolabe sphérique : *Incipit de horologio secundum alchoram, id est speram rotundam*. La terminologie y est assez particulière, la latitude par exemple, nommée Terre, est la traduction exacte de l'arabe *ardh*. Il est très probable que cette traduction est également due à Lupitus.

Nous avons examiné et comparé entre eux un certain nombre de manuscrits de Gerbert ou attribués à Gerbert et à Lupitus en faisant porter notre attention particulière sur les manuscrits du XI^e siècle et sur ceux qui contiennent des figures. Celui qui nous a paru le plus original est sans aucun doute le MS latin 7412 de la Bibliothèque Nationale de Paris. Ce manuscrit avait été signalé en 1931 par Van de Vyver (39) qui en a reproduit deux figures, l'araignée et un tympan. Cette copie nous a paru très proche de l'original et les dessins sont relativement exacts.

Ce manuscrit n'a jamais fait l'objet d'une étude complète et les divers éléments qui le composent s'entremêlent différemment de ceux qui sont insérés dans le manuscrit de Ripoll; nous avons cru devoir en donner une collation à la fin de cet article. On trouve dans ce manuscrit trois éléments distincts se rattachant à Gerbert, à Lupitus et à Maslama :

a) L'astrolabe de Gerbert et le prologue que nous lui attribuons; la partie centrale de la géométrie de Gerbert qui traite des usages de l'astrolabe; les figures qui l'accompagnent mieux dessinées que dans la plupart des autres manuscrits; un cadran solaire d'un type particulier; la figure d'une sphère munie de sept tubes servant à l'observation, telle que la décrit Gerbert dans une lettre à son ami Constantinus; le traité du quart d'astrolabe à curseur que Millas a publié et un texte géographique inédit, d'origine latine et qui pourrait remonter au temps de Cassiodore.

(39) Van de Vyver, A. Les premières traductions latines des traités de l'astrolabe. Premier Congrès International de Géographie Historique. Bruxelles, 1931, vol. II, pp. 266-290, pl. Kunitzsch, P. *Op. cit.*, 1959, pp. 90-92. Cf. Zinner, *op. cit.*, 1947, p. 16.

b) Un catalogue de 26 étoiles présenté différemment de celui qui figure dans les traités de l'astrolabe de Gerbert et d'Hermannus Contractus; les valeurs de certaines médiations étoiles y sont plus anciennes et plus exactes que celles du manuscrit de Ripoll publié par Millas; le texte J'a de Lupitus; le texte h'' probablement de Lupitus sur la construction de l'astrolabe emprunté à Maslama, la figure de l'araignée avec les noms des étoiles en latin. Nous publions ci-après les médiations du catalogue de 26 étoiles comparées à celles de Maslama et à celles relevées sur l'astrolabe au moyen de l'ostensor (table II).

c) La figure du dos de l'astrolabe en arabe (avec l'addition des mois et des signes en latin) et les figures de sept tympan de l'astrolabe en arabe, sans aucune annotation latine.

Ce manuscrit complète et précise les informations qui avaient été apportées par la découverte du manuscrit de Ripoll, et sa valeur ne vient pas seulement de sa soigneuse rédaction, mais aussi de son ancienneté, l'écriture étant du milieu du *xr*^e siècle, au plus tard.

Il est évident que le copiste disposait d'un astrolabe hispano-arabe, et on a bien l'impression d'avoir devant les yeux une image de l'astrolabe de Lupitus. Les tympan ne se réfèrent à aucune ville en particulier, mais ils sont établis pour chacun des sept climats, illustrant par conséquent le chapitre XVIII des traités de Gerbert et de Lupitus. La traduction des indications arabes est la suivante :

- Tympan I. Pour tous les lieux de latitude $16^{\circ}27'$, climat premier, ses heures 13.
- Tympan II. Pour tous les lieux de latitude $23^{\circ}16'$, climat second, ses heures 13.30 m.
- Tympan III. Pour tous les lieux de latitude $30^{\circ}22'$, climat troisième, ses heures (manque le chiffre 14).
- Tympan IV. Pour tous les lieux de latitude $36^{\circ}6'$, climat quatre, ses heures 14.30 m.
- Tympan V. Pour tous les lieux de latitude $40^{\circ}56'$, climat cinq, ses heures 15.
- Tympan VI. Pour tous les lieux de latitude $45^{\circ}1'$, climat six, ses heures 15.30 m.
- Tympan VII. Pour tous les lieux de latitude $48^{\circ}32'$, climat sept, ses heures 16.

TABLE I

CATALOGUE D'ETOILES DE MASLAMA BEN AHMAD POUR L'ANNEE 978

1	2	3	4	5	6	7
62	β Persei	31°06'	al-ras al-gul	42°20'	—	—
91	α Tauri	54°32'	al-debaran	55°20'	56°34'	+ 2°02'
105	α Auriga	60°34'	al-ayyuk	67°40'	62°55'	+ 2°21'
106	β Orionis	66°26'	rijel al-Jauza	62°30'	68°15'	+ 1°49'
131	α Orionis	75°00'	mankib al-jauza	74°40'	76°21'	+ 1°21'
148	α Canis Maj.	90°00'	al abour	90°20'	90°20'	+ 0°20'
171	α Canis min.	101°20'	al gomeiza	102°00'	100°40'	— 0°40'
215	α Hydrae	129°18'	Muqqadem al-dzirain (1)	130°20'	125°49'	— 3°29'
231	α Leonis	138°17'	qalb al asad	135°40'	134°20'	— 3°57'
269	β Leonis	164°03'	Tharf (<i>sic</i>) deneb al asad	156°40'	161°40'	— 2°33'
300	α Virginia	188°04'	al simak al azal	188°20'	187°30'	— 0°34'
305	η Ursae Maj.	196°34'	qaid, banat al nach	162°00'	197°35'	+ 1°01'
315	α Bootes	202°16'	al simak al rami	189°40'	203°52'	+ 1°36'
349	α Corona	222°53'	munir al fekka	207°20'	(224)	+ 1°07'
372	α Scorpii	232°00'	qalb al aqrab	235°20'	234°18'	+ 2°18'
402	α Ophiucus	251°56'	al ras al hawwi	—	294°00'	+ 42°04' (2)
428	α Lyrae	270°36'	al nasr al waki	270°00'	270°00'	— 0°36'
454	α Aquilae	285°12'	al nasr al thair	286°30'	283°18'	— 1°54'
471	α Cygni	301°40'	al ridf	321°50'	299°44'	— 1°56'
513	β Pegasi	333°45'	mankib al-feras	344°50'	331°30'	— 2°15'
2	β Cassiopeia	349°35'	al kaff al chadib	347°	—	—

Légendes des colonnes :

- 1 Numéro d'ordre du catalogue de Neugebauer.
- 2 Identification de l'étoile.
- 3 Ascension droite, calculée pour l'an 978.
- 4 Nom de l'étoile de Maslama.
- 5 Longitude écliptique de Maslama.
- 6 Médiation de Maslama.
- 7 Différence entre les médiations de Maslama et les ascensions droites calculées.

Nota bene. — Les étoiles ont été mises ici dans l'ordre croissant de leurs ascensions droites, ordre dans lequel on les trouve sur l'astrolabe en faisant tourner l'index de l'ostensor dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. La différence entre le chiffre de la médiation (colonne 6) et le chiffre calculé de l'ascension droite (colonne 3) doit être nulle pour 0,90, 180 et 270 degrés. La différence est d'environ 2 degrés et demi au milieu de chaque cadran, positive dans le premier et le troisième cadran, négative dans les deux autres.

(1) Muqqadem al-Dzirain est une étoile des Gémeaux. Mais il s'agit dans cette ligne d'une confusion dans les chiffres avec une étoile de la pince méridionale du Cancer. Cette faute de Maslama permet d'identifier la source de Lupitus puisque son catalogue d'étoiles, celui de Gerbert, celui d'Hermannus et tous les autres catalogues latins reproduisent la faute.

(2) Le chiffre 294 est peut-être une erreur pour 254 ou bien il y a confusion en une seule ligne, de cette étoile avec Delphinus.

TABLE II

TROIS CATALOGUES D'ETOILES HISPANO-ARABES (VERS 980 A. D.)

	1	2	3	4	5	6	7
1	37	patangaitoz	Carnarius	18	...	21	16
2	62	algaul	Taurus	6	...	5	3
3	91	abdevaran	Taurus	27	26,6	14	27
4	105	alhaioc	Gemini	3	2,9	...	3
5	106	ragil	Gemini	7	8,3	7	8
6	131	humerus geminu	Gemini	16	16,3	...	16
7	148	alhabor	Cancer	1	0,3	4	0
8	171	algomeize	Cancer	11	10,7	12	11
9	202	ergegeth	Cancer	26	...	...	27
10	—	addirah	Leo	6	5,8	...	7
11	231	calbalezet	Leo	18	14,3	15	15
12	239	arrucuha	Leo	19	...	...	18
13	269	(deneb al-asad)	Virgo	...	11,7	...	12
14	277	gana algarab	Virgo	18	...	18	18
15	300	alhabel	Libra	7,5	7,5	8	8
16	305	...	Libra	...	17,6	...	17
17	315	arramich	Libra	24	23,9	7 Scor.	24
18	349	alfeka	Scorpius	16	14	15	15
19	354	(unq al Hayya?)	(Scorp.)	...	...	5 Sag.	...
20	372	calbalagrab	Scorpius	25	24,3	...	24
21	402	al hawi	Arcus	13	14	19	13
22	428	al waka	Capricornus	1	0	0	0,5
23	454	annaz ratair	Capricornus	14	13,3	13	14
24	...	delfoi	Capricornus	25	...	3 Aqu.	26
25	471	arreif	Capricornus	29	29,7	8 Aqu.	30
26	487	deneballedi	Aquarius	7	...	...	...
27	513	feraz	Aquarius	30	1,5 Pis.	7 Pisc.	2 Pisc.
28	2	alchadib	Trutina	16	(18,5)	...	19
29	12	denebgaitoz	Truta	20	...	...	21,5

Légendes des colonnes :

- 1 Numéro d'ordre du catalogue de Neugebauer.
- 2 MS Latin 7412 f. 5v. Nom de l'étoile.
- 3 MS Latin 7412, signe. Le manuscrit utilise les noms de Carnarius, Arcus et Truta ou Trutina pour Aries, Sagittarius et Pisces, traductions littérales de l'arabe.
- 4 Médiations du manuscrit latin. Le manuscrit de Ripoll 225 donne les lectures suivantes : n. 1 : 20 Aries; n. 2 : 10 Taurus; n. 5 : 8 Gemini; n. 15 : 8 Libra; n. 16 : 18 Libra, qui manque dans le Latin 7412, mais porte le mot arabe *bass* (nasch) entre les lignes 15 et 17; n. 21 : 24 Sagittarius.
- 5 Médiations de Maslama : MS Arabe 4821 f. 81v.
- 6 Médiations mesurées sur l'astrolabe. Les étoiles n. 17, 21, 24, 25 et 27 diffèrent sensiblement du catalogue de Maslama.
- 7 Médiations vraies calculées pour l'an 980.

Note pour la ligne 10 :

addirah est la traduction latine de Muqqadem al-Dzirain. Il s'agit ici dans les chiffres de la pince méridionale du Cancer.

Dans ce dernier tympan, on a copié au mieux possible les caractères coufiques des heures : alawal : la première, la seconde... la douzième. Ce sont celles qui sont insérées dans le chapitre III des manuscrits non illustrés du traité de l'astrolabe, mais qui n'ont pas été inscrites dans le texte du présent manuscrit puisqu'il renvoie aux figures.

Une autre remarque qui résulte d'une comparaison de ce manuscrit avec les autres exemplaires du traité de Gerbert publié par Bubnov est l'exactitude de la table des valeurs de la longitude du soleil pour tous les jours de l'année. Alors que tous les autres copistes ont maladroitement modifié cette table de façon à faire coïncider le premier degré de chaque signe avec le XVI^e jour de chaque mois, le MS 7412 présente une table exacte plaçant de ce fait les solstices et les équinoxes à leur date correcte pour le dernier quart du x^e siècle; nous lisons pour le début de chacun de ces signes :

- O Aries : 15 Martius.
- O Cancer : 16 Iunius.
- O Libra : 16 Septb.
- O Capric. : 15 Decemb.

Le copiste n'a toutefois pas complètement évité les bévues; ayant correctement dessiné le dos de l'astrolabe, tracé les cercles des signes et des mois, prenant soin de décentrer le calendrier comme dans son modèle, il s'est aperçu qu'il n'avait plus la place de dessiner le trône en haut de la feuille de parchemin; il a donc tourné son dessin la tête en bas, ajouté le trône puis le carré des ombres dans le quartier inférieur gauche; mais lorsqu'il a fallu graduer chaque mois au moyen de la table du manuscrit dont nous venons de parler, la coïncidence n'existait plus, Mars étant à la place de Septembre et Juin à la place de Décembre; le copiste a pris le parti de laisser en blanc les cinq jours voisins des deux solstices et de l'équinoxe de printemps, marquant l'équinoxe d'automne au 17 septembre.

Malgré cette faute, que l'on doit attribuer en propre au copiste et non à l'auteur du traité, les textes du présent manuscrit peuvent être considérés comme excellents et notamment le traité de Gerbert doit prendre rang parmi les meilleurs manuscrits à utiliser.

Pendant les premières années du xi^e siècle, les mentions de l'astrolabe sont extrêmement rares dans le monde latin; nous pou-

vons toutefois suivre à Chartres puis à Liège une trace fugitive de l'enseignement de Gerbert. Fulbert de Chartres (c. 960-1028), disciple de Gerbert à Reims, rentra à Chartres avec son condisciple Herbert, un Juif converti originaire de Chartres et il y ouvrit une école qui devint rapidement célèbre. Il est deux fois question des termes de l'astrolabe dans ses épîtres sans que le mot soit d'ailleurs prononcé. Dans un de ces passages (40) on a inséré un glossaire de vingt-sept termes techniques de l'astrolabe avec leur traduction latine. Dans l'autre passage, sans doute écrit par un des élèves de Fulbert, sont transcrits huit noms arabes des étoiles extraits du chapitre XVII des *Sentenciæ* de Lupitus.

Un peu plus tard, Radulfe de Liège (c. 980-c. 1050), disciple de Fulbert, possédait un astrolabe; il écrit à un de ses correspondants de Cologne, Ragimbold, pour le lui signaler. Il ne peut le lui envoyer, car il lui sert de modèle pour en construire un autre, mais il invite Ragimbold à venir l'examiner et profiter de ses explications, et Radulphe ajoute, en citant un vers d'Horace, qu'il ne lui servirait pas plus de seulement voir un astrolabe qu'à un malade de la goutte de contempler un bon repas (41).

Il est possible que l'astrolabe de Radulphe, qui écrivait vers 1025, ou l'original qu'il avait entre les mains, soit celui qui parvint finalement au monastère de Reichenau et qu'utilisait Hermannus Contractus pour compléter le traité de l'astrolabe de Gerbert, vers l'année 1050. Nous savons, par une note insérée dans un des manuscrits latins du traité d'Hermannus, que c'est sur l'insistance d'un certain Berengarius qu'Hermannus entreprit de rendre plus clair le traité de l'astrolabe. P. Duhem considérait comme très probable l'identité de ce Berengarius avec Berengarius de Tours (999-1088), disciple de Fulbert de Chartres (42).

Aucun astrolabe latin du XI^e siècle n'a encore été retrouvé. Le

(40) Paris, Bibl. Nat. MS Latin 2872, XI^e S. (Chartres?), ff. 27v.-28; MS Latin 14167, XI^e S. Chartres, f. 66.

(41) Clerval, A. Les écoles de Chartres au Moyen Âge. *Mémoires de la Société Archéologique d'Eure-et-Loire*. Chartres, 1895, pp. 127 et 462. Tannery et Clerval, Une correspondance d'écolâtres du XI^e siècle. 1901, in : *Mémoires scientifiques*, vol. V, pp. 237-240.

(42) Duhem, P. *Le système du Monde*, vol. 3, Paris, 1915, p. 165. La note attribuant le traité de l'astrolabe à Gerbert et exposant les raisons pour lesquelles Berengarius demanda à Hermannus Contractus de composer un traité plus complet se trouve dans le manuscrit d'Oxford, Digby 174, du XII^e siècle. Wellborn, M. C. estime d'autre part qu'Hermannus écrivit son traité à la requête de Berno, abbé de Reichenau. *Isis*, XVI, 1931, p. 193.

plus ancien instrument connu, après celui qui fait l'objet de la présente étude est du XII^e siècle. Il a longtemps appartenu à la collection de Sir J. Findlay à Edimbourg et vient d'être acquis par le British Museum. Je dois à l'obligeance de M. R. Plenderleith, Directeur du département de Technologie du Royal Scottish Museum, une photographie de cet astrolabe dont l'araignée contient 15 étoiles, dont aucune n'est nommée.

De ce qui précède, il ressort que l'astrolabe n'a été connu dans le monde latin que par un petit cercle d'érudits, curieux de mathématiques et d'astronomie et qui ne comprenait au X^e siècle que l'entourage du comte Borell et Gerbert, et pendant la première moitié du XI^e siècle que Fulbert de Chartres, Herbert, Radulfe de Liège, Berengarius et Hermannus de Reichenau. C'est pourquoi nous croyons utile de publier une introduction très élogieuse au traité de l'astrolabe de Gerbert, du MS latin 7412, que le copiste a placée en tête du prologue *Ad intimas summe philosophiæ* et qui lui sert en somme de super-préface, et nous espérons qu'on pourra un jour en identifier l'auteur (Annexe, folio 16 v.).

8. — LES CHIFFRES DE L'ASTROLABE

Nous avons vu précédemment que le constructeur de l'astrolabe utilise des lettres latines pour transcrire les chiffres de son modèle. La morphologie de ces lettres en désigne incontestablement l'origine dans la Marche d'Espagne à l'époque de Lothaire; sur cette base, l'explication des notations employées en sera quelque peu facilitée.

Commençons par les notations des dizaines; nous trouvons les lettres suivantes : I pour 10, K pour 20, L pour 30, M pour 40, N pour 50, O pour 60, G pour 70, F pour 80 et d (minuscule) pour 90.

Si le système était grec, nous pourrions reconnaître les cinq premières lettres en transcription latine, mais non les quatre dernières. Comme il n'existe pas d'autre façon de transcrire l'alphabet grec en latin qu'en marquant la première lettre de leur prononciation, nous pouvons avoir recours à certains manuscrits qui donnent les phonèmes des cinq lettres représentant 60, 70, 80 et 90 : Xi, Obrevis, Pé et Copé (43); le système n'est donc pas grec.

(43) Nous suivons la transcription latine de la prononciation de l'alphabet grec contenue dans le MS de Paris, Latin 7299 A, f. 15, écrit à Limoges au XI^e S., peut-être par un disciple de Fulbert. Il existe de nombreux alphabets numériques grecs dans les manuscrits des IX^e et X^e siècles, quelques-uns seulement portent la prononciation en face

Si le système est arabe, nous devrions avoir I, K, L, M, N, sad, hain, fé et dhad. Pour les cinq premières lettres et les deux dernières, il y a transcription de la prononciation arabe des lettres de l'alphabet numérique aboudjad; mais comment un sad et un hain ont-ils pu être transcrits avec un O et un G respectivement. Il semble qu'il y ait ici une adaptation de la forme de la lettre coufique. Nous en trouvons une preuve dans les figures de l'astrolabe d'un manuscrit latin très fautif du XII^e siècle, rédigé à Chartres et reproduit en 1931 par Van de Vyver; mais il en existe un original beaucoup plus correct, de la fin du X^e ou du début du XI^e siècle dans un manuscrit de Berne (44). Il s'agit de la figure d'un tympan d'astrolabe construit pour le quatrième climat, et entouré des 360 divisions du limbe, gradué de 5 en 5 degrés. Le dessin porte à la fois des chiffres coufiques arabes (45), la transcription phonétique de ces chiffres et l'équivalent en chiffres romains. Le copiste du manuscrit de Berne a reproduit assez correctement son modèle, tandis que le copiste du manuscrit tardif a mélangé des dessins et des capitales romaines. Les deux copistes transcrivent toutefois correctement la prononciation de la façon suivante : Ié, kef, lem, mim, non, zad, hain, fé et dat. Ce qui nous importe est que le copiste de Berne a transcrit le zad comme un O, muni d'une petite boucle et le hain comme un g minuscule couché. C'est donc dans le manuscrit de Berne que nous semble résider l'explication de la forme des chiffres 60 et 70 de l'astrolabe et leur provenance d'un astrolabe arabe. Nous ne serons plus étonnés, dans ces conditions, que le dessin de Berne soit inséré dans le traité J' de Lupitus.

Si nous passons aux unités, qui se succèdent sur l'astrolabe dans l'ordre suivant : A, b, C, D, E, V, Z, h et T nous ne les trouvons malheureusement pas toutes dans les manuscrits précités, qui ne donnent que les transcriptions des almicantarats de 6 en 6 degrés : bé pour 2, del pour 4, wev pour 6 et ha pour 8; nous trouvons en outre un hé pour 5 sur le limbe. Le wev, en tous cas nous confirme l'origine arabe du 6, figuré sur l'astrolabe par un V, ce qui rend le système concordant.

des lettres et encore moins transcrivent l'alphabet grec en latin. Nous ne l'avons rencontré que chez Alchandrinus que nous reproduisons dans la table des chiffres, ligne 6; et encore ce dernier a-t-il omis la transcription latine des chiffres 60 et 70.

(44) Van de Vyver, A. 1931, *op. cit.*, p. 260, pl. 2. Berne, Bibliothèque de la Bourgeoisie, MS latin 196, f. 7v.

(45) Destombes, M. Les chiffres coufiques des instruments astronomiques arabes. *Physis*, vol. 2. Florence, 1960, pp. 197-209.

Quant aux lignes horaires du manuscrit de Berne, elles sont traduites de l'arabe : première, deuxième, etc. comme dans le traité de Gerbert et dans l'ordre suivant :

I Ale	VII Ezzebeha
II Athenia	VIII Ethemina
III Atheletha	IX Ethezzea
IV Arrabca	X Alharaffi
V Alchamiza	XI Alhachat
VI Ezzedizza	XII Ethenia

9. — L'ORIGINE DE NOS CHIFFRES ARABES

En examinant attentivement la morphologie des caractères utilisés par le fabricant de l'astrolabe pour numérotter les lignes horaires, j'ai remarqué plus spécialement la forme du Z, qui tient sur l'astrolabe, la place du 7 et je l'ai comparé avec le chiffre 4 de la série des neuf caractères transcrits par Vigila dans le manuscrit de l'Escorial, daté de 976, série qui constitue le témoignage le plus ancien de nos chiffres arabes.

En continuant la comparaison de cette série de chiffres avec la forme des lettres des alphabets tirés des écritures wisigothiques des ^x et ^{xi} siècles, je fus frappé de la similitude de certains autres chiffres avec certaines lettres wisigothiques, telles que le 2 de Vigila avec le T wisigothique, et le 5 de Vigila avec le V wisigothique. Si l'on y ajoute le I et que l'on place ces lettres sous les chiffres correspondants, on obtient la série suivante :

9	8	7	6	5	4	3	2	1
				V	Z		T	I

On remarque alors que ces quatre lettres se suivent dans le même ordre que sur l'astrolabe, et si l'on y ajoute, par hypothèse, les lettres manquantes, on remarque que le A manque dans la série, mais doit trouver sa place à gauche du neuf de la façon suivante :

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
A	b	C	D	E	V	Z	h	T	I

Afin de poursuivre l'étude de cette hypothèse, il était nécessaire de consulter les différentes formes les plus anciennes de nos chiffres arabes sur les originaux dans les manuscrits des ^x et ^{xi} siècles. On les trouve en premier lieu dans la Géométrie d'Euclide du Pseudo-Boèce, dans l'abacus de Gerbert (du ^x siècle), dans l'abacus

de son disciple Bernelinus (début xi^e s.), dans celui de Gerlandus (fin xi^e), ainsi que dans l'abacus de Radulfe de Laon (xii^e).

Le résultat de cette recherche est inséré dans la table III qui a été préparée en réunissant, et en comparant toutes ces informations. De nombreux autres exemples de ces notations ont déjà été publiés (46) mais nous n'avons choisi, autant que possible, que les notations inédites. Il ressort de ces publications et de notre table III que le A figure effectivement à la gauche du neuf, entouré d'un petit cercle qui tient la place de zéro, et que les autres formes des notations des chiffres (apices du pseudo-Boèce, « Karacteres » de Bernelinus, de Gerlandus et d'autres auteurs), semblent confirmer les résultats de nos recherches, que l'on pourrait formuler de la façon suivante :

L'origine de nos chiffres arabes s'explique par un renversement de l'ordre des dix premières lettres de l'alphabet numérique arabe, transcrites en lettres latines de A à I, le zéro tenant la place du dix.

(46) Parmi les travaux les plus importants concernant l'histoire des chiffres je citerai par ordre chronologique les suivants, qui contiennent aussi leur bibliographie : Chasles, M. *Aperçu historique... des méthodes en géométrie*, Paris, 1837. Woepcke, F. *Sur l'introduction de l'arithmétique indienne en Occident*, Rome, 1859. Cantor, M. *Mathematische Beiträge zum Culturleben der Völker*. Halle, 1863. Woepcke, F. *Mémoire sur la propagation des chiffres indiens*. *Journal Asiatique*, 1863. Treutlein, J. *Scritti inediti relativi al calcolo dell' abaco*. *Bull. di Bibl. Boncompagni*, vol. X, 1877, pp. 595-656. Sédillot, L. A. *Sur l'origine de nos chiffres*. *Atti dell' Accad. Pont. dei Nuovi Lincei*, vol. 18, pp. 3-9, 1865. Rodet, L. *Sur les notations numériques et algébriques antérieurement au xvi^e siècle*. *Actes de la Soc. Philologique*, vol. 8, 1878, pp. 1-25, 89-105. Rodet, L. *L'algèbre d'Al-Kharizmi et les méthodes indiennes et grecques*. *Journal Asiatique*, 1879, vol. XI, 7^e série, pp. 5-98. Bayley, E. C. *On the Genealogy of ancient numerals*. *Journal of the Royal Asiatic Soc. New Series*, vol. XIV, 1882, pp. 335-376; vol. XV, 1883, pp. 61-147. Smith, D. E. et Karpinski, L. C. *The Hindu Arabic numerals*. Boston, 1911. Kaye, G. R. *Journal of the Asiatic Soc. of Bengal*, vol. III, 1907, pp. 475-508; vol. IV, 1908, pp. 293 sqq. Bubnow, N. *L'origine et l'histoire de nos chiffres*, 1908-12 (en russe). Hill, G. F. *The development of arabic numerals in Europe*, Oxford, 1915, 64 pl. Kaye, G. R. *Indian Mathematics*. *Isis*, vol. II, 1919, pp. 326-356; vol. III, 1920, pp. 205-206. Ruska, J. *Zur ältesten arabischen Algebra und Rechenkunst*. *Sitz. Heidelberg Akad. Wissensch. Philo-Histo. Kl.* 1917, 125 pp. Carra de Vaux. *Sur l'origine des chiffres*. *Scientia*, vol. XXI, 1917, pp. 273-282. Smith, D. E. *History of Mathematics*. New-York, 1925, 1953, 1958, vol. II. Gandz, S. *The origin of the Ghubar numerals*. *Isis*, vol. XVI, n. 49, 1931, pp. 393-424. Lattin, H. P. *The origin of our present system of notation according to the theories of N. Bubnov*. *Isis*, vol. XIX, 1933, pp. 181-194. Beaujouan, G. *Etude paléographique sur la rotation des chiffres et l'emploi des apices aux x^e-xi^e siècles*. *Revue d'Histoire des Sciences*, vol. I, 1948, pp. 303-313. Sanchez Perez, J. A. *La Arithmetica en Roma, en India y en Arabia*. Madrid, 1949. Menendez Pidal. G. *Los llamados nombres arabes de la Occidente*. 1959, *op. cit.*, pp. 179-208.

Elle peut s'expliquer également par un renversement de l'ordre des dix premières lettres de l'alphabet numérique grec, transcrites en lettres grecques, chacune valant son complément à onze, avec le même usage du zéro.

Cela étant supposé, il est possible que le renversement dans l'ordre de correspondance des lettres ait été fait par les Arabes utilisant l'alphabet numérique grec à l'envers. Cette seconde hypothèse reculerait d'un certain temps le processus de l'opération, mais non celle de son adaptation en Occident. La seconde conjecture tire quelque force de la forme ancienne du 4 hindou, qui est conforme à celle du Z byzantin.

Les remarques que je viens de faire et celles qui suivent n'ont pour objet que la forme de nos chiffres et non les systèmes de numération avec emploi de la valeur de position et du zéro. Si l'on est convenu aujourd'hui de voir dans les caractères nommés *apices* de la Géométrie d'Euclide, du Pseudo-Boèce, l'origine (47) de nos chiffres, les différentes théories qui ont été proposées jusqu'à présent n'ont pas réussi à en expliquer la source et le cheminement. D. E. Smith déclare dans son *History of Mathematics* (48) : « None of these theories, however has stood the test of scholarly criticism, and to day we have to confess that we are entirely ignorant as to the origin of the forms which began possibly in India... »

Pour trouver un fil conducteur à travers le grand nombre des hypothèses qui ont été élaborées, il faut distinguer clairement ce qu'on entend par chiffres et par chiffres arabes.

Il y a d'une part, *nos chiffres*, dont l'origine remonte incontestablement, avec des variations quelquefois importantes qui apparaissent dans le tableau, aux *apices* de Boèce, presque semblables aux chiffres du Vigilanus.

En second lieu, il y a les chiffres dits *hindous*, utilisés par les Arabes jusqu'à l'époque actuelle et qu'on peut faire remonter au x^e siècle. Ces chiffres étaient employés pour l'arithmétique commerciale et dans l'astronomie pour les quantités supérieures à 360.

Enfin, il existe une série spéciale de chiffres arabes utilisés par les notaires et dont González Palencia a fait connaître une quantité d'exemples du xii^e au xiii^e siècles.

(47) Friedlein, G. *Boethii de Institutione arithmetica... accedit Geometria*. Teubner, Leipzig, 1867, pp. 373-428.

(48) Smith, D. E. *History of mathematics*. Ed. 1925, 1953, 1958, vol. II, p. 68.

Il convient donc d'éviter les équivoques, nous parlerons de la première série comme des apices de Boèce, nous désignerons avec l'usage les chiffres utilisés par les Arabes comme *hindous* et nous nommerons la troisième série chiffres de *notaires*. Lorsque je mentionnerai les chiffres arabes, il sera question de nos chiffres, du xii^e au xx^e siècle.

Les autres chiffres ne posent pas de problèmes de cette nature, les Hébreux, les Grecs et les Coptes utilisaient les lettres de leur propre alphabet avec des valeurs numériques comme le firent plus tard les Arabes pour les valeurs inférieures à 360.

Nous nous bornerons à résumer les théories qui font remonter l'origine de nos chiffres aux lettres grecques pour montrer que notre hypothèse n'a jamais été examinée. C'est Bernelinus (c. 970-c. 1030) qui, le premier, donna l'équivalence des apices avec les neuf premières lettres numériques de l'alphabet grec. Bernelinus était disciple de Gerbert et vivait à Paris. Il ne nomme ni Boèce, ni les apices, utilisant à l'endroit des notations le mot « caractères ». Toutefois, Bernelinus ne dit pas que les caractères proviennent des figures des lettres numérales grecques, il se contente de donner leur équivalence dans le sens naturel : un valant alpha, etc.

Au xvi^e siècle, Dasypodius, de Strasbourg (49), affirme que les chiffres hindous proviennent des lettres minuscules grecques corrompues et il en donne un tableau qui ne peut convaincre, ayant, comme Bernelinus, placé le un sous alpha, etc. J. G. Vossius (1577-1649), dans son histoire des mathématiciens, répète la proposition de Dasypodius et publie un tableau dans lequel les chiffres hindous de ce dernier sont remplacés par nos chiffres arabes; il ajoute que l'origine étant grecque, il est vraisemblable que cette série passa des Hindous ou des Persans aux Arabes, puis aux Maures d'Espagne, enfin aux Espagnols et en Europe.

En 1613, Erpenius (1584-1624) publie une grammaire arabe (50) dans laquelle figurent des chiffres dits « arabes », mais qui sont en fait les chiffres de notaires de Tolède. Erpenius les compare à nos chiffres arabes attribuant leur origine aux Pythagoriciens grecs. Golius, éditeur d'Erpenius après sa mort, reconnaît que celui-ci s'est trompé et supprime le passage pertinent dans la seconde édition de la grammaire arabe de 1636.

(49) Dasypodius, C. *Institutionum Mathematicarum...* Strasbourg, 1593, vol. I, p. 20.

(50) Erpenius, Th. *Grammatica Arabica*. Leide, 1613, p. 11.

En 1679, Huet, évêque d'Avranches (51), ayant reçu communication de Greaves à Oxford de la Géométrie du pseudo-Boèce, recherche l'origine des apices et déclare qu'on la doit aux Pythagoriciens. C'est en effet ce qui est indiqué dans le chapitre de l'abacus de cette géométrie, qui contient le premier exemple de l'application des dix notations aux dix colonnes de l'abacus.

En 1707 Dom Calmet (52) publie un tableau des apices comparés aux chiffres de notaires d'Erpenius et à l'alphabet grec. Il est frappé à juste titre de la ressemblance des chiffres de notaires (qu'il prend pour des chiffres arabes) avec l'alphabet grec minuscule. Il déclare par conséquent que les chiffres arabes ont pour origine l'alphabet grec, conclusion exacte mais qui ne pouvait convaincre faute d'une terminologie correcte, et qui est à côté du sujet.

En 1930, Gonzalez Palencia (53) publie un tableau des chiffres de notaires extraits de lettres et de contrats de Tolède de la fin du XII^e siècle, mais sans formuler d'hypothèses à ce sujet. Peu après, l'orientaliste Levi Della Vida (54) reconnaît la coïncidence de ces notations avec les lettres numériques grecques, et déclare sans ambiguïté que l'origine des chiffres de Tolède est l'alphabet minuscule grec. En 1933, le professeur Colin (55), étudiant des documents modernes utilisés à Fez par la corporation des notaires, démontre que les chiffres « secrets » de ces documents qu'il nomme « chiffres de Fez » ne sont autres que les 27 lettres de l'alphabet copte. La tradition arabe fait d'ailleurs remonter leur origine aux Roumis, c'est-à-dire aux Grecs. L'examen du tableau publié par Colin montre bien que les chiffres de notaires sont aussi des lettres coptes, avec valeurs numériques basées sur le système grec. Colin se demande si cette équivalence des chiffres de Fez ne pourrait pas être généralisée et s'appliquer aussi aux apices de Boèce, en rappelant que l'hypothèse (56) avait été émise par J. G. Vossius, par Huet, puis par l'historien Weidler (1691-1755).

(51) Huet, P. *Demonstratio Evangelica*. Paris, 1679, p. 647, ed. 1690, pp. 172-174.

(52) Dom A. Calmet, Recherches sur l'origine des chiffres de l'arithmétique. *Mémoires de Trévoux*, septembre 1707, pp. 1620-1635, pl.

(53) Gonzalez Palencia, A. *Los Mozarabes de Toledo en los siglos XII e XIII*. Madrid, 1930, vol. I, pp. 47-48.

(54) Levi della Vida, G. Appunti e quesiti di Storia letteraria : Numerali greci in documenti arabo-spagnoli. *Riv. degli Studi Orientali*, vol. 14, 1933, pp. 281-283.

(55) Colin, G. S. De l'origine des chiffres de Fez. *Journal Asiatique*, série XIII, vol. 1, avril 1933, pp. 193-195.

(56) Vossius, J. G. *De Universae matheseos Natura et constitutione*.

Ces travaux prouvent incontestablement que les Arabes, au moins pour les calculs notariels et les héritages, continuaient la tradition des peuples d'Espagne et d'Egypte conquis par eux-mêmes au VII^e siècle. Les employés aux finances des Califes étaient grecs et utilisaient leur numération traditionnelle. Mais ces constatations laissent entiers les problèmes de l'origine des chiffres hindous et de l'origine des apices, qu'il convient d'étudier séparément.

Je ne dirai que quelques mots du premier sans m'aventurer sur le terrain hautement difficile de l'indianisme. La question a d'ailleurs été traitée de façon complète par le professeur Jean Filiozat dans l'appendice paléographique de l'ouvrage *L'Inde classique*, 1953. Dans l'astronomie d'Aryabhata, qui date du début du VI^e siècle, postérieure par conséquent à la dissolution de l'Ecole d'Athènes, le mode de calcul des racines carrées et cubiques implique que le nombre soit exprimé en chiffres, avec valeur de position et zéro. Le système indien à neuf chiffres est d'ailleurs attesté en 660 par le moine Sévère Sabokt.

Mais aucun témoignage plus concret ne nous est parvenu et nous ignorons, en particulier, la forme qu'affectaient ces chiffres. Cette lacune est malheureusement de la plus grande importance, à cause des affirmations répétées et concordantes des mathématiciens arabes à partir d'Al-Kwarizmi selon lesquelles les Arabes ont emprunté leur système de calcul aux Hindous. On a pensé que l'emprunt du système impliquait l'emprunt des figures, mais rien ne nous permet d'en être assurés.

Mieux, alors que l'usage des 9 chiffres et du zéro emprunté à l'Inde a été découvert au Cambodge par le professeur G. Coedès (57), qui a trouvé des inscriptions datées du VII^e siècle, avec des chiffres prouvant l'usage de la valeur de position et du zéro, la forme de ces chiffres qui nous sont ainsi conservés n'a rien à voir avec la forme des chiffres hindous, pas plus que celle des chiffres découverts dans des textes arabes par le savant Karabacek pour exprimer les dates 260 et 275 de l'hégire. Nous faut-il donc penser que les chiffres exprimant les dates en Inde et dans l'Asie du Sud-Est au Moyen

Amsterdam, J. Blaeu, 1660, pp. 39-40. Weidler, J. F. *Spicilegium observationum ad historiam notarum numeralium pertinentem*. Wittenberg, 1727, 28 pp. Cette théorie est combattue par Dom Toustaint et Dom R. H. Tassin, in : *Nouveau Traité de Diplomatique*, par deux religieux Bénédictins de la Congrégation de Saint-Maur, Paris, vol. 3, 1757. Chapitre Chiffres, pp. 508-533.

(57) Coedès, G. A propos de l'origine des chiffres arabes. *Bulletin of the London School of Oriental Studies*. VI, 1931, pp. 323-328.

TABLE III

CHIFFRES GRECS ET APICES (IX-XII^e SIECLES)

1	Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ϛ	Ζ	Η	Θ	Ι
2	Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ϛ	Ζ	Η	Λ	Ι
3	Λ	Β	Γ	Δ	Ε	Ϛ	Ζ	Η	Φ	Ι
4	Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ϛ	Ζ	Η	Θ	Ι
5	Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ϛ	Ζ	Η	Τ	Ι
6	Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ϛ	Ζ	Η	Τ	Ι
7		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
8		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
9		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
10		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
11		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
12		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
13	ⓐ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
14		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
15		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
16		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
17		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
18		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
19		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
20		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
21		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
22		Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι
23	ⓑ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ϛ	Ι

43

Légendes de la table III

Section I. *Chiffres byzantins de 1 à 10.*

1. Chiffres d'un polyèdre d'hématite à vingt côtés, Byzance, ix^e s. Paris, Bib. Nat. Département des Médailles. Froehner, n. 858.
2. Chiffres d'un cadran solaire trouvé en Béotie, ix^e s. D'après Menninger, *Zahlwort und Ziffer*. Breslau, 1934, p. 201. Göttingen, 1958, II, p. 78.
3. Alphabet numérique in Alhandreus, *Astrologia*, début xi^e s. Paris. Bibl. Nat. MS Latin 17.868 f.13.
4. Alphabet numérique de l'astrolabe byzantin de 1062. Brescia, Museo Civico.

Section II. *Chiffres latins de 1 à 10.*

5. Alphabet numérique de l'astrolabe carolingien. x^e s. Paris, Collection particulière.
6. Alphabet numérique in Alhandreus, *Astrologia*, début xi^e s. Paris, B. Nat. MS Latin 17.868 f. 5v.

Section III. *Apices inédits de 9 à 1 tirés de différents manuscrits.*

a) xi^e siècle

7. Boecius, *Géométrie d'Euclide*. London, Br. Mus. MS Harl. 3.595 f. 62.
8. Bernellinus, *Abacus*. London, Br. Mus. Add MS 17.808 f. 57.
9. Gerbertus *Raciones numerorum abaci*. Paris, B. Nat. MS lat. 8663 f. 49 v. Fleury.
10. Gerbertus (?) *Regula de abaco*. Montpellier, Bibl. de l'Ecole de Médecine. MS 491 f. 79. Chartres.
11. Bernellinus *Abacus*. Montpellier, MS 491 f. 79.
12. Boecius, *Géométrie d'Euclide*. Paris, B. Nat., 7377 C f. 25v. écrit en Lorraine.

b) xii^e siècle

13. Boecius *Géométrie d'Euclide*. Chartres, MS 498 f. 160. Chartres.
14. Bernellinus. *Abacus*. Paris, B. Nat. NAL 229 f. 43. Allemagne.
15. Boecius. *Géométrie d'Euclide*. Paris, B. Nat. MS Lat. 7185 f. 70.
16. Anonyme. *Table de calculs*. Paris, B. Nat. MS Lat. 9377 f. 113 écrit à Chartres?
17. Bernellinus, *Abacus*. Oxford, MS Auct. F. I 9 f. 67v. Chartres?
18. Radulfus, *Abacus*. Oxford, MS Auct. F. I. 9 f. 65-65. Chartres?
19. Bernellinus, *Abacus*. Paris, B. Nat. MS Lat. 7193 f. 2.
20. Gerlandus, *De abaco*. London, Br. Mus. Add. MS 22414 f. 5.
21. Gerlandus, *De Abaco*. Paris, B. Nat. MS Lat. 95 f. 150
22. Gerlandus, *De Abaco*. Paris, B. Nat. MS Lat. 15119 f. 1.
23. Anonyme. Chartres. MS 498 f. 166. Chartres.

Age ne sont pas les mêmes que les chiffres utilisés en arithmétique? De nouvelles recherches seraient nécessaires dans ce domaine pour exprimer une opinion.

Quoi qu'il en soit d'un emprunt des neuf signes du calcul hindou aux Grecs ou non, le système parvint en Espagne à une date qui doit être peu postérieure au milieu du x^e siècle. Le cheminement de l'arithmétique et de l'algèbre d'Al-Kwarizmi, munis de signes de numération dont nous ignorons la forme, puisqu'aucun manuscrit arabe ancien n'a encore été mis au jour, aboutit de toutes façons à Cordoue.

La question des apices a fait l'objet d'une telle abondance de publications qu'on ne saurait la résumer. Je renvoie par conséquent à l'ouvrage classique de Smith et Karpinski, à l'excellente étude de J. A. Sanchez Perez et à celle de Gonzalo Menendez Pidal (58). On y trouvera des tableaux où sont reproduits un certain nombre de caractères, apices et autres. Nous avons également produit un tableau, mais nous avons veillé, autant que possible, à n'y insérer que des notations que nous avons vues directement, ou lues sur de bonnes photographies. Presque tous ces « apices » étaient inédits.

Dans la section I figurent trois alphabets numériques byzantins fournis par l'épigraphie (lignes 1-2, 4) et un autre fourni par la paléographie (ligne 3). On peut comparer ces alphabets grecs à l'alphabet latin de l'astrolabe qui figure dans la section II. Nous y avons ajouté un alphabet numérique grec transcrit en latin, extrait de l'astrologie d'Alhandreus, de l'an mil. Il était inutile de développer la première section; par contre, les alphabets de la seconde catégorie, réservée aux traductions, sont d'une rareté extrême.

Notre argumentation apparaîtra avec une grande évidence dans la section III où nous avons inséré les apices en renversant l'ordre des lettres correspondantes des chiffres grecs : le 1 apices sous le 10 grec et ainsi de suite jusqu'au 9; le zéro latin se trouve de la sorte sous le alpha grec. Nous avons cherché autant que possible des séries du xi^e siècle inédites, mais nous en avons ajouté aussi du xii^e. Aucune série n'est postérieure au xii^e siècle, mais il peut se faire au contraire que plusieurs des manuscrits de Gerlandus que nous avons attribué au xii^e siècle puissent être en réalité du xi^e siècle,

(58) Smith et Karpinski, *op. cit.*, 1911, p. 140. Sanchez-Perez, *op. cit.*, 1949, pp. 109-131. Menendez Pidal, *op. cit.*, 1959, pp. 200-208. Voir bibliographie, note 46.

si le Gerlandus, qui a écrit l'abacus, n'est pas le même que le Gerlandus de Besançon, computiste.

Nous ferons maintenant quelques remarques concernant chacune des formes des apices :

Le zéro. Le A figure dans un manuscrit du XI^e siècle de la Bibliothèque d'Erlangen, déjà publié. Il est évident que le copiste du manuscrit de Montpellier (ligne 10. Chartres?, XI^e siècle) s'est trompé de colonne. Le zéro venant des apices n'a jamais été utilisé dans la numération, le zéro latin provient d'une « autre vague » de chiffres arabes, importés de Tolède avec les tables astronomiques d'al-Kwarizmi. Cette figure provient des tables manuelles de Theon.

Le neuf. Il est déjà retourné, c'est-à-dire la boucle en haut, dans le Vigilanus, comme dans les autres manuscrits du XI^e siècle sauf chez Bernelinus (ligne 8). Au XII^e siècle, il a la forme d'un b minuscule chez Gerlandus, ainsi que sur d'autres manuscrits publiés par Smith (1958).

Le huit. Ce serait le gamma grec, le gim arabe, d'où sa traduction en forme de g sur Chartres, Bernelinus et Radulfe (lignes 13, 17, 18) ainsi que chez Gerlandus. C'est un g typique dans un manuscrit de Vienne publié par G. Menendez Pidal d'après Nagl.

Le sept. C'est un delta ouvert par le bas, type qui existe dans l'épigraphie (ligne 2), et fermé, sur Chartres (ligne 13).

Le six. C'est le plus difficile à interpréter, on peut penser à un E wisigothique qui aurait perdu le jambage inférieur. Il est à noter que dans les plus anciens types, la boucle s'accroche au milieu de la verticale.

Le cinq. Aucune difficulté, c'est un V wisigothique.

Le quatre. C'est de même un Z wisigothique; le quatre hindou est presque identique.

Le trois. C'est un h, traversé par un trait vertical, comme chez Gerlandus où, dans la même série, on trouve aussi le 1 et le 2 traversés d'un petit trait. Sur l'astrolabe grec de Brescia, nous avons noté que les lettres numérales employées comme chiffres sont aussi traversées d'un petit trait. La figure étrange qu'on trouve dans les manuscrits les plus anciens provient du fait que le h est couché sur la droite, et plus tard, la tête à l'envers. Comme le dit Beaujournan qui a observé cette rotation des apices, c'est le plus maltraité. Vigilanus lui donne la forme du chiffre grec XI valant 60, mais il est digne de remarque qu'il a précisément sauté ce signe au folio suivant lorsqu'il reproduit une liste comparative des lettres numé-

rales grecques et hébraïques, placée en face de l'alphabet latin; il écrit : kappa, mi, ni, xi, o, pi, coph, etc., mais le signe du xi est absent dans l'alphabet en regard, de même que le « hupisimon », qui valait 6. Cette omission, qui témoigne d'une grande incertitude dans l'emploi des lettres numérales grecques, montre que Vigila n'est pas l'inventeur de nos chiffres arabes et qu'il a pu commettre une erreur dans la forme du trois, copié d'un texte plus ancien.

Le *deux* et le *un* ne présentent pas de problème et seraient la transcription wisigothique du theta et du iota grecs.

CONCLUSION

Nous avons pu suivre pas à pas, grâce à des documents nouvellement publiés, le cheminement de deux types d'astrolabes en pays arabe, passant de Harran en Perse et de là, en Espagne musulmane pour aboutir à Cordoue avant 978; l'un, plus ancien à 17 étoiles, l'autre venant d'al-Suffi, à 27 étoiles. L'astrolabe que nous publions est une simple traduction latine d'un modèle cordouan; il nous paraît parfaitement authentique et ancien. Sans être exempt d'inexactitudes, son exécution, dans un siècle aussi déshérité au point de vue scientifique, est assez soignée. Sa construction pourrait se placer entre le milieu du x^e siècle et la date de la séparation de la Marche d'Espagne du domaine de Lothaire en 986; il témoigne des contacts scientifiques entre l'Espagne arabe et le monde latin dès le x^e siècle.

Cet instrument nous a permis de formuler une hypothèse assez simple concernant le problème de la forme de nos chiffres arabes, qui viendraient de formes de lettres wisigothiques du troisième quart du x^e siècle. Nous croyons cette hypothèse justifiée par des documents absolument indépendants de l'astrolabe. La date à laquelle se serait effectué le retournement de l'alphabet de base est une autre question. Certaines similitudes qui apparaissent maintenant entre les chiffres « hindous » et l'alphabet byzantin renversé semblent relier l'origine des chiffres hindous avec le traité d'algèbre ou celui d'arithmétique d'al-Kwarizmi.

Nous n'avons voulu rapporter ici que quelques faits, qui donnent matière à comparaison et à nouveaux examens, et verser ces éléments au dossier de l'histoire de nos chiffres. Pour grosse que puisse paraître la méthode du retournement des lettres de l'alphabet

numérique grec, elle ne concernait pas les calculs normalement effectués dans le monde byzantin avec les lettres grecques, chez les Arabes avec les lettres aboudjad, ou coptes, ni avec les chiffres romains dans le monde latin, mais seulement le calcul dit « hindou ». En outre, les mathématiques n'étaient pratiquées que par un tout petit cercle de spécialistes, et même d'initiés.

Comme en témoigne Richer, Gerbert fit confectionner mille jetons de corne sur lesquels il avait fait graver des caractères, pour calculer sur l'abacus à colonnes et dans lesquels on voit à juste titre les ancêtres de nos chiffres arabes. Les chiffres de base de l'abacus avaient-ils été retournés à dessein? ou Gerbert les a-t-il trouvés tels quels dans le traité d'al-Kwarizmi, où le texte arabe court dans le sens inverse de celui des chiffres hindous? Autrement dit, à quelle époque ce retournement se serait-il produit? Quelles que soient les réponses à ces questions, elles ne diminuent en rien l'ingéniosité de ceux qui nous ont transmis ces chiffres.

Marcel DESTOMBES.

Paris.

ANNEXE

COLLATION DU MANUSCRIT Bibl. Nat. Lat. 7412

- 105 ff. parchemin 18 × 25 cm., reliure de bois couvert de parchemin.
Diverses mains : ff. A et 1-23v., XI^e, 30 longues lignes à la page (Reims?); ff. 24-79, XIII^e; ff. 80-95, XII^e; ff. 97-105, XIV^e. Les ff. 5, 6v., 15v., 79v. et 96 sont blancs. Le folio 1 est chiffré 185.
f. A., texte médical tronqué, XI^e.
- I. XI^e : ff. 1-4v., 7-9, 18-18v. (Gerbertus Remensis), *Watzalkora id est planam spheram Ptolomei. Incipiunt capitula... Incipit de utilitatibus astrolapsus. « Quicumque astronomice... »* Ed. Bubnov, 1899, texte J, pp. 114-147.
- ff. 5v.-6 (Lupitus Barchinonensis), « *Longitude stellarum secundum latitudinem subtile scriptam fac in astrolapsu* ». Catalogue de 26 étoiles, prototype de ceux de Gerbert et d'Hermann Contractus. « *Quando posueris...* » ed. Millas, texte J', p. 287. Table des longitudes solaires pour chaque jour de l'année.
- ff. 9-10, Explicit de Watzalchora. Incipit de horologio secundum alchoram. « *Quando queris scire...* », ed. Millas J'a, pp. 288-292 (Lupitus?).
- ff. 10-11, « *Octo circulus terræ...* » cf. Cassiodorus PL 70, 1218 et Beda PL 90, col. 131-132 note.
- ff. 11v.-12 (Lupitus?), « *Philosophi qui sua...* », ed. Millas texte h", pp. 293-295 et Ps. Beda PL 90, col. 955-960. Figures.

- ff. 12v.-15 (Gerbertus), *Isagogæ Geometria*. Ed. Bubnov, pp. 331-334, 365. Ed. Millas, pp. 302-304 et Olleris, Gerbert, chap. 34-39, figures.
- ff. 16 (Gerbertus?), « *Componitur horologium...* » Ed. Millas, pp. 304-305, 307-308. Figure du quadrant.
- ff. 16v.-18 (Gerbertus?), *Watzalkora*. Prologue. « *Ad intimas summæ philosophiæ...* » Ed. Bubnov, pp. 370-375, et Introduction précédant le prologue :

a) « *In hac (er)go tam honesta et speciali invitatione gemino conatur operari modo quorum uno se excusat, alt(er)o docet. Mos est nonnullis qui plebeio favore et theatro plausu ad instar priscorum comicorum gloriuntur quamlibet delectabilia componere ex quibus inanem famem et rumores jactantiæ excitent — quod valde vituperiosum esse et injuriosum videtur — Un(de) se iste quam maxime excusare nititur. Dicit se speciali privilegium sapientiæ, id. opus excellentissimum tractaturum dignum sapientioribus solum modo communicari qui non cenodoxiæ nec ventosis vulgi latratibus inhiant.* »

b) Dans la marge de gauche, une glose de 48 lignes, tronquée par le relieur se termine par : « ... *Ad hæc more rethorum exordia narrationis diligenter astruit ut lectorem attentum docilem benevolum reddat dum et arduam et honestam et utilem rem pollicitus est dicturum.* »

Je dois à l'obligeance de M. F. Secret la traduction suivante de ces deux fragments :

a) « Dans cette introduction, donc, si considérable et particulière, il entend employer une double méthode; pour s'excuser, d'une part et pour enseigner, de l'autre. C'est une habitude pour certains, qui tirent gloire de la faveur publique et des applaudissements de théâtre à la manière des comiques d'autrefois, de composer à loisir des développements plaisants pour soulever vaine gloire et renommée de jactance; ce qui semble trop blâmable et nuisible. Aussi, celui-ci tente-t-il de s'excuser le plus qu'il peut. Il dit qu'il traitera d'un cas particulier de la science, c'est-à-dire d'une œuvre particulièrement remarquable, digne d'être communiquée seulement aux plus savants, qui n'aspirent ni à la vaine gloire, ni aux réactions capricieuses de la foule. »

b) « ... de manière rhétorique, il compose avec soin une préface pour rendre le lecteur attentif, docile et bienveillant, en promettant de parler d'une question difficile, remarquable et utile. »

D'autre part, le gloseur a ajouté, sous le titre et dans la marge de droite, les quelques mots suivants :

« *Hic comprehendit trivium. Hic quoque quadrivium.*

Triplex doctus : donod(ei), studio, executroque. Triplex confirmatio : auctoritate, veritate, dignitate. »

- ff. 18v.-19v. (Gerbertus), *Isagogæ Geometria* « Sumpto astrolabio... »
Ed. Millas, p. 308. Figure d'un cadran solaire (voir aussi BN.
Lat. 12.117, XI^e, ff. 2v.-4 et B. Mus. Roy. 15 B. IX. XI^e, f. 77.
- f. 19v. (Lupitus?), Figure de l'araignée avec les noms latins de
27 étoiles. Publ. van de Vyver, 1931, pl. 1, Ed. Kunitzsch, 1959,
pp. 90-92.
- ff. 20-23v. (Maslama?), Figures de sept tympans d'astrolabe et du
verso en arabe. Publ. f. 23 v. Van de Vyver, *op. cit.*, pl. 3. Autres
dessins d'astrolabes du XI^e siècle, voir : Berne, 196, f. 8; London,
Roy. 15 B. IX; Vatican Reg., 598, f. 119v.; Zurich, C. 172, f. 85v.-
86; tous incomplets.
- II. XIII^e : ff. 25-79, Commentaires sur l'Evangile de saint Matthieu.
- III. XII^e : ff. 80-89v., Macrobius. *Saturnalia*, fragment.
ff. 92-95, Isidorus. *Ethymologiæ*, lib. VII, fragment.
- IV. XIV^e S : ff. 97-105, Bernardus Clairvallensis. *Epist. contra Petrii Abelardium*.

TABLE DES MATIÈRES

Note préliminaire	1
1. Description sommaire	2
2. Authenticité	4
3. Date de l'instrument	5
4. L'astrolabe grec de Brescia	7
5. Les astrolabes orientaux des ix ^e et x ^e siècle.....	10
6. Les astrolabes hispano-arabes au xi ^e siècle	15
7. L'astrolabe chez les Latins aux x ^e et au xi ^e siècle	20
8. Les chiffres de l'astrolabe	28
9. L'origine de nos chiffres arabes	30
Conclusion	40

Planches et Tables

Table I. Catalogue d'étoiles de Maslama pour l'an 978	24
Table II. Trois catalogues d'étoiles hispano-arabes, vers 980	25
Table III. Chiffres grecs et apices (xi ^e -xii ^e siècle)	36
Annexe. Collation du manuscrit Bibl. Nat. Lat. 7412	41
Planche I. Astrolabe du x ^e siècle. Recto	} hors texte
Planche II. Astrolabe du x ^e siècle. Verso.	
Planche III. Astrolabe du x ^e siècle. Partie interne	
Planche IV. Astrolabe byzantin de 1062. Partie interne	

DEUX ASTROLABES MAROCAINS

Le Musée de la Marine de Paris conserve deux astrolabes arabes qui n'ont fait, à ma connaissance, l'objet d'aucune description précise. Tous deux sont anonymes et sans date, mais certainement de facture marocaine; le plus ancien, qui est aussi le plus petit, est probablement l'œuvre d'un astronome de Marrakech et date du milieu du XVI^e siècle; l'autre a été construit pour la latitude de Fez et peut être attribué à l'époque de Moulay Mohamed ben Abdallah (1757-1790). Leur gravure est assez soignée; les lettres arabes, de forme angulaire dite « coufique » sont élégantes. Pour placer la description de ces instruments dans leur contexte, donnons très brièvement quelques indications générales.

L'astrolabe planisphérique est une invention grecque; géniale application de la géométrie d'Euclide à des problèmes pratiques d'astronomie. Sous sa forme classique arabe occidentale, qui fait l'objet de cette notice, il est constitué matériellement d'une pièce principale circulaire, en forme de cuvette : la *mère*, dans laquelle viennent se loger un certain nombre de disques : les tympans. Sur chacun des tympans sont gravées les projections également espacées d'un certain nombre de cercles azimutaux et de cercles de hauteur pour le horizon d'une latitude donnée, marquée sur le tympan. L'ensemble vient s'encasturer, une pièce ajourée, nommée *raignée*, projection de la voûte céleste étoilée qui tourne autour du pôle Nord, centre de l'appareil. L'*raignée* est munie de petits index, dont chacun marque la place d'une des principales étoiles fixes; ils permettent de lire sur le tympan la hauteur et la direction de l'étoile, l'*raignée* se tenant à l'heure à la main. L'écliptique est également tracée sur l'ensemble, qu'on puisse procéder de même avec le soleil ou avec les planètes mobiles dans le zodiaque au cours de l'année.

On trouve sur le dos de la mère un calendrier solaire divisé en 365 jours et en douze mois et le cercle zodiacal, centré sur le pôle Nord, divisé en douze signes et gradué en 360 degrés. Le point vernal, au début du signe du Bélier, est évidemment marqué en regard du jour de l'équinoxe de printemps pour la latitude de la construction de l'instrument et la correspondance des cercles permet de connaître la position du soleil à chaque jour de l'année.

Il en résulte que la précession des équinoxes, qui fait varier lentement le point vernal par rapport aux étoiles fixes d'un degré en 71 ans environ, et par rapport au calendrier solaire de un jour en 128 ans, démode l'astrolabe. Si celui-ci n'est pas daté, l'examen de la position des étoiles et de du calendrier, permet par conséquent d'assigner une date à la construction de l'instrument si celui-ci est de bonne heure. On doit aussi le comparer aux instruments datés pour recouper l'estimation de la date par les indications données par le style et par tous autres éléments de caractère historique et en premier lieu par l'épigraphie.

Au dos de l'astrolabe est fixée une *alidade*, munie de deux pinnules qui sert aux observations de hauteur, la lecture se fait sur le *limbe*, gradué en degrés. L'ensemble est fixé d'un petit trou circulaire dans lequel passe un pivot qui traverse la mère, les tympans et l'*raignée* et les tient ensemble par le moyen d'une clavette en forme de tête de cheval, telle que les Arabes ont donné à cette clavette.

L'anneau de suspension est retenu par un étrier fixé à la partie supérieure — élargie — de la mère qu'on nomme *la tête*. Toutes ces pièces sont en laiton, ou en bronze; leur diamètre dépasse rarement 250 millimètres.

On ne sait exactement à quelle époque l'astrolabe fut inventé par les astronomes grecs d'Alexandrie et aucun exemplaire original de l'instrument n'est parvenu jusqu'à nous. On peut toutefois penser qu'en raison de la remarquable précision de ses éléments constitutifs il ne devait pas être différent des plus anciens astrolabes arabes connus, qui datent du IX^e siècle.

L'astrolabe a été utilisé pendant mille ans par les musulmans. Il se propagea d'abord vers l'an 800 par l'intermédiaire

des constructeurs grecs installés à Harran — ville commerciale de la bouche de l'Euphrate — qui reçut des émigrés d'Antioche. Il passa de là à Damas, puis à Bagdad et en Iran. Au milieu du X^e siècle, les souverains Omeyyades de Cordoue, par une coïncidence exceptionnelle, se montrèrent protecteurs des sciences comme les souverains Buyides de l'Iran et des liens se formèrent à cette époque entre les savants de Cordoue et les astronomes de Shiraz.

Par l'intermédiaire de Barcelone, certains moines bénédictins — et notamment Gerbert d'Aurillac, qui avait étudié les mathématiques de l'école de Cordoue avant d'accéder à la papauté sous le nom de Silvestre II — firent connaître à la fin du X^e siècle, l'astrolabe de Cordoue à Reims et à Chartres, puis à Liège et à Reichenau à certains de leurs confrères des abbayes bénédictines. Mais ce n'est qu'au XIII^e siècle, sous l'effet de l'impulsion donnée aux sciences et à l'astronomie par l'empereur Frédéric II et par le roi Alphonse X de Castille, qu'ils se répandirent de Tolède — et peut-être de Sicile — dans le monde latin par des médecins juifs de Montpellier, Marseille et Toulouse.

En Espagne musulmane, les plus beaux astrolabes furent construits à Cordoue, à Tolède, à Saragosse et à Valence, puis au XIII^e siècle, à Murcie, Séville et Grenade, au XIV^e siècle, à Cadix. La production de ces instruments, communément nommés *hispano-mauresques*, cesse au XIV^e siècle en Espagne.

Au contraire, ils se répandent au Maroc dès le XIII^e siècle et notamment, à Marrakech, à l'école de laquelle s'attache la tradition la plus longue et la plus ancienne : le traité arabe le plus complet de la construction des instruments astronomiques est l'œuvre d'un astronome de cette ville (1). Des instruments marocains exécutés à Fez et à Taza au XIV^e siècle sont encore conservés, tandis qu'au XIX^e siècle, on fabriquait encore des astrolabes au Maroc.

Un des constructeurs de Fez les plus habiles au XVIII^e siècle se nommait Muhamed ben Ahmed al-Battuti; sa famille, originaire de Rabat, avait fourni à la mosquée Qarawine des *Muwaqqit*, ou « gardiens de l'heure », fonctionnaires chargés d'annoncer l'heure exacte des prières, variables au cours des saisons.

Un peu plus tard, le sultan Mohamed ben Abdallah, qui régna de 1757 à 1790, donna à construire plusieurs astro-

(1) SÉDILLOR L.A. — Traité des instruments astronomiques des Arabes composé au XIII^e siècle par Aboué Hassan Ali de Maroc. Paris 1844.



U MUSÉE DE LA MARINE

par M. DESTOMBES

lubes à des artistes marocains. En 1786, il avait confié un de ces astrolabes au vice-consul de France à Mogador pour que, transporté à Paris, il puisse servir à la reproduction de deux autres astrolabes de très grand modèle (1). L'exécution terminée, on prit des empreintes du dos et des tympans d'une copie, comme on peut le faire d'une gravure sur cuivre, avant de renvoyer l'original et les copies, munies d'une décoration de style Louis XVI au sultan à Marrakech. Sur ces épreuves, encore conservées à la Bibliothèque Nationale de Paris, on peut lire cette signature : « Lenoir, ingénieur du roi, à Paris, 1789 ». Etienne Lenoir (1744-1832) était alors le seul constructeur d'instruments capable d'exécuter des pièces de cette nature; encore laissa-t-il inachevé le plus grand, dont l'araignée, qui donne généralement à l'astrolabe toute sa richesse, ne porte pas d'étoiles.

En 1782, le fils du sultan, vice-roi de Fez, fit faire un astrolabe d'un type spécial par un artiste de Fez. Cet astrolabe est signé : « Ce planisphère béli a été construit avec un art merveilleux sur l'ordre de notre maître Abdul Hassan Ali, fils de notre maître, le Commandeur des Croyants - que Dieu perpétue leur élévation - en l'an 1197, pour une latitude de 33°40'N.

Les instruments astronomiques hispano-arabes et marocains (astrolabes, quarts de cercle, cadrans solaires) sont encore relativement nombreux, soit une centaine répartis dans différentes collections publiques ou particulières, dont la moitié environ, exécutés avant l'année 1400. Ils servaient, comme nous l'avons dit à l'identification des étoiles, à mesurer les hauteurs, à calculer l'heure du lever ou du coucher des astres et aussi à calculer les heures de la prière, souvent indiquées en pointillés dans la partie inférieure des tympans.

Affirmer que les usages de l'astrolabe, tant en Orient qu'en Occident, furent toujours scientifiques serait toutefois illusoire et certainement erroné, et les progrès de l'astronomie et des sciences exactes auraient été plus rapides si la crédulité d'une certaine clientèle et l'ignorance ou l'esprit mercantile

des donneurs de consultations n'avaient pas répandu, jusque dans les traités d'astronomie, la pratique de l'astrologie.

L'astrolabe a fait l'objet de nombreuses publications. Nous nous contentons de renvoyer, pour plus de détails à deux ouvrages classiques en la matière : le « Traité de l'astrolabe » d'Henri Michel (2) et l'ouvrage de Gunther (3) - qui constitue un dictionnaire illustré de premier ordre. Dans les nombreuses planches de cet ouvrage, on peut voir, surtout parmi les astrolabes persans, des instruments très richement décorés. Leur valeur artistique ne peut pas être niée.

La valeur d'un astrolabe pour la science réside plutôt dans l'exactitude du tracé des courbes, la finesse et la régularité des divisions, et la concordance des longitudes des étoiles avec leurs positions exactes à la date de construction. Les données scientifiques sont complétées par un certain nombre d'indications écrites : chiffres, mois, signes du zodiaque, noms vulgaires des étoiles.

Comme cela est bien connu, la plupart des noms vulgaires des étoiles utilisés actuellement sont simplement des déformations des noms arabes utilisés depuis le IX^e siècle, qui sont eux-mêmes des traductions ou des transcriptions des noms grecs. C'est pourquoi nous avons fait suivre notre courte description des deux astrolabes marocains par une liste comparée des noms/des deux araignées avec leur traduction française, en regard de leur nom actuel vulgarisé.

Par suite du système de projection de l'astrolabe planisphérique, qui veut que le cercle extérieur soit le tropique du Capricorne, seules, les étoiles comprises entre le pôle Nord et ce tropique peuvent figurer sur une araignée. Les constructeurs les plus anciens y ont placé, sans que cela soit une règle, les étoiles de première grandeur et une partie de celles de seconde grandeur et cette pratique fut poursuivie rituellement. On a donné la liste dans l'ordre croissant des ascensions droites à partir du point vernal. Les noms arabes ont été transcrits phonétiquement, sans tenir compte de l'accentuation.

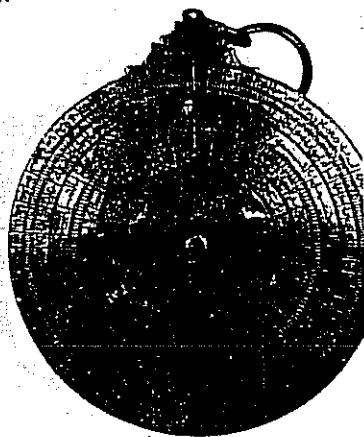
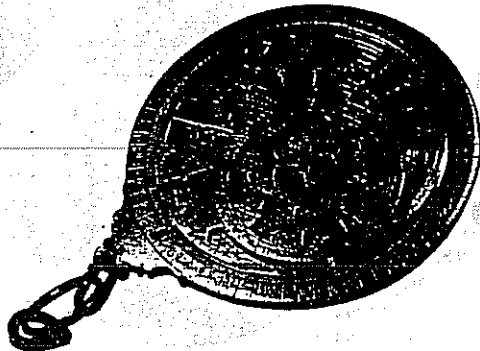
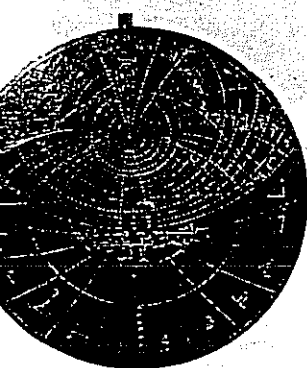
1

Astrolabe en laiton gravé en caractères arabes de style coufique, diamètre 112 mm. L'araignée porte 21 index d'étoiles, dont 18 portent un nom. Deux tympans, gravés recto et verso sont construits pour des latitudes de 30 degrés, 31°30' Marrakech, 33°40' et 35 degrés Nord.

Au dos de la mère sont gravés sur deux cercles concentriques, un calendrier Julien pour calculer les longi-

1

Astrolabe mauresque en laiton (milieu du XV^e siècle).



tudes écliptiques du soleil et le cercle zodiacal portant les noms des douze signes. L'équinoxe de printemps correspond au 18 mars (xvi^e siècle). Au-dessous, le carré des ombres. Le trône ne porte pas d'inscription. Le fond de la mère ne porte que deux cercles, sans inscription.

Toutes les pièces (mère, araignée, tympan, alidade, étrier) sont originales - sauf le cheval - et de belle qualité.

L'instrument est anonyme et sans date, sa construction peut se placer au Maroc, probablement à Marrakech, au milieu du xvi^e siècle.

2

Astrolabe en laiton, gravé en caractères arabes de style coufique. Diamètre 131 millimètres.

L'araignée porte 26 index d'étoiles dont 25 sont nommées.

Deux tympan, gravés recto et verso, sont construits pour les latitudes de 21°40'N (La Mecque), 25° (Médine), 34°30' (Fes) et pour toutes latitudes.

Le fond de la mère est gravé pour la latitude de 33°40'N.

Au verso de la mère, sur deux cercles concentriques : l'écliptique, gradué en 360 degrés porte les noms des douze signes du zodiaque, et le calendrier Julien ; l'équinoxe de printemps est placé au 7-8 mars (fin xviii^e siècle). Au centre, courbes des heures inégales, et carré des ombres (voir Michel, pages 78 et 82).

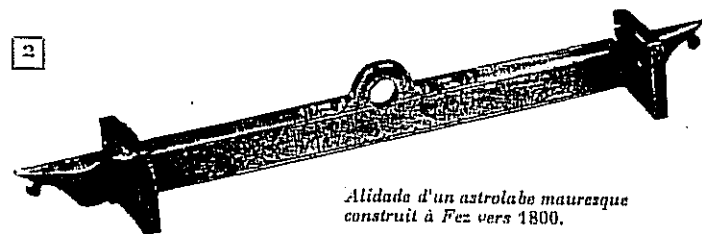
Toutes les pièces sont originales, sauf le cheval ; la facture est assez bonne.

L'instrument a sans doute été construit à Fes, vers la fin du xviii^e siècle.

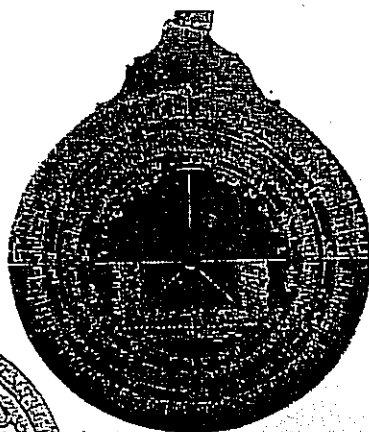
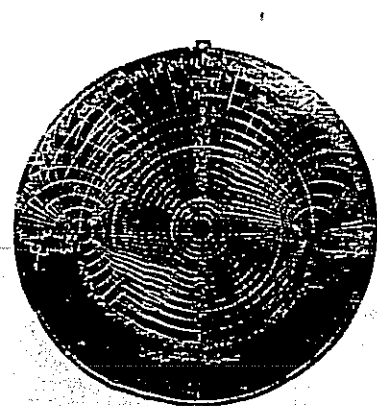
NOM DES ÉTOILES DES DEUX ARAIGNÉES

n° 1	n° 2	traduction	Nom vulgaire
batn qitous	batn qitous (kaif al-jadma)	ventre de la baleine	Baten kaltos
goul	al-goul	main coupée	Minkar
debaran	debaran	le démon	Algol
	al-ayyouk	suivante	Aldebaran
	qadam al-jauza	la chèvre	Capella
		piéd d'Orion	Rigel
mankib al-Jauza	mankib al-Jauza	épaule d'Orion	Betelgeuse
(al abour)	al-abour	traversant	Sirius
gomeiza	al-gomeiza	pleurant	Procyon
	yed al-dubb	main de l'Ourse	(sans nom)
	Shujah	Hydre	Alphard
(rigel al-dubb)	rigel al-dubb	piéd de l'Ourse	(sans nom)
gorab	al-gorab	le corbeau	Algorab
al-azal	al-azal	le désarmé	Spica
al-ramih	al-ramih	l'armé	Arcturus
fekkah	fekkah	(le) plat	Alphéca
hayya	unq al-hayya	cou du serpent	Unuk
qualb al-aqrab	qualb al-aqrab	cœur du scorpion	Antarès
al-hawwa	al-ras al-hawwa	la tête	Rasalague
		du serpenteaire	
waql	waql	tombant (aigle)	Vega
tair	al-tair	volant (aigle)	Altair
	al-delfin	dauphin	Delphinus
ridf	ridf	croupe (du Cygne)	Deneb
deneb al-jedi	deneb al-jedi	queue du	Deneb aljedi
		Capricorne	
kaab faras		sabot du cheval	(sans nom)
mankib al-faras	mankib al-faras	épaule du cheval	Scheat
(deneb qitous)	deneb qitous	queue de la baleine	Deneb Kaltos

2



Alidade d'un astrolabe mauresque construit à Fes vers 1800.



Astrolabe mauresque en laiton construit à Fes vers 1800.

M. DESTOMBES

Sur l'astrolabe d'Imola conservé à l'observatoire de Bologne

AVVERTENZA — L'osservatorio astronomico universitario di Bologna conserva un astrolabio arabo, proprietà della biblioteca comunale di Imola. Questo astrolabio fu già di proprietà del Dott. Luciano Toschi, che lo lasciò in eredità al Dott. Orso Sassi, entrambi imolesi; il Sassi, morto il 14 marzo 1945 delle ferite ricevute durante il bombardamento della sua villa di Dozza, lo donò alla Biblioteca comunale di Imola, dalla quale l'Osservatorio lo ebbe in prestito, sine die. Fu illustrato da Almerico da Schio con la lettera pubblicata negli Atti dell'Istituto veneto Serie VI Vol. IV (1886) da pag. 1347 a pag. 1352.

Nel settembre 1966 la Redazione della rivista *COELVM* ebbe la fortuna di ricevere la visita di M. MARCEL DESTOMBES, distinto cultore di strumenti antichi ed in particolare arabi, il quale dopo avere esaminato attentamente il nostro astrolabio ci rilasciò la seguente dichiarazione, cui farà seguito l'articolo di Almerico da Schio, che ripubblichiamo per esteso. Diamo anche due fotografie dell'astrolabio (tavole I e II) che prima di questa pubblicazione in *COELVM* non era mai stato riprodotto.

GUIDO HORN-D'ARTURO

Monsieur le Professeur,

Je vous remercie de m'avoir autorisé à examiner l'astrolabe arabe de la bibliothèque d'Imola, conservé actuellement à l'observatoire de Bologne et d'avoir bien voulu me communiquer des photographies de toutes les pièces de cet instrument. Un examen approfondi confirme, dans l'ensemble, les conclusions d'Almerico da Schio, publiées en 1886 au sujet de son antiquité — son authenticité n'étant pas douteuse — et de sa provenance.

J'y ajouterai quelques observations concernant certaines parties de l'instrument en essayant de préciser son origine. Depuis 1886, en effet, un grand nombre de travaux spécialisés et une étude comparative de différents astrolabes conservés dans de nombreux musées ont permis de mieux connaître les auteurs des instruments arabes et les centres où ils travaillaient. A cet égard, on doit citer le premier « corpus » d'astrolabes: *The astrolabes of the World*, publié à Oxford en 1932 par R. T. Gunther, qui contient de nombreuses reproductions. Dans le domaine philologique, le *Répertoire chronologique d'épigraphie arabe*, par E. Combe, J. Sauvaget et G. Wiet, dont la publication se poursuit depuis 1931, a fait connaître les signatures qui figurent sur des globes, astrolabes et autres instruments depuis les origines jusqu'au milieu du XIV^e siècle; l'ouvrage de L. A.

Mayer: *Islamic astrolabists and their works* (Genève, 1956) a également apporté les noms de nombreux constructeurs d'instruments arabes.

L'astrolabe d'Imola, qui mesure exactement 115 mm de diamètre, est gravé d'inscriptions arabes en caractères coufiques occidentaux du type utilisé en Espagne arabe du XI^e au XIV^e siècle et en Afrique du XIII^e au XIX^e siècle sur des instruments astronomiques. Sa date approximative est indiquée par le calendrier zodiacal qui figure au verso où les équinoxes et les solstices sont marquées aux 13 mars, 14,5 juin, 15,5 septembre et 14 décembre. Ces dates coïncident à peu près avec celles des instruments hispano-arabes et marocains signés et datés entre 1216 et 1310.

L'étude des noms et des positions des étoiles de l'araignée peut fournir d'intéressants éléments de comparaison. Après élimination de ceux qui diffèrent notablement du présent instrument, j'ai choisi une autre araignée d'astrolabe conservée à Venise (Museo Storico Navale n.^o 2094) et considérée jusqu'ici comme anonyme, mais sur laquelle j'ai pu lire la signature *Al-Khama'iri*, qui est le surnom de Muhammed b. Futtuh, de Séville. Celui-ci travaillait entre les années 1207 et 1236, et l'instrument de Venise peut être daté de 1210 environ. J'ai reproduit en annexe les noms des étoiles des deux astrolabes avec leur identification moderne. Le numéro suit l'ordre croissant des ascensions droites, à partir de l'origine d'Aries, située sur l'extrémité gauche du diamètre horizontal de l'instrument et en tournant dans le sens contraire des aiguilles d'une montre. Almerico da Schio avait publié en 1880 la liste des étoiles d'un astrolabe arabe de 1543, provenant de Valdagno et conservé actuellement à l'observatoire astronomique du Monte Mario à Rome, liste à laquelle il se réfère dans son étude de 1886 de l'astrolabe arabe d'Imola. Pour plus de commodité, j'ai indiqué dans la seconde colonne entre parenthèses les numéros d'ordre utilisés par A. da Schio en 1880 et 1886. L'astrolabe de 1543 étant une copie d'un astrolabe de Muh. b. Futtuh, les nombreuses coïncidences dans les noms des étoiles s'expliquent aisément.

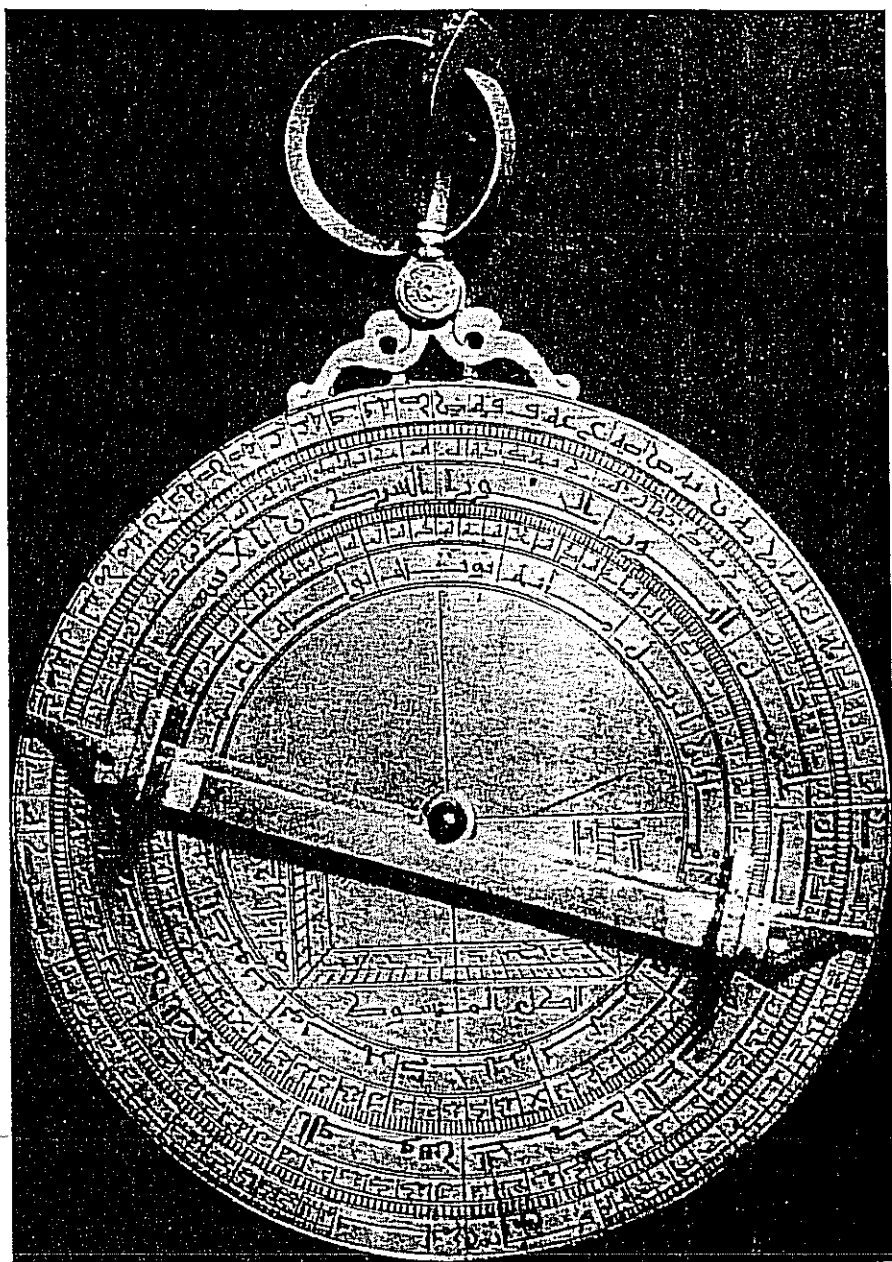
Par rapport aux étoiles de Muh. b. Futtuh (v. 1210), on note que les positions d'Aldebaran (n. 3), de Regulus (n. 11), d'alfa Cancrî (Zubana al-saratan, n. 10) et de Spica (al-azal, n. 14) sur l'astrolabe d'Imola ont avancé d'environ un degré. Compte tenu de la vitesse de précession d'environ 70 ans par degré, cet écart placerait sa construction vers 1280, avec une incertitude d'une vingtaine d'années.

On peut constater, en outre que, sauf quelques différences insignifiantes, l'araignée d'Imola est une copie exacte de celle de Muh. b. Futtuh, ce qui placerait sa construction dans le Sud de l'Espagne, à Séville ou Grenade. En particulier, les étoiles 5, 10, 13 et 25 sont exclusivement employées par Muh. b. Futtuh ou par des constructeurs anonymes du XIII^e siècle qui suivent généralement des modèles de Séville. L'étoile n. 2 (Schio n. 26) qui n'avait pas été identifiée, porte le nom de *Genb* (le côté de Persée, alfa Persei) qui remplace ici *Ras al-gul* (la tête de Méduse, bêta Persei) portée sur les astrolabes de Muh. b. Futtuh et de son continuateur de Grenade: Ahmed b. Husain b. Baso.

Les tympanes contenus dans l'astrolabe sont au nombre de sept; ils ne portent aucun nom de villes. Quatre (1-4) sont de même facture et contemporains de l'astrolabe, deux autres (5-6), en cuivre plus rouge et d'une épaisseur moindre, sont postérieurs, le dernier (7) est écrit en latin et peut dater du XV^e



Astrolabio di Imola, 1280 circa, recto.
(Bologna, Osservatorio astronomico universitario).



Astrolabio di Imola, 1280 circa, dorso.
(Bologna, Osservatorio astronomico universitario).

siècle. Ces tympanons sont décrits ci-après :

- a) tympanons originaux (vers 1280)
 1. pour 22° et 25° degrés de latitude (c'est à dire pour La Mecque et pour Médine).
 2. pour 30° (Le Caire) et 33° (Bagdad).
 3. pour 31° (Marrakech) et 32° (Jérusalem).
 4. pour 36° (Ceuta) et $37^{\circ}30'$ (Séville, Grenade).
- b) tympanons ajoutés (XIV^e siècle?)
 5. pour $34^{\circ}30'$ (Fez) et $35^{\circ}30'$ (Tetuan).
 6. pour $36^{\circ}40'$ (Malaga) et $38^{\circ}30'$ (Cordoue).
- c) tympanon latin (XV^e siècle?)
 7. pour 42° (Rome) et 45° (Italie du Nord).

Ces latitudes portées sur les tympanons (et non les longitudes comme l'a écrit A. da Schio p. 1351) sont celles où l'on peut utiliser l'astrolabe; elles peuvent nous renseigner au sujet du lieu de construction à condition d'avoir affaire aux tympanons originaux. En effet, les possesseurs d'astrolabes ont souvent substitué d'autres tympanons lorsqu'ils se déplaçaient dans une autre ville à ceux de leur astrolabe; seule, une étude attentive du style de la gravure des lettres — qui diffère pour chaque graveur d'instrument — peut permettre de reconnaître si l'on est en présence des tympanons originaux ou de substitutions.

Ainsi, un astrolabe décrit dans l'ouvrage de Gunther sous le n. 138 et qui appartenait autrefois à l'orientaliste J. J. Marcel (1776-1854), qui accompagna Bonaparte en Egypte, possédait neuf tympanons gravés par quatre mains différentes. L'astrolabe principal et un des tympanons pour Grenade (latitude $37^{\circ}30'$) sont seuls d'origine et datent sans doute des années 1250-1260; trois tympanons construits pour des villes d'Espagne de 36 à 40 degrés, et toutes énumérées, sont d'une autre main probablement antérieure; un autre porte les latitudes de 22 et 25 degrés, comme celui de Bologne, mais la forme des lettres est différente; les quatre derniers tympanons sont du même graveur que l'astrolabe de Bologne et c'est pourquoi il n'est pas sans intérêt d'en donner la traduction d'après une reproduction publiée dans la *Description de l'Egypte* de Napoléon-Bonaparte, *Etat moderne*, volume II, pl. H. H. figures 10 à 17.

1. (Pour) La Mecque, le Très Haut l'a illustrée et pour tous les pays de latitude $21^{\circ}40'$.
Yathrib, ville du Prophète, la bénédiction et le salut de Dieu soit sur elle, latitude 25° .
2. latitudes 33° et $37^{\circ}30'$.
3. latitudes 31° et 32° .
4. latitudes $35^{\circ}30'$ et $36^{\circ}30'$.

Parmi les constructeurs d'astrolabes de l'Occident musulman du XIII^e siècle, on distingue deux écoles. L'une représentée par Abu Bekr b. Yusuf qui travaillait à Marrakech de 1208 à 1218; ces astrolabes sont massifs et assez petits mais très exacts et leur style ne s'apparente pas à celui de l'astrolabe qui nous

intéresse. L'autre est celle du constructeur Muh. b. Futtuh déjà cité et ses continuateurs de Murcie: Muhammed b. Muhammed b. Hudhail (1252) et de Grenade: Ahmed b. Hussain b. Basso (1295-1309). On ne peut que remarquer les ressemblances de style entre l'astrolabe d'Imola et ceux construits par Ibn Baso, tant pour la disposition symétrique des étoiles par rapport à l'axe central, que pour la forme particulière du trône où s'attache l'anneau de suspension. Dans la liste des instruments signés d'Ibn Baso notés par Mayer, on trouve un astrolabe de 664 de l'hégire (ou 1265 A.D.), mais cette date, mal interprétée, doit se lire 694, car les 60 et le 90 arabes sont très semblables; de ce fait, l'activité de ce constructeur appartient plutôt au XIV^e siècle. Les ressemblances de l'astrolabe d'Imola avec ceux d'Ibn Baso sont d'ailleurs limitées au style général et aux indications techniques et non à la forme des lettres de sorte qu'il n'est pas possible d'attribuer l'instrument à Ahmed b. Hussain b. Baso, mais sans doute à un constructeur antérieur. L'orientaliste H. P. J. Renaud, le rédacteur du catalogue des manuscrits arabes de l'Escorial a donné des renseignements bio-bibliographiques sur les Ibn Baso dans un article de la revue *Hesperis* (année 1937, pages 1-12). Il en résulte qu'il existait deux Ibn Baso. L'un Hussain b. Muhammed, originaire de l'Est de l'Andalousie était calculateur de l'heure (*muwwaqit*) à la grande mosquée de Grenade, auteur d'un traité de l'astrolabe universel achevé en 673 de l'hégire (1274 A.D.) et constructeur de cadrans solaires et autres instruments; il mourut en 1316. L'autre Ahmed b. Hussain était son fils et lui succéda dans sa charge à la grande mosquée de Grenade. C'est lui qui est l'auteur des instruments signés jusqu'en 1309 et qui sont encore conservés.

On pourrait conclure que l'astrolabe d'Imola a été exécuté dans une ville du Sud de l'Espagne vers 1280, peut être par Ibn Baso le père à Grenade, en tous cas par un continuateur de Muh. b. Futtuh de Séville.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Professeur, l'assurance de mes sentiments bien cordialement dévoués.

LISTE DES ÉTOILES DE DEUX ASTROLABES DE BOLOGNE ET DE VENISE.

N.º	Schio	Bologna (v. 1280)	Venise (v. 1210)	Identification	Nom usuel
1	(3)	batn qaytus	badan qaytus	zeta Ceti	Baten Kaitos.
2	(—)	genb		alfa Persei	Algenib.
—	(26)		ras al-gul	beta Persei	Algol.
3	(11)	al-debaran	ain al-tsur	alfa Tauri	Aldebaran.
4	(27)	al-'ayyuq	al-'ayyuq	alfa Aurigae	Capella.
5	(4)	qadam al-jawza	qadam al-jawza	beta Orionis	Rigel.
6	(12)	mankib	mankib	alfa Orionis	Beteigeuze.
7	(5)	al-'abur	al-'abur	alfa Can. Maj.	Sirius.
8	(13)	al-gomeysa	al-gomeysa	alfa Can. Min.	Procyon.
9	(28)	yed al-dubb	yed al-dubb	iota Ursae Maj.	—
10	(14)	zubana al-saratan	zubana saratan	alfa Cancri	—
—	(6)	—	munir al-shuga	alfa Hydrae	Alfard.
11	(7)	qalb al-asad	qalb al-asad	alfa Leonis	Regulus.
12	(29)	rigel	rigel al-dubb	mu Ursae maj.	—
13	(—)	fom al-kas	fom al-kas	alfa Crateris	Alkes.
—	(8)	—	—	delta Corvi	Algorab.
14	(9)	al-azal	simak al-azal	alfa Virg.	Spica.
15	(24)	al-qa'id	al-qa'id	beta Urs. maj.	Benetnash.
16	(25)	al-ramih	al-simak al-ramih	alfa Bootis	Arcturus.
17	(23)	al-fekka	al-fekka	alfa Coronae bor.	Fecca.
18	(18)	'unq al-hayya	'unq al-hayya	alfa Serpentis	—
19	(10)	qalb al-aqrab	qalb al-aqrab	alfa Scorp.	Antarès.
20	(17)	ras al-hawwa	ras al-hawwa	alfa Ophiuchi	Rasalague.
21	(22)	al-waqi	al-waqi	alfa Lyrae	Wega.
22	(16)	al-ta'ir	nasr al-ta'ir	alfa Aquilae	Altair.
23	(21)	al-ridf	ridf	alfa Cygni	Deneb.
24	(1)	deneb al-jedy	sa'ad al-naschira	gamma Capric.	Djedi.
25	(15)	ka'ab al-faras	ka'ab al-faras	pi Pegasi	—
26	(19)	mankib al-faras	mankib al-faras	beta Pegasi	Scheat.
27	(20)	kaff al-khadib	kaff al-khadib	beta Cassiop.	—
28	(2)	deneb qaytus	deneb qaytus	beta Ceti	Deneb Kaitos.

Soit douze étoiles de première grandeur, six de seconde, six de troisième et quatre de quatrième.

ALMERICO DA SCHIO

Di un astrolabio settentrionale degli Arabi posseduto dal sig. Luciano Toschi da Imola

(1886)

Lo strumento ch'Ella ebbe la bontà di consegnarmi per esame, è un *astrolabio settentrionale degli Arabi* del tutto simile a quello descritto nel libro:

« Di due Astrolabj in caratteri cufici occidentali trovati in Valdagno (Veneto); illustrazione di Almerico da Schio, con sei tavole, 1880. Ferd. Ongania editore, Venezia ».

Veda alla pagina 13 e seguenti. Ed è tale l'analogia che a codesto lavoro mi riferirò per tutto ciò che ai due Astrolabj è affatto comune, citandone volta per volta le pagine.

L'Astrolabio d'Imola è anzitutto uno strumento ben conservato. Possiede quasi tutti i pezzi minuti accessorj, che ordinariamente vanno smarriti. *Alidada* con le sue *pinnule*, *chiodo*, *dimostratore*, *armille*. Le armille anzi sarebbero quattro invece che tre: non vidi mai quella quarta piriforme, munita di una gola, certamente per avvolgervi un cordoncino. Mancherebbero soltanto: il *cavalletto*, sostituito dalla molletta; un pezzo del dimostratore; forse un *timpano* arabo, che fu sostituito da un timpano latino. Dico questo perchè dei timpani ve n'hanno sette in tutti, e la cavità della *madre* n'è riempita esattamente.

Le iscrizioni sono in caratteri *cufici magrebini*, ossia cufici occidentali.

Il suo diametro è di 12 centimetri, lo spessore della madre di uno: il peso è di grammi 750.

La *rete* ha quattro bottoni d'argento sopra i due diametri ortogonali e ventinove stelle, il *maximum* che si trovi in simili strumenti.

Dopo girata la rete in modo che lo zodiaco sia in alto, conteremo le stelle da destra a sinistra, incominciando dall'arco di cerchio più grande che ne contiene 10, poi continuando al più piccolo che ne contiene 4, poi all'orlo interno dello zodiaco che ne contiene altri 4, poi all'orlo superiore del diametro orizzontale che ne contiene 7, e finalmente all'orlo inferiore dello stesso che ne contiene 4. Così le consideriamo nello stesso ordine che nell'Astrolabio valdagnese.

Intanto v'hanno delle abbreviature volute dallo spazio ristretto. Qualcheduna di frase, per esempio *Al-ramih* stella n. 25 per *Assimak al-ramih*; *Rigl*, stella n. 29 per *Rigl addubb*. E molte volte è omesso l'articolo. Le spiegazioni le troverà tutte a pag. 41 e seg. Qui Le esporrò soltanto le stelle che nei due astrolabj sono differenti.

Al n. 3 nell'Astrolabio valdagnese corrisponde *Matan-Qaitus* il lombo della Balena, nell'Astrolabio d'Imola *Baten Qaitus* il ventre della Balena: sono sinonimi, veda a pagina 41.

Al n. 6, l'Astrolabio d'Imola mette una punta senza nome, ed in posizione tale che non seppi quale stella essa punta rappresenti. Più oltre nell'Astrolabio valdagnese si trova *Alfard*.

Al n. 8, *Djana al-garab*, ala del Corvo, ha l'Astrolabio valdagnese, *Fom-al-khas*, bocca della Coppa, quello d'Imola. A pag. 42 Ella vedrà come altri astrolabj abbiano stelle della Coppa diversamente denominate. Qui non metterei dubbio essere la δ *Crateris*.

Al n. 14, l'Astrolabio d'Imola avrebbe l' α del Cancro. Parmi di leggere chiaramente *zubena al-sertan*, le due chele del Cancro. Veda, in proposito, i dubbj sulla stella che occupa questo posto nei diversi astrolabj, a pag. 43. Ma qui tratterebbesi non delle due *chele*, le quali sono troppo distanti l'una dall'altra per essere comprese sotto una sola punta; ma della meridionale soltanto quella che Beyer chiama appunto *azubene*, vedi Ideler, pag. 161. Veramente la parola *zubena* dell'Astrolabio d'Imola non ha punti diacritici che distinguano le lettere *dzal*, *ba* e *nun*, ma parmi chiara. Sarà benissimo una forma duale abbreviata da *alzubenan*, come dice Ideler a pag. 177; ma non so capire come ad una punta, corrispondente necessariamente ad una stella, si dia il nome collettivo di due stelle, distanti l'una dall'altra almeno 16 gradi in declinazione. Io crederei quindi che *zubena* volesse dire anche una sola forbice sia del Cancro, sia dello Scorpione, riferendosi alle due parti che la compongono, come si dice in italiano *le forbici*. E come si può dire anche *la forbice*, così anche *zubena* abbia il singolare *al-zuben*, il quale è anche usato per una sola delle due chele. Id. 177. *Al-zubena* si chiamano anche le due stelle più luminose della Bilancia, considerate alla maniera dei Greci, come fossero le due chele dello Scorpione. Id. 177.

Finalmente al n. 26, che nell'Astrolabio valdagnese è occupato da *Algol*, vedo una abbreviazione che non arrivai a decifrare.

Continuando la descrizione della rete; il circolo dello zodiaco è diviso di 6 in 6 gradi senza numerazione. Intorno ci sono i nomi dei dodici segni, dei quali può leggersi la spiegazione alla pag. 46.

L'orlo della madre è diviso in gradi, numerati di 5 in 5, da 5 a 360; non si ripetono le centinaia; le lettere hanno i valori numerali all'africana. Si veda per ciò tutto a pagina 47.

Il *dorso* (tav. 2 illustraz. f. t.) è per la massima parte identico al valdagnese. Solo qualche tracciato accessorio non si trova; si veda a pag. 22. Intorno al *quadrato delle due ombre* sono scritte verticalmente da una parte e dall'altra *l'ombra verticale*, e di sotto *l'ombra orizzontale*: si veda a pag. 25, 30, 47, 48. Le due divisioni in parti disuguali, le quali si trovano nei quadranti inferiori della zona esterna, costituiscono il *tracciato dell'ombra*. Rappresentano *le dita* dell'ombra verticale, e le dita dell'ombra orizzontale tanto nell'uno che nell'altro quadrante. Sotto il diametro orizzontale da ambe le parti c'è la parola *orizzontale*, e allato del verticale in basso ripetuta dalle due parti la parola *verticale*. È sottintesa *l'ombra*. Quadrato e tracciato servivano a misurare linee inaccessibili, con la proporzione dei triangoli-simili. Si veda a pag. 26 e 30.

Ma quello che molto importa nell'astrolabio imolese è la sua data. Nessuna iscrizione ci dice quale sia, nè chi abbia costruito l'astrolabio, nè in qual luogo. Dell'artefice nulla è da supporre, delle date e del luogo alcun che si può dire.

L'equinozio di primavera nel dorso dell'Astrolabio casca in sulla fine del 13 marzo. Col giorno astronomico medioevale la fine del 13 marzo astronomico è al mezzodì del 13 marzo civile, allora del Calendario Giuliano. Pigliando ora un bisestile qualunque prossimo a noi, troviamo che per esempio nel 1880

l'equinozio avviene l'8 di marzo Giuliano nelle ore del mattino. Supposti nella peggiore ipotesi solo 5 giorni di differenza, per un giorno ogni 128 anni, abbiamo anni 640 indietro dal 1880, cioè l'anno 1240. Ci pare quindi di poter assicurare che l'Astrolabio d'Imola fu costruito nella prima metà del secolo XIII e più facilmente nei primi 25 anni: data rispettabile.

La stessa data è molto più incerto il volerla desumere dalle longitudini delle stelle, la cui deposizione è determinata dalla parte della rete.

Ho tentato di calcolarne alcune delle principali: e sebbene tutte mostrino un notevole aumento della longitudine dal tempo dell'Astrolabio a noi, pure questo aumento varia d'assai, come sarebbe da meno di 4 gradi, *Vega*, a più di 12° α *Cancrì*. La precessione dell'equinozio, a 50 secondi l'anno, sarebbe in 640 anni circa 8° gradi d'aumento delle longitudini. Anche nell'Astrolabio valdagnese del 1543, trovai per le longitudini calcolate delle forti differenze. Sembra che questa noncuranza della posizione esatta delle stelle nella rete sia negli astrolabi difetto generale. Ad onta di ciò, dei 13 Astrolabi simili, che a mia scienza esistono in Italia, nessuno pare così deciso nei suoi caratteri, da potersi attribuire altrettanto sicuramente al secolo XIII.

Il luogo dove sia stato costruito l'Astrolabio potrebbe sospettarsi dalle longitudini dei suoi timpani. Queste sono 11 e vanno da 22° a 38°30', prescindendo dal timpano 42°, e 45° che fu palesemente aggiunto da quell'astronomo cristiano, il quale ridusse a proprio uso l'Astrolabio d'Imola. Sono le longitudini 22°, 25°, 30°, 31°, 32°, 33°, 34°30', 35°30', 36°, 36°40', 37°30', 38°30', 42°, 45°. Le due prime sono presso le città sante, Mecca e Medina, le altre giovano all'Africa, dove sono oggi il Marocco e l'Algeria, e alla Spagna del mezzodi. Anzi l'affollarsi di esse più di qua che di là dello stretto, mi fa supporre che l'autore dell'Astrolabio d'Imola sia un arabo spagnolo di Siviglia, di Granata o di Cordova.

Del resto il tracciato dei timpani è affatto analogo al valdagnese, descritto alla pagina 16 e seguenti. Gli *almucantar* o cerchi d'altezza, sono descritti di 6° in 6°, ciò che fa collocare l'Astrolabio tra i *sexpartia*. Gli *azimut* o verticali, sono invece di 10° in 10°. Nella parte superiore del disco non vi sono che i gradi delle altezze e degli azimut: nella inferiore le ore disuguali con le cifre da 1 a 12, le ore delle preghiere mussulmane, e le parole *oriente*, *aurora*, *asr*, *dohar*, *mezzogiorno*, *crepuscolo*, *occidente*. *Asr* significa *siesta*, *dohar*, intervallo tra le 12 e le 2 circa. Vedi pag. 18 e seg.

E qui, egregio Signore, ho finito quelle informazioni, che per oggi io possa darle intorno al suo grazioso strumento. Basterebbemi di averglielo indicato siccome pregevolissimo tra gli strumenti di questo genere, per l'epoca sua, per l'abbondanza e bellezza delle iscrizioni, per i tracciati completi e per l'ottima conservazione. Non dubito, che uno studio complessivo dei quattordici strumenti simili, che si conoscono oggi in Italia, riuscirebbe a collocare il suo in uno dei primi posti.

- ٣٥١ ستون، أ. ب.: الآلات الفلكية في كلكتا، ودلهي، وجايپور. (بالإنكليزية)
- ٣٥٥ دَتومب، مارسل: الكرات السماوية في الشرق وجداول الكواكب في القرون الوسطى. (بالفرنسية)
- ٣٦٧ دَتومب، مارسل: كرة سماوية عربية من القرن السادس الهجري. (بالفرنسية)
- ٣٨١ دَتومب، مارسل: كرة سماوية غير معروفة من الفترة السلجوقية (٥٣٩هـ). (بالفرنسية)
- ٣٨٧ دَتومب، مارسل: الأرقام الكوفية على الآلات الفلكية العربية. (بالفرنسية)
- ٤٠١ دَتومب، مارسل: أسطرباب من زمن القيصر الألماني شارلمان وأصل أرقامنا العربية. (بالفرنسية)
- ٤٤٨ دَتومب، مارسل: أسطربابان مغربيان محفوظان في متحف البحرية (في باريس). (بالفرنسية)
- ٤٥١ دَتومب، مارسل: أسطرباب مدينة إيمولا (في إيطاليا) المحفوظ في دار رصد بولونيا. يلحق به مقال لآلماريكو داسكيو: حول أسطرباب عربي شمالي في حوزة السنيور لوجيانو توسكي من إيمولا. (بالفرنسية والإيطالية)

- ستين، ساموئيل ميكلّس: حول "رسالة في العمل بالآلة الفلكية المعروفة بذات
الحلق" لدنّس بن ميم. (بالإنكليزية) ١٣١
- ماير، ليو آري: صنّاع الأسطrolابات المسلمون وأعمالهم. (بالإنكليزية) ... ١٤١
- ماير، ليو آري: أسطrolاب من صنع عبد الأئمة. (بالإنكليزية) ٢٨٦
- ماير، ليو آري: بعض المواد الجديدة المتعلقة بصنّاع الأسطrolابات المسلمين.
(بالإنكليزية) ٢٩١
- ماير، ليو آري: قضية تحديد أماكن وجود الأسطrolابات الإسلامية.
(بالإنكليزية) ٢٩٥
- محمديلي، ج. د.: دار الرصد في المراغة ودار الرصد في بكين في القرن
الثالث عشر الميلادي. (بالإيطالية) ٢٩٦
- هوسوت-راينود، مانون: تحديد هوية أحد أسطrolابات جامع الأندلس (في
فاس). (بالفرنسية) ٢٩٩
- فرّئيس، بشير؛ ناصر النقشبندي: الأسطrolابات في دار الآثار العربية
في بغداد ٣٠٢
- كبانيلاس، داريو: الساعات الشمسية الأندلسية. (بالإسبانية) ٣٣٣

فهرس المحتويات

١	كِرْسُول، كَبَل أركيبالد كامرون: بيليوغرافيا للأسطرلابات الإسلامية. (بالإنكليزية)
١٧	آغا-أغلو، محمد: أسطرلابان من العهد الصفوي المتأخر. (بالإنكليزية) ..
٢٤	كروملن، كلود أوجست: أسطرلاب من لاهور من القرن ١٧م من مجموعة المتحف الوطني لتاريخ العلوم الرياضية والطبيعية في ليدن. (بالفرنسية)
٤٦	لكاي، باول: مساهمات في بحث الرياضيات عند المسلمين. ١- آلات الظل القديمة. (بالألمانية)
٦٧	زايچكوفسكي،، أنانياش: أسطرلاب عربي من القرن الثالث الهجري، من مجموعة المكتبة الملكية (في كراكو، بولندا). (بالبولندية)
٧٨	أنور، أ. سهيل: حول الساعات الشمسية الأفقية والعمودية في تركيا. (بالفرنسية)
٩٣	برايس، درك ج.: قائمة بالأسطرلابات الموجودة في العالم. (المقدمة والقسم الخاص بأسطرلابات العالم الإسلامي فقط). (بالإنكليزية)
١٢١	دي لوس سانتوس خير، ساموئيل: ساعة شمسية أندلسية اكتشفت في قرطبة. (بالإسبانية)
١٢٩	دي أروس، خوان خ.: آلة ربع شمسية من قصبة المرية. (بالإسبانية)

طبع في ١٠٠ نسخة

نشر بمعهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية
بفرانكنفورت - جمهورية ألمانيا الاتحادية
طبع في مطبعة شتراوس، مورلنباخ، ألمانيا الاتحادية

الرياضيات الإسلامية والفلك الإسلامي

٩٦

نصوص ودراسات
حول الآلات الفلكية ودور الرصد
في العالم الإسلامي

القسم ١٢

جمع وإعادة طبع
فؤاد سزكين

بالتعاون مع
كارل إيرج-إيجرت، مازن عماوي، إكهارد نوباور

١٤١٩ هـ - ١٩٩٨ م

معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية
في إطار جامعة فرانكفورت - جمهورية ألمانيا الاتحادية

منشورات
معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية

يصدرها
فؤاد سزكين

الرياضيات الإسلامية والفلك الإسلامي

٩٦

نصوص ودراسات
حول الآلات الفلكية ودور الرصد في العالم الإسلامي

القسم ١٢

جمع وإعادة طبع

١٤١٩ هـ - ١٩٩٨ م
معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية
في إطار جامعة فرانكفورت - جمهورية ألمانيا الاتحادية

منشورات
معهد تاريخ العلوم العربية والإسلامية
سلسلة الرياضيات الإسلامية والفلك الإسلامي
المجلد ٩٦

