

L'Africa romana

Trasformazione dei paesaggi del potere
nell'Africa settentrionale
fino alla fine del mondo antico

Atti del XIX convegno di studio
Sassari, 16-19 dicembre 2010

A cura di
Maria Bastiana Cocco, Alberto Gavini, Antonio Ibba

Estratto



Carocci editore

Fathi Jarray
De l'*horologium, solarium* antique
à la *mizwala* islamique: de l'adoption à l'adaptation

La comparaison de la *mizwala* islamique du Haut Moyen Âge à l'*horologium, solarium* antique de type horizontal dégage une nette continuité dans la morphologie, l'assemblage, les courbes et les tracés relatifs aux phénomènes célestes, astronomiques et géographiques, alors que d'autres symboles se rapportant sur des moments religieux y furent ajoutés. Ainsi, les traités de gnomonique islamiques de cette période ont adopté les démarches de leurs similaires antiques, ou n'étaient que des traductions de ces épîtres. C'est n'est qu'à partir du x^e siècle qu'une gnomonique islamique est apparue et plusieurs astronomes musulmans devenaient célèbres dans tout le monde islamique.

Mots-clés: gnomonique, astronomie, *horologium, solarium, mizwala*.

Cette enquête s'inscrit dans le cadre d'une étude que nous avons entamée depuis quelques années pour inventorier et étudier les cadrans solaires islamiques de Tunisie¹. Notre démarche dans l'étude de ce matériel de gnomonique nous a amené à la recherche des origines de la *mizwala*² islamique. Ainsi, la comparaison de cet instrument de mesure du temps à son homologue de l'époque antique dégage plusieurs ressemblances relatives à la configuration générale³ et aux différentes courbes et tracés qui y figurent. Les nouveaux cadrans solai-

* Fathi Jarray, Institut Supérieur des Métiers du Patrimoine, Université de Tunis.

Cette recherche était à l'origine une communication présentée au colloque de *L'Africa romana XVIII*, tenu à Olbia, du 11 au 14 décembre 2008. Mes sincères remerciements au professeur Attilio Mastino qui a accepté ma publication dans ces Actes.

1. Cet ouvrage devrait paraître à la fin de l'année 2012 et portera le titre de *Mizwala-s de Tunisie: la gnomonique et l'épigraphe*.

2. Le terme *Mizwala* (dérive du mot *zawâl* qui signifie le midi en arabe) désigne l'instrument de mesure du temps connu sous le nom du cadran solaire.

3. Nous entendons par «configuration générale» l'assemblage et la combinaison des principaux tracés virtuels du globe terrestre sur le champ épigraphique de la plaque.

res découverts en Tunisie peuvent apporter quelques éclairages sur l'apparition de la gnomonique islamique et son évolution durant les deux époques médiévale et moderne. Pour cela, trois étapes nous paraissent nécessaires: la présentation de l'état de la question sur l'*horologium* antique, l'étude des caractéristiques du cadran solaire islamique à la lumière de la gnomonique tunisienne et enfin l'examen du processus du passage du premier aspect vers le second.

La gnomonique de l'Afrique antique: état de la question

Dans un article publié en 2008, le prof. François Baratte a mis le point sur la question de la mesure du temps durant l'Antiquité, et particulièrement en Afrique du Nord⁴. Il a signalé, en effet, la rareté des découvertes des cadrans solaires dans les villes de l'Afrique romaine par rapport à l'Italie et au reste du monde romain. Outre les quelques instruments examinés dans cette étude, et d'autres étudiés par ce même auteur dans d'autres recherches tels les cadrans solaires de Carthage et la Table d'ombre d'*Ammaedara*⁵, d'autres exemplaires mal connus peuvent fournir des données fiables sur cette question⁶.

Généralement, l'*horologium* antique est scellé ou gravé sur la façade d'un édifice public et s'intègre en toute harmonie avec les différents éléments architectoniques (FIG. 1)⁷. En plus de sa fonction initiale relative à la mesure du temps, il avait des fonctions décoratives et publicitaires en rapport avec l'évergétisme. Les spécialistes distinguent les divers types de cadrans solaires antiques selon leur morphologie ou leur emplacement: gravé sur la façade d'un édifice, sur un bloc de pierre ayant une forme conique, concave ou hémisphérique (FIGS. 2 et 3)⁸ ou même sur le dallage d'une place (*forum*).

4. BARATTE (2008), p. 217-30.

5. BARATTE, BEJAOUI (2004), p. 1121-5.

6. Citons, à titre d'exemple, les deux cadrans solaires d'Utique et de Dougga, voir SEVERINO (2009), p. 28; JARRAY (2012b).

7. Tel le cadran de forme circulaire ornant l'un de deux côtés de la façade principale du théâtre de Sabrata en Libye.

8. Tel celui du Musée du Louvre dont les latitudes coïncident avec la région de Carthage, voir PASQUIER (2000), p. 643-56; celui de Aïn Draham exposé dans le musée de Chemtou, voir MASTINO, PORCHEDDU (2005), p. 156; celui de la basilique de Damous al-Karita à Carthage voir DELATTRE (1911), p. 573, fig. 2 et p. 574. Ce dernier cadran est actuellement conservé dans les réserves du Musée National de Carthage (à cette occasion, j'exprime mes vifs remerciements au professeur Fethi Bejaoui qui m'a permit la consultation des cadrans conservés dans ce musée).



Fig. 1: Cadran solaire du théâtre de *Sabratha*.

Le principe de l'*horologium* en plan dans le monde romain trouve ses origines dans la méridienne du Champs de Mars à Rome, gravée et incrustée en bronze sur un espace dallé en marbre de 160 m sur 75 m. Son gnomon fut apporté d'Héliopolis en Egypte et mis en place à Rome sur les ordres de l'empereur Auguste, vers 10 av. J.-C., il était constitué d'un obélisque surmonté d'un globe et haut de 21 m⁹.

Ce type de cadran s'est propagé dans tout le monde romain¹⁰. En Afrique du Nord, les deux célèbres cités de Lambèse¹¹ et de *Timgad*¹² (FIG. 4) nous ont fourni deux cadrans horizontaux gravés sur les dallages de leurs *fora*. Citons également le cadran de

9. BUCHNER (1982); HESLIN (2007).

10. D'après Jérôme Bonnin qui prépare une thèse sur les cadrans solaires antiques à l'Université de Lille III, *Horologia Romana. Recherche archéologique sur les instruments de mesure du temps: Étude urbanistique, typologique et social*: son corpus comprend 25 cadrans de type horizontal sur un total de 438 cadrans romains. Nous lui adressons nos vifs remerciements pour cette information.

11. BEL (1932), p. 319-23.

12. GUERBABI (1992), p. 359-402.

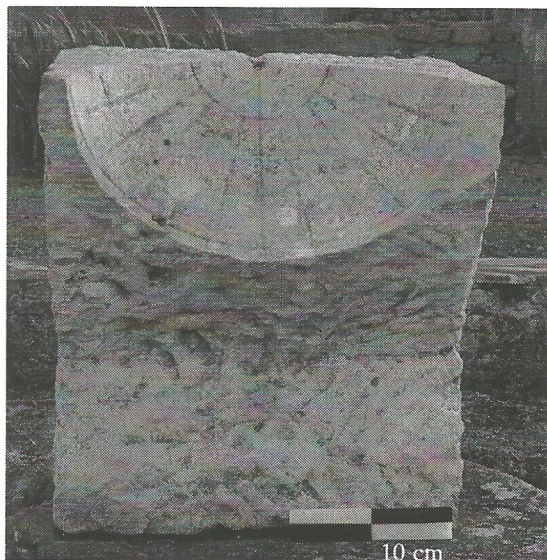


Fig. 2: Cadran solaire d'Utique.



Fig. 3: Cadran solaire de la basilique de Damous al-Karita à Carthage.

Wiesbaden découvert à Am Schütenhof en 1867¹³ (FIG. 5) et celui d'Aquilée¹⁴ (FIG. 6).

13. DIELS (1920), p. 183, pl. 15; GIBBS (1976), p. 337.

14. BRACCHI (1960), p. 62-5, fig. 8; GIBBS (1976), p. 327; PAGLIARI (1991), p. 189-96; TOGNIN (1993), p. 193-238.

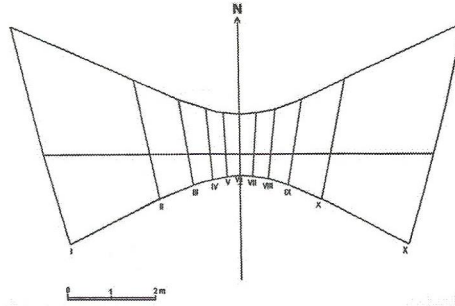


Fig. 4: Cadran solaire du forum de Timgad (restitution de A. Guerbabi).



Fig. 5: Cadran de Wiesbaden découvert à Am Schüthenhof (cliché Gibbs, 1976).

Les principaux tracés figurant sur les cadrans solaires antiques sont relatifs aux directions géographiques et aux différents phénomènes célestes et astronomiques de l'année, tels le tracé du méridien, ceux des équinoxes, ceux des solstices d'hiver et d'été, et les tracés des heures temporaires, variant entre 48 et 72 minutes selon la saison, et numérotés en chiffres romains I, II, III, IV¹⁵.

15. Pour plus d'informations sur les symboles astronomiques et les tracés figurant sur les cadrans solaires antiques, voir *DA*, (1873), p. 256-67.

