



Les heures de prières d'après les astrolabes maghrébo-andalous.

Eric Mercier

A partir d'un catalogue de 176 tympans d'astrolabes maghrébo-andalous (XIe- XIXe siècle) qui présentent des tracés de courbes de prières, et par comparaison avec des tracés théoriques calculés par un logiciel original pour chaque latitude, cet article essaye de retrouver les anciens paramètres de calcul de ces prières. L'image qui se dégage est très homogène et suggère une remarquable pérennité des conventions utilisées sur près de 8 siècles. Cette conclusion est très différente de celle que l'on peut tirer d'une part des sources écrites et d'autre part des cadrans solaires Tunisiens.

I) INTRODUCTION

Quand on compare le tracé d'un cadran solaire musulman ancien, au tracé théorique que l'on peut obtenir par calcul (voir par exemple Mercier 2014), on est souvent confronté à des décalages de certaines lignes de prière. Ceci peut s'expliquer de diverses façons :

- soit une erreur dans l'analyse (par exemple : non-prise en compte de l'éventuelle distorsion de la photographie ; ou erreur dans l'évaluation de la hauteur du gnomon, souvent absent sur les cadrans anciens),
- soit une erreur originelle de calcul du gnomoniste, ou une erreur de report du cadranier,
- soit une particularité historique locale dans le mode de détermination de l'heure des prières canoniques.

Cette dernière hypothèse n'est pas la plus improbable dans la mesure où les paramètres de calcul de certaines prières ont fortement varié selon les époques, et les pays (cf. infra)¹, et que l'histoire de ces variations reste à écrire. Pour illustrer ce problème, on peut citer Janin (1977) qui sur la base d'un cadran solaire (Grande mosquée de Kairouan) et d'un astrolabe quadrant tunisien (conservé à la BNF Paris) a été amené à émettre l'hypothèse de l'existence d'une règle particulière du calcul de Zuhr en Tunisie².

D'une manière générale, l'analyse du tracé des cadrans solaires islamiques anciens serait grandement facilitée si l'on disposait d'une source historique indépendante expliquant le calcul des heures de prières selon le contexte historico-religieux. L'analyse des manuscrits anciens n'est manifestement pas assez engagée pour qu'une telle synthèse ait pu être proposée. Il m'a semblé que l'étude des astrolabes, souvent bien datés et bien localisés, pouvait apporter des éléments utiles. En effet, les astrolabes musulmans, et spécialement ceux originaires de l'espace maghrébo-andalous (occident musulman), présentent très fréquemment des tracés relatifs aux prières canoniques (Fig. 1).

¹ Actuellement, encore, le calcul de Fajr et Isha par exemple, diffère fortement selon l'obédience musulmane à laquelle on se réfère (voir Annexe 1 de Mercier, 2014).

² Selon l'hypothèse de Janin (1977), en Tunisie, Zuhr commencerait quand l'ombre d'un gnomon vertical (de longueur G) atteint la longueur de son ombre à midi solaire (Hm) plus 1/3 de sa hauteur (soit : ombre = Hm + 0,33 G).

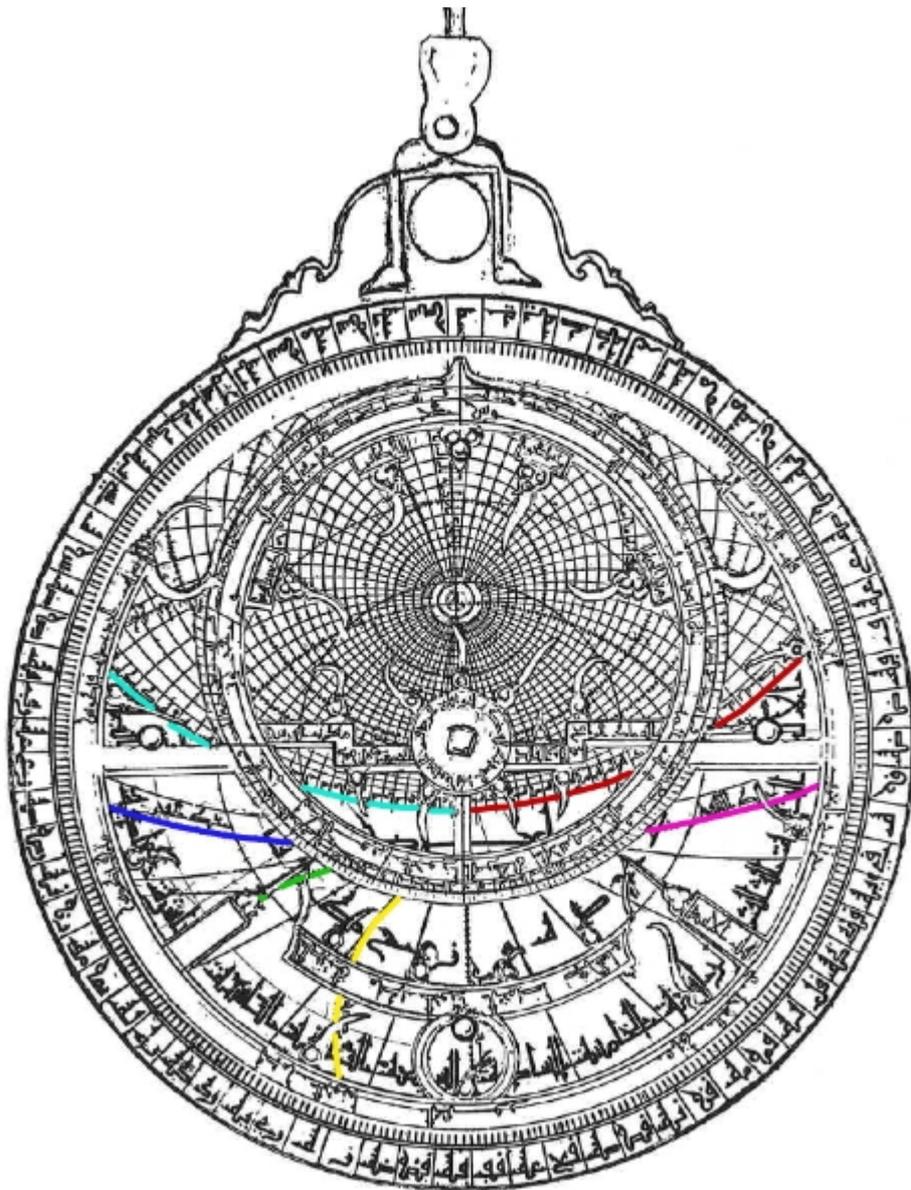


Fig. 1 : L'astrobale de Abul Hassan Ali et Abd-Alla Mohammad (1543 JC).
Les courbes de prières (surlignées par une couleur conventionnelle : voir Fig. 2) sont inscrites sur le tympan que l'on observe à travers l'araignée (dessin d'après Gunther 1976, p. 294 modifié).

II) LES PRIERES DE L'ISLAM.

Il y a cinq prières canoniques dans la religion musulmane, et ce sont des critères d'astronomie solaire qui permettent de fixer le début, et la fin, de chaque période favorable à chacune de ces prières. Dans le détail, et pour certaines de ces prières, l'accord ne s'est jamais fait sur la définition précise des critères. La figure 2 va me permettre d'illustrer le mode de calcul des instants encadrant les périodes favorables, et sa variabilité.

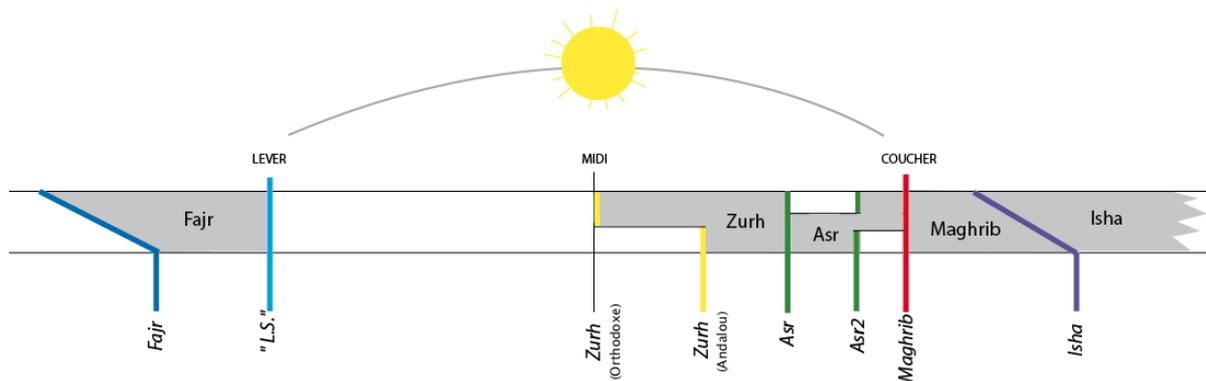


Fig.2 : Les prières de l'Islam (d'après Mercier (2014) complété) ;
les couleurs des moments de début et fin seront homogènes dans tout l'article.

Zuhr ; actuellement la majorité des musulmans fixent le début de cette prière à « quelques » minutes après midi solaire (Zuhr « orthodoxe »). Dans le domaine maghrébo-andalou ancien, on a considéré que Zuhr devait commencer quand l'ombre d'un gnomon vertical (de longueur G) atteignait la longueur de son ombre à midi solaire (H_m) plus $\frac{1}{4}$ de sa hauteur (soit : ombre = $H_m + 0,25 G$). Cette règle fut énoncée pour la première fois par al Biruni au Xe siècle JC en Afghanistan/Ouzbékistan (Kennedy 1976). La manière dont elle a pu se répandre dans l'occident musulman pour finir par être considérée, dès le XIe siècle, comme une règle typiquement « andalouse » (en fait maghrebo-andalouse : King 2014, p. 205 & 549) demeure un mystère. Dans cette étude, j'ai envisagé une troisième manière de calculer Zuhr : c'est celle que Janin (1977) a cru pouvoir mettre en évidence et qui serait, selon lui, typiquement tunisienne (voir note infrapaginale 2).

Asr ; c'est la prière la plus importante du rite, son début commence quand l'ombre d'un gnomon est égale à $H_m + G$. L'instant de Asr second, ou **Asr2**, est marqué par l'instant où l'ombre du gnomon est égal à $H_m + 2G$. Cet instant est considéré par certains musulmans comme le vrai début la période de prière (rite hanafite moderne), ou par d'autres comme la fin de cette période (voir infra) mais la majorité des musulmans n'en tient pas compte.

Maghrib débute au coucher du Soleil.

Isha débute quand le Soleil est à une certaine hauteur sous l'horizon. Des valeurs allant de -12° à -20° (voir plus ?) ont été retenues et sont encore retenues selon les obédiences ou autorités concernées.

Fajr ; le début de cette période, à l'aube, est également défini par une hauteur du Soleil sous l'horizon et, comme pour Isha, cette hauteur est très variable selon les époques et les lieux (avec des valeurs allant de -12° à -21°). On notera que selon la tradition ancienne qui considère que l'aube dure plus longtemps que le crépuscule, la valeur angulaire caractéristique de Fajr est souvent plus élevée, en valeur absolue, que celle de Isha (Ferrari 2011, p. 91).

III) METHODOLOGIE DE L'ETUDE

J'ai développé un logiciel qui dessine le tympan d'un astrolabe planisphérique pour une latitude donnée. Ce qui est original c'est que le programme dessine les différentes

variantes possibles pour chacune des prières ; leurs tracés coexistent donc sur le tympan « numérique » ou « modèle » (Fig. 3).

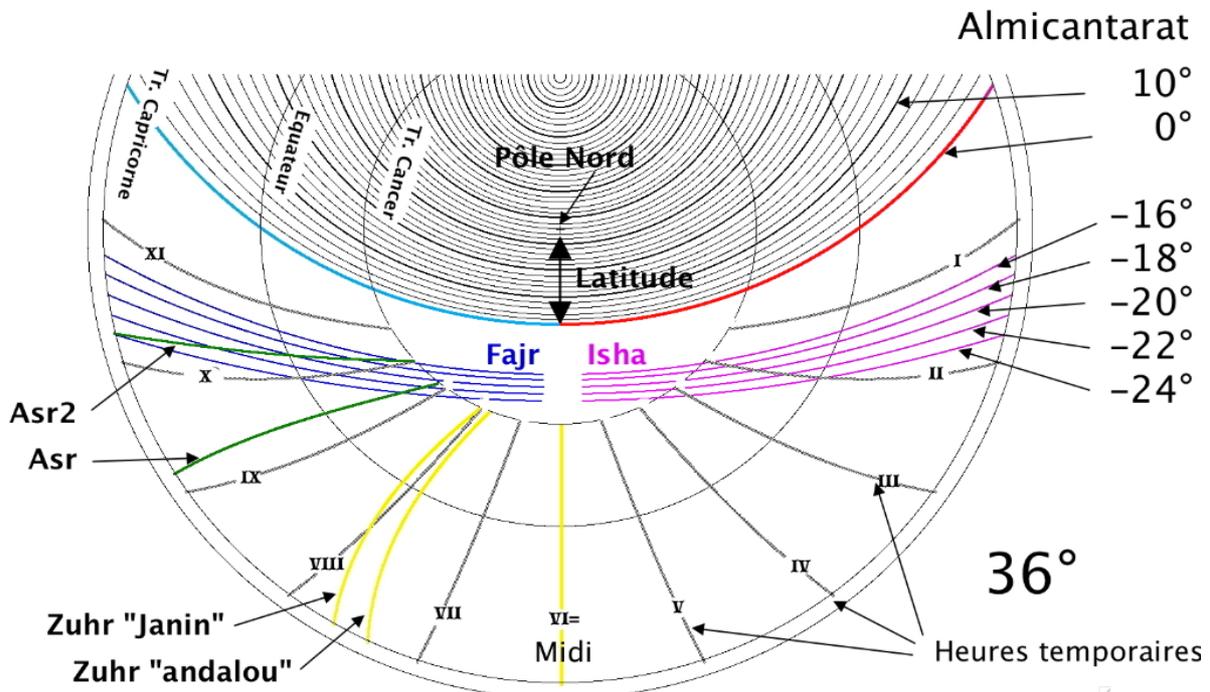


Fig.3 : Exemple d'un modèle de tympan calculé pour 36°. On note :

- le tracé du pôle Nord, de l'équateur et des tropiques.
- les almicantarats correspondants à la période diurne (en noir en haut de la figure, avec une équidistance de 2°, les azimuts ne sont pas représentés sur cette figure par soucis de clarté). Une partie de l'almicantarats 0° correspond à Maghrib, l'autre partie au « Lever du Soleil » qui n'est pas une prière mais qui fixe la fin de la période de Fajr.
- les almicantarats correspondants à des hauteurs solaires de -16° à -24° qui caractérisent largement les variantes de calcul des prières de la nuit (Isha et Fajr).
- Puis, en utilisant un autre système de projection (c'est-à-dire le renvoi, par symétrie axiale, des tracés qui suivent et qui devraient se trouver en haut du tympan³) :
- les heures temporaires (I à XII)
- les lignes correspond aux trois calculs possible de Zuhr (le Zuhr orthodoxe correspond au midi solaire, soit la 6^e heure temporaire)
- les tracés de Asr et Asr2.

Les différents tracés sont très dépendants de la latitude choisie (Fig. 4) ; celle-ci est donc un élément critique. Aussi faut-il insister sur le fait que la latitude d'un tympan d'astrolabe est toujours connue, soit par l'inscription (retranscrite et traduite sur la notice du catalogue), soit par lecture directe de l'angle entre le pôle Nord et l'almicantarats 0° (Fig.3). Par comparaison entre la photo du tympan et la modélisation à la même latitude, il est possible de « choisir » la représentation adéquate sur la modélisation et par là, les paramètres de calcul utilisés par le concepteur de l'astrolabe (Fig.5)⁴.

³ Voir : Michel (1976) ; D'Hollander (1999) ; Morrison (2007)

⁴ Pour des raisons expliquées plus loin, la précision de la méthode pour les prières de la nuit (Fajr et Isha) reste limitée à +/- 1°.

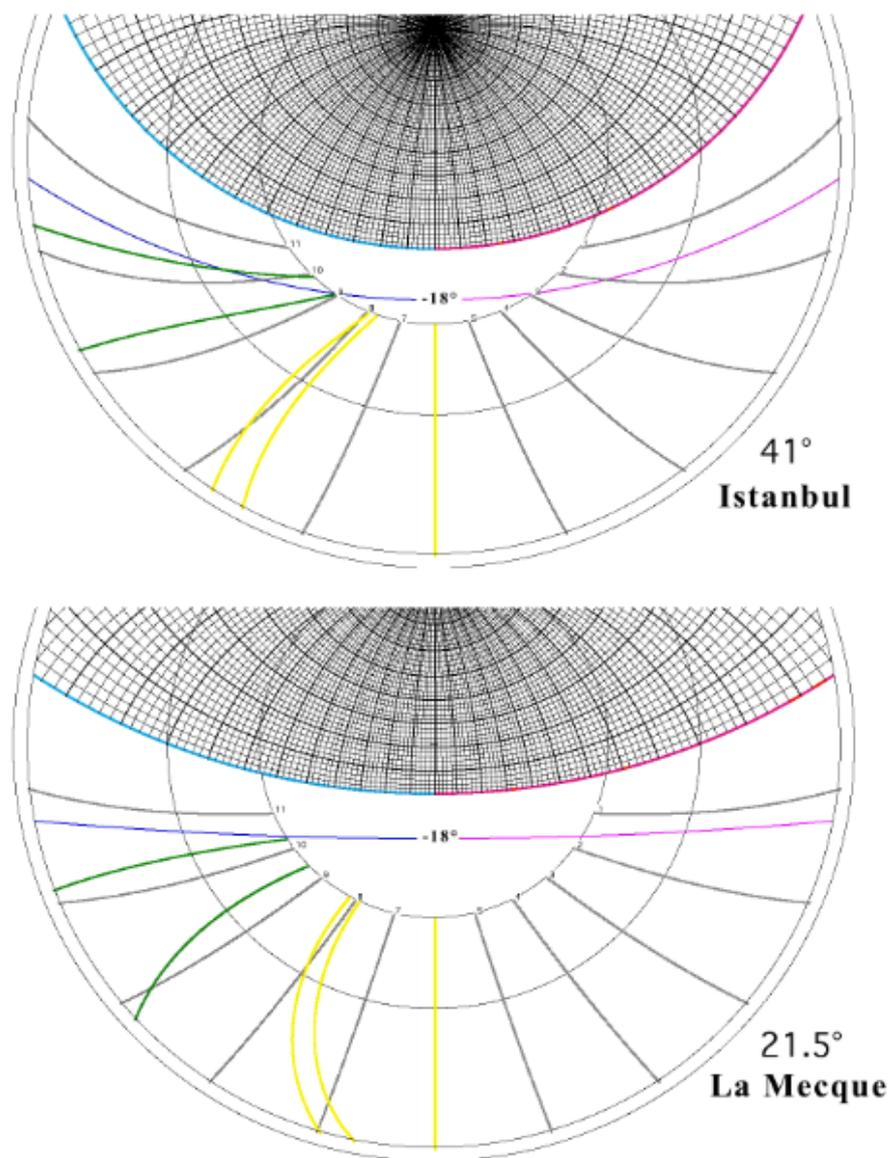


Fig. 4 : Modèles de tympans pour Istanbul et La Mecque (les almicantarats des prières de la nuit sont limités au seul -18° pour faciliter la comparaison). On remarque que, selon la latitude, les tracés de prières (en couleur) interceptent les autres lignes (tropiques, équateur, heures temporaires) à des endroits très différents.

J'ai étudié, grâce à cette méthode, 176 tympans qui portent au moins une indication de prière et qui sont issus de 40 astrolabes différents. Ces instruments sont principalement présents dans des catalogues de collections publiques ou privées⁵ et proviennent tous de l'occident musulman. À partir de cette analyse, je propose une base de données (BDD) reproduite en annexe et qui détaille, outre les caractéristiques pertinentes des instruments et des tympans, les heures de prières représentées et les paramètres de calcul déduits grâce à la méthode proposée.

⁵ Sources utilisées pour constituer la BDD : Brioux (1980) ; Cleempoel (2005), D'Hollander (1999), Frémontier-Murphy (2002), Gibbs & Saliba (1984), Gunther (1976), King (2014), Pingree (2009), Samsó et al (1995), Vernet J. (1992), MHS Oxford (2015)

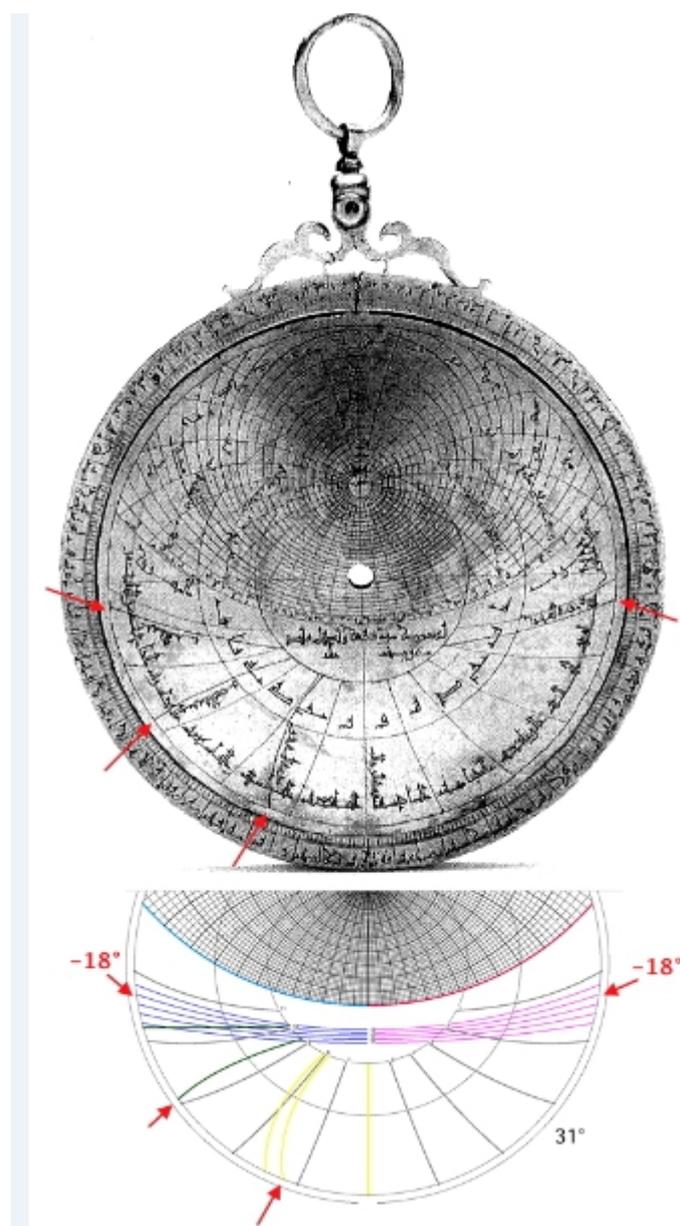


Fig. 5 : Exemple d'application de la méthode sur le tympan à 31° de l'astrolabe du Musée de Toulouse (présenté ici sur sa « mère »). Les prières représentées sont : Maghrib, Isha (-18°), Fajr (-18°), Zuhr (andalou), et Asr.

IV) ANALYSE DE LA BASE DE DONNEES

La répartition temporaire de l'échantillonnage⁶ de la BDD est très hétérogène (Fig.6) avec une surreprésentation au début du XIIIe siècle et au début de XVIIIe siècle. On remarquera que cette répartition est assez proche de celle de Price (1955) (Fig.7) qui porte sur des astrolabes complets et sur une emprise géographique plus vaste puisqu'il s'agit de tout le monde musulman.

⁶ En fait de la partie bien datée de la BDD, soit 136 tympan sur 176.

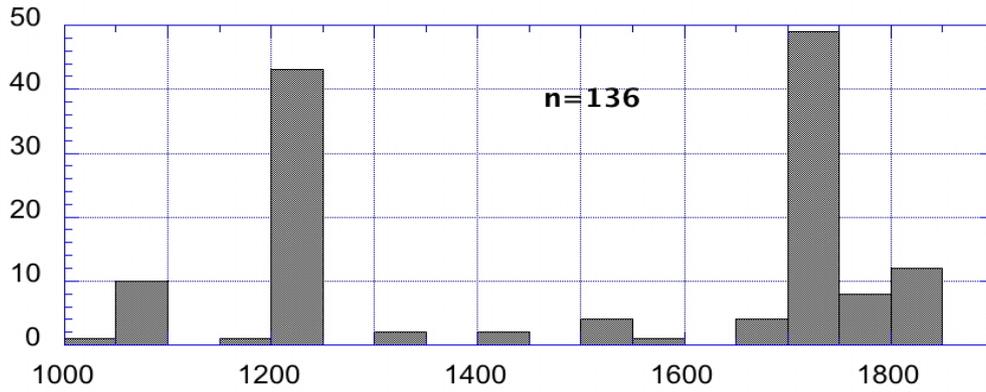


Fig.6 : Répartition temporelle de la date de construction des astrolabes accueillant les tympans étudiés.

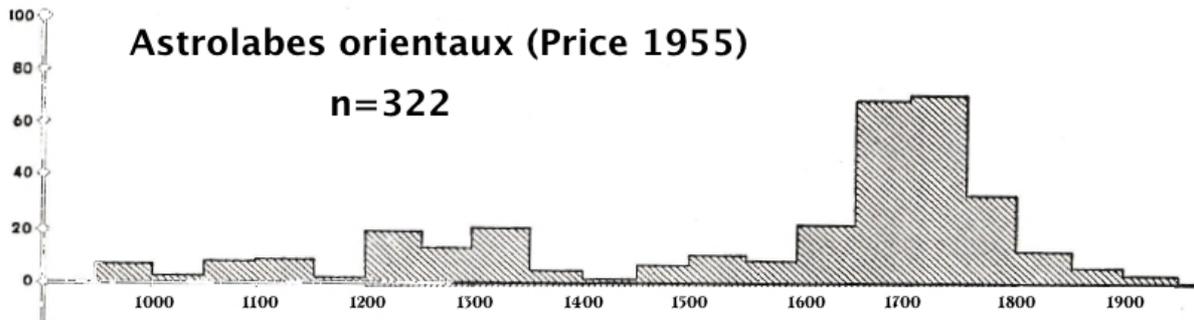


Fig.7 : Répartition temporelle de la date de construction des astrolabes orientaux de l'inventaire de Price (1955).

Sur le plan géographique, l'échantillonnage de la BDD inclut une majorité de tympans confectionnés pour les latitudes de l'occident musulman (31° à 40°), mais on note également une forte représentation de latitudes plus basses (La Mecque à 21,7°) et plus hautes (jusqu'à 45° : latitude de Bordeaux) (Fig.8).

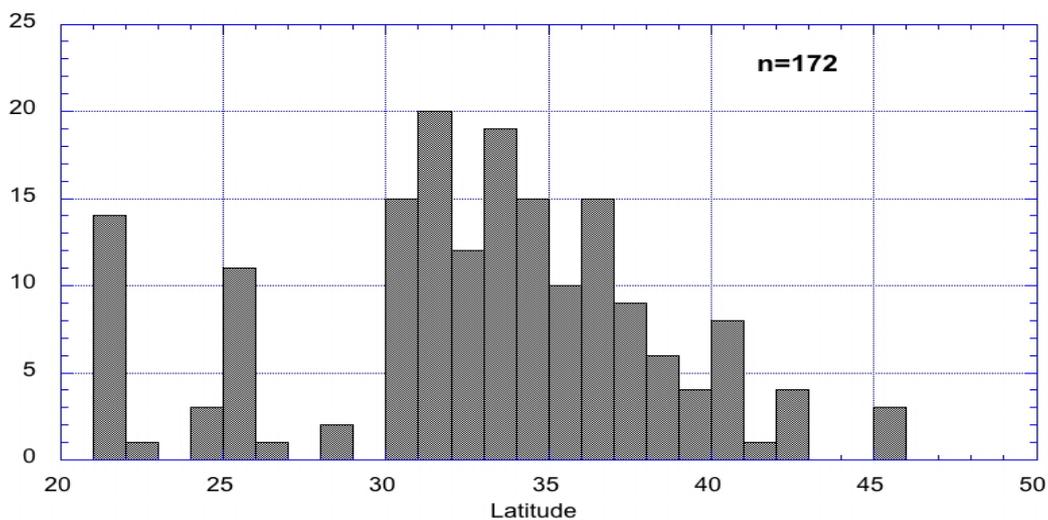


Fig.8 : Répartition de la latitude des tympans de la BDD.

V) LES PRIERES ET LEURS MODES DE CALCUL D'APRES LES ASTROLABES

Dans 3,4% des tympan, on observe un tracé de **Zuhr** qui évoque le tracé obtenu par la méthode proposée par Janin (1977), caractéristique, selon lui, de la Tunisie. Or les astrolabes des tympan en question sont majoritairement marocains. Par ailleurs, ils sont parfois associés, dans le même astrolabe, à d'autres tympan dont les tracés sont franchement erronés, voire aberrants⁷ (Fig. 9). Il semble donc que les tracés de type « Janin » ne soient qu'une forme de tracé erroné et qu'il n'y ait pas lieu de retenir la proposition de cet auteur à ce sujet. Les tracés de type « Janin » et les tracés erronés représentent 9,1% des tympan, ce qui illustre une certaine imprécision dans quelques instruments.

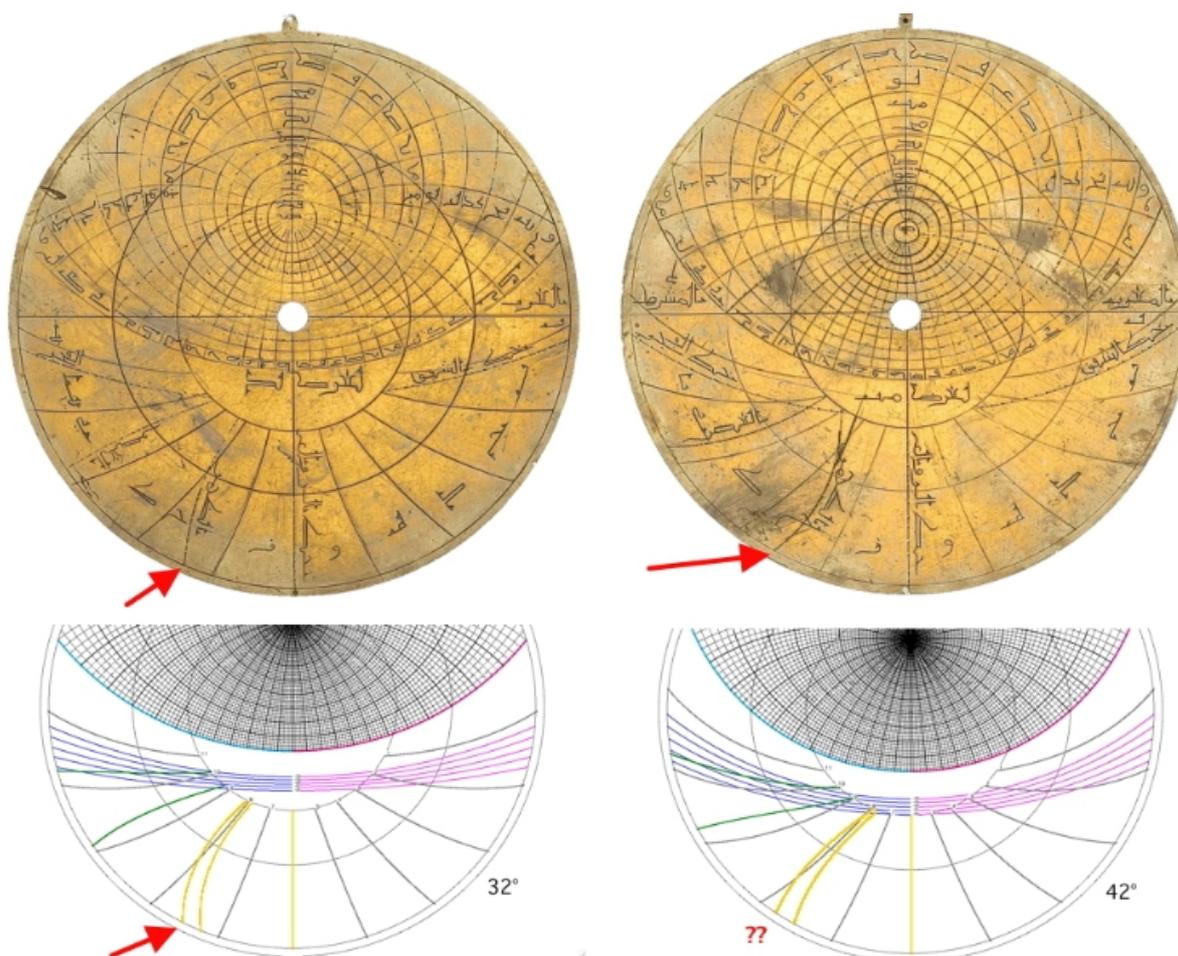


Fig.9 : Deux tympan de l'astrolabe 53556 du Musée d'Oxford (32° et 42° de latitude). L'un présente un tracé de Zuhr de type « Janin » et l'autre un tracé aberrant. Le tympan à 45° de même instrument (non illustré) présente également un tracé de Zuhr erroné.

Dans 76,1% des tympan, c'est la tracé "andalou" de Zuhr qui apparaît.

Dans 14,7% des tympan, on n'observe aucun tracé aux environs de la 8e heure temporaire, ce qui pourrait suggérer que c'est le tracé « orthodoxe », confondu avec la 6e heure temporaire, qu'il faut considérer. Ce n'est pas si simple, car dans ces tympan sans Zuhr

⁷ Les tracés erronés correspondent, dans la BDD, à la colonne «Zuhr autre ».

andalou, il n'y a jamais non plus de ligne de Asr. On a donc plutôt l'impression que les prières de la journée ne sont pas représentées.

Dans 85,3% des tympan, on relève une courbe de **Asr** très correctement tracée (je n'ai pas observé de tracé erroné pour cette prière). Comme mentionné plus haut, Asr est toujours associé, dans un tympan donné, à Zuhr « andalou » ou à une de ses formes erronées ; il n'est jamais associé au seul Asr « orthodoxe ».

Asr2 n'apparaît que dans 6,8% des tympan. Il est remarquable de constater qu'il s'agit exclusivement d'instruments du XIe siècle (Fig.10). Selon la traduction de l'inscription reproduite dans les notices des collections, Asr2 fait référence dans tous les cas, à la fin de la période favorable pour la prière Asr.

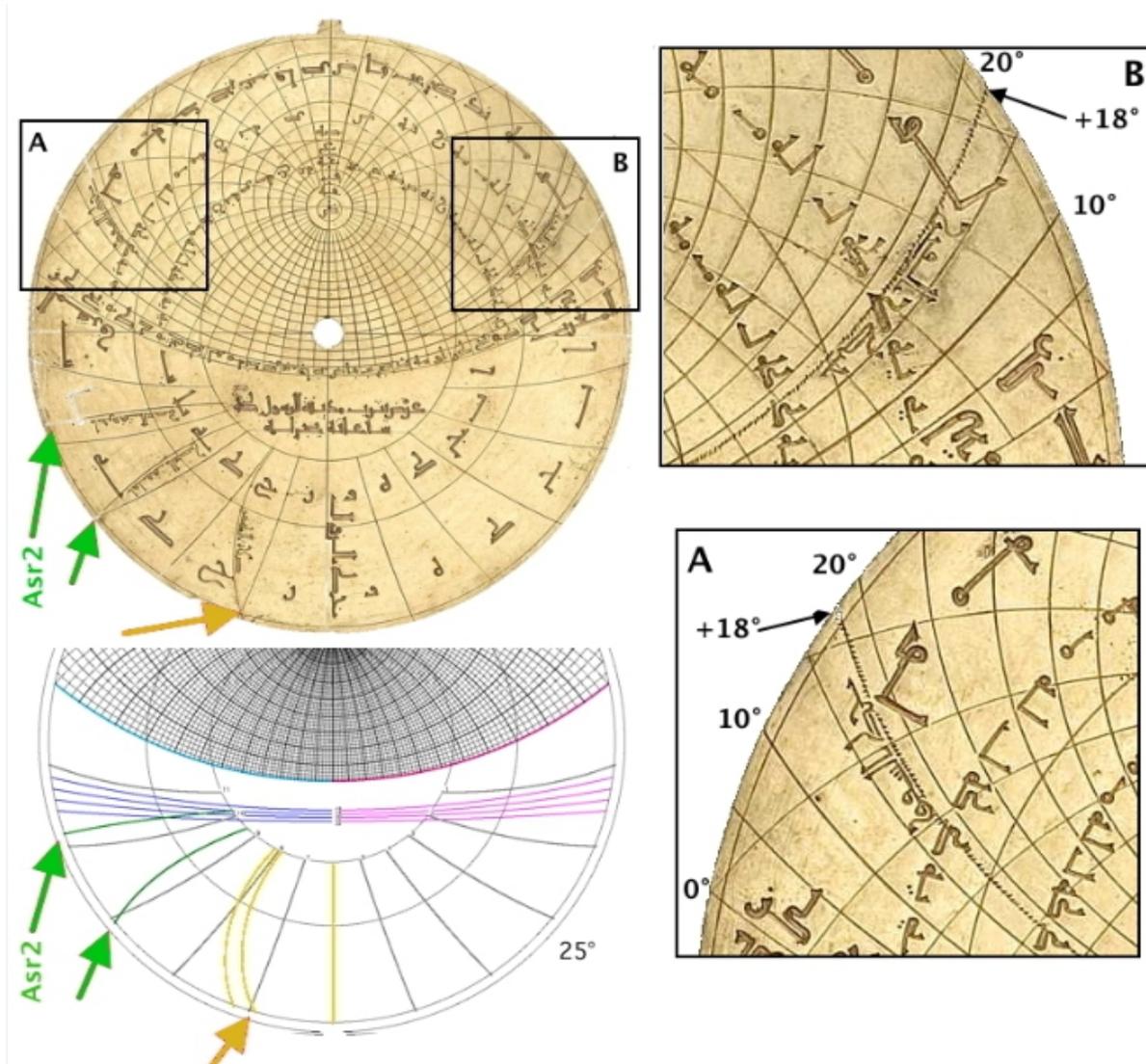


Fig.10 : Le tympan à 25° de l'astrolabe 55331 du Musée d'Oxford (référéncé, dans le catalogue et de façon erronée, comme un tympan à 36°). On remarque le tracé de Asr2. Par ailleurs, l'almicantarat de hauteur négative qui devrait représenter les prières de la nuit est absent et remplacé par un almicantarat de même valeur absolue, mais positif (encadrés A et B).

Les courbes de **Isha** et **Farj** sont toujours présentes, mais sous des formes variées. Dans 83,6% des cas, il s'agit d'almicantarats de valeur négative (comme sur la figure 3). Dans les autres cas, ces courbes sont remplacées par un almicantarats de même valeur absolue, mais positif (fig.10)⁸. Cette solution s'observe sur tous les instruments du XIe siècle, mais aussi sur quelques tympan plus récents (jusqu'au XVIIIe siècle).

Lors de la comparaison des lignes de Fajr et Isha avec la modélisation, on constate que le résultat est différent si l'on examine l'intersection des almicantarats avec le tropique du Cancer ou avec celui du Capricorne. Des différences de 1 ou 2° sont fréquentes. J'ai systématiquement choisi la moyenne et j'ai considéré que la valeur mesurée avait une précision de l'ordre de +/-1°.

Si on examine les histogrammes de répartition de la valeur de ces courbes (Fig.11) on constate, d'une part que la répartition est unimodale et très resserrée avec un étalement de l'ordre de la précision de mesure, et d'autre part que, pour les deux prières, le pic est centré à -18°. En d'autres termes, (1) il y a un consensus des facteurs d'astrolabes, à travers les siècles, sur la valeur angulaire des prières de la nuit et (2) il n'y a pas de différence de durée entre l'aube et le crépuscule. Ce dernier point, qui d'après la BDD, ne souffre pas d'exception, apparaît comme une spécificité des astrolabes de l'occident musulman ; ailleurs ce n'est pas le cas (Fig. 12).

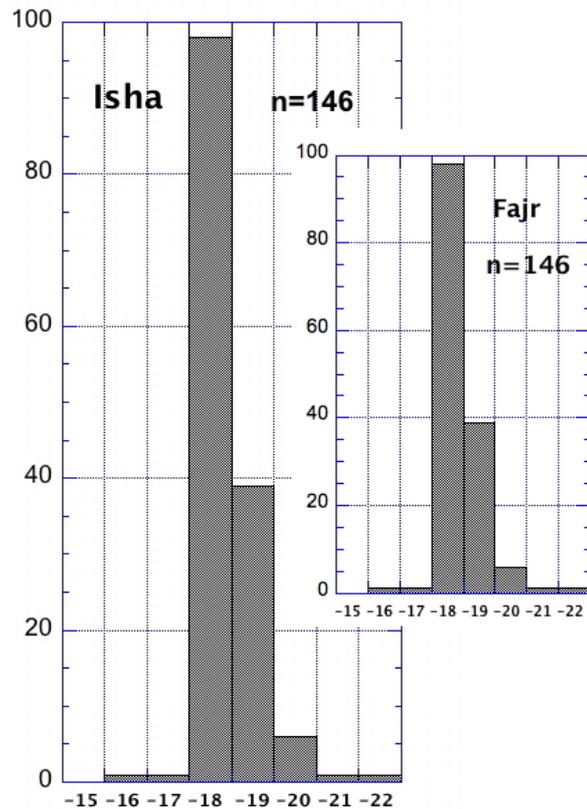


Fig.11 : Histogrammes de répartition de la hauteur angulaire caractéristique des deux prières de la nuit ►

VI) CONCLUSIONS

Le but de cette étude était de fournir un cadre aidant à l'interprétation des cadrans islamiques du Maghreb, et notamment des cadrans Tunisiens. Sur ce point particulier, on retiendra que :

- l'hypothèse de Janin (1977), selon laquelle il existerait un mode de calcul spécifique de Zuhr en Tunisie, semble devoir être définitivement abandonnée. Il est à noter que Janin n'avait travaillé que sur deux instruments et que lui-même insistait sur le fait qu'aucune source écrite ne corroborait son hypothèse.

⁸ En pratique, l'utilisation de ces almicantarats positifs pour marquer les prières de la nuit demande plus de manipulations et plus de calculs que la lecture directe que permettent les almicantarats négatifs.

Fig.12 : Pour comparaison : un astrolabe NON-maghrebo-andalou (Egypte du XVIIe siècle) où les prières de Fajr et Isha ne sont pas représentés à la même hauteur. Notez que les courbes d'heures temporaires (flèches en pointillé rouge), qui ne correspondent pas au même système de projection, ne servent ici qu'à illustrer graphiquement la non-symétrie des prières de la nuit. ►



De plus, on notera que :

- sur les astrolabes, une seule valeur de hauteur du Soleil (-18°) est retenue pour Fajr et Isha (MAIS sur les cadrans Tunisiens il semble y avoir une variabilité, et surtout, il y a parfois sur le même instrument, une différence entre les angles de Fajr et d'Isha ; Jarray & Mercier, en préparation).

- quand Asr est présent sur un tympan, on y observe aussi Zuhr « andalou », (MAIS sur les cadrans Tunisiens, cette

association commence à disparaître dès le début du XVIIe I siècle ; Asr est alors associé à Zuhr « orthodoxe » ; Jarray & Mercier 2015 par exemple).

- Asr2 est spécifique des astrolabes du XIe siècle (MAIS en Tunisie, on ne trouve cette indication que sur des cadrans du XVIIe siècle ; Jarray 2011 n° 9 & 11).

- sur les astrolabes, il n'y a pas de mention des prières non canoniques (MAIS sur les cadrans Tunisiens, il y a plusieurs indications concernant Duha et Tahib ; Mercier 2014 par exemple).

Il faut donc bien constater que, plutôt que d'éclaircir le problème des heures de prières sur les cadrans solaires islamiques Tunisiens, cette étude augmente la confusion et pose de nombreuses et nouvelles questions !

Si l'on limite les conclusions au domaine des astrolabes musulmans, on remarque que dans les études antérieures, les auteurs insistent beaucoup sur les informations tirées de l'araignée (liste d'étoiles) et sur des considérations astronomiques. Les lignes de prières sont, au mieux, mentionnées, mais jamais caractérisées et remises dans une perspective historique

ou religieuse (King 1999). La présente étude semble constituer le premier essai de synthèse sur les heures de prières des astrolabes musulmans maghrébo-andalous.

L'image qui se dégage est très homogène et suggère une remarquable pérennité des conventions utilisées sur près de 9 siècles, aussi bien en ce qui concerne Zuhr (Zuhr andalou) que les prières de la nuit (Fajr et Isha à -18°) pourtant réputées pour les fluctuations de leur mode de calcul (Fig.2). La seule évolution mise en évidence concerne l'abandon de Ars2 après le XIe siècle.

Références bibliographiques

- Brieux A. (1980) : Catalogue de la vente de la collection Linton ; Drouot, Paris. 196 p.
- Cleempoel K. V. (2005) : Astrolabes at Greenwich, Oxford University Press, 339 p.
- D'Hollander R. (1999) : L'Astrolabe, Histoire, théorie et pratique. Institut océanographique ed. 383 p.
- Ferrari G. (2011) : Le meridiane dell'antico islam, édition à compte d'auteur 536 p .
- Frémontier-Murphy C. (2002) : Les instruments de mathématiques XVIe-XVIIIe siècle. RMN, 368 p.
- Gibbs S. & Saliba G. (1984) : Planispheric astrolabes from the National Museum of American History ; Smithsonian Institution Press, 230 p.
- Gunther R.T. (1976) : Astrolabes of the world, vol. 1 & 2, Holland Press ed., 609 p.
- Janin L. (1977) : Quelques aspects récents de la gnomonique tunisienne ; Revue de l'Occident musulman et de la Méditerranée, N°24, 1977. pp. 207-221.
- Jarray F. (2011) : «Les cadrans solaires islamique de Tunisie : essai de typologie préliminaire», *Safranbolu Saat Kulesi ve Zaman Ölçerler Sempozyumu*, Karabük Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Turquie, p. 155-200.
- Jarray F. & Mercier E. (2015) : Cadrans de la Grande Mosquée al-Zaytûna, Cadran Info N° 31, p. 53-68.
- Kennedy E.S. (1976) : The exhaustive treatise of shadows by al-Biruni ; 2 vol., Alep.
- King D.A. (1999) : "On the history of astronomy in the medieval Maghrib", in *Études Philosophiques et Sociologiques Dédiées à Jamal ed-Dine Alaoui*, Université Sidi Mohamed Ben Abdallah, Publications de la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines Dhar El Mahraz - Fès, N° Spécial 14 (Département de Philosophie, Sociologie et Psychologie), Fez, pp. 27-61
- King D.A. (2014) : In synchrony with the heavens , volume 1& 2 Brill ed, 930 p. + 1066 p.
- Mercier E. (2014) : Cadrans islamiques anciens de Tunisie, Cadran-info, 29, p. 53-65
- Michel H. (1976) : Traité de l'astrolabe ; Alain Brieux ed., 202 p.
- MHS Oxford (2015) : site web : https://www.mhs.ox.ac.uk/astrolabe/catalogue/categoryReport/Place=1&list_size=500.html
- Morrison J. (2007) : The Astrolabe ; Janus ed, 438 p.
- Pingree D. (2009) : Eastern Astrolabes, Alder Planetorium and Astronomy Museum, 268 p.
- Price D.J. (1955) : "An International Checklist of Astrolabes", Archives Internationales d'Histoire des Sciences, 8, 243-263, 363-381
- Samsó J. et al (1995) : Al Andalus, El legado científico, exposition Ronda, 142 p.
- Vernet J. et al (1992) : El legado Científico Andalusi, Exposition Madrid, 340 p.

réf.	Musée/collection	n°	Biblio	p.	Pays/ville	date	n° tympan	Latitude	? Zhur Orth. ?	Zhur and.	Zhur "Janin"	Zhur autre	Asr	Asr2	Ishaa (+/- 1°)	Fajr (+/- 1°)
1	Royal Library, Berlin		Gunther (1976)	251	Espagne	1029		40°		x			x	x	18	18
2	Museo Arqueologico Nacional (Madrid)	50722	Vernet et al (1992)	224	Toledo	1067		30° ?		x			x	x	18	18
3	Coll Evans (Chicago)		Gunther (1976)	253	Toledo	1067		21°		x			x	x	18	18
4	Coll Evans (Chicago)		Gunther (1976)	253	Toledo	1067		25°		x			x	x	18	18
5	MHS Oxford	55331	site web		Toledo	1068		21°		x			x	x	18	18
6	MHS Oxford	55331	site web		Tolède	1068		36°		x			x	x	18	18
7	MHS Oxford	55331	site web		Tolède	1068		33°		x			x	x	18	18
8	MHS Oxford	55331	site web		Tolède	1068		37°		x			x	x	18	18
9	MHS Oxford	55331	site web		Tolède	1068		36°		x			x	x	18	18
10	MHS Oxford	55331	site web		Tolède	1068		40°		x			x	x	18	18
11	MHS Oxford	55331	site web		Tolède	1068		38°		x			x	x	18	18
12	Musée Paul Dupuy Toulouse		De Hollander (1999)	105	Maroc	1216		31°		x			x		-18	-18
13	MHS Oxford	44141	site web		Seville	1221		37°		x			x		-18	-18
14	MHS Oxford	44141	site web		Seville	1221		31°		x			x		-18	-18
15	MHS Oxford	44141	site web		Seville	1221		30°	x						-18	-18
16	MHS Oxford	44141	site web		Seville	1221		36°		x			x		-18	-18
17	MHS Oxford	44141	site web		Seville	1221		33°	x						-18	-18
18	MHS Oxford	44141	site web		Seville	1221		39°		x			x		-18	-18
19	MHS Oxford	44141	site web		Seville	1221		40°	x						-18	-18
20	MHS Oxford	44141	site web		Seville	1221		34°		x			x		-18	-18
21	Nat. Museum American History	4001	Gibbs & Saliba (1984)	185	Maghreb	1224		38°30'		x			x		-18	-18
22	Nat. Museum American History	4001	Gibbs & Saliba (1984)	185	Maghreb	1224		21°40'		x			x		-19	-19
23	Nat. Museum American History	4001	Gibbs & Saliba (1984)	185	Maghreb	1224		31°30'		x			x		-18	-18
24	Nat. Museum American History	4001	Gibbs & Saliba (1984)	185	Maghreb	1224		30°		x			x		-18	-18
25	Coll Evans (Chicago)		Gunther (1976)	276	Seville	1224		36°		x			x		-18	-18
26	MHS Oxford	50934	site web		Seville	1224		31°		x			x		-19	-19
27	MHS Oxford	50934	site web		Seville	1224		36°		x			x		-19	-19
28	MHS Oxford	50934	site web		Seville	1224		32°		x			x		-19	-19
29	MHS Oxford	50934	site web		Seville	1224		37°		x			x		-19	-19
30	MHS Oxford	50934	site web		Seville	1224		33°		x			x		-19	-19
31	MHS Oxford	50934	site web		Seville	1224		34°		x			x		-19	-19
32	MHS Oxford	50934	site web		Seville	1224		39°		x			x		-19	-19
33	MHS Oxford	50934	site web		Seville	1224		40°		x			x		-19	-19
34	MHS Oxford	50934	site web		Seville	1224		35°		x			x		-19	-19
35	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-35	Pingree (2009)	2	Seville	1236	Ia	31° 40'	x						-18	-18
36	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-35	Pingree (2009)	2	Seville	1236	Ib	36°40'		x			x		-20	-20
37	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-35	Pingree (2009)	2	Seville	1236	Iia	33°	x						-19	-19
38	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-35	Pingree (2009)	2	Seville	1236	Iib	37°40'	x						-19	-19
39	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-35	Pingree (2009)	2	Seville	1236	IIIa	33°40'	x						-19	-19
40	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-35	Pingree (2009)	2	Seville	1236	IIIb	39°	x						-19	-19
41	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-35	Pingree (2009)	2	Seville	1236	Iva	35°	x						-19	-19
42	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-35	Pingree (2009)	2	Seville	1236	Ivb	39°30'	x						-19	-19
43	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-35	Pingree (2009)	2	Seville	1236	Va	36°		x			x		-19	-19

44	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-35	Pingree (2009)	2	Seville	1236	Vb	40°30'	x							-20	-20
45	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-36	Pingree (2009)	6	Espagne	1240	Ia	21°40'		x			x			18	18
46	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-36	Pingree (2009)	6	Espagne	1240	Ib	25°		x			x			18	18
47	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-36	Pingree (2009)	6	Espagne	1240	Iia	31°		x			x			18	18
48	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-36	Pingree (2009)	6	Espagne	1240	Iib	32°		x			x			18	18
49	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-36	Pingree (2009)	6	Espagne	1240	IIIa	33°		x			x			18	18
50	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-36	Pingree (2009)	6	Espagne	1240	IIIb	34°		x			x			18	18
51	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-36	Pingree (2009)	6	Espagne	1240	Iva	36°	x							-21	-21
52	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-36	Pingree (2009)	6	Espagne	1240	Ivb	37°		x			x			18	18
53	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-36	Pingree (2009)	6	Espagne	1240	Va	40°	x							-19	-19
54	Alder Planetarium Museum (Chicago)	M-36	Pingree (2009)	6	Espagne	1240	Vb	42°	x							-19	-19
55	Nat. Museum American History	3643	Gibbs & Saliba (1984)	177	Maroc	1308		?		x			x			18	18
56	Nat. Museum American History	3643	Gibbs & Saliba (1984)	177	Maroc	1308		?		x			x			18	18
57	Nat. Museum American History	3643	Gibbs & Saliba (1984)	177	Maroc	1308		?		x			x			18	18
58	Nat. Museum American History	3643	Gibbs & Saliba (1984)	177	Maroc	1308		?		x			x			18	18
59	Nat. Museum American History	3643	Gibbs & Saliba (1984)	177	Maroc	1308		?		x			x			18	18
60	Real academia de la Historia		Vernet et al (1992)	226	Cadix	1320		37°20'		x			x			-18	-18
61	Coll Evans (Chicago)		Gunther (1976)	287	?	1340		24°		x			x			-18	-18
62	Coll Evans (Chicago)		Gunther (1976)	290	Afrique du Nord	1400		32°		x			x			-18	-18
63	Coll Evans (Chicago)		Gunther (1976)	290	Afrique du Nord	1400		35°		x			x			-18	-18
64	Nat. Museum American History	2571	Gibbs & Saliba (1984)	160	Maroc	1504		30°?					x	x		-18	-18
65	Nat. Museum American History	2571	Gibbs & Saliba (1984)	160	Maroc	1504		31°30' ?		x				x		-18	-18
66	?		Gunther (1976)	293	?	1543		24°		x			x			-18	-18
67	?		Gunther (1976)	293	?	1543		34°		x			x			-18	-18
68	Museo Naval Madrid	?	Samso et al (1995)	89	Maroc	1582		33°30'		x			x			-18	-18
69	MHS Oxford	45220	site web		Maroc	1687	1a	32°		x			x			-18	-18
70	MHS Oxford	45220	site web		Maroc	1687	2a	31°30'		x			x			-18	-18
71	MHS Oxford	45220	site web		Maroc	1687	2b	25°		x			x			-18	-18
72	Nat. Museum American History	2568	Gibbs & Saliba (1984)	160	Maroc	1691		30° ?				x	x			-18	-18
73	Coll. Linton	171	Brieux (1980)	106	Maghreb	1715		31°30'		x			x			-18	-18
74	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-76	Pingree (2009)	20	Maroc	1720	Ia	21°40'		x			x			-18	-18
75	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-76	Pingree (2009)	20	Maroc	1720	Ib	25°30'		x			x			-19	-19
76	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-76	Pingree (2009)	20	Maroc	1720	Iia	31°30'		x			x			-18	-18
77	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-76	Pingree (2009)	20	Maroc	1720	Iib	32°	x							-18	-18
78	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-76	Pingree (2009)	20	Maroc	1720	IIIa	28°30'		x			x			-19	-19
79	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-76	Pingree (2009)	20	Maroc	1720	IIIb	34°		x			x			-19	-19
80	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-76	Pingree (2009)	20	Maroc	1720	Iva	30°		x			x			-18	-18
81	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-76	Pingree (2009)	20	Maroc	1720	Va	33°40'		x			x			-18	-18
82	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-76	Pingree (2009)	20	Maroc	1720	Vb	35°		x			x			-18	-18
83	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-76	Pingree (2009)	20	Maroc	1720	Via	36°	x							-19	-19
84	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-76	Pingree (2009)	20	Maroc	1720	Vib	37°30'	x							-18	-18
85	NMM, Greenwich	AST0547	Cleempoel (2005)	293	Maghreb	1722	Ia	21°40'	x							18	18
86	NMM, Greenwich	AST0547	Cleempoel (2005)	293	Maghreb	1722	Ib	25°30'	x							18	18
87	NMM, Greenwich	AST0547	Cleempoel (2005)	293	Maghreb	1722	Iia	30°	x							18	18
88	NMM, Greenwich	AST0547	Cleempoel (2005)	293	Maghreb	1722	Iib	31°30'	x							18	18
89	NMM, Greenwich	AST0547	Cleempoel (2005)	293	Maghreb	1722	IIIa	33°40'		x				x		-18	-18
90	NMM, Greenwich	AST0547	Cleempoel (2005)	293	Maghreb	1722	IIIb	34°		x				x		-18	-18
91	NMM, Greenwich	AST0547	Cleempoel (2005)	293	Maghreb	1722	Iva	35°		x				x		-18	-18
92	NMM, Greenwich	AST0547	Cleempoel (2005)	293	Maghreb	1722	Ivb	36°		x				x		-19	-19
93	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-87	Pingree (2009)	26	Maroc	1723	Ia	21°40'		x			x			-18	-18
94	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-87	Pingree (2009)	26	Maroc	1723	Ib	25°				x		x		-18	-18
95	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-87	Pingree (2009)	26	Maroc	1723	Iia	30°		x				x		-19	-19

96	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-87	Pingree (2009)	26	Maroc	1723	Iib	32°		x			x		-18	-18
97	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-87	Pingree (2009)	26	Maroc	1723	IIIa	33°		x			x		-19	-19
98	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-87	Pingree (2009)	26	Maroc	1723	IIIb	33°40'		x			x		-19	-19
99	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-87	Pingree (2009)	26	Maroc	1723	Iva	35°		x			x		-19	-19
100	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-87	Pingree (2009)	26	Maroc	1723	Ivb	38°		x			x		-18	-18
101	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-87	Pingree (2009)	26	Maroc	1723	Va	35°50'		x			x		-18	-18
102	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-87	Pingree (2009)	26	Maroc	1723	Vb	41°		x			x		-20	-20
103	MHS Oxford	52713	site web		Afrique du Nord	1728		36°		x			x		-18	-18
104	MHS Oxford	52713	site web		Afrique du Nord	1728		34°		x			x		-18	-18
105	MHS Oxford	52713	site web		Afrique du Nord	1728		31°		x			x		-18	-18
106	MHS Oxford	52713	site web		Afrique du Nord	1728		30°		x			x		-18	-18
107	MHS Oxford	51459	site web		Maroc	1733		34°		x			x		-18	-18
108	MHS Oxford	51459	site web		Maroc	1733		30°			x		x		-18	-18
109	MHS Oxford	51459	site web		Maroc	1733		31°			x		x		-19	-19
110	MHS Oxford	51459	site web		Maroc	1733		36°		x			x		-18	-18
111	NMM, Greenwich	AST0532	Cleempoel (2005)	296	Maghreb	1738	Ia	21°40'		x			x		-18	-18
112	NMM, Greenwich	AST0532	Cleempoel (2005)	296	Maghreb	1738	Ib	25°30'		x			x		-19	-19
113	NMM, Greenwich	AST0532	Cleempoel (2005)	296	Maghreb	1738	Iia	30°		x			x		-19	-19
114	NMM, Greenwich	AST0532	Cleempoel (2005)	296	Maghreb	1738	Iib	32°		x			x		-18	-18
115	NMM, Greenwich	AST0532	Cleempoel (2005)	296	Maghreb	1738	IIIa	34°			x		x		-19	-19
116	NMM, Greenwich	AST0532	Cleempoel (2005)	296	Maghreb	1738	IIIb	36°		x			x		-18	-18
117	NMM, Greenwich	AST0532	Cleempoel (2005)	296	Maghreb	1738	Iva	38°		x			x		-22	-22
118	NMM, Greenwich	AST0532	Cleempoel (2005)	296	Maghreb	1738	Ivb	40°		x			x		-19	-19
119	NMM, Greenwich	AST0532	Cleempoel (2005)	296	Maghreb	1738	Va	42°		x			x		-18	-18
120	NMM, Greenwich	AST0532	Cleempoel (2005)	296	Maghreb	1738	Vb	45°		x			x		-17	-17
121	Coll. Mensing	35	Gunther (1976)	300	Maroc	1743		30° ?		x					-18	-18
122	Alder Planetarium Museum (Chicago)	DPW-54	Pingree (2009)	30	Afrique du Nord	1750	Ia	21°		x			x		-18	-18
123	Alder Planetarium Museum (Chicago)	DPW-54	Pingree (2009)	30	Afrique du Nord	1750	Ib	25°30'		x			x		-18	-18
124	Alder Planetarium Museum (Chicago)	DPW-54	Pingree (2009)	30	Afrique du Nord	1750	Iia	31°30'				x	x		-20	-20
125	Alder Planetarium Museum (Chicago)	DPW-54	Pingree (2009)	30	Afrique du Nord	1750	Iib	38°40'		x			x		-18	-18
126	Alder Planetarium Museum (Chicago)	DPW-54	Pingree (2009)	30	Afrique du Nord	1750	IIIa	35°				x	x		-18	-18
127	Alder Planetarium Museum (Chicago)	DPW-54	Pingree (2009)	30	Afrique du Nord	1750	IIIb	35°				x	x		-18	-18
128	Coll Evans (Chicago)		Gunther (1976)	300	Maroc ?	1780		21°		x			x		-18	-18
129	Coll Evans (Chicago)		Gunther (1976)	300	Maroc ?	1780		30°		x			x		-18	-18
130	MHS Oxford	41460	site web		Afrique du Nord	1800		25°		x			x		-18	-18
131	MHS Oxford	41460	site web		Afrique du Nord	1800		21°		x			x		-18	-18
132	MHS Oxford	41460	site web		Afrique du Nord	1800		30°		x			x		-18	-18
133	MHS Oxford	41460	site web		Afrique du Nord	1800		31°		x			x		-18	-18
134	MHS Oxford	41460	site web		Afrique du Nord	1800		33°		x			x		-18	-18
135	MHS Oxford	41460	site web		Afrique du Nord	1800		34°		x			x		-18	-18
136	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-77	Pingree (2009)	33	Maroc	1847	Ia	24°30'		x			x		-20	-20
137	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-77	Pingree (2009)	33	Maroc	1847	Ib	33°30'		x			x		-18	-19
138	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-77	Pingree (2009)	33	Maroc	1847	Iia	33°40'		x			x		-18	-18
139	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-77	Pingree (2009)	33	Maroc	1847	Iib	34°30'		x			x		-18	-18
140	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-77	Pingree (2009)	33	Maroc	1847	IIIa	34°		x			x		-18	-18
141	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-77	Pingree (2009)	33	Maroc	1847	IIIb	31°30'		x			x		-18	-19
142	MHS Oxford	34314	site web		Afrique du Nord	debut XIII		33°		x					-19	-19
143	MHS Oxford	34314	site web		Afrique du Nord	debut XIII		31°		x					-18	-18
144	MHS Oxford	34314	site web		Afrique du Nord	debut XIII		32°			x		x		-18	-18
145	MHS Oxford	34314	site web		Afrique du Nord	debut XIII		34°		x			x		-18	-18
146	Musée du Louvre	OAI0880	Fremontiers-Murphy (2002)	192	Maroc	début XIX		30° ?		x			x		-16	-16
147	MHS Oxford	47714	site web		Afrique du Nord	fin XIX		22°			x		x		-18	-18

148	MHS Oxford	47714	site web		Afrique du Nord	fin XIX		34°		x			x		-18	-18
149	MHS Oxford	47714	site web		Afrique du Nord	fin XIX		26°		x			x		-18	-18
150	MHS Oxford	47714	site web		Afrique du Nord	fin XIX		32°		x			x		-18	-18
151	MHS Oxford	47714	site web		Afrique du Nord	fin XIX		36°		x			x		-18	-18
152	MHS Oxford	47714	site web		Afrique du Nord	fin XIX		28°		x			x		-18	-18
153	MHS Oxford	40407	site web		Afrique du Nord	fin XVIII		34°				x	x		-18	-18
154	MHS Oxford	40407	site web		Afrique du Nord	fin XVIII		21°				x	x		-18	-18
155	MHS Oxford	40407	site web		Afrique du Nord	fin XVIII		36°				x	x		-18	-18
156	MHS Oxford	40407	site web		Afrique du Nord	fin XVIII		33°				x	x		-18	-18
157	British Museum		King (2014)	352	Saragosse	X ?		42°		x			x		18	18
158	Musée Histoire Sc. Oxford		King (2014)	48	Andalousie	XI		40°		x			x	x	18	18
159	MHS Oxford	41122	site web		Afrique du Nord	XIII		33°		x			x		-19	-19
160	MHS Oxford	41122	site web		Afrique du Nord	XIII		31°		x			x		-19	-19
161	MHS Oxford	53556	site web		Afrique du Nord	XIV		21°		x			x		-18	-18
162	MHS Oxford	53556	site web		Afrique du Nord	XIV		25°		x			x		-18	-18
163	MHS Oxford	53556	site web		Afrique du Nord	XIV	2b	33°		x			x		-18	-18
164	MHS Oxford	53556	site web		Afrique du Nord	XIV	3a	32°			x		x		-18	-18
165	MHS Oxford	53556	site web		Afrique du Nord	XIV		36°		x			x		-18	-18
166	MHS Oxford	53556	site web		Afrique du Nord	XIV	4a	42°				x	x		-18	-18
167	MHS Oxford	53556	site web		Afrique du Nord	XIV		45°				x	x		-18	-18
168	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-396	Pingree (2009)	12	Afrique du Nord	XIV ou XV	Ia	21°40'		x			x		-19	-19
169	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-396	Pingree (2009)	12	Afrique du Nord	XIV ou XV	Ib	37°30'		x			x		-18	-18
170	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-396	Pingree (2009)	12	Afrique du Nord	XIV ou XV	Iia	31°30'		x			x		-19	-18
171	Alder Planetarium Museum (Chicago)	A-396	Pingree (2009)	12	Afrique du Nord	XIV ou XV	Iib	37°		x			x		-19	-18
172	MHS Oxford	37527	site web		Afrique du Nord	XVI		31°		x			x		-18	-18
173	MHS Oxford	37527	site web		Afrique du Nord	XVI		33°		x			x		-18	-18
174	MHS Oxford	37527	site web		Afrique du Nord	XVI		32°		x			x		-18	-18
175	MHS Oxford	37527	site web		Afrique du Nord	XVI		38°		x					-20	-20
176	Musée des Sciences Londres	186-1190	Vernet et al (1992)	234	Maghreb	XVIII		35°?		x					-18	-18