

Héritages arabo-islamiques dans l'Europe méditerranéenne



Sous la direction de Catherine Richarté
Roland-Pierre Gayraud
Jean-Michel Poisson



La Découverte

Inrap

Institut national
de recherches
archéologiques
préventives

Si vous désirez être tenu régulièrement informé des parutions des Éditions La Découverte, il vous suffit de vous abonner gratuitement à leur lettre d'information par courriel, à partir du site

www.editionsladecouverte.fr

où vous retrouverez l'ensemble de leur catalogue.

ISBN 978-2-7071-8622-5

En application des articles L. 122-10 à L. 122-12 du code de la propriété intellectuelle, toute reproduction à usage collectif par photocopie, intégralement ou partiellement, du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris). Toute autre forme de reproduction, intégrale ou partielle, est également interdite sans autorisation de l'éditeur.

© Éditions La Découverte, Paris, 2015.

*De la mizwala musulmane à l'horloge européenne.
Quelques précisions sur la contribution
des musulmans dans la genèse
de la gnomonique en Europe*

Fathi Jarray*

Les remarques actuelles portant sur la contribution des musulmans dans la genèse de la gnomonique en Europe trouvent leur origine dans une recherche parue il y a presque deux années qui avait pour sujet l'étude du processus du passage de l'*horologium solarium* antique à la *mizwala*¹ islamique au cours des premiers siècles de l'Hégire [Jarray, 2012].

Soucieux de suivre l'évolution technique de cet instrument et convaincus des échanges et de la transmission du savoir dans le bassin méditerranéen à travers l'histoire, nous avons procédé à des rapprochements entre la gnomonique musulmane et celle de l'autre rive, dans le but de dégager les influences des *mizwala*-s sur les horloges européennes ; il s'agit de soumettre la part de la contribution des musulmans dans l'évolution technique en astronomie et en gnomonique européennes, à partir des comparaisons du matériel disponible.

* Enseignant-chercheur, Université de Tunis.

1 Le terme employé pour la gnomonique dans les sources arabes est celui de '*ilm al-miqât*', alors que *mizwala*, dérivant du mot arabe *zawâl* (le midi), est le mot utilisé pour désigner le cadran solaire.

musulmans avaient progressé dans ce domaine, un siècle et demi seulement après l'instauration des bases de la civilisation islamique.

La *mizwala* était principalement destinée aux mosquées, du fait de sa fonction initiale relative à la détermination des heures de prières, tandis que les cadrans solaires, installés dans des édifices publics ou même des maisons privées, demeuraient très rares. Toutefois, la *mizwala* tenait aussi d'autres rôles dans la vie quotidienne, surtout dans le cadre de certaines activités, à l'instar des habitants des oasis qui ont eu longtemps recours aux instruments de mesure du temps dans la distribution de l'eau d'irrigation ainsi que dans l'organisation du travail dans les palmeraies.

Nonobstant la rareté des témoignages matériels relatifs à la production d'instruments de mesure du temps aux premiers siècles de l'islam, les modèles qui persistent sont très représentatifs et sont considérés comme des éléments de base de la gnomonique musulmane. Ils témoignent en effet du développement de ce savoir-faire et des compétences des gnomonistes musulmans et offrent une grande variété morphologique et typologique. Les plus anciennes *mizwala*-s ont adopté et adapté l'assemblage hérité de l'époque antique, à l'exemple de celles de Sâmarra en Irak (III^e-IX^e siècle) [Hammûdî, 1987-1988, p. 302-306], de Madînat al-Zahrâ (IV^e-X^e siècle) (fig. 1) et de Cordoue (390-1000) en Andalousie [King, 1987, p. 358-395], d'Ibn Abî-l-Rijâl à Kairouan (V^e-XI^e siècle) [Jarray, 2013, p. 427-434], et des mosquées d'Ibn Tûlûn en Égypte (695-1296) et d'Ibn al-Shâtir en Syrie (773-1371/2) [King, 1993, p. 212].

Cet assemblage est souvent organisé autour de deux courbes de deux solstices, du tracé de deux équinoxes, des courbes de prières, des quatre points cardinaux, des lignes des heures temporaires et de l'indication de la *qibla* et parfois des constellations du zodiaque, notamment sur les cadrans du Moyen Âge tardif.

Au cours des XIV^e-XV^e siècles, d'autres catégories ont vu le jour qui étaient essentiellement de type vertical, comme le cadran de la mosquée d'al-Hâj Hasan à Konya, daté de 1408, considéré comme le plus ancien de toute la collection de Turquie [Çam, 1990, p. 9, p. 34 et p. 149], ou ceux des mosquées de Sîdî al-Halwî à Tlemcen (747-1346/7), d'al-Nâsir Muhammad b. Qalâwûn au Caire (757-1356) [Abd-l-Âtî Khayr Allâh, 1995, p. 257-258] et celui de la coupole de la trésorerie de la Grande Mosquée de Damas [Ferrari, 2011, p. 491-492],

Aussi envisageons-nous de donner en premier lieu un aperçu sur la gnomonique musulmane, d'esquisser ensuite celle de l'Europe et de présenter, dans une troisième étape, le cadre de transfert des savoirs musulmans vers l'Occident, en prenant soin d'en préciser les étapes successives.

Les mizwala-s et la gnomonique musulmane en Méditerranée

La question de la transmission de l'héritage antique par la civilisation arabo-islamique à l'Occident est désormais devenue un lieu commun, en particulier en ce qui concerne les disciplines scientifiques et technologiques telles que l'astronomie et la gnomonique qui touchent à notre propos. En effet, des recherches récentes ont pu démontrer que la *mizwala*, principal instrument de mesure du temps chez les musulmans, était l'héritière de l'*horologium solarium* antique, en particulier pour ce qui touche à l'assemblage des courbes et des tracés relatifs aux phénomènes astronomiques et célestes, aux unités de mesure du temps et au mode de fonctionnement. L'adaptation de cet instrument au nouveau contexte et à sa nouvelle fonction se manifeste dans la satisfaction des obligations rituelles auxquelles le fidèle musulman est soumis, telles que les courbes relatives aux prières quotidiennes, l'indication de la *qibla* et le tracé du *ta'hîb*, qui correspond à une heure avant midi et intervient dans les préparatifs de la prière du vendredi [Jarray, 2012].

À ce qui précède s'ajoute également le mouvement de traduction des œuvres astronomiques anciennes, grecques et romaines, et surtout des épîtres les plus célèbres, tel l'*Almageste* de Ptolémée traduit à plusieurs reprises au cours des premiers siècles de l'islam.

Au cours du Moyen Âge, la gnomonique musulmane s'est rapidement développée et la *mizwala* est devenue un élément essentiel dans la mosquée, surtout après la réussite des conquêtes et de l'islamisation des régions lointaines comme l'Andalousie et l'Inde. Ainsi, plusieurs astronomes devinrent-ils très célèbres dans tout le monde musulman comme al-Fazârî, al-Bîrûnî et Thâbit b. Qurra [L'Âge d'or des sciences arabes, 2005]. La fameuse histoire de la clepsydre offerte par le calife Hârûn al-Rashîd à Charlemagne vers l'an 801 de notre ère est largement relatée dans les sources historiques et indique combien les

gravés chacun verticalement sur le fût d'une colonne et présentant des assemblages relativement similaires.

À partir du *xvii*^e siècle, les *mizwala*-s sont devenues plus riches et plus précises et ont présenté plusieurs ajouts par rapport à celles de l'époque médiévale, soit pour l'assemblage des tracés et des courbes des moments religieux, astronomiques et célestes, soit pour les unités de mesure du temps devenant plus détaillées, soit même pour le mode de fonctionnement associant, à côté du gnomon métallique – procédé hérité de l'époque antique –, une ficelle porte-ombre très bien adaptée aux nouvelles subdivisions des unités de mesure du temps (*ill. XII*).

La gnomonique européenne : du « cadran » canonial à l'horloge solaire

Malgré la rareté des témoignages matériels du haut Moyen Âge et l'insuffisance d'informations, la gnomonique européenne a fait l'objet, depuis la fin du *xix*^e siècle, de diverses recherches touchant aux différents aspects des instruments et qui ont soulevé plusieurs questions historiques et techniques.

D'après les spécialistes, l'Europe a connu, dès la fin du *vii*^e siècle, une forme très primitive des instruments de mesure du temps nommés « cadrans canoniaux », gravés souvent sur des blocs de pierre. Mais, d'un point de vue technique, les canoniaux ne sont pas exactement des cadrans solaires puisqu'ils sont réalisés sans calcul ni altitude ; ce sont plutôt des cadrans empiriques et leur assemblage ne contient que les indications relatives aux moments des dévotions et des prières quotidiennes [Ferrari, 2011, p. 103-107]².

C'est à partir de la fin du *xv*^e siècle que l'Europe voit la diffusion des cadrans à style polaire sous des formes relativement développées par rapport aux canoniaux. D'après Juan Vernet, le plus ancien cadran solaire en Europe est celui de Magdebourg en Allemagne, élaboré vers 996 par le pape Gerbert, connu sous le nom de Sylvestre II [Vernet, 1985, p. 119], alors que pour la France c'est celui de la cathédrale de Chartres, datant de la fin du *xiv*^e siècle, qui est considéré comme le plus ancien [Homet, 2000, p. 22] (*fig. 2*). Ce dernier est de type vertical

2 Merci beaucoup à notre ami Denis Savoie pour son aide et ses remarques très pertinentes à propos de la gnomonique et les horloges européennes.



Figure 1 : Mizwala de Madînat al-Zahrâ (x^e siècle).



Figure 2 : Horloge de la cathédrale de Chartres (cliché : Jean-Marie Homet).

et son assemblage est très simple et basé sur le rayonnement, à partir du centre du cadran, des lignes horaires numérotées en chiffres romains en ordre décroissant pour la période matinale et en ordre croissant à partir de midi.

Dès le xvii^e siècle, cet artisanat a connu une diffusion importante, surtout en milieu urbain où le cadran est devenu très utile dans la vie quotidienne des gens, en vue d'organiser les horaires du travail, les voyages, les déplacements, etc.

La gnomonique européenne s'est rapidement développée et a été soumise à des règles d'organisation, notamment en France, au point de devenir un artisanat de luxe. Nous citons ici quelques procédures officielles mises en place dans ce domaine, comme la promulgation en 1582 d'un décret organisant les activités professionnelles des gnomonistes ou encore l'adoption, au début du xix^e siècle, de l'heure officielle unique [Camus et Gotteland, 1997, p. 18].

Les cadrans européens des époques moderne et contemporaine sont en majorité de type vertical. Ils offrent une grande variété surtout dans leur forme, si bien que les spécialistes ne sont pas arrivés à en établir une typologie morphologique. Cependant, la majorité de ces instruments obéissent aux mêmes principes : soit quant à l'assemblage basé sur le rayonnement des lignes horaires à partir du centre du cadran, soit quant au mode de fonctionnement dans un style métallique aux formes diverses.

Toutefois, une typologie chronologique demeure possible en se basant sur les unités de mesure du temps qui ont évolué et connu, à partir de la fin du xvii^e siècle, des subdivisions, essentiellement la demie et le quart d'heure qui seront largement utilisés sur les cadrans des xviii^e, xix^e et xx^e siècles (*fig. 3*).

Jean-Marc Ramos et Max Reinert proposent quatre phases historiques de la gnomonique française au cours des époques moderne et contemporaine, qui sont valables pour toute l'Europe : la période de l'apogée (xvii^e et xviii^e siècle), la période du déclin (fin xviii^e-début xx^e siècle), la période de stérilité (première moitié du xx^e siècle) et la période de la renaissance (à partir du milieu xx^e siècle) [Ramos et Reinert, 2004, p. 26].

Contexte historique du mouvement des savoirs en Méditerranée

Le mouvement des idées et des échanges en Méditerranée a fait l'objet de dizaines d'études touchant à plusieurs domaines dont celui des sciences et des savoirs [Mrabet, 2003 ; BenHadda *et al.*, 2009]. Dans notre présente approche et compte tenu de la spécificité du matériel d'étude nécessitant un traitement à la fois chronologique et géographique, nous tenterons d'examiner ces mouvements au sein de trois courants principaux : andalou, méditerranéen et seldjoukide-ottoman.

Le courant andalou

L'État musulman, fondé dans la péninsule Ibérique depuis le début du VIII^e siècle, était la terre des sciences et des savoirs par excellence. Grâce à sa proximité et à son ouverture, l'Andalousie a profondément marqué l'Europe dans plusieurs secteurs, dont l'astronomie et la gnomonique auxquelles Juan Vernet a consacré plusieurs passages dans son ouvrage consacré aux contributions des Arabes d'Espagne dans la culture. Il écrit, au sujet de la contribution des musulmans d'Espagne à la renaissance de la fabrication des instruments astronomiques : « à cette même époque durent se réintroduire en Europe chrétienne les procédés de construction des horloges solaires ou cadrans solaires » [Vernet, 1985, p. 119].

Les œuvres astronomiques andalouses étaient de haut niveau et perfectionnées. Les deux *mizwala*-s de Cordoue et de Madīnat al-Zahrā sont considérées comme figurant parmi les plus anciennes de tout le monde musulman et attestent la compétence des gnomonistes andalous. Ainsi, les ouvrages d'Azarquiel, d'Ibn al-Raqqām et d'Alphonse X sont-ils demeurés longtemps des références incontournables sur les questions portant sur l'astronomie et les heures de prière.

En outre, un mouvement de traduction des ouvrages arabes en latin voit le jour au début du Moyen Âge et concerne presque toutes les disciplines, avec une nette primauté pour l'astronomie représentant, d'après Juan Vernet, près de 47 % du total des œuvres traduites [Vernet, 1985, p. 96].

À la fin de l'époque médiévale et au début de l'Époque moderne et à la suite de la *Reconquista*, une grande partie de l'héritage andalou

s'est déplacée en Afrique du Nord et surtout au Maroc, principale destination des réfugiés morisques, du fait de sa proximité géographique et de ses rapports historiques avec l'Espagne.

Le patrimoine de gnomonique du Maroc témoigne que ce pays fut une terre de savoirs et de sciences depuis l'Époque médiévale et surtout à l'Époque moderne. La fameuse horloge de la madrasa al-Bû'nâniyya illustre parfaitement cette richesse et cet essor [Golvin, 1995, p. 245-247].

Les cadrans solaires marocains de l'Époque moderne peuvent être utiles à notre sujet. Les spécimens connus jusque-là offrent, en effet, plusieurs éléments de réflexion et de comparaison par rapport aux horloges européennes. Ils sont majoritairement de type vertical ; ils fonctionnent à l'aide d'un gnomon métallique présentant plusieurs formes ; leur assemblage est basé sur le rayonnement des lignes horaires à partir du centre du cadran ; et les courbes des prières quotidiennes y sont relativement rares.

Le courant méditerranéen

Au cours du Moyen Âge, la Méditerranée a été profondément marquée par les influences de la civilisation musulmane, dans le cadre des échanges commerciaux entre ses différentes rives, ou à travers l'occupation des principales îles par les différentes dynasties de l'Ifriqiya, depuis les Aghlabides jusqu'au milieu du XII^e siècle.

L'empreinte musulmane dans les îles méditerranéennes est nettement présente, aussi bien dans les sources historiques que dans les traces archéologiques découvertes en Corse, en Sardaigne et surtout en Sicile.

En astronomie et en gnomonique, plusieurs indices témoignent de l'héritage commun à toute la Méditerranée, comme le mouvement de traduction des célèbres ouvrages musulmans d'astronomie et d'astrologie en plusieurs langues, tels ceux d'Abû-l-Hasan Ibn Abî-l-Rijâl (1016-1062), connu sous différents noms selon les traductions comme Albohazen, Albohacen ou Abenragel [Pingree, 1975, p. 709-710 ; 'Abd-l-Wahhâb, 2005, p. 800-805].

Ainsi, la présence de la gnomonique musulmane dans les îles de la Méditerranée et surtout en Sicile est attestée par la commémoration de l'institution d'un instrument de mesure du temps dans la Chapelle palatine à Palerme, sur les ordres du roi Roger II (1127-1154), par une

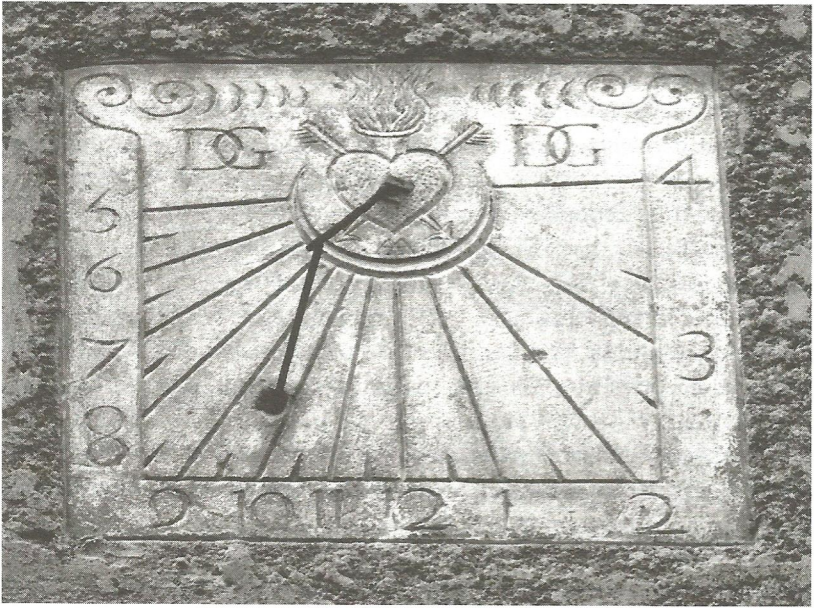


Figure 3 : Horloge d'Orgon (France).

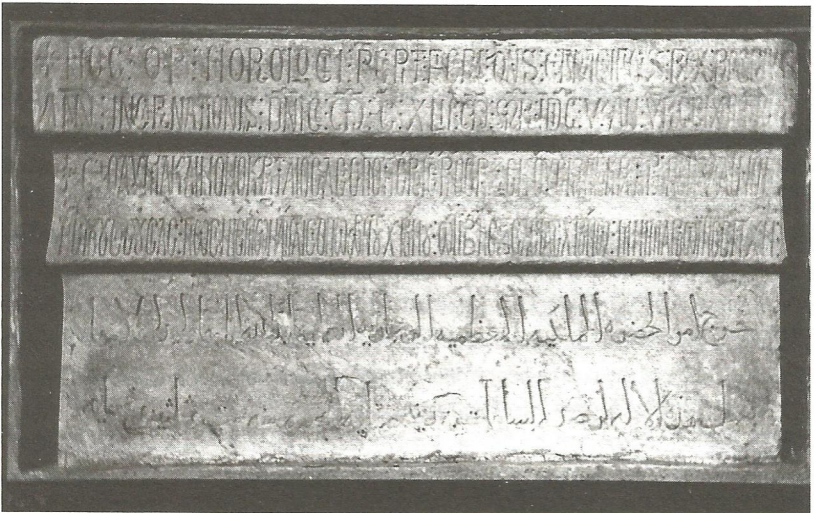


Figure 4 : Inscription de l'horloge de la Chapelle palatine à Palerme (cliché : Giovanni Dall'Orto / D.R.).

inscription trilingue : deux textes en latin et en arabe évoquent la mise en place d'une horloge ou d'un instrument de mesure du temps sans d'autres précisions, et un troisième texte en grec, plus explicite, emploie des termes renvoyant à une horloge hydraulique³ (fig. 4).

Le texte arabe est gravé en creux en cursif maghrébin.

Texte arabe intégral

1/ خرج أمر الحضرة الملكية المعظميّة الرجاريّة العلية أيد الله أيامها و أيد أعلامها
2/ بعمل هذه الآلة لرصد الساعات بمدينة صقلية المحمية سنة ست وثلثين وخمسمائة

Traduction

« Cet instrument d'observation des heures à la ville de Sicile, la protégée, a été réalisé sur les ordres de la Majesté de la Royauté Puissante et Suprême de Roger, que Dieu perpétue son règne et soit pour ses étendards. En l'année 536/1141-1142. »

À notre connaissance et à l'exception de cette inscription, cet instrument a malheureusement disparu sans laisser de traces permettant son étude. Toutefois, deux mentions épigraphiques nous paraissent très utiles pour notre sujet :

– l'unité de mesure du temps mentionnée sur cet instrument est l'heure employée sur les *horlogia* antiques et les *mizwala*-s de l'époque médiévale ;

– la date hégirienne confirme la persistance de l'emploi du calendrier musulman en Sicile à cette époque, bien que l'île ait pris son autonomie vis-à-vis des Fatimides depuis presque deux décennies.

Quant à l'Époque moderne, les cadrans solaires de la rive sud de la Méditerranée connus jusqu'à ce jour sont en majorité de type horizontal, ou *basîta* d'après la terminologie arabe, et ils emploient un assemblage très chargé et très « religieux », présentant plusieurs différences par rapport à ceux de l'Europe de cette même époque.

3 Un grand merci au professeur Jean-Michel Poisson pour ses suggestions relatives à ce sujet et surtout à propos du contenu et du formulaire du texte grec.

Le courant seldjoukide-ottoman

L'Europe communique avec l'Orient à travers l'Anatolie ou l'Asie Mineure, qui ont connu la succession de plusieurs civilisations marquant profondément leur histoire depuis l'Antiquité jusqu'à l'Époque moderne. Ces régions furent occupées successivement par les Byzantins, dont les contributions à la civilisation européenne sont incontestables, par les Seldjoukides (milieu XI^e-fin XIII^e siècle), essentiellement dans la partie orientale, et à partir du XV^e siècle par les Ottomans, qui ont fondé un vaste empire couvrant une grande partie du monde arabe et l'est de l'Europe durant presque six siècles.

Le plus ancien cadran solaire d'Anatolie a été découvert à la mosquée d'al-Hâj Hasan à Konya et date de 1408 (ill. XIII). Il est de type vertical et son assemblage, composé des lignes horaires rayonnant à partir de l'emplacement du gnomon métallique, représente les deux tracés relatifs aux deux prières du *zuhr* (première prière de l'après-midi) et du *'asr* (deuxième prière de l'après-midi).

Ce type de cadran était diffusé dans tout le territoire des Seldjoukides et les exemples sont multiples en Anatolie, ainsi que dans la région du Shâm et particulièrement le nord de la Syrie. Il en va de même pour les cadrans postérieurs de cette région, recensés et étudiés par Nusret Çam. Ils sont en majorité de type vertical et emploient presque le même type d'assemblage, tels ceux des mosquées d'Aya Sofia, de Sultan Ahmet et celui de l'école coranique de Khûja Tahsin à Istanbul [Çam, 1990, p. 1-45, p. 59-60, p. 77-78 et p. 121].

Les rapprochements et les comparaisons entre la gnomonique de cette région et celle de l'Europe à l'Époque moderne sont à l'évidence admissibles et peuvent offrir certains éléments de réflexion, essentiellement au niveau de la morphologie et de l'assemblage des cadrans, exception faite des indications relatives aux prières des musulmans.

Conclusion

Si la gnomonique musulmane relevait du domaine scientifique et les rôles des *mizwala-s* étaient surtout religieux – marquant une baisse de leur production à partir du début du XX^e siècle du fait de la diffusion de l'horloge mécanique –, la fabrication des cadrans solaires en Europe était un art et un artisanat très prospère. Les gnomonistes devenaient

destinés à des lieux de culte. Cette période est marquée aussi par la diffusion des horloges mécaniques scellées sur les tours ou les façades des édifices publics, essentiellement dans les grandes villes.

Le sujet de la contribution des musulmans à la gnomonique européenne nécessite une investigation exhaustive et systématique et nos propos ne constituent que des remarques préliminaires. Il demeure tout de même intéressant d'avancer quelques précisions sur les influences relevées à partir des comparaisons et des remarques techniques effectuées sur le corpus disponible. Historiquement, il faut rechercher les impacts de la gnomonique musulmane sur celle de l'Europe vers la fin de l'Époque médiévale et au début de l'Époque moderne, face au manque du matériel de comparaison pour le haut Moyen Âge et aux grandes différences dans la conjoncture historique des deux territoires. Géographiquement, compte tenu de leur histoire et de leur géographie, ce sont les deux courants andalou et ottoman qui ont le plus contribué à la genèse et au développement de la gnomonique européenne. Typologiquement, c'est la *mizwala* verticale ou *qâ'ima*, apparue à la fin du Moyen Âge, qui pourrait être à l'origine de l'horloge européenne, soit pour sa morphologie, soit pour l'assemblage et le régime de mesure du temps.

Références bibliographiques

- 'ABD-L-'ÂTÎ KHAYR ALLÂH J. (1995), *al-Sâ'ât al-shamsiyya fî Misr al-islâmiyya*, thèse de doctorat, sous la direction de Hasan al-Bâshâ, Université de Tanta, Égypte.
- 'ABD-L-WAHHÂB H.-H. (2001), *Kitâb al-'umr*, t. 4, Tunis, Maison arabe du livre.
- BENHADDA A. et al. (dir.) (2009), *Transmission des idées et des techniques au Maghreb et en Méditerranée*, Faculté des lettres et des sciences humaines, Université de Casablanca, Casablanca.
- ÇAM N. (1990), *Osmanlı güneş saatleri*, Ankara, Kültür Bakanlığı Edition.
- CAMUS G., GOTTELAND A. (1997), *Cadrans solaires de Paris*, Paris, CNRS.
- DJEBBAR A. (2013), « Transmission des savoirs : les sciences exactes en islam » (article en ligne, <www.qantara-med.org>).
- FERRARI G. (2011), *Le Meridiane dell'antico Islam*, Modena.
- GOLVIN L. (1995), *La Madrasa médiévale*, Aix-en-Provence, Edisud.

HAMMŪDĪ Kh.-Kh. (1987-1988), « Sâ'at Sâmarrâ al-shamsiyya », *Sûmar*, t. 45, p. 302-306.

HOMET J. M. (2000), *Cadrans solaires*, Paris, Ch. Massin.

JARRAY F. (2012), « De l'*horologium, solarium* antique à la mizwala islamique : de l'adoption à l'adaptation », *Africa Romana*, 19, p. 2365-2380.

JARRAY F. (2013), « Notes préliminaires sur deux mizwala-s méconnues de la ville de Kairouan », in *Actes du III^e Colloque international du Département d'archéologie*, Faculté des lettres et des sciences humaines de Kairouan, Tunis, p. 427-434.

JARRAY F. (2014), « Notes préliminaires sur le cadran solaire de la Grande Mosquée de Mascara, Algérie », in BOUDAOU D. (dir.), *Mascara Société et Histoire*, publications du Laboratoire des recherches sociologiques et historiques, Université de Mascara, Algérie, p. 265-275.

KING D. (1987), « Le cadran solaire de la mosquée d'Ibn Tûlûn au Caire », in KING D. (dir.), *Islamic Astronomical Instruments*, Londres, Variorum Reprints, p. 331-363.

KING D. (1993), « Mizwala », in *Encyclopédie de l'Islam*, 2^e édition, t. VII, p. 211-213.

L'Âge d'or des Sciences arabes (2005), catalogue d'exposition, Arles-Paris, Actes Sud-Institut du monde arabe de Paris.

MRABET A. (dir.) (2003), *Mobilité des hommes et des idées en Méditerranée*, Faculté des lettres et des sciences humaines, Université de Sousse.

PINGREE D. (1975), « Ibn Abî-l-Rijâl », *Encyclopédie de l'Islam*, 2^e édition, t. III, p. 709-710.

RAMOS J.-M., REINERT M. (janvier 2004), « Les inscriptions du temps sur les cadrans solaires », *Temporalités*, 1, p. 22-42.

SAVOIE D. (2003), *Gnomonique moderne*, Paris, Société astronomique de France.

VERNET J. (1985), *Ce que la culture doit aux Arabes d'Espagne*, Sindbad, Paris.