

---

# Les cadrans islamiques des mosquées indiennes

par Éric Mercier

---

*À partir d'un travail d'inventaire des cadrans solaires dans les mosquées indiennes réalisé par Monsieur Debasish Das, je propose ici une analyse de la partie religieuse de 5 de ces cadrans qui présentent des lignes de prières (cadrans islamiques). La comparaison avec les cadrans islamiques du Maghreb montre que, bien que les fonctions et usages soient similaires, les solutions adoptées par les gnomonistes de ces deux régions sont assez différentes.*

## 1 Introduction

La conquête des Indes par les armées musulmanes a commencé au VIII<sup>e</sup> siècle et s'est prolongée jusqu'au XVI<sup>e</sup> siècle. Elle a abouti à l'installation de dynasties musulmanes qui se sont maintenues jusqu'à la colonisation anglaise (XIX<sup>e</sup> siècle). Même après la séparation, en 1947, des provinces à majorité musulmane, qui ont formé le Pakistan et ce qui deviendra ensuite le Bangladesh, une minorité importante de la population indienne est de confession musulmane (15%). Si la dynamique démographique actuelle se poursuit, on s'attend à ce que l'Inde devienne le premier pays musulman du Monde à l'horizon 2050. On comprend donc qu'il existe dans ce pays, de nombreuses mosquées, que certaines sont anciennes et qu'elles accueillent ... des cadrans solaires islamiques<sup>1</sup>.

Dans son monumental catalogue des instruments astronomiques indiens<sup>2</sup>, Sarma (2017) consacre un chapitre (p. 3599 à 3646) aux *cadrans horizontaux de tradition Indo-Persane*<sup>3</sup> des mosquées et des musées. Selon son auteur, ce chapitre doit beaucoup au travail de prospection de Messieurs Mubashir Ul-Haq Abbasi et Debasish Das. Ce dernier a, plus récemment, proposé sa propre synthèse en la limitant aux cadrans de mosquées (Das 2018)<sup>4</sup>. Il recense 12

---

1. Au sens qu'ils ont été conçus dans le but principal de prévoir / annoncer les heures des prières musulmanes. Cela se manifeste par la présence de courbes dédiées, les lignes de prières, sur la table du cadran.

2. La dernière version de cet ouvrage est téléchargeable à l'adresse suivante : <http://www.srsarma.in/catalogue.php>.

3. C'est-à-dire musulmane, par opposition à la tradition sanskrit.

4. Consultable à l'adresse suivante : <https://lighteddream.wordpress.com/2018/01/01/sundials-to-tell-the-times-of-prayers-in-the-mosques-of-india/> (fichier en PDF en annexe électronique, version du 01/01/2018).

instruments dont 5 (ou 6) présentent des courbes de prières, l'implantation de ces derniers est indiquée sur la figure 1.



**Figure 1** – Localisation des 5 cadrans solaires islamiques (c'est-à-dire présentant des courbes de prières) signalées par Das (2018) et repris dans ce travail. La numérotation #1 à #5 est celle de Das (2018).

Les lignes qui suivent se veulent constituer un complément à ce travail de Debasish Das, notamment sous la forme d'une analyse gnomonique de la partie « religieuse » de ces cadrans solaires horizontaux. J'insisterai surtout sur leurs particularités par rapport à ceux de l'occident musulman. Je renvoi donc le lecteur intéressé aux publications originales de Sarma (2017) et Das (2018) pour une présentation beaucoup plus complète de chacun de ces cadrans.

## 2 Les cadrans islamiques indiens

**Le cadran de la mosquée Chinna Pallivassa à Pulicat** (#4 de Das 2018, Q003 de Sarma 2017), date de 1914 (fig. 2 page suivante). Il possède une partie horaire en relation avec un gnomon polaire épais, et une partie religieuse, limitée aux courbes de  $Asr$  et  $Asr2$ <sup>5</sup>, en relation avec un gnomon vertical virtuel qui correspond au côté vertical du triangle dont l'hypoténuse constitue le gnomon polaire. Du fait de cette disposition, que nous allons rencontrer plusieurs fois, les courbes de prières sont rejetées à l'extérieur du cadran horaire. Les courbes de prières présentent un point de brisure qui est la conséquence de la position de Pulicat dans la zone intertropicale (discussion infra)