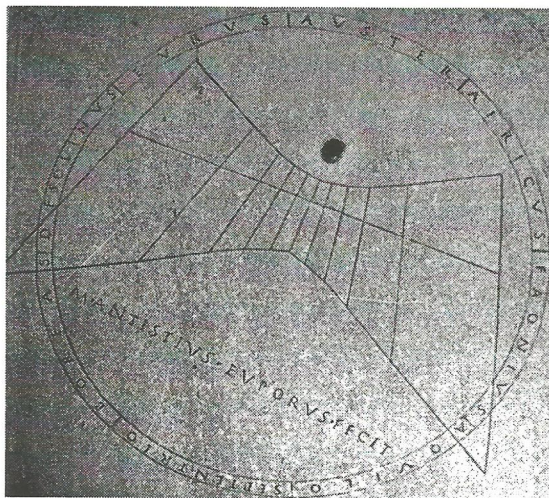


Fig. 6: Cadran d'Aquilée (cliché Gibbs, 1976).

La *mizwala* islamique d'après la gnomonique tunisienne

Le cadran solaire islamique correspond à une plaque en marbre ou en grès, placée, selon son type, sur une structure construite ou scellée sur le mur ouest d'une mosquée et orientée vers le soleil. Il peut être également gravé sur les blocs du mur ouest de l'édifice¹⁶. Les *mizwala*-s installées dans des lieux ou des places publiques sont très rares. L'enquête que nous avons effectuée en Tunisie n'a fourni qu'un seul cas; il s'agit du cadran solaire de la Place de la Qasaba à Tunis, daté de 1293/1876-77¹⁷. Outre le terme *mizwala* qui est le plus courant pour désigner le cadran solaire islamique, les inscriptions commémoratives et les traités de gnomonique nous offrent d'autres dénominations tels: *basîta*, *qâi'ma*, *rukhâma*, *rubu'*, *mûqita*, *mirsâd*, *munharifa*. Ces sources distinguent bien entre tous ces termes selon la morphologie et la fonction de l'instrument¹⁸.

L'assemblage d'une *mizwala* comporte des symboles, des tracés et des courbes qui déterminent, grâce à un gnomon métallique ou/

16. Ce type de cadrans solaires se trouve surtout en Turquie et essentiellement à Istanbul, cfr. ÇAM (1990).

17. JARRAY (2007), t. I, vol. I, p. 277-8; ID. (2012b).

18. Sur les *mizwala*-s islamiques: voir KING (1993), p. 211-3.

et une ficelle porte-ombre, les moments de la prière, les heures de la journée et d'autres moments célestes, astronomiques et religieux¹⁹. Le *mu'aqqit* est l'agent de la mosquée chargé d'annoncer les heures exactes des prières, à l'aide du cadran solaire.

Afin de garantir l'exactitude de la détermination des moments de la prière, la fabrication et la fixation d'un cadran solaire se font obligatoirement selon des règles bien précises; pour cela, des dizaines de traités furent composés et plusieurs astronomes-gnomonistes sont devenus célèbres, tels Ibn al-Saffâr, al-Marrâkushî, Ibn Qurra.

Les dernières explorations effectuées dans les villes islamiques de Tunisie ont abouti à l'établissement d'un corpus de 76 cadrans solaires, dont quatre seulement datent de l'époque médiévale et le reste de deux époques moderne et contemporaine; 43 sont encore *in situ*, 28 sont conservés dans des dépôts et des musées archéologiques et 5 ont disparus et dont l'étude est basée sur les illustrations disponibles. Bien qu'ils offrent peu de variétés morphologiques, chronologiques ou même dans leur matérialité²⁰, les *mizwala*-s de Tunisie adoptent des assemblages très riches et très diversifiés et présentent ainsi plusieurs spécificités par rapport à leurs homologues du reste du monde islamique.

Les cadrans solaires islamiques peuvent être classés d'après plusieurs critères, tels le type de l'assemblage, les unités de mesure du temps, le mode de fonctionnement et les différentes courbes et tracés. La majorité de ces cadrans est dotée d'un texte commémoratif, qui, même s'il se contente de la date, il permet d'identifier et d'attribuer une chronologie à l'assemblage du cadran. Ces inscriptions offrent plusieurs données relatives aux noms des gnomonistes et aux commanditaires de ces instruments, ainsi que certaines informations relatives à la latitude selon la quelle le cadran fut fabriqué et au mode de son fonctionnement.

L'examen des caractéristiques des cadrans solaires rassemblés permet de distinguer au moins trois types d'assemblages selon la chronologie: les cadrans médiévaux (XI^e-XVI^e siècle ap. J.-C.), ceux de l'époque moderne (XVII^e-milieu du XIX^e siècle ap. J.-C.) et enfin ceux de l'époque contemporaine (milieu du XIX^e-XX^e siècle ap. J.-C.). Toutefois, certaines caractéristiques peuvent constituer des

19. KING (1993), p. 212-3.

20. La quasi-totalité des cadrans recensés sont de type horizontal, représentant des formes quadrangulaires et dans quelques cas semi-circulaires.

spécificités de certains cadrans et permettent de distinguer des sous-types au sein d'une catégorie relevant d'une même période²¹.

De l'*horologium* à la *mizwala*

Les études réalisées sur les cadrans solaires islamiques ont toujours considéré les deux *mizwala*-s de l'Andalousie comme étant les plus anciennes de la période islamique²². La première provient de Madînat al-Zahra et date du x siècle. Son support, étant à l'origine une dalle en marbre blanc, est très endommagé (hauteur: 32 cm, longueur: 30 cm, épaisseur: 5 cm). Elle adopte une configuration classique, héritée de l'époque antique, et se caractérise par la représentation des prières quotidiennes en tracés en dents de scie.

La seconde est l'œuvre d'Ibn al-Saffâr; elle provient de Cordoue et est datée de l'an 390/1000 (FIG. 7). De ce cadran en marbre et de forme rectangulaire à l'origine, il ne reste que la moitié gauche (hauteur: 24 cm, longueur: 34,5 cm, épaisseur: 4,5 cm). Quant aux tracés et cryptogrammes qui y figurent, ils indiquent les directions (Nord, Sud, Ouest, Est), le méridien, l'équateur?, la courbe du *zubr* (première prière après midi) et la graduation des heures temporaires.

En Tunisie, c'est le cadran du Musée de Carthage, daté de 746/1345-46, qui est considéré jusqu'au présent le plus ancien²³. Il s'agit d'une dalle en marbre blanc, de forme carrée (24,5 × 24,5 cm) et épaisse de 7 cm.

D'après son inscription commémorative, gravée en coufique hafside, ce cadran fut fabriqué par un certain Abû-l-Qâsim al-Shaddâd, dont le nom ne figure ni sur d'autres cadrans, ni parmi les auteurs des traités de gnomonique. Ce cadran offre un assemblage exhaustif et original. À côté des indications relatives à certains phénomènes astronomiques et géographiques, dont les courbes solsticiales, le tracé des deux équinoxes, celui du midi et l'indication des directions géographiques (Sud, Nord, Est, Ouest), ce

21. Sur la typologie des cadrans solaires islamiques de Tunisie, voir JARRAY (2012c).

22. Sur ces deux cadrans, voir KING (1987), p. 358-95; ID. (1993), p. 211-3, Institut du Monde Arabe (2005), p. 117. Malheureusement ces recherches n'ont pas tenu en compte l'étude de Khâkid Khalîl Hammûdî sur la *mizwala* de Sâmarrâ en Iraq qui date du III^e/IX^e et qui offre des grands apports sur la naissance de la gnomonique islamique, voir HAMMÛDÎ (1987-88), p. 302-6.

23. Ce cadran a été publié plusieurs fois, voir KING (1987), p. 358-95; ID., (1993), p. 211-3.

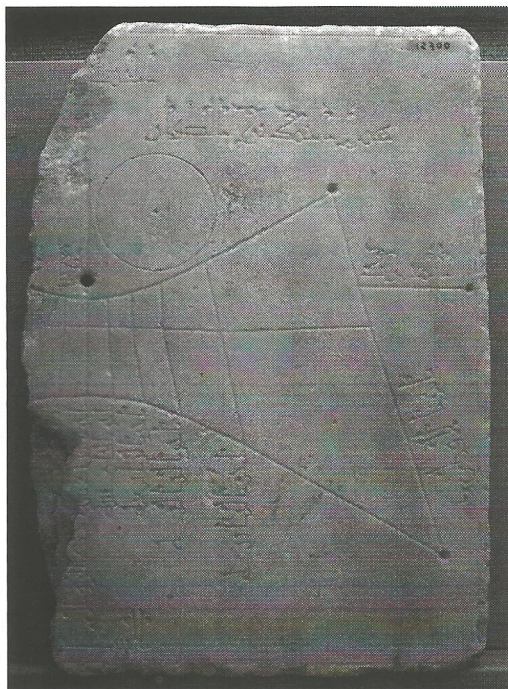


Fig. 7: Cadran solaire d'Ibn al-Saffâr en Andalousie, xi^e siècle (cliché D. Savoie).

cadran réunit tous les éléments nécessaires pour sa fonction initiale tels le tracé du *zawâl*, celui du *ta'hîb*, la courbe du *dhubâ* à celles des deux prières du *zubr* et du *'asr* et l'indication de la *qibla* en forme de *mibrâb*. Ce cadran diffère nettement des cadrans analogues du Haut Moyen-âge. Les divergences résident dans l'absence des tracés des heures temporaires et dont l'assemblage se limite au niveau de la courbe du *dhubâ* pour la période matinale et de celle de la prière du *'asr* l'après-midi. Les tracés des cadrans du Haut Moyen-âge couvrent, quant à eux, toute la journée, du lever au coucher du soleil.

Le plus ancien cadran découvert lors des explorations précitées date, d'après les spécificités calligraphiques de son inscription commémorative et des indices relevant de la période d'activité de son fabricant présumé, de la première moitié du v^e/xi^e siècles²⁴. Ce

24. Le manque du matériel de gnomonique jusqu'au v^e/xi^e pose plusieurs questions portant sur le destin des *horologia* antiques et les procédés de mesure du temps



Fig. 8: Cadran solaire de Kairouan, XI siècle.

cadran est actuellement conservé dans les réserves du Musée des Arts islamiques de Raqqâda, à Kairouan (FIG. 8)²⁵. Il s'agit d'une dalle en marbre blanc-écru, de forme rectangulaire (100 × 50 cm), aménagée horizontalement et mutilée dans son angle inférieur droit. Le texte commémoratif, situé dans l'angle inférieur gauche et exécuté en creux, est en écriture coufique *ziride* (V^e/XI^e ap. J.C.). Il comporte trois niveaux d'écriture; il est de type de fondation de *waqf*. Les courbes et tracés qu'il représente sont: le tracé du midi (*al-zawâl*), celui des deux équinoxes, une graduation en heures temporaires, les courbes du début et de la fin de la prière du *'asr*, et celles des deux solstices, hivernal et estival. Cette configuration a constitué un modèle de référence pour certains cadrans postérieurs, surtout à l'époque hafside (VII^e-X^e siècle hégire/XIII^e-XVI^e siècle ap. J.-C.) pour laquelle nous disposons au moins de trois

après la conquête islamique. En effet, une large controverse relative à la *qibla* (direction de la Mecque) et aux moments des prières est apparue dans *kutub-s al-Salât*, les «Livres des prières», durant les premiers siècles de l'Islam. Ce débat commence à disparaître après l'expansion islamique dans le monde gréco-romain et l'apparition des premiers cadrans solaires et des premiers traités de gnomonique, telle l'épître du célèbre astronome al-Khawârizmi considérée comme la plus ancienne de tout le monde islamique.

25. Je tiens à remercier les Professeurs Mourad Rammah et Lotfi Abdeljaouad qui m'ont beaucoup facilité le travail à Kairouan.

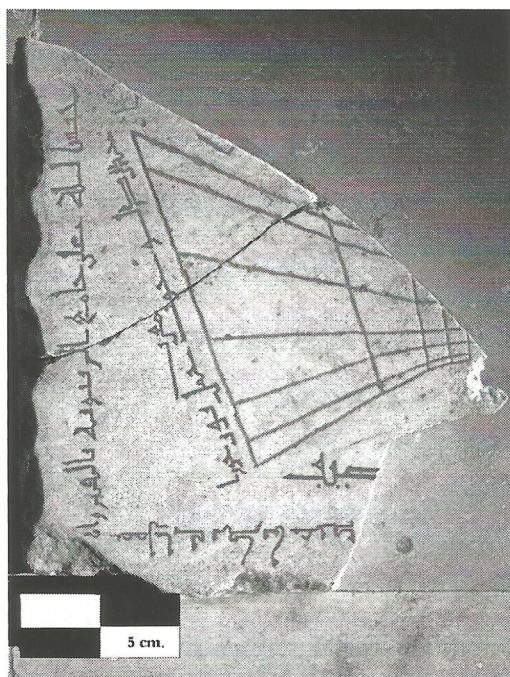


Fig. 9: Cadran solaire de la mosquée al-Zaytûna à Kairouan, XIV^e siècle.

spécimens: celui du Musée de Carthage, mentionné ci-dessus, et celui de la mosquée al-Zaytûna à Kairouan datant de la fin du VIII^e/XIV^e siècle²⁶ (FIG. 9), ainsi qu'un autre cadran provenant de Monastir et adoptant l'assemblage classique²⁷.

Ces nouvelles données apportent quelques éclaircissements sur les origines préislamiques de la *mizwala* médiévale et de ses principes déjà instaurés par la gnomonique andalouse. En effet, les rapprochements faits entre les cadrans des époques antique et islamique révèlent une nette continuité sur plusieurs niveaux. D'abord, pour ce qui était de la configuration générale, c'est l'*horologium* de type horizontal ou plat qui est à l'origine du cadran solaire islamique. Les ressemblances concernent également le contenu; en effet,

26. Sur ce cadran, cfr. JARRAY (2012a).

27. Ce cadran a disparu et nous nous sommes basé dans son étude sur sa fiche signalétique conservée dans la Photothèque de l'Institut National du Patrimoine, voir JARRAY (2012b).

la comparaison révèle que certains tracés et symboles y persistent alors que d'autres y sont ajoutés.

Les courbes et les tracés maintenus par les Musulmans sur leurs *mizwala*-s sont en rapport avec les phénomènes célestes, astronomiques et géographiques (le tracé du méridien, celui des deux équinoxes, des deux solstices d'hiver et d'été et les directions géographiques). L'autre élément persistant de l'*horologium* antique sur la *mizwala* médiévale concerne les subdivisions de la journée qui sont presque les mêmes. En effet, les douze heures temporaires connues sur les cadrans antiques figurent aussi sur ceux de l'époque islamique et les chiffres romains furent remplacés, soit par les chiffres indiens, soit par des indications en toutes lettres, soit même par des lettres ayant des valeurs numériques, méthode très connue dans la datation en chronogramme²⁸.

L'adaptation de cet instrument par les Musulmans se manifeste dans l'ajout de nouveaux symboles, tracés et courbes indiquant les moments et les heures des obligations religieuses.

S'agissant des devoirs exigés par l'Islam, la journée musulmane est organisée autour de certains moments quotidiens et hebdomadaires relatifs essentiellement aux cinq prières de la journée et à la prière du vendredi. Les indications des moments de ces prières figurent sur les cadrans solaires islamiques, soit d'une façon directe par la précision de ce moment, telles les deux prières du *zubr* et du *'asr*, soit d'une façon indirecte par des courbes et des tracés évoquant le devoir religieux concerné, comme le *dhuhà*, prière facultative dans la religion musulmane (deux heures avant midi), ou le *ta'hîb*, préparatif pour la prière du vendredi, (une heure avant midi). Ainsi, depuis le I^e/VII^e siècle, les Musulmans ont fait de la Mecque le centre du Monde, de ce fait, l'indication de la *qibla* demeure fondamentale sur les cadrans solaires islamiques²⁹.

La continuité se manifeste également dans les traités de réalisation des cadrans solaires dont plusieurs ont adopté des démarches suivies par leurs similaires de l'époque antique, ou étaient des tra-

28. Sur ce procédé, voir YA'LAWI (1971), p. 93-107; DESTOMBES (1987), p. 197-210; JARRAY (2007), p. 745-50.

29. L'indication de la *qibla* sur les cadrans solaires islamiques présente plusieurs formes et pose de divers problèmes relatifs à des polémiques religieuses remontant au Haut Moyen-âge, comme le *tashriq* (réorientation de la *qibla* vers l'Est). Voir BEN HAMMADI (1995); JARRAY (2012a et 2012b).

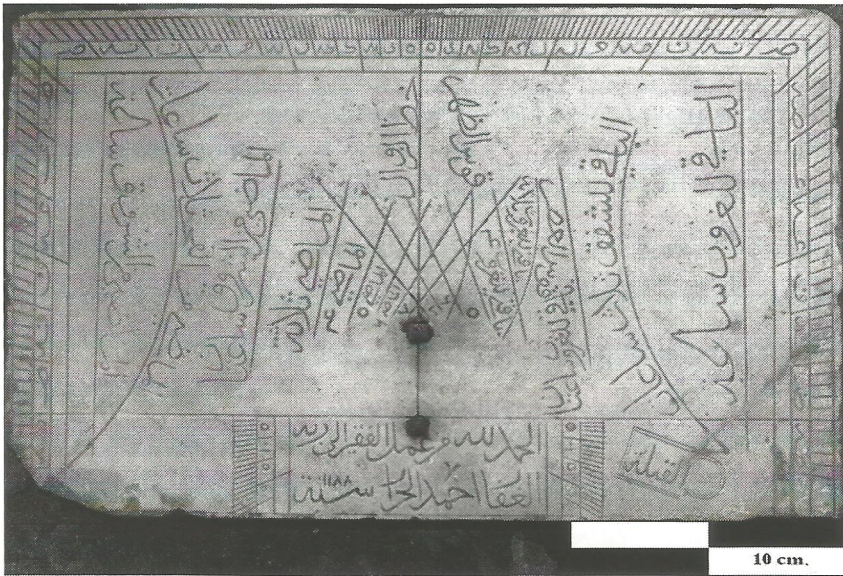


Fig. 10: Cadran solaire de la Grande Mosquée de Mjâz al-Bâb, XVIII^e siècle.

ductions des épîtres antiques, tel l'Almageste de Ptolémée traduit au moins quatre fois, dont une par Abû-Ja'far al-Sûfî, au II^e/VIII^e siècle³⁰, et une seconde par Ishâq B. Husayn, revue par Thâbit b. Qurra en 288-901³¹.

À l'époque moderne, l'astronomie et la gnomonique ont connu un essor remarquable et les cadrans solaires sont devenus de plus en plus précis et riches en courbes, tracés et cryptogrammes. Parmi les innovations, citons notamment l'existence de plusieurs gnomons, la graduation du pourtour en unités détaillées de mesure du temps et les indications de précision par rapport à certains moments astronomiques et célestes (lever et coucher du soleil, disparition du crépuscule) ou certains moments religieux (prières du *'asr* et du *'ishâ*) (FIG. 10).

30. SAMSÓ (1973).

31. INSTITUT DU MONDE ARABE (2005), p. 83.

Conclusion

Ces investigations ont essayé de mettre en évidence les origines de la gnomonique islamique, à partir des cadrans solaires connus aux époques antique et islamique, des traités de gnomonique et surtout de nouvelles découvertes effectuées en Tunisie. Elles ont montré que la *mizwala* islamique était l'héritière de *l'horologium, solarium* antique. L'examen de son contenu (courbes, tracés, cryptogramme) prouve bien que le principe de cet instrument fut hérité de l'Antiquité avant que de nouveaux symboles y fussent ajoutés pour répondre aux obligations de la nouvelle religion, l'Islam.

Bibliographie

- Al-Madâr* (2002), 15, numéro spécial sur le Temps, Tunis, Cité des Sciences.
- BARATTE F. (2008), *La mesure du temps dans les villes de l'Afrique romaine: à propos d'une inscription d'Ammaedara*, dans *Actes du 6 Colloque international sur l'Histoire des Steppes tunisiennes à Sbeitla 2006*, Tunis, p. 217-30.
- BARATTE F., BEJAOUÏ F. (2004), *Un évêque horloger dans l'Afrique Byzantine: Hyacinthe d'Ammaedara*, «CRAI», juillet-octobre, p. 1121-51.
- BEL G. (1932), *Le gnomon du Capitole de Lambèse*, «RAfr», 73, p. 319-23.
- BEN HAMMÂDI O. (1995), *Hawla na't al-da'wa al-Fâtimiyya bi-l-tasbriq wa na't al-dâkhlîna fibâ bi-l-Mashâriqa*, «Hawliyyât al-Jâmi'a al-Tûnisiyya», 39, p. 281-304.
- BIEMONT E. (2006), *Astronomie en terres d'Islam; lumières sur la sacralisation de l'espace et du temps*, Athènes.
- BOUCHARD A. (2002), *Cadrans du monde: un cadran horizontal musulman de Kairouan (Tunisie)*, «Le Gnomoniste», VIII, 4, p. 4-6.
- BRACCHI L.-C. (1960), *Orologi Solari di Aquileia*, «AN», 30, p. 62-5, fig. 8.
- BUCHNER E. (1982), *Die Sonnenuhr des Augustus: Nachdruck aus RM 1976 und Nachtrag über die Ausgrabung 1980/1981*, Mainz.
- CAGNAT R. (1909), *Carthage, Timgad, Tébessa et les villes antiques de l'Afrique du Nord*, Paris.
- ÇAM N., (1990), *Osmanlı güneş saatleri*, Ankara.
- CASULLERAS J. (1993), *Descripciones de un cuadrante solar atípico en el occidente musulmán*, «Al-Qantara», XVI, p. 65-87.
- DA (1873), s.v. *Horologium, solarium* [E. CAILLEMER], Paris, p. 256-67.
- DELATTRE P. (1911), *Les dépendances de la basilique de Damous el-Karita à Carthage*, «CRAI», LV, 1911, p. 573, fig. 2 et p. 574.
- DELATTRE P. (1893), *Le Musée Saint Louis de Carthage*, II, 5, pl. 20, fig. 5.
- D'ENCARNAÇÃO J. (2005), *Mesurer le temps, mesurer l'espace dans la Lusitania romaine*, dans *Misurare il tempo, misurare lo spazio*, *Atti del Collo-*

- quio AIEGL-Borghesi 2005 (Epigrafia e antichità, 25), a cura di M. G. ANGELI BERTINELLI, A. DONATI, Faenza, p. 79-95.
- DESTOMBES M. (1987), *Les chiffres coufiques des instruments astronomiques arabes*, dans G. SCHILDER, P. VAN DER KROGT, S. DE CLERCQ (éds.), *Contributions sélectionnées à l'Histoire de la cartographie et des Instruments scientifiques*, Utrecht-Paris, p. 197-210.
- DIELS H. (1920), *Antike Technik*, Leipzig-Berlin, p. 183, pl. 15. E.
- GIBBS SH. (1976), *Greek and Roman Sundials*, New-Haven, p. 327.
- GOJAT P. (2005), *Dictionnaire de gnomonique illustré*, édition de l'auteur.
- GUERBABI A. (1992), *Chronométrie et architecture antique: le gnomon du forum de Thamugadi*, dans *L'Africa romana* x, p. 359-402.
- HAMMŪDĪ K. K. (1987-88), *Sâ 'at Sâmarrâ al-shamsiyya*, «Sûmar», 45, p. 302-6.
- HESLIN, P. J. (2007), *Augustus, Domitian, and the So-called Horologium Augusti* «JRS», xcvii, p. 1-20.
- IBN QURRA T. (1987), *Œuvres d'Astronomie*, (texte établi et traduit par Régis MORELON), Paris.
- INSTITUT DU MONDE ARABE (2005), *L'Age d'or des Sciences arabes, Exposition présentée à Paris (25 octobre 2005-19 mars 2006)*, Paris.
- JARRAY F. (2007), *Inscriptions des monuments de la régence de Tunis à l'époque ottomane: Étude épigraphique et historique*, Thèse de Doctorat de l'Université, sous la direction cotutelle de S. ORY, M. REMADI-CHAPOUTOT, Université de Provence.
- JARRAY F. (2009), *Mizwalat al-Jâmi' al-Kabîr bi-l-Qayrawân*, dans *Mawsû'at al-Qayrawân*, Tunis, p. 312-4.
- JARRAY F. (2012a), *Notes préliminaires sur deux mizwala-s méconnues de la ville de Kairouan*, dans *Kairouan et sa région: nouvelles recherches d'archéologie et du patrimoine*, Actes du 3 Colloque international du Département d'Archéologie de la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines de Kairouan, Kairouan.
- JARRAY F. (2012b), *Mesurer le temps en Tunisie à travers l'histoire*, Catalogue d'Exposition présentée par la Cité des Sciences, Tunis.
- JARRAY F. (2012c), *Mizwala-s de Tunisie: la Gnomonique et l'épigraphie*, Tunis, à paraître.
- KING D. A. (1987a), *A Fourteenth Century Tunisian Sundial for Regulating the Times of Muslim Prayer*, *Islamic Astronomical Instruments*, London, p. 358-95.
- KING D. A. (1987b), *Le cadran solaire de la Mosquée d'Ibn Tulun au Caire*, *Islamic Astronomical Instruments*, London, p. 331-63.
- KING D. A. (1987c), *Three Sundials from Islamic Andalusia*, *Islamic Astronomical Instruments*, London, p. 358-95.
- KING D. A. (1993), *EP*, t. VII, s.v. *Mizwala*, p. 211-3.
- KING D. A. (1997), *Astronomie et société musulmane: qibla, gnomonique, miqât*, dans *Histoire des Sciences Arabes*, sous la direction de ROSHDI RASHED, Paris.

- MAKARIOU S. (1998), *L'apparence des cieux: Astronomie et astrologie en terre d'Islam*, Paris.
- MASTINO A., PORCHEDDU V., (2006), *L'horologium offerto al pagus civium Romanorum ed alla civitas di Numluli*, dans *Misurare il tempo, misurare lo spazio*, *Atti del Colloquio AIEGL-Borghesi 2005*, a cura di M. G. ANGELI BERTINELLI, A. DONATI, (Epigrafia e antichità, 25), Faenza, p. 123-62.
- PAGLIARI M. (1991), *L'orologio di Euporus*, «AN», p. 189-96.
- PASQUIER A. (2000), *Du soleil dans une coupe: une nouvelle horloge au musée du Louvre*, «CRAI», p. 643-56.
- ROHR R. (1986), *Les cadrans solaires, histoire, théorie, pratique*, Strasbourg.
- SAMSÓ J. (1973), *A propos de quelques manuscrits astronomiques des bibliothèques de Tunis. Contribution à une étude de l'Astrolabe dans l'Espagne musulmane*, dans *Actas del II Coloquio hispano-tunecino de estudios históricos*, Madrid, p. 171-90.
- SAVOIE D. (2003), *Les cadrans solaires*, Paris.
- SAVOIE D. (2007), *La Gnomonique*, Paris.
- SÉDILLOT J. J., SÉDILLOT L. A. (1984), *Traité des instruments astronomiques des Arabes*, Frankfurt.
- SEVERINO N. (2009), *Nuovi quadranti solari di epoca romana*, www.nicolaseverino.it
- TOGNIN D. (1993), *Aquileia e il tempo, la meridiana solare orizzontale di M. Antistius Euporus*, «AN», 64, p. 193-238.
- YA'LAWÎ M. (1971), *Hisâb al-jumal aw al-ta'rikh bi-l-hurûf*, «Hawliyyât al-Jâmi'a al-Tûnisiyya», VIII, p. 93-107.