

Reprinted from

# JOURNAL for the HISTORY of ARABIC SCIENCE

VOLUME 2

NUMBER 2

NOV. 1978



مجلة تاريخ العلوم العربية

Institute for the History of Arabic Science

University of Aleppo

Aleppo - Syria

# Le Cadran Solaire de la Mosquée d'Ibn Ṭulūn au Caire

L. JANIN<sup>†</sup> ET D. A. KING\*

## I. Introduction

Depuis les recherches de Carl Schoy aux environs de 1920 sur la gnomonique arabe<sup>1</sup> les cadrans solaires musulmans ont été presque totalement ignorés par les historiens des sciences. Ce qui manque évidemment pour la documentation fondamentale sur la gnomonique arabe, ce sont des reproductions et des descriptions détaillées des plus importants cadrans solaires arabes.<sup>2</sup> L'un de nous a publié en 1972 une description d'un cadran magnétique du célèbre astronome Syrien du quatorzième siècle Ibn al-Shāṭir, cadran qui n'avait jamais été décrit dans la littérature moderne, bien qu'il soit sans doute le plus splendide de tous les cadrans arabes connus.<sup>3</sup> L'autre signataire a préparé plus récemment une description d'un cadran tunisien du quatorzième siècle qui a une importance spéciale pour notre connaissance des origines des définitions des prières musulmanes.<sup>4</sup> Le cadran que nous présentons ici, qui ornait jadis la Mosquée d'Ibn Ṭulūn au Caire,<sup>5</sup> n'existe plus, mais il a été l'objet d'une très fidèle reproduction, parue dans la célèbre *Description de l'Égypte* préparée par les savants qui accompagnaient Bonaparte en Égypte.<sup>6</sup> De son côté L.A.M. Sédillot en a donné une description dans son "Mémoire sur les instruments astronomiques des Arabes" d'après le traité de l'astronome Abū 'Alī al-Marrākushī, qui travaillait au Caire à la même époque que le constructeur du cadran de la Mosquée d'Ibn Ṭulūn.<sup>7</sup> Nous considérons qu'il est intéressant de présenter à nouveau ce beau cadran à la lumière des plus récentes recherches sur l'histoire de l'astronomie en Égypte médiévale.<sup>8</sup> Le

\* American Research Center in Egypt, 2 Midan Kasr el-Doubara, Garden City, Le Caire, Égypte.

1. Voir Schoy 1 et 2, et aussi Notes 1 et 2 à Section III.

2. Plusieurs des cadrans solaires musulmans qu'on connaît sont indiqués dans Mayer. On s'attend à ce que la nouvelle édition que préparent M. Alain Brieux de Paris et Mr. Francis Maddison d'Oxford contiendra assez de nouvelles informations sur les cadrans pour susciter un renouveau d'intérêt sur ce sujet.

3. Janin, reproduit en Kennedy-Ghanem, pp. 107-121.

4. King 1.

5. Voir Wiet, pls. 2-5 et pp. 100-101.

6. *Description de l'Égypte, État moderne, planches*, tome 11, planche c, et Sédillot-fils, pp. 25-26 et 56-58. Pour la documentation de l'inscription voir RCEA, no. 5023 à p. 157.

7. Voir Sédillot-père, II, Pl. XVI, fig. 86.

8. Voir King 2 et les références citées.

premier auteur commence par une description du cadran (Section II) et le deuxième continue par une discussion des méthodes employées par les astronomes musulmans pour construire les cadrans solaires (Section III), et une analyse mathématique des dessins du cadran de la Mosquée d'Ibn Ṭūlūn comparés avec les tables préparées par les astronomes égyptiens à l'époque Mamelouke (Section IV).

### *Remerciements*

Les études sur l'histoire de la science Islamique faites au Centre Américain de Recherches du Caire ont été patronnées (1972-80) par la Smithsonian Institution et la National Science Foundation, Washington, D. C., Etats-Unis, et aussi (1976-78) par la Ford Foundation.

Nous avons aussi à exprimer notre gratitude à ceux qui nous ont fourni des photos et nous ont permis de les publier: Mlle. Seguy, Conservateur en Chef de la Section Orientale du Département des Manuscrits à la Bibliothèque Nationale à Paris (Pls. 1 et 2); M. le Dr. S.M. Shineiti, Chef de la Bibliothèque Nationale au Caire (Pl. 3); et M. le Dr. P. Henchy, Directeur de la Bibliothèque de Chester Beatty à Dublin (Pls. 4 et 5).

### *II. Historique et description du cadran*

Décidée en 1798 par le gouvernement du Directoire, l'expédition d'Egypte comportait, outre les moyens militaires placés sous le commandement du général Bonaparte, un nombre important de savants et de techniciens appartenant aux disciplines les plus diverses, qui recevaient la mission de se consacrer à l'étude de l'Egypte et de sa civilisation. Parmi les bénéficiaires de cette initiative se trouvait M. J. J. Marcel, ancien directeur de l'imprimerie royale, grand spécialiste des langues orientales et de leurs écritures.

Dès son arrivée au Caire, M. Marcel se mit à dessiner et à reproduire toutes les inscriptions en langue arabe qu'il put relever sur les monuments, principalement sur les mosquées, écoles et tombeaux.

A la mosquée d'Ibn Ṭūlūn, l'une des plus anciennes du Caire, il découvrit, dans un pan de mur du minaret attenant à la mosquée, plusieurs fragments brisés d'une dalle de pierre, qui comportaient de nombreuses lignes, courbes et inscriptions gravées. Il rassembla aussitôt ces fragments qui reconstituèrent, à part quelques manquants peu importants, une dalle de 69 cm, sur 53 cm, laquelle faisait apparaître un quadrillage complexe mais harmonieux. M. Marcel s'empessa d'en tirer plusieurs exemplaires par les procédés typographiques, comptant bien emporter plus tard les fragments eux-mêmes; mais. . . dès le lendemain matin, ils avaient disparu! . . . enlevés par quelqu'un qui avait pensé trouver là des objets de valeur, à en juger par les soins dont les entouraient des Français. . . Heureusement, les empreintes relevées par

M. Marcel ont été rapportées d'Égypte et le dessin du cadran solaire qu'elles représentent se trouve reproduit dans *l'Atlas de la Description de l'Égypte*, cet ensemble monumental contenant les rapports de tous les savants chargés de mission et dont on peut dire qu'il a "lancé" l'égyptologie.

Car il s'agit bien d'un cadran solaire, comme le laissent supposer les inscriptions. A première vue, la complexité (Pl. 1) est grande: deux gerbes de 7 branches, maintenues par des sortes de liens, partent des deux côtés de la dalle et s'élancent l'une vers l'autre en s'entrecroisant; partout des inscriptions qui semblent se mélanger et dont il faut retrouver l'application.

Mais pour qui a l'habitude des cadrans solaires musulmans, il apparaît bientôt que le dessin représente en fait deux moitiés d'un seul cadran, imbriquées l'une dans l'autre. Si l'on fait glisser par exemple la gerbe de droite vers la gauche jusqu'à ce que coïncident les deux échelles les plus petites (ou inversement la gerbe de gauche vers la droite, *etc.*), on reconstitue le dessin connu d'un cadran solaire horizontal ordinaire (Pls. 2 et 3). Alors que chaque moitié du cadran avait son style particulier, la translation ci-dessus effectuée a fait coïncider les deux styles en un seul, qui gouverne l'ensemble du cadran reconstitué.

Pourquoi l'auteur de ce cadran a-t-il adopté la complication des deux demi-cadrans? Il faut d'abord reconnaître que ce dessin, avec ses courbes, droites et inscriptions enchevêtrées, mais disposées selon un plan facile à retrouver, répond bien à la recherche géométrique et ornementale chère aux dessinateurs musulmans. La conception de ce dessin semble d'ailleurs être originale, car nous ne connaissons qu'un autre exemple d'une représentation analogue (voir ci-dessous). En outre le procédé retenu permet de réduire considérablement l'encombrement du cadran.

L'inscription gravée sur le bord inférieur de la dalle indique:

.... (?) لعمل هذه الساعات بالجامع [ح] ... (?) [ال] - معروف  
 باحمد بن طولون تغمده الله برحمته في (?) سنة ٦٩٦

c'est-à-dire:

... (?) pour faire (?) ces heures dans la mosquée  
 ... (?) connue par (le nom de) Aḥmad ibn Ṭūlūn – que Dieu le protège avec Sa grace – dans (?) l'an 696H (= 1296-97 J. C.)

Dans le coin droit supérieur se trouve une autre inscription qui ne se laisse pas très bien lire. Marcel et Sédillot ont cru y lire: *ṭūl al-Miṣrayn n-h*, c'est à dire, "longitude des deux *Miṣrs*: 55°". Considérant que le longitude

n'a rien à faire avec un tel cadran, nous pensons qu'il faut lire: *ṭūl al-miqyās*, c'est-à-dire, "longueur du style", ou bien, *ṭūl al-miqyāsayn*, c'est-à-dire, "longueur des deux styles". Nous croyons de plus qu'à côté de cette inscription on trouvait jadis un trait de la même longueur, qui manque sur le dessin de Marcel à cause des fractures du cadran.

Les 4 points cardinaux sont marqués: Nord A, Sud E, Est C, Ouest D. Les 2 styles identiques et perpendiculaires à la table étaient placés au sud de la petite échelle ouvrant chaque moitié; ils avaient leur pied en des points qui n'ont pu être relevés, car les styles avaient été arrachés en même temps qu'avaient été cassées les parties correspondantes de la dalle.

Chaque moitié du cadran comporte les lignes des signes: sur la partie Est sont inscrites la droite des équinoxes (Balance 7) et les hyperboles d'entrées dans les signes (Ecrevisse 4, Lion 5, Vierge 6, Scorpion 8, Sagittaire 9, Capricorne 10). Sur la partie Ouest sont également inscrites la droite des équinoxes (Bélier 1) et les hyperboles d'entrées (Taureau 2, Gémeaux 3, Ecrevisse 4, Capricorne 10, Verseau 11, Poissons 12).

Les heures marquées sont, selon l'usage ancien, les heures "temporaires", qui représentent la douzième partie de la durée du jour; les "heures" d'été sont ainsi plus longues que les "heures" des équinoxes (heures astronomiques), elles-mêmes plus longues que les "heures" d'hiver. Elles sont indiquées par des droites plus ou moins inclinées et qui sont numérotées, du matin au soir: la première I (il faut comprendre fin de la première heure), la deuxième II. . . , la sixième VI (midi), la septième VII. . . la onzième XI. Les heures du lever et du coucher du soleil ne peuvent pas être indiquées, le rayon horizontal du soleil rejetant alors à l'infini l'ombre des styles.

Entre la 9<sup>e</sup> et la 10<sup>e</sup> heure, sur la moitié Ouest du cadran l'inscription *qaws al-ʿaṣr*, c'est à dire, "courbe de l'ʿaṣr" se réfère à l'heure à laquelle, selon la date, doit être récitée la prière de l'ʿaṣr, une des cinq prières obligatoires de l'Islam. D'après l'opinion dominante, l'heure de l'ʿaṣr intervient dans l'après-midi, lorsque l'ombre du style est égale à son ombre méridienne augmentée de la longueur du style.

Afin de prévenir le fidèle que l'heure de l'ʿaṣr approche, une plage sans gravure est ménagée sur la partie ouest du cadran, à partir de la droite de la 9<sup>e</sup> heure. Il est alors plus facile de voir exactement où se trouve la pointe de l'ombre et d'apprécier le temps restant à courir jusqu'à l'ʿaṣr. Mais en regardant de près la courbe de l'ʿaṣr on constate qu'elle paraît avoir été dessinée en double, très nettement dans sa moitié nord, moins nettement dans sa moitié sud; quelle courbe faut-il retenir?

La raison de cette double courbe de l'ʿaṣr semble être que la courbe originale de l'ʿaṣr, qui borde l'espace libre, s'est révélée fautive et qu'alors

une deuxième courbe de l'<sup>c</sup>aṣr fut tracée à sa gauche. C'est nettement le cas pour les déclinaisons septentrionales (partie inférieure de la courbe); pour les déclinaisons méridionales, il est impossible de distinguer entre les deux branches. Notre hypothèse se base sur le fait que la branche inférieure droite de la courbe de l'<sup>c</sup>aṣr est effectivement fautive et que la branche inférieure gauche est plus correctement disposée (voir Section IV).

Bien qu'il soit beaucoup plus récent (696 H = 1296 J. C.) que la mosquée à laquelle il était destiné (elle fut construite en 259 H = 872 J. C.), ce cadran est le plus ancien des cadrans solaires musulmans du Caire qu'on connaît aujourd'hui. Son dessin, nous l'avons vu, est original. La gravure est d'une exécution parfaite. Ses inscriptions sont d'une écriture très rare: elles sont en caractères karmatiques de la forme la plus élégante; les points diacritiques y sont fidèlement indiqués. A tous ces titres et bien que nous ne le connaissions que par une reproduction, heureusement très exacte, le cadran solaire qui ornait jadis la Mosquée d'Ibn Ṭulūn était une pièce splendide, au moins à première vue.

### *III. Sur les tables employées par les astronomes arabes pour la construction des cadrans*

En considérant les nombreux traités sur les cadrans écrits par des savants arabes aux premiers siècles de l'Islam et la pléthore de tels traités (écrits principalement en Egypte, Syrie, et Turquie) dans les six derniers siècles, on voit que le petit nombre des cadrans qui subsistent ne représente point l'intensité de l'activité musulmane dans ce domaine. On connaît l'existence de traités sur les cadrans, dont la plupart sont perdus, préparés par plusieurs astronomes arabes dès l'époque Abbasside (spécialement au neuvième siècle).

Le plus complet parmi les documents les plus anciens qui nous sont connus à l'heure actuelle est une remarquable étude sur les cadrans plans qui émane de Thābit b. Qurra, philosophe, médecin, mathématicien, et traducteur, (fl. Bagdad, ca. 900 J. C.). Ce traité, publié et traduit par K. Garbers et analysé par P. Luckey,<sup>1</sup> expose la théorie géométrique de toutes les sortes de cadrans plats, d'une manière très rationnelle et très détaillée, précisant les formules diverses utilisées pour le calcul et la construction de ces cadrans, qu'ils soient horizontaux, verticaux, méridionaux, ou déclinants, orientaux ou occidentaux, ou inclinés et déclinants. Mais ce traité ne contient pas de tables. On trouve aussi dans le compendium de l'astronome arabe du treizième siècle Abū 'Alī al-Marrākushī et dans la moitié qui a été publiée en traduction

1. Voir *Garbers et Luckey*. Une autre très importante étude sur la gnomonique arabe est la thèse de P. Luckey citée dans *Sezgin*, V, p. 294.

française par J.-J. Sédillot,<sup>2</sup> toute la théorie mathématique et en outre des tables pour construire les cadrans horizontaux, verticaux, et inclinés à la fois sur le méridien et sur le premier vertical. Al-Marrākushī donne aussi des tables pour construire ces cadrans à la latitude du Caire, 30°, où il travaillait quelques années avant la construction du cadran Ibn Ṭūlūn, car il a daté son traité de 1280 J. C.<sup>3</sup> Voir en Pl. 2 ses tables et son dessin pour un cadran horizontal préparé pour cette latitude.

Il y a un autre traité égyptien sur les cadrans qui date de la même époque que celui d'al-Marrākushī et qui n'avait jamais été étudié jusqu'à il y a quelques années. Ce nouveau traité qui a été préparé par l'astronome égyptien al-Maqsī en 1277 J. C., soit un peu avant le traité d'al-Marrākushī, contient plus de cent tables pour construire les cadrans à la latitude du Caire, 30°.<sup>4</sup> Ce qui rend les tables d'al-Maqsī plus complètes que celles d'al-Marrākushī, c'est qu'il calcule une table pour les cadrans verticaux inclinés sur le méridien pour chaque degré de l'inclinaison. Où est-ce qu'on doit chercher l'origine de ces tables Islamiques pour les cadrans ?

Il a été découvert en 1974 un traité sur les cadrans attribué à al-Khwārizmī (*fl.* Baghdad, ca. 830 J. C.).<sup>5</sup> Ce traité existe dans un manuscrit précieux à Istanbul; il consiste en une courte introduction et en plusieurs tables qui donnent pour douze latitudes différentes entre 0° et 40° la hauteur du soleil, son azimut et la longueur de l'ombre d'un style de 12 unités pour chaque heure temporaire. Il ya des tables additionnelles pour les latitudes de Samarra et Baghdad, et la valeur de l'obliquité employée est 23;51° (employée par al-Khwārizmī dans ses tables astronomiques). En 1976 quelques unes de ces tables ont été trouvées ajoutées au traité sur les astrolabes extraordinaires d'al-Sijzī (*fl.* Iran, ca. 950 J. C.), conservé dans un autre manuscrit précieux à Istanbul.<sup>6</sup> D'autres tables de cette sorte existent dans les sources manuscrites. Dans le manuscrit unique du texte arabe du manuel astronomique (*zīj*) de l'astronome Syrien al-Battānī (*fl.* Raqqa, environ 910 J. C.). C. A. Nallino, qui a publié ce *zīj*, a trouvé, parmi quelques tables qui ne doivent pas appartenir au travail original d'al-Battānī, deux petites tables qui donnent la hauteur du soleil et son azimut pour chaque heure temporaire, calculés pour la latitude 36°, employée par al-Battānī pour Raqqa et acceptée au

2. Sédillot-père présente une traduction de la première moitié du traité dans lequel on trouve une discussion de la gnomonique. Sédillot-fils offre un sommaire assez mal présenté de la deuxième moitié du traité.

3. Voir Sédillot-père, pp. 136-137 et 276. J.-J. Sédillot a faussement daté al-Marrākushī à 1230 J. C. (voir Sédillot-père, I, pp. 13-14) et n'a nulle part mentionné qu'il travaillait au Caire.

4. Sur al-Maqsī voir Suter, no. 383.

5. Sur al-Khwārizmī voir l'article de G. J. Toomer dans DSB. Son traité sur les cadrans se trouve dans MS Istanbul Aya Sofia 4830, fols. 231v-235r, copié 626H/1228-29 à Damas.

6. Sur ce traité voir Sezgin, V, p. 334, no. 34.

Moyen Age aussi comme la latitude du milieu de 4<sup>e</sup> climat.<sup>7</sup>

On ne peut pas encore tracer le développement des tables islamiques depuis l'époque Abbasside jusqu'à l'époque d'al-Marrākushī, d'al-Maqsī et du cadran Ibn Ṭulūn, mais les matériaux ne manquent pas pour les recherches futures. Il existe enfin des douzaines de manuscrits arabes et turcs dont la plupart sont de provenance égyptienne, syrienne et turque, qui traitent de la gnomonique et présentent des tables, mais qui n'ont encore jamais été étudiés.<sup>8</sup> (Curieusement on ne trouve presque rien en langue persane.) Toutes les tables qu'on trouve dans ces traités sur la gnomonique représentent une tradition islamique consistant à préparer des tables presque pour le seul plaisir de préparer des tables! Il est déjà évident dans leurs compilations sur d'autres chapitres de l'astronomie que les astronomes musulmans avaient une véritable passion pour le calcul des tables.<sup>9</sup>

#### IV. Analyse des dessins du cadran d'Ibn Ṭulūn

Ni les tables d'al-Marrākushī, ni celles d'al-Maqsī ne donnent les coordonnées pour chaque signe du zodiaque, telles qu'elles auraient été nécessaires pour construire le cadran d'Ibn Ṭulūn. De plus nous n'avons pas d'autres tables égyptiennes de cadrans solaires remontant au treizième siècle ou aux siècles précédents. En fait les seules tables connues de cadrans solaires islamiques remontant au treizième siècle et qui donnent les coordonnées pour chaque signe, sont celles qui ont été établies pour différentes latitudes dans le Yémen et le Hedjaz par le Sultan du Yémen al-Ashraf, dans son traité sur l'astrolabe, le cadran horizontal et la boussole magnétique, écrit aux environs de 1295.<sup>1</sup> Le Sultan al-Ashraf connaissait l'ouvrage d'al-Marrākushī écrit à peine quinze ans plus tôt. Un extrait de ses tables de cadrans, montrant des tables calculées expressément pour la latitude de Taiz retenue pour 13;37°, est reproduit dans Pl. 3. On ne connaît pas de tables pour cadrans aussi détaillées depuis le quatorzième siècle, bien que le cadran d'Ibn al-Shāṭir construit pour la Mosquée Umayyade de Damas porte le tracé des ombres pour chaque signe du zodiaque,<sup>2</sup> et qu'Ibn al-Shāṭir ait très probablement construit son cadran en utilisant des tables qu'il avait préparées à l'avance. L'astronome syrien du quinzième siècle al-Tizīnī a dressé un jeu détaillé de tables de cadrans et présenté son travail comme une extension du traité d'al-Maqsī,<sup>3</sup> sans se

7. Voir *Nallino*, II, pp. 188 et 295-296.

8. Une exception est le traité (avec tables) de Siḥt al-Māridīnī (*Suter*, no. 445) qui a été étudié dans *Schoy* 2.

9. Voir *Kennedy* sur les manuels astronomiques appelés *zījes* et *King* 3, spécialement pp. 51-53 et 56, où l'on traite des tables pour construire les cadrans solaires.

1. Sur le Sultan al-Ashraf voir *Suter*, no. 394. Son traité se trouve dans le MS Le Caire *Taymūr riyāḍa* 105 (149 fols., ca. 695H), et il paraît qu'il y en a une autre copie à Téhéran. Une table qui donne la hauteur l'azimut du soleil pour chaque heure temporaire et chaque signe du zodiaque, calculée pour la latitude du Caire, se trouve dans la traité sur les cadrans du célèbre Ibn al-Haytham (*fl.* le Caire, c. 1025 J. C.), dont nous avons examiné le MS Téhéran Majlis-i-Shūrā 39341,1 (11 fols., ca. 1000H). Dans ce manuscrit tous les chiffres manquent dans la table, et nous n'avons pas eu l'occasion de consulter d'autres manuscrits de cette oeuvre.

2. Cf. l'illustration dans l'étude citée dans la note 3 de la Section 1.

3. Sur al-Tizīnī voir *Suter*, no. 450. Ses tables se trouvent dans le MS Vatican Borg. 105,3 (fols. 20r-38v, ca. 900H), texte apparemment unique.

référer à Ibn al-Shāṭir ni à aucun autre astronome syrien.

Examinons maintenant les tables d'al-Marrākushī (Pl. 2) et d'al-Maḡsī pour un cadran horizontal donnant les heures temporaires pour la latitude du Caire, retenue pour  $30;0^{\circ}$  avec une obliquité de  $23;35^{\circ}$ . Ces deux tables sont reproduites dans les Tableaux 1 et 2<sup>4</sup> et il apparaît probable qu'elles ont été calculées indépendamment. Les valeurs ont été recalculées avec le calculateur électronique de l'Université Américaine du Caire,<sup>5</sup> et pour chaque valeur des tables d'origine l'erreur dans le deuxième chiffre sexagésimal, c'est-à-dire dans les minutes, est donnée entre crochets, calculée selon la convention:

$$\text{erreur} = \text{texte} - \text{valeur exacte}$$

Les deux tables sont assez exactement calculées, bien que chacune comporte quelques erreurs qui auraient dû surprendre leurs calculateurs. Néanmoins les erreurs dans les coordonnées de l'*ʿaṣr* chez al-Marrākushī pour les équinoxes sont bien moins graves que celles qui ont produit la branche inférieure droite de la courbe de l'*ʿaṣr* sur notre cadran.

Le Tableau 3 montre les coordonnées correspondant aux positions solsticiales et équinoxiales du cadran d'Ibn Ṭūlūn, basées sur les mesures prises sur la planche de la *Description de l'Égypte*. Pour obtenir ces coordonnées on a d'abord calculé que les pieds des deux gnomons étaient à une distance d'environ 5 mms. au nord de l'intersection des méridiens et du tracé du solstice d'été.<sup>5</sup> Si l'on tient compte du caractère fragmentaire du cadran

4. La table d'al-Marrākushī se trouve déjà dans *Sédillot-père*, II, pp. 454 and 491.

5. Le processus trigonométrique pour le calcul de ces tables est le suivant. Nous posons la latitude locale  $\varphi$ , l'obliquité  $\varepsilon$ , la longitude du soleil  $\lambda$ . Nous calculons la déclinaison  $\delta$  solaire par la formule

$$\sin \delta = \sin \varepsilon \sin \lambda,$$

et l'équation du jour  $d$  par la formule

$$\sin d = \tan \delta \tan \varphi.$$

Ensuite la longueur d'une heure de jour temporaire  $t$  se déduit de la demi-longueur du jour  $D$  par la formule

$$t = \frac{D}{6} = \frac{90^{\circ} + d}{6}.$$

La hauteur du soleil  $h$  correspondant à une angle horaire égal à un multiple  $n$  de cette heure temporaire est alors fournie par la formule

$$\sin h = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos (nt)$$

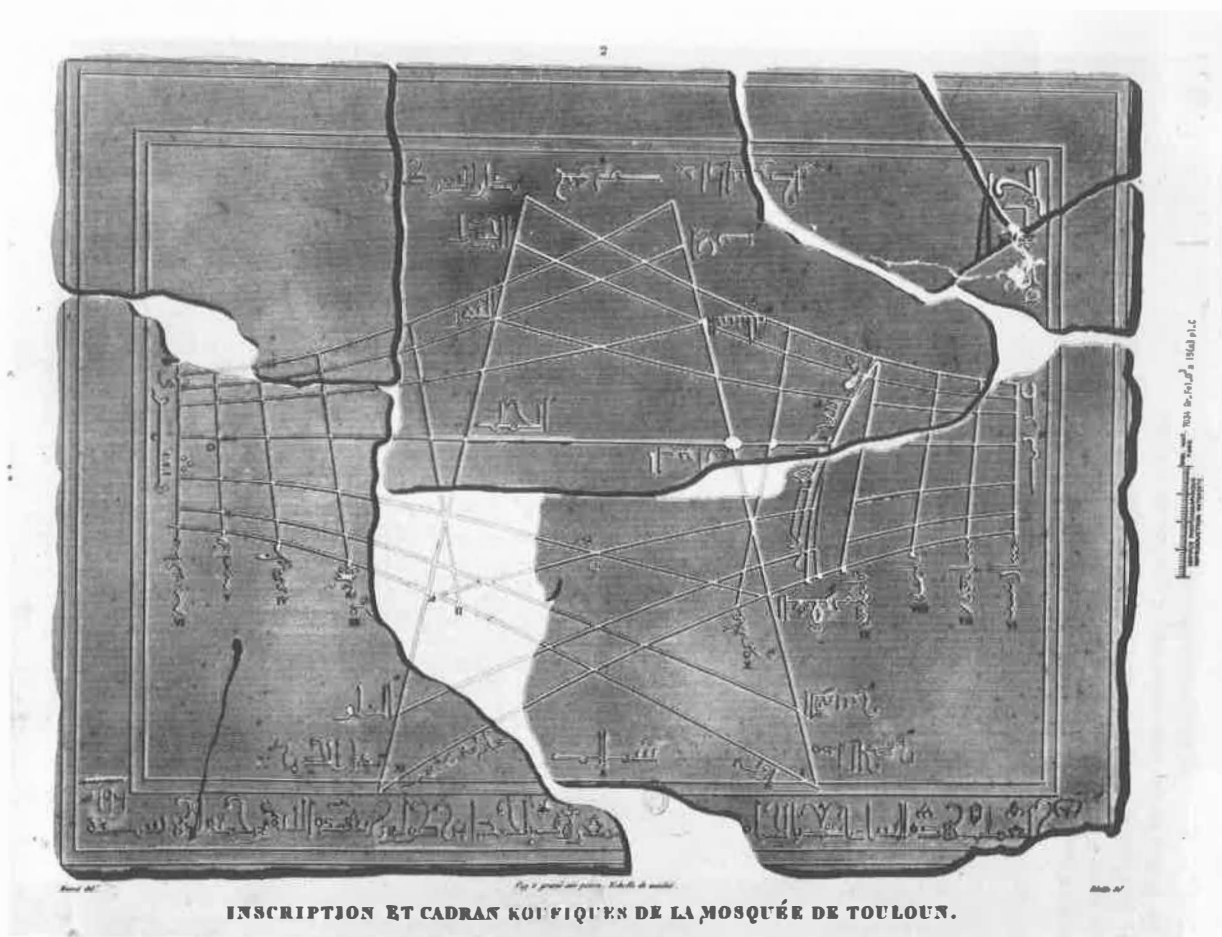
et la longueur de l'ombre correspondante  $s$  pour un gnomon de longueur 12 est alors

$$s = 12 \cot h.$$

Pour trouver l'azimut  $a$  nous utilisons la formule

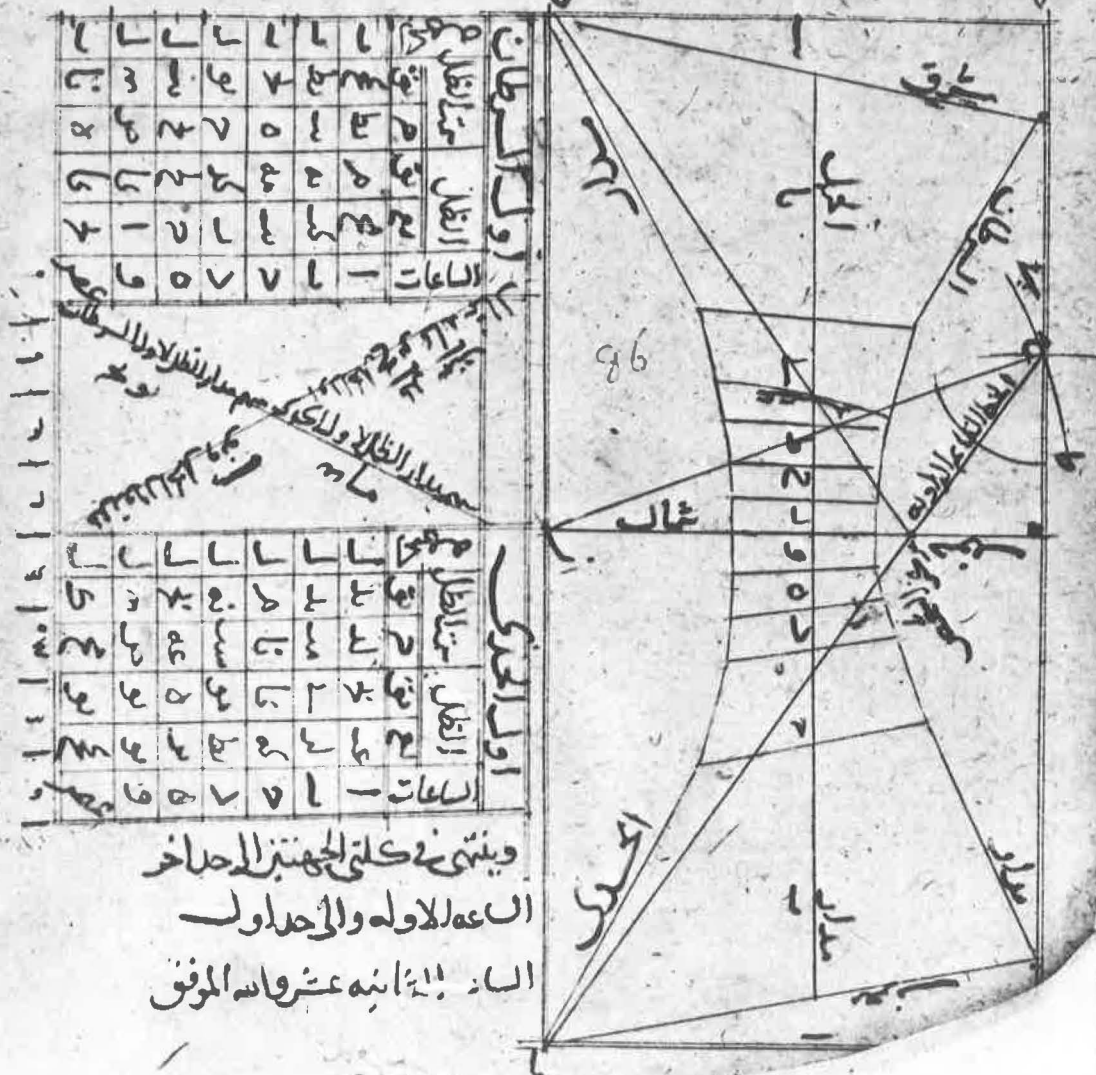
$$\sin a = \frac{\sin h \sin \varphi - \sin \delta}{\cos h \cos \varphi}$$

Les procédés médiévaux étaient mathématiquement équivalents aux procédés ci-dessus. Ils étaient déjà connus des astronomes musulmans au début du neuvième siècle, venant de sources indiennes où ils étaient déduits des projections orthogonales de la sphère celeste. Étant donné que ces déductions n'exigent aucune connaissance de trigonométrie sphérique, il est regrettable que bien des auteurs modernes pensent que les anciens astronomes musulmans qui ont utilisé ces formules devaient nécessairement connaître la formule du cosinus de la trigonométrie sphérique (voir, par exemple, tout récemment, *Sezgin*, V, pp. 35 et 261).



Pl. 1: Le cadran solaire de la Mosquée d'Ibn Ṭūlūn, reproduit par M. Marcel, et inséré comme illustration dans la *Description de l'Egypte*.

زاوية دحه بنصفين واخرج الخط القاسم لها حتى يلقى خط زكي فثبت لفيه  
 فهو مركز الشخص الاطول المطلوب وباني العدل على ما تقدم الا ان مدار الحمل  
 يرسم هنا بان يوظف زواله وهو في هذا المثال ونو بالبركان من المسطره  
 ونضع احد طرفيه في مركز الشخص ونعلم طرفه الاخر في خط هـ مما يلي الشمال  
 لان العرض المفروض ثلثي علامه تم تخرج من هذه العلامه خطا يوازي يد





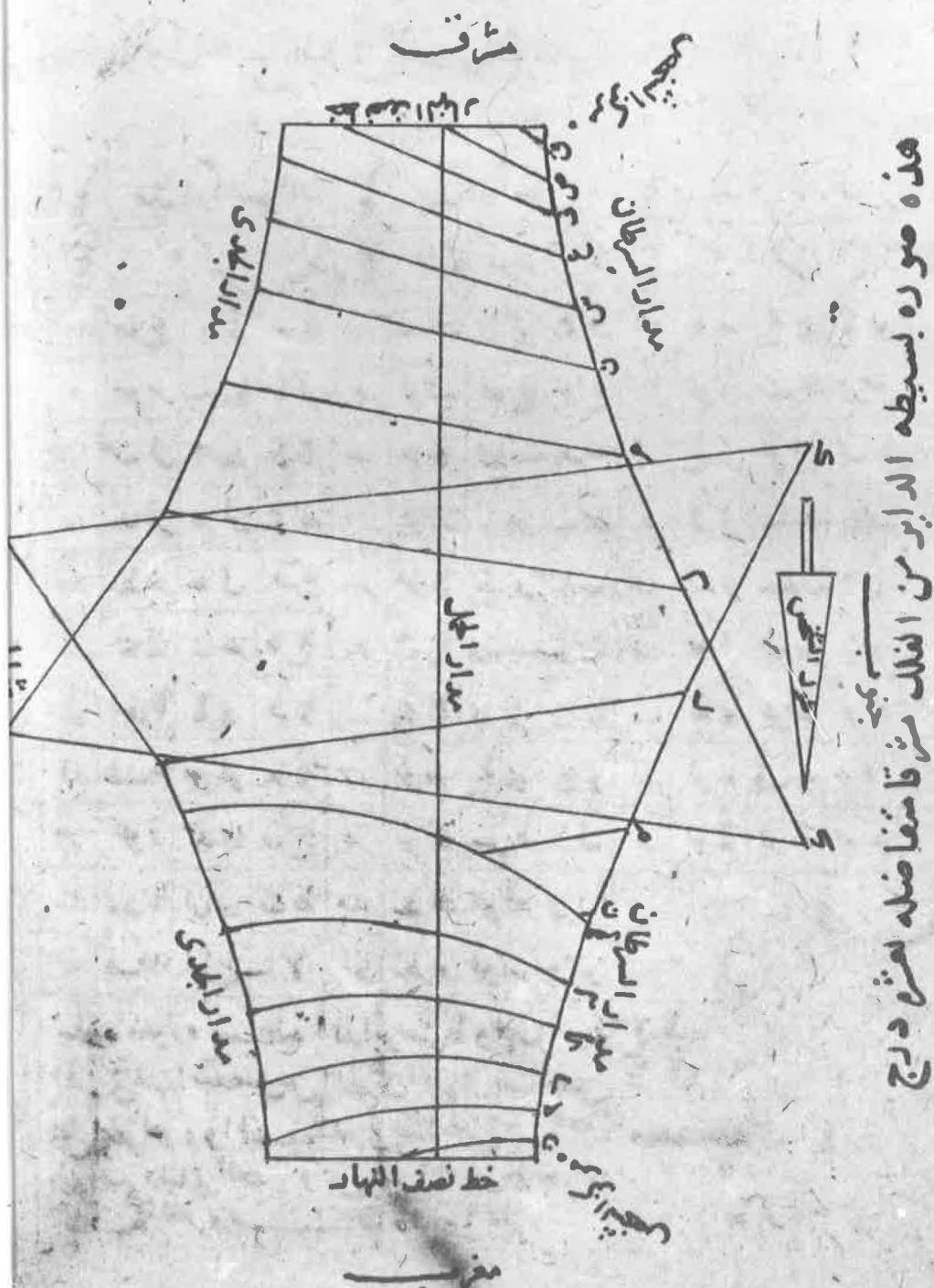
و اثبت كل ظل بازامدته تحمل المطلوب والله اعلم وهذا جدول  
بسيطه الدابر من الفلد مشرقا

| مدار السرطان |      |          |      | مدار الجدى |      |          |      |
|--------------|------|----------|------|------------|------|----------|------|
| الارتفاع     | الظل | الارتفاع | الظل | الارتفاع   | الظل | الارتفاع | الظل |
| ٥            | ٥    | ٥        | ٥    | ٥          | ٥    | ٥        | ٥    |
| ١٠           | ١٠   | ١٠       | ١٠   | ١٠         | ١٠   | ١٠       | ١٠   |
| ١٥           | ١٥   | ١٥       | ١٥   | ١٥         | ١٥   | ١٥       | ١٥   |
| ٢٠           | ٢٠   | ٢٠       | ٢٠   | ٢٠         | ٢٠   | ٢٠       | ٢٠   |
| ٢٥           | ٢٥   | ٢٥       | ٢٥   | ٢٥         | ٢٥   | ٢٥       | ٢٥   |
| ٣٠           | ٣٠   | ٣٠       | ٣٠   | ٣٠         | ٣٠   | ٣٠       | ٣٠   |
| ٣٥           | ٣٥   | ٣٥       | ٣٥   | ٣٥         | ٣٥   | ٣٥       | ٣٥   |
| ٤٠           | ٤٠   | ٤٠       | ٤٠   | ٤٠         | ٤٠   | ٤٠       | ٤٠   |
| ٤٥           | ٤٥   | ٤٥       | ٤٥   | ٤٥         | ٤٥   | ٤٥       | ٤٥   |
| ٥٠           | ٥٠   | ٥٠       | ٥٠   | ٥٠         | ٥٠   | ٥٠       | ٥٠   |
| ٥٥           | ٥٥   | ٥٥       | ٥٥   | ٥٥         | ٥٥   | ٥٥       | ٥٥   |
| ٦٠           | ٦٠   | ٦٠       | ٦٠   | ٦٠         | ٦٠   | ٦٠       | ٦٠   |
| ٦٥           | ٦٥   | ٦٥       | ٦٥   | ٦٥         | ٦٥   | ٦٥       | ٦٥   |
| ٧٠           | ٧٠   | ٧٠       | ٧٠   | ٧٠         | ٧٠   | ٧٠       | ٧٠   |
| ٧٥           | ٧٥   | ٧٥       | ٧٥   | ٧٥         | ٧٥   | ٧٥       | ٧٥   |
| ٨٠           | ٨٠   | ٨٠       | ٨٠   | ٨٠         | ٨٠   | ٨٠       | ٨٠   |
| ٨٥           | ٨٥   | ٨٥       | ٨٥   | ٨٥         | ٨٥   | ٨٥       | ٨٥   |
| ٩٠           | ٩٠   | ٩٠       | ٩٠   | ٩٠         | ٩٠   | ٩٠       | ٩٠   |

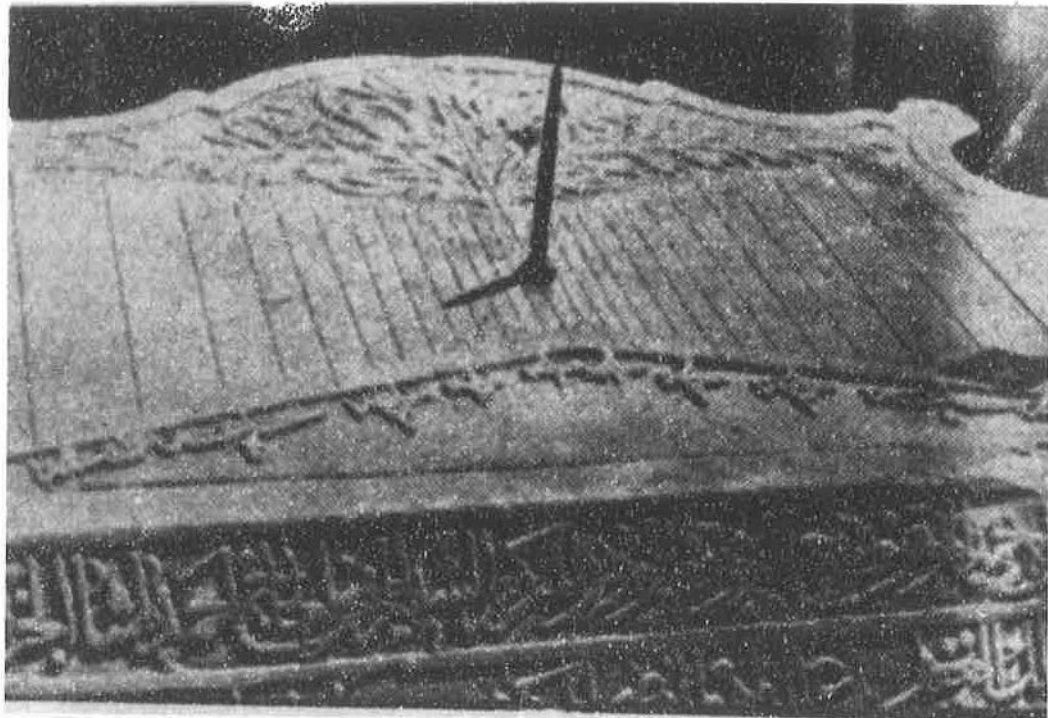
جدول قى الباقي للعصر الموضوعه فى السطح الموازى لافق

| مدار السرطان |      |          |      | مدار الجدى |      |          |      |
|--------------|------|----------|------|------------|------|----------|------|
| الارتفاع     | الظل | الارتفاع | الظل | الارتفاع   | الظل | الارتفاع | الظل |
| ٥            | ٥    | ٥        | ٥    | ٥          | ٥    | ٥        | ٥    |
| ١٠           | ١٠   | ١٠       | ١٠   | ١٠         | ١٠   | ١٠       | ١٠   |
| ١٥           | ١٥   | ١٥       | ١٥   | ١٥         | ١٥   | ١٥       | ١٥   |
| ٢٠           | ٢٠   | ٢٠       | ٢٠   | ٢٠         | ٢٠   | ٢٠       | ٢٠   |
| ٢٥           | ٢٥   | ٢٥       | ٢٥   | ٢٥         | ٢٥   | ٢٥       | ٢٥   |
| ٣٠           | ٣٠   | ٣٠       | ٣٠   | ٣٠         | ٣٠   | ٣٠       | ٣٠   |
| ٣٥           | ٣٥   | ٣٥       | ٣٥   | ٣٥         | ٣٥   | ٣٥       | ٣٥   |
| ٤٠           | ٤٠   | ٤٠       | ٤٠   | ٤٠         | ٤٠   | ٤٠       | ٤٠   |
| ٤٥           | ٤٥   | ٤٥       | ٤٥   | ٤٥         | ٤٥   | ٤٥       | ٤٥   |
| ٥٠           | ٥٠   | ٥٠       | ٥٠   | ٥٠         | ٥٠   | ٥٠       | ٥٠   |
| ٥٥           | ٥٥   | ٥٥       | ٥٥   | ٥٥         | ٥٥   | ٥٥       | ٥٥   |
| ٦٠           | ٦٠   | ٦٠       | ٦٠   | ٦٠         | ٦٠   | ٦٠       | ٦٠   |
| ٦٥           | ٦٥   | ٦٥       | ٦٥   | ٦٥         | ٦٥   | ٦٥       | ٦٥   |
| ٧٠           | ٧٠   | ٧٠       | ٧٠   | ٧٠         | ٧٠   | ٧٠       | ٧٠   |
| ٧٥           | ٧٥   | ٧٥       | ٧٥   | ٧٥         | ٧٥   | ٧٥       | ٧٥   |
| ٨٠           | ٨٠   | ٨٠       | ٨٠   | ٨٠         | ٨٠   | ٨٠       | ٨٠   |
| ٨٥           | ٨٥   | ٨٥       | ٨٥   | ٨٥         | ٨٥   | ٨٥       | ٨٥   |
| ٩٠           | ٩٠   | ٩٠       | ٩٠   | ٩٠         | ٩٠   | ٩٠       | ٩٠   |

Pl. 4: Extrait du manuscrit Dublin Chester Beatty no. 3641 (fols. 10v et 11r), qui montre les tables avec lesquelles on pourrait dessiner le cadran illustré en Pl. 5. A droite on voit les tables qui donnent la hauteur du soleil, son azimuth, et la longueur de l'ombre d'un style de 12 unités, le tout calculé pour chaque 5° de temps écoulé jusqu'au milieu du jour pour les deux solstices. A gauche on voit les trois mêmes quantités calculées pour chaque 5° avant 1<sup>h</sup> pour les deux solstices et les equinoxes.



Pl. 5: Extrait du manuscrit Chester Beatty no. 3641 (fol. 11v), qui montre le cadran à deux moitiés d'Ibn al-Muhallabī, qui sert à indiquer le temps qui reste jusqu'aux trois prières du *zuhr*, *'aṣr*, et *maghrib*.



Pl. 6: Le cadran polaire d'Acre.

(photo Abumax)

que Marcel avait à sa disposition, les renseignements qui découlent de ces mesures sont assez surprenants.

En général les dessins du cadran que nous avons examinés semblent être assez exactement disposés, mais deux exceptions sont la courbe de l'<sup>c</sup>ašr et le tracé du solstice d'hiver. La branche gauche inférieure de la courbe de l'<sup>c</sup>ašr a été visiblement ajoutée plus tard pour essayer de rectifier la courbe originale de l'<sup>c</sup>ašr. De plus, l'erreur de la courbe originale de l'<sup>c</sup>ašr près du tracé du solstice d'hiver apparaît bien provenir d'une erreur dans la position de l'intersection du dit tracé avec le méridien. Si nous ajoutons la longueur du gnomon à la distance sur le méridien entre le pied du gnomon et le tracé du solstice d'hiver, nous obtenons la distance entre le pied du gnomon et l'intersection de la courbe originale de l'<sup>c</sup>ašr avec le tracé. Celui qui a dessiné la courbe corrigée de l'<sup>c</sup>ašr s'est arrangé pour que l'ombre de l'<sup>c</sup>ašr au solstice d'hiver ait une longueur correcte, mais l'erreur dans le tracé du solstice d'hiver sur le cadran entre la neuvième heure et la onzième, résultant probablement d'une erreur dans la position de la marque de la dixième heure au solstice, rendait impossible d'obtenir en même temps l'azimut correct pour l'<sup>c</sup>ašr. Etant donné que la fonction la plus importante d'un cadran de mosquée est l'indication du temps des prières, on ne peut pas dire que le constructeur de ce cadran ait remporté un plein succès! Peut-être, d'ailleurs, avons nous mis le doigt sur la raison de la destruction de ce cadran, brisé en plusieurs morceaux.

Enfin, nous remarquons que le seul autre exemple d'un cadran fait de deux demi-cadrans superposés que nous connaissons se trouve dans un traité sur la gnomonique par le *muwaqqit* égyptien Ibn al-Muhallabī, écrit au Caire en 829 H. = 1425—26 J. C.<sup>6</sup> Ce traité existe dans un beau manuscrit unique conservé à la Bibliothèque de Chester Beatty à Dublin, numéroté 3641 et copié à Alexandrie en 858 H. = 1455 J. C. Ibn al-Muhallabī commence son traité par un éloge d'al-Maqsī, en ajoutant que le lecteur qui veut en savoir plus que ce qu'il va exposer dans son traité doit se tourner vers le compendium d'al-Marrākushī. Puis Ibn al-Muhallabī présente de nouvelles tables (voir Pl. 4) et de nouveaux dessins pour construire les cadrans horizontaux, verticaux, et inclinés, tous calculés pour la latitude du Caire, 30°. Parmi ces textes on trouve des tables pour tracer un cadran à deux moitiés avec

6. Si  $n$  est la distance requise en mms, nous avons, du fait que la distance méridienne entre les tracés des deux solstices est 52 mms, et que les ombres solsticiales sont 1;21 et 16;16 unités, que

$$\frac{n + 52}{n} = \frac{16;16}{1;21} \approx 12 \quad ,$$

d'où

$$n + 52 = 12n \quad \text{et} \quad n \approx 5 \text{ mm.}$$

7. Ibn al-Muhallabī n'est mentionné dans aucun travail moderne sur la science islamique et on ne lui connaît aucun autre ouvrage scientifique.

un dessin (voir Pl. 5). Ce cadran comporte un demi-cadran à droite qui montre le temps écoulé depuis le lever du soleil (et du même coup le temps qui reste à courir jusqu'à midi et à la prière qui y est associée, le *zuhr*). Les courbes des heures sont dessinées pour chaque dix degrés équinoxiaux et les valeurs sont indiquées sur la courbe du Cancer comme suit: 20°, 30°, . . ., 100° (le maximum pour la latitude 30° est environ 104½°). Le demi-cadran à gauche montre les degrés qui restent jusqu'à l'*ʿaṣr* comme suit: 50°, 40°, 30°, 20°, 10°, puis la courbe de l'*ʿaṣr* même, puis les degrés qui restent jusqu'au coucher du soleil (et à la prière du *maghrib*) comme suit: 50°, 40°, 30°, 20°. Voici donc un cadran bien utile pour la mosquée, qui sert à montrer le temps qui reste à courir jusqu'aux temps des trois prières: *zuhr*, *ʿaṣr*, et *maghrib*.

## APPENDICE

### Additions et Corrections à Janin & King

1. Nous avons omis de souligner le fait, d'ailleurs évident, que lorsqu'Ibn al-Shāṭir explique qu'il regarde l'extrémité de la boussole par le trou dans le couvercle de la boîte, il ignore la déclinaison magnétique. Un siècle plus tard, ainsi que nous l'avons remarqué, al-Wafā'i suggérait une correction de 7° pour en tenir compte.

2. Nous préparions notre description et usage du cadran polaire universel dans l'instrument d'Ibn al-Shāṭir, lorsque nous avons eu connaissance d'une illustration et d'une description dans *Michel et Ben Eli*, d'un cadran polaire pour une latitude déterminée construit à Acre en 1786-87. Nous reproduisons l'illustration dans la Pl. 6. Notez qu'il n'y a pas de courbe pour l'*ʿaṣr*; on aurait pu en dessiner une pour la latitude locale, mais elle n'aurait pas pu servir pour d'autres latitudes. Il n'est pas exact de dire, avec Michel, que le cadran d'Acre était surtout destiné à régulariser les heures de prières. Nous ne connaissons pas d'autre cadran polaire dans le monde de l'Islam.

3. L'autre instrument décrit par al-Wafā'i, appelé *al-muqawwar* et mentionné p. 217 note 11, est en fait une armille équatoriale comme le *dā'irat al-muʿaddil*: mais les différentes parties se replient et peuvent être conservées dans la boîte ronde avec couvercle qui forme la base de l'instrument. Il résulte du traité d'al-Wafā'i sur cet instrument que c'était une production antérieure à celle du *dā'irat al-muʿaddil*: il ne mentionne pas, par exemple, la déclinaison magnétique, se contentant de dire que l'aiguille de la boussole a sa direction "près du méridien". Dans un article précédent nous avons comparé le *Ṣandūq al-yawāqit* d'Ibn al-Shāṭir avec le *dā'irat al-muʿaddil* d'al-Wafā'i: *al-muqawwar* d'al-Wafā'i constitue un échelon intermédiaire de développement et confirme notre impression qu'al-Wafā'i s'était inspiré du *Ṣandūq al-yawāqit* d'Ibn al-Shāṭir.

4. A la p. 213 lisez *samkarahu* au lieu de *mubkiruhu*.

**Table 1**

Tables d'al-Marrākushī pour un cadran horizontal à la latitude 30°

(MS Paris B. N. ar. 2507, fols. 123v and 137r)

| Heures                  | Solstice d'été |               |             | Solstice d'hiver |               |            |
|-------------------------|----------------|---------------|-------------|------------------|---------------|------------|
|                         | Hauteur        | Azimut        | Ombre       | Hauteur          | Azimut        | Ombre      |
| 1                       | 13;51° [0]     | 19;28° [—1] S | 48;40 [— 1] | 9;21° [0]        | 34;14° [—2 N] | 72;53 [—4] |
| 2                       | 28;21 [— 1]    | 12;19 [0] S   | 22;15 [+ 1] | 17;53 [— 1]      | 42;14 [+1 N]  | 37;10 [0]  |
| 3                       | 43;15 [— 1]    | 5;13 [0] S    | 12;45 [0]   | 25;20 [0]        | 51;40 [—1 N]  | 25;21 [0]  |
| 4                       | 58;22 [+ 1]    | 3;16 [+3] N   | 7;24 [0]    | 31;15 [+ 1]      | 62;55 [0 N]   | 19;48 [+1] |
| 5                       | 73; 8 [— 4]    | 18;12 [—5] N  | 3;38 [+ 1]  | 35;5 [+ 1]       | 75;53 [—1 N]  | 17;5 [0]   |
| 6                       | 83;35 [0]      | 90;0 [0] N    | 1;21 [0]    | 36;25 [0]        | 90;0 [0 N]    | 16;16 [0]  |
| <sup>c</sup> <i>aṣr</i> | 41;58 [+ 1]    | 5;52 [0] S    | 13;21 [0]   | 23;0 [0]         | 48;20 [0 N]   | 28;16 [0]  |

Equinoxes: Ombre de midi 6;56 [0], ombre de l'<sup>c</sup>*aṣr* 18;17 [devrait être 18;56!],  
azimut de l'<sup>c</sup>*aṣr* 21;14° [— 14] S

Table 2

Tables d'al-Maqsī pour un cadran horizontal à la latitude 30°

(MS Istanbul Nurosmāniye 2943, fol. 13v)

| Heures                                                                                                            | Solstice d'été            |               |            | Solstice d'hiver |            |                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------|------------|------------------|------------|----------------------------|
|                                                                                                                   | Hauteur                   | Azimut        | Ombre      | Hauteur          | Azimut     | Ombre                      |
| 1                                                                                                                 | 13;51° [0]                | 19;28° [—1] S | 48;40 [—1] | 9;21° [0]        | 34;16° [0] | 72;[58?] <sup>2</sup> [+1] |
| 2                                                                                                                 | 28;22 [0]                 | 12;19 [0] S   | 22;14 [0]  | 17;54 [0]        | 42;13 [0]  | 37;9 [—1]                  |
| 3                                                                                                                 | 43;[15] <sup>1</sup> [—1] | 5;19 [+6!] S  | 12;45 [0]  | 25;20 [0]        | 51;41 [0]  | 25;21 [0]                  |
| 4                                                                                                                 | 58;20 [—1]                | 3;1 [—12] N   | 7;24 [0]   | 31;13 [—1]       | 62;56 [+1] | 19;48 [+1]                 |
| 5                                                                                                                 | 73;13 [+1]                | 18;12 [—5] N  | 3;37 [0]   | 35;4 [0]         | 75;57 [+3] | 17;6 [+1]                  |
| 6                                                                                                                 | 83;35 [0]                 | 90;0 [0] N    | 1;21 [0]   | 36;25 [0]        | 90; 0 [0]  | 16;16 [0]                  |
| <sup>c</sup> aṣr                                                                                                  | 41;58 [+1]                | 5;51 [—1] S   | 13;21 [0]  | 23;0 [0]         | 48;20 [0]  | 28;16 [0]                  |
| Equinoxes: Ombre de midi 6;56[0], ombre de l' <sup>c</sup> aṣr 18;56[0], azimut de l' <sup>c</sup> aṣr 21;28° [0] |                           |               |            |                  |            |                            |

1. Le MS Nurosmāniye porte 55 mais le MS Le Caire Dār al-Kutub *mīqāt* 955, fol. 9v, porte 15.

2. Nurosmāniye: 18; Le Caire: 13, exact: 57.

**Table 3**

Coordonnées des positions respectives sur le cadran Ibn Ṭūlūn  
(Ombre en mms., azimuts au degré le plus proche)

| Heures                                                                  | Solstice d'été |        |            |        | Solstice d'hiver |        |            |        |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|------------|--------|------------------|--------|------------|--------|
|                                                                         | Côté gauche    |        | Côté droit |        | Côté gauche      |        | Côté droit |        |
|                                                                         | Ombre          | Azimut | Ombre      | Azimut | Ombre            | Azimut | Ombre      | Azimut |
| 1                                                                       | 185            | 18° S  | 187        | 19° S  | 275              | 33° N  | 272        | 33° N  |
| 2                                                                       | 83             | 10 S   | 83         | 11 S   | —                | —      | 130        | 40 N   |
| 3                                                                       | 50             | 4 S    | 50         | 4 S    | 93               | 49 N   | 94         | 48 N   |
| 4                                                                       | 28             | 3 N    | 28         | 2 N    | 73               | 60 N   | 73         | 59 N   |
| 5                                                                       | —              | —      | 13         | 19 N   | 62               | 74 N   | 62         | 73 N   |
| 6                                                                       | 5              | 90 N   | 5          | 90 N   | 58               | 90 N   | 57         | 90 N   |
| ʿaṣr                                                                    | —              | —      | 50 ?       | 4 S    | ʿaṣr (original)  |        | 102        | 45½ N  |
|                                                                         |                |        |            |        | ʿaṣr (corrigé)   |        | 105        | 44½ N  |
| Equinoxes: Ombre de midi 26, ombre de l'ʿaṣr 71½, azimut de l'ʿaṣr 21½° |                |        |            |        |                  |        |            |        |

## Bibliographie

- Description de l'Egypte*: Description de l'Egypte (Paris, Imprimerie Imperiale, 1809-26).
- DSB*: *Dictionary of Scientific Biography*. 14 vols. (New York, Charles Scribner's Sons, 1970-76).
- Garbers*: K. Garbers, "Ein Werk Thābit b. Qurra's über ebene Sonnenuhren", *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie und Physik*, Abt. A, 4 (1936).
- Janin*: L. Janin, "Le Cadran Solaire de la Mosquée Umayyade à Damas," *Centaurus*, 16 (1971), 285-298.
- Janin & King*: L. Janin, and D. A. King, "Ibn al-Shāṭir's *Ṣandūq al-Yawāqūt*: an Astronomical "Compendium",," *Journal for the History of Arabic Science*, 1 (1977), 187-256.
- Kennedy*: E. S. Kennedy, "A Survey of Islamic Astronomical Tables", *Transactions of the American Philosophical Society*, N. S., 46;2 (1956), 123-177.
- Kennedy & Ghanem*: E. S. Kennedy, and I. Ghanem, eds., *The Life and Work of Ibn al-Shāṭir: an Arab Astronomer of the Fourteenth Century* (Aleppo, Institute for the History of Arabic Science, 1976).
- King 1*: D. A. King, "A Fourteenth Century Tunisian Sundial for Regulating the Times of Muslim Prayer", in *Prismata: Festschrift für Willy Hartner*, eds. W. G. Saltzer and Y. Maeyama, (Wiesbaden, Franz Steiner Verlag, 1977), pp. 187-202.
- King 2*: D. A. King, "On the History of Astronomy in Medieval Egypt", *Bulletin de l'Institut d'Egypte*, 1977.
- King 3*: D. A. King, "On the Astronomical Tables of the Islamic Middle Ages", *Studia Copernicana*, vol. 13 (*Colloquia Copernicana III*) (1975), 37-56.
- Luckey*: P. Luckey, "Thābit b. Qurra's Buch über die ebenen Sonnenuhren", *Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik, Astronomie, und Physik*, Abt. B, Bd. 4 (1937-1938), 95-148.
- Mayer*: L. A. Mayer, *Islamic Astrolabists and their Works* (Geneva, Albert Kündig, 1956).
- Michel & Ben-Eli*: H. Michel, and A. Ben-Eli, "Un Cadran Solaire remarquable", *Ciel et Terre*, 81 (1965).
- Nallino*: C. A. Nallino, *al-Battānī sive Albatēnii Opus Astronomicum*. (*Pubblicazioni del Reale Osservatorio di Brera in Milano*, XL). 3 vols. (Milan and Rome, 1899-1907, reprinted Frankfurt Minerva G. m. b. H., 1969).
- RCEA*: Et. Combe, J. Sauvaget, G. Wiet, etc., *Repertoire Chronologique d'Epigraphie Arabe*, tome 13, (Le Caire, 1944).
- Schoy 1*: K. Schoy, *Gnomonik der Araber*, in *Die Geschichte der Zeitmessung und der Uhren*, E. von Bassermann-Jordan, ed., Band IF. (Berlin-Leipzig, Vereinigung Wissenschaftlicher Verleger, 1923).
- Schoy 2*: K. Schoy, "Sonnenuhren der spätarabischen Astronomie," *Isis*, 6 (1924), 332-360.
- Sédillot-fils*: L. A. Sédillot, "Mémoire sur les Instruments Astronomiques des Arabes". *Mémoires de l'Académie Royale des Inscriptions et Belles-lettres de l'Institut de France*, 1 (1844), 1-229.

- Sédillot-père* J.-J. Sédillot, *Traité des Instruments Astronomiques des Arabes composé au treizième siècle par Aboul Hhassan Ali de Maroc*, 2 vols. (Paris, Imprimerie Royale, 1834-1835).
- Sezgin:* F. Sezgin, *Geschichte des arabischen Schrifttums*. Band 5: Mathematik, Band 6: Astronomie und Astrologie, (Leiden, E. J. Brill, 1976 and 1979).
- Suter:* H. Suter, "Die Mathematiker und Astronomen der Araber und ihre Werke", *Abhandlungen zur Geschichte der mathematischen Wissenschaften*, 10 (1900).
- Wiet:* G. Wiet, *Les Mosquées du Caire* (Paris, Librairie Hachette, 1966).

# Three Sundials from Islamic Andalusia

DAVID A. KING\*

*In memory of my friend Louis Janin.*

In this paper I propose to discuss three sundials from medieval Andalusia.<sup>1</sup> Each of these sundials has been published previously, in the sense that photographs and a list of the Arabic inscriptions have been published,<sup>2</sup> but in the present study I shall attempt to investigate the markings on the sundials beyond a mere description thereof. These markings cannot be fully explained in terms of our present knowledge of Islamic gnomonics, but I anticipate that the publication of the repertory of Islamic astronomical instruments currently being prepared by A. Brioux and F. Maddison, which will include all known Islamic sundials,<sup>3</sup> will serve to revive some interest in a subject which has hardly progressed for several decades. Hence it seems worthwhile to present these sundials anew and to point out the various problems associated with each one.

\* American Research Center in Egypt, 2 Midan Kasr el-Doubara, Garden City, Cairo, Egypt.

1. The research on medieval Islamic science conducted at the American Research Center in Egypt during the years 1972-80 was sponsored mainly by the Smithsonian Institution (1972-80), and also by the National Science Foundation, Washington, D. C. (1972-80) and the Ford Foundation (1976-79). This support is gratefully acknowledged.

The Cordova sundial was brought to my attention by my friend Dr. Lisa Golombek of the Royal Ontario Museum and the University of Toronto. A photograph of the sundial, together with information on its size and provenance, was kindly provided by Sra. Ana Maria Vicent Zaragosa, Director of the Museo Arqueológico Provincial in Cordova. The fact that the sundial had been published and the existence of the Almeria and Granada sundials came to my attention during an annual visit to the Sterling Library at Yale University in the spring of 1978. A photograph of the Tunisian sundial from the archives of Mr. Francis Maddison, Curator of the Museum of History of Science, Oxford, was kindly provided by M. Alain Brioux of Paris. A photograph of the Qayrawan sundial was kindly provided by Capt. René Rohr of Strasbourg. Prof. Owen Gingerich of Harvard University kindly obtained for me a microfilm of the *Libros del Saber* from Harvard University Library. Finally, it is a pleasure to record my gratitude to those libraries which have supplied me with microfilms of manuscripts in their collections, including the Egyptian National Library in Cairo, the Biblioteca de El Escorial; the Biblioteca Medicea-Laurenziana in Florence; and the British Library in London.

2. Each of the publications (*de los Santos* on the Cordova dial; *de Orús* on the Almeria dial; and *Cabanelas* on all three Andalusian dials) contains errors of interpretation, and none of them points out any of the defects of the dials. However, Cabanelas provided useful physical descriptions of each of the dials and put them in the context of earlier Greek sundials and the treatise on sundials in the *Libros del Saber*.

3. Until now the only general repertory of Islamic sundials has been Mayer.

فصلات من :

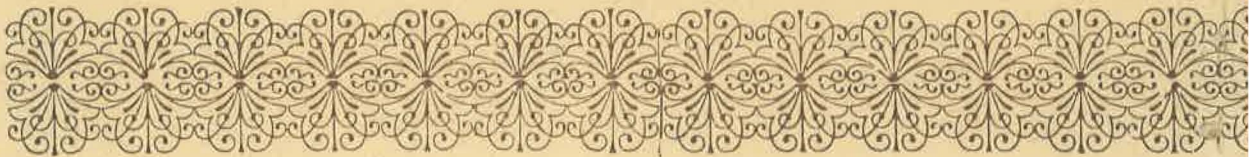
# مجلة تاريخ العلوم العربية

فايس

تشرين الثاني ١٩٧٨

العدد الثاني

المجلد الثاني



معهد التراث العلمي العربي

جامعة حلب - سورية