**Le cadran de Khanqah Emadia à Patna** (#3 de Das 2018, Q004 de Sarma 2017), date du milieu du XX<sup>e</sup> siècle (fig. 3 page suivante). L'organisation générale de cet instrument est très proche du précédent, si ce n'est que le gnomon vertical est matérialisé par une pointe et déplacé en position centrale. En conséquence, les courbes de prières se superposent à la partie horaire. Sarma (2017), repris par Das (2018) écrit : « Le cadran était gravé avec des lignes d'heure et deux longues courbes pour indiquer les temps de la prière du midi *Zuhr* et la

5.  $Asr2$  ( $Asr$  second = 'asr-i-sani) correspond ici à la fin de la période favorable à la prière  $Asr$  (= 'asr-i-awwal).

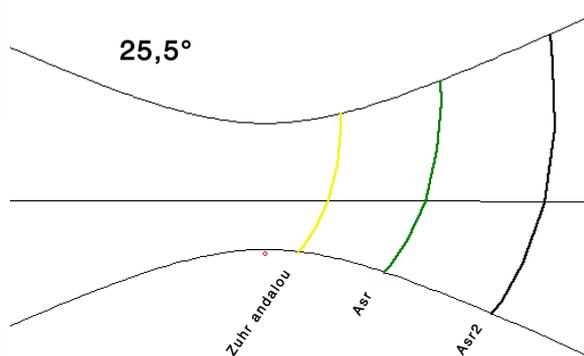


**Figure 2** – Le cadran de la mosquée Chinna Pallivassa à Pulicat (photos Alamy et Premnath M.S.).

prire de l'après-midi *Asr* ». Il est clair qu'aucune de ces deux courbes ne peut correspondre au *Zuhr* orthodoxe qui est globalement confondu avec la droite de midi. On pense donc à *Zuhr* andalou, mais, en dehors des difficultés historiques à faire émerger cette prière de l'occident musulman ancien en Inde au XX<sup>e</sup> siècle, la modélisation (fig. 4) montre que le tracé ne correspond pas. Existe-t-il une troisième méthode pour fixer *Zuhr* ? Le Professeur King, spécialiste de ces questions, n'en parle pas dans ces ouvrages ; pas plus que le Professeur Sarma, spécialiste des instruments indiens. Par ailleurs, ce dernier m'a confirmé la traduction des inscriptions problématiques et le fait qu'il considérait qu'il s'agissait d'une anomalie<sup>6</sup>. On doit donc conclure à une erreur de gravure. Signalons enfin que ce cadran est maintenant fortement dégradé (Sarma, *com. pers.*).



**Figure 3** – Le cadran de Khanqah Emadia à Patna en 1991 (photo Sarma).



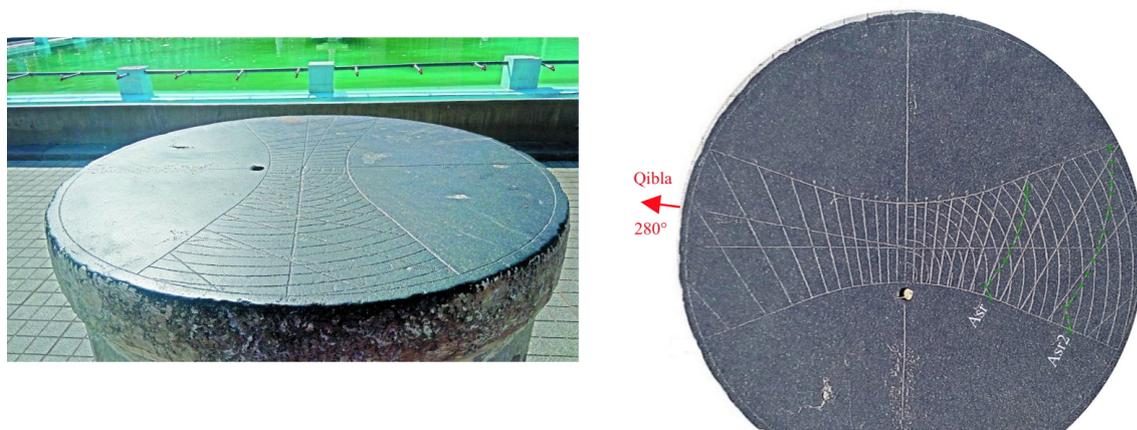
**Figure 4** – Modélisation de la position relative de *Zuhr* andalou, *Asr* et *Asr2* sur un cadran horizontal à la latitude de Patna (25.5°).

**Le cadran de Mecca Masjid à Hyderabad** (#2 de Das 2018, Q001 de Sarma 2017), c'est le plus ancien de cet inventaire, il date de 1694 (Sarma 2017 p. 3613) (fig. 5 page suivante).

6. Émail du 7 Février 2018.

Le style polaire<sup>7</sup> est manquant, il était probablement du même type que les précédents (triangle), mais en nettement plus fin car aucun écart n'existe entre les parties Est et Ouest du cadran. Comme pour le cadran de Patna, le gnomon vertical était confondu avec le côté vertical du triangle, qui est décalé par rapport au trou visible sur l'instrument. Ce trou de fixation, n'a pas de valeur gnomonique particulière.

Un trait partant du centre indique la Qibla, son azimuth est d'environ 280°<sup>8, 9</sup>. Ce cadran est le seul où est indiqués les solstices et l'équinoxe. Comme à Pulicat et pour les mêmes raisons, les courbes de prières (*Asr* et *Asr2*) présentent des points de brisures (voir discussion plus loin). Enfin la partie après-midi du domaine de balayage de l'ombre du gnomon vertical est parcourue par des arcs de cercles concentriques à espacement régulier. Ces cercles n'ont pas valeur d'almicantarats; une discussion sur leur signification sera proposée plus loin.



**Figure 5** – Le cadran de Mecca Masjid à Hyderabad (photos Deccan Chronicle, et tentative de redressement à partir d'une photo fortement oblique de Sarma 2017).

**Le cadran de la mosquée Masjid à Delhi (Jama Masjid)** (#1 de Das 2018, Q002 de Sarma 2017), il date probablement de 1819 (fig. 6 page suivante).

L'organisation générale de cet instrument évoque celui de Pulicat avec notamment un style polaire épais (manquant), et des courbes de prières (*Asr* et *Asr2*) à l'extérieur du cadran horaire. De plus, on note, sur la partie après-midi du cadran de prières, comme à Hyderabad, des arcs de cercles concentriques, espacés régulièrement, et centrés sur la position du gnomon vertical.

**Le cadran solaire du Sultan Tipu à la mosquée Masjid (Jamia Masjid) à Srirangapatna** (#5 de Das 2018, Q005 de Sarma 2017), il est daté de 1780 (fig. 7 page suivante).

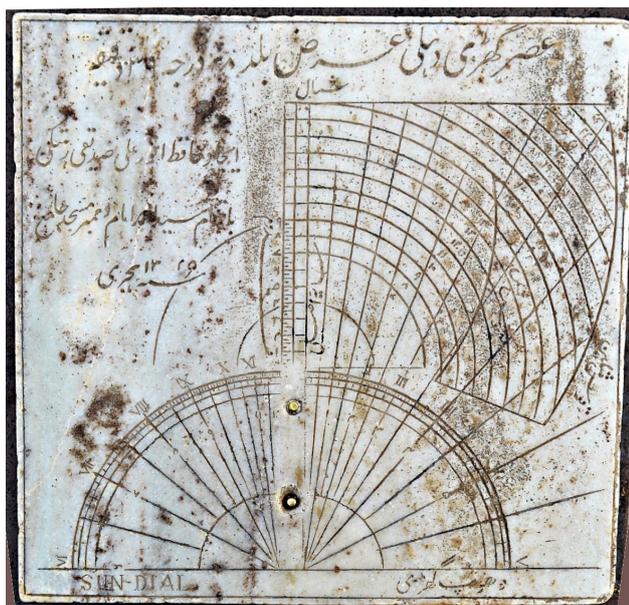
Cet instrument ne présente pas de lignes horaires, il ne possédait donc qu'un gnomon vertical (manquant). On y observe des lignes attribuables à *Asr* et *Asr2* (fig. 7 page suivante) et un réseau de cercles, cette fois-ci complets, centrés sur le gnomon et équidistants.

Notons qu'il existe un sixième cadran, extrêmement similaire au précédent, situé dans la même ville et daté de 1782 (#6 de Das 2018, Q006 de Sarma 2017). Il semble y avoir

7. De façon remarquable, les divisions horaires en relation avec ce style polaire sont ici espacées de 24 minutes, soit d'un *ghaṭīs*, ancienne division horaire indienne (Sarma 2017)

8. Ce chiffre est approximatif car l'angle est mesuré sur une image fortement redressée (fig. 5).

9. Soit 80° à partir du Nord dans le sens anti-horaire. La valeur correcte est de 77°.



**Figure 6** – Le cadran de la mosquée Masjid à Delhi (photo redressée d’après un original de D. Das).



**Figure 7** – Le cadran solaire du Sultan Tipu à la mosquée Masjid à Srirangapatna (photo P Beppler et détail d’une photo de D. Das). Les flèches blanches localisent les courbes de prières dont une est visible, dans le fond, sur la photo de gauche.

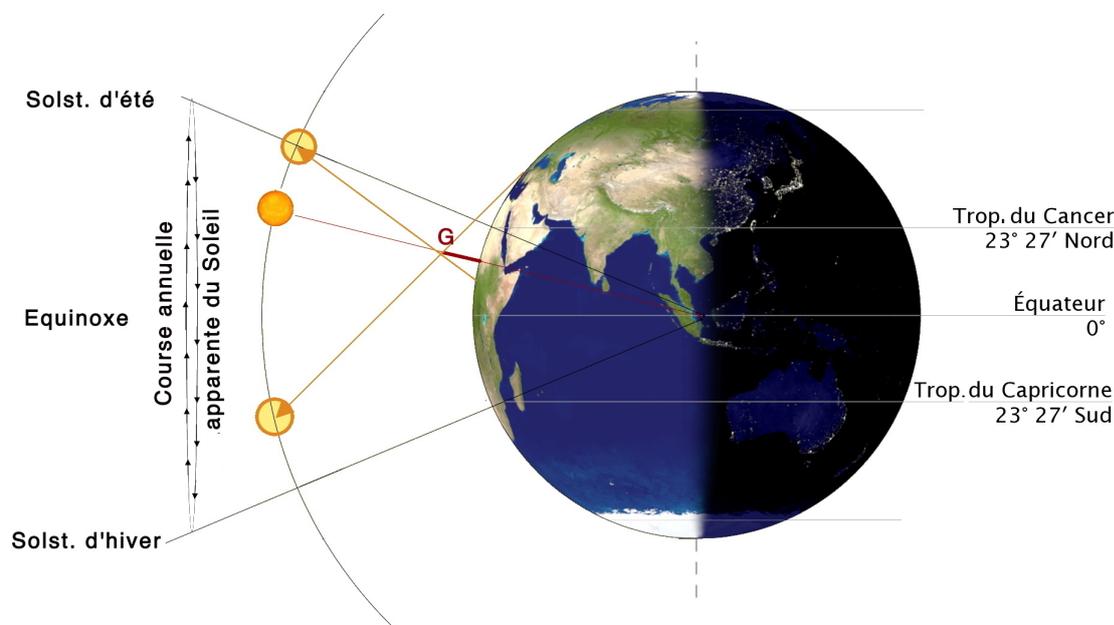
également des courbes de *Asr* et *Asr2* (Sarma 2017), mais elles sont très effacées et elles ne sont visibles sur aucun document photographique.

### 3 Discussion

#### 3.1 Les lignes de prières avec un point de brisure

La définition du début de l’*Asr* correspond au moment de l’après-midi où la longueur ( $L$ ) de l’ombre d’un gnomon vertical de hauteur  $G$  est égale à ( $L = G + m$ ),  $m$  étant la longueur de l’ombre de ce gnomon à midi. Au Nord du Tropique du Cancer, ( $L$ ) est maximum au Solstice d’hiver et diminue progressivement jusqu’au solstice d’été. En un lieu situé entre l’équateur et le Tropique du Cancer, la situation est plus complexe car il a deux jours dans l’année où, à

midi, le Soleil est au Zénith (fig. 8). Ce sont les jours où ( $L$ ) est le plus court ( $m = 0$  donc  $L = G$ ). Ces jours sont caractérisés par une déclinaison du Soleil égale à la latitude du lieu. La figure 9 page suivante illustre la traduction de ce phénomène sur un cadran solaire islamique. Le point de brisure de  $Asr$  est localisé sur l'arc de déclinaison correspondant à la latitude, et est situé à ( $L = G$ ) de la base du gnomon<sup>10</sup>.



**Figure 8** – Schéma illustrant le fait qu'à midi, le Soleil se trouve deux fois par an (entre le solstice d'été et l'équinoxe; et entre l'équinoxe et le solstice d'été) au zénith de tout lieu situé entre les Tropiques du Cancer et l'Équateur. L'ombre de midi d'un gnomon vertical installé dans cette zone, pourra être vers le Nord, nulle, ou vers le Sud.

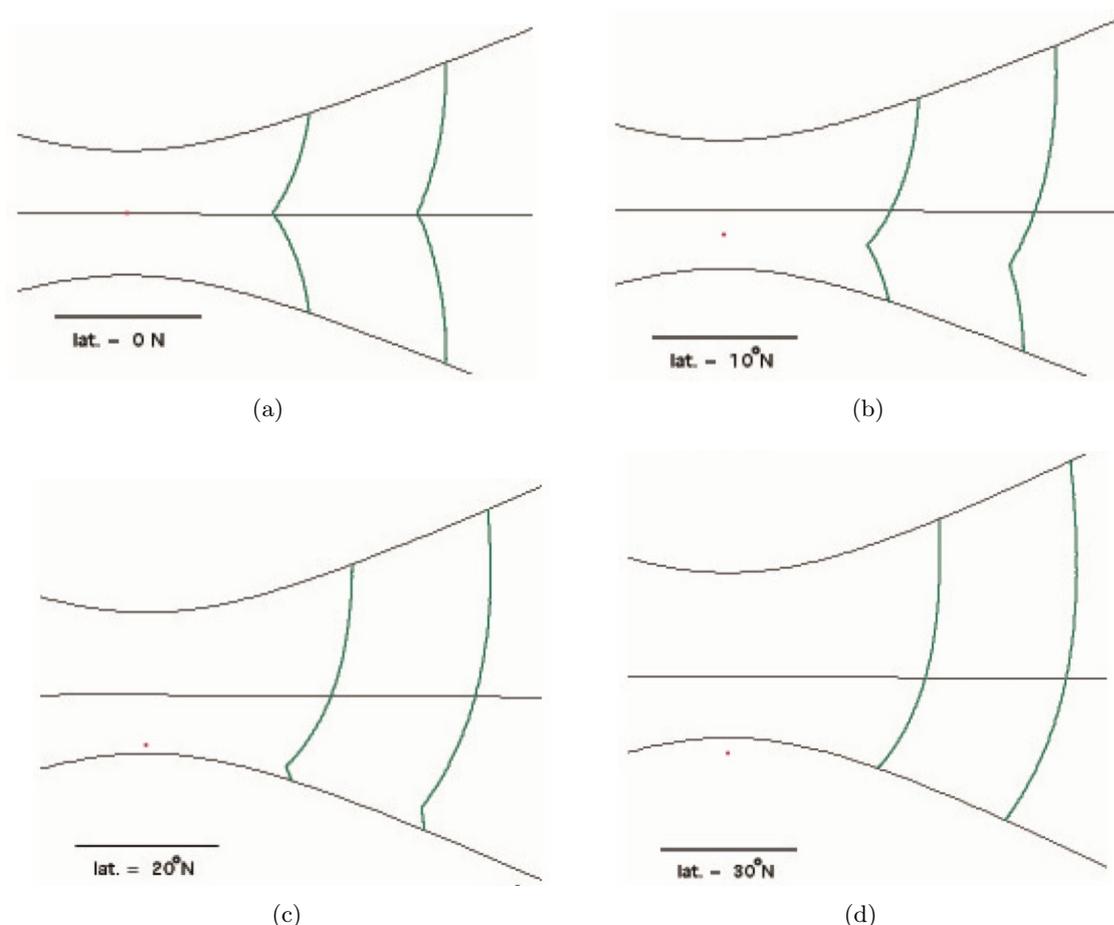
La question de la forme de la courbe de  $Asr$  sur les cadrans solaires dans la zone intertropicale ne semble pas avoir beaucoup intéressé les gnomonistes musulmans anciens. Abu Ali al-Hassan al-Marrakushi (XIII<sup>e</sup> siècle) en parle (Sédillot 1834), mais il se trompe dans ses calculs et dans son dessin. Cette erreur surprend beaucoup Najm al-Din al-Misri (XIV<sup>e</sup> siècle) qui soupçonne une faute du copiste et propose une correction... également fautive (voir Charette 2003, p. 194). Il ne semble pas y avoir d'autres manuscrits connus traitant de ce sujet. Par ailleurs, sur le plan des instruments, nous ne sommes pas plus riches : un seul cadran solaire, conservé dans un musée de La Mecque (latitude : 21°25' N.), présente des courbes de  $Asr$  et  $Asr2$  avec un point de brisure (fig. 10 page 85). Le fait que les trois cadrans solaires indiens connus au Sud du Tropique de Cancer présentent tous les trois un tracé correct de ces lignes, est remarquable et mérite d'être souligné.

### 3.2 Nature et fonction des cercles concentriques

Sur les cadrans étudiés, les réseaux ont en commun :

- le fait qu'ils sont centrés sur la base du gnomon vertical réel ou virtuel.

10. Ce qui précède peut facilement être transposé au cas de  $Asr2$  et de  $Zuhr$  andalou, modulo la longueur de l'ombre de référence qui est, respectivement,  $(2G + m)$  et  $(0,25G + m)$ .

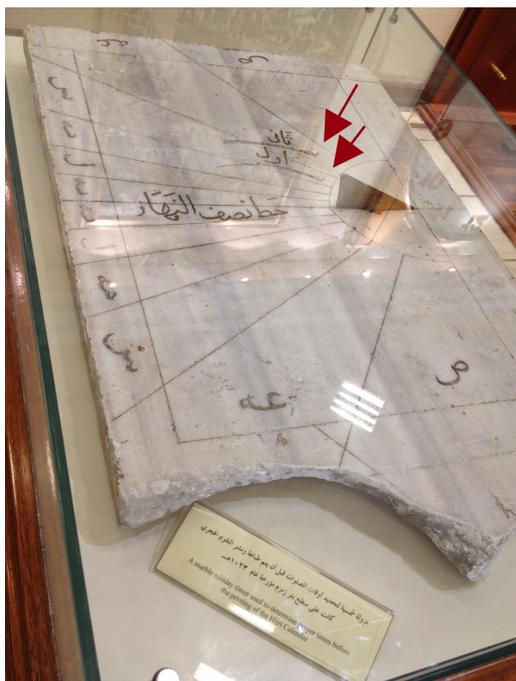


**Figure 9** – Modélisation de la position de *Asr* et *Asr2* sur des cadrans horizontaux situés à des basses latitudes. Le trait noir représente la hauteur du gnomon et le point rouge, sa position d'implantation qui se trouve entre les arcs de déclinaison des solstices quand on se situe en zone inter-tropicale.

- le fait que les rayons ont une progression linéaire, ce qui fait qu'il ne s'agit pas d'almicantarats dont les rayons progressent selon en fonction de la cotangente de la hauteur angulaire solaire. Il s'agit donc de graduations permettant de mesurer la longueur de l'ombre du gnomon selon une unité correspondant à l'équidistance.

Ces réseaux de cercles évoquent celui d'un instrument énigmatique probablement perse (XVIII<sup>e</sup> siècle?) conservé Museum of History of Science d'Oxford. Il s'agit d'un instrument portable muni d'une boussole (manquante) et combinant un indicateur de Qibla et un cadran solaire en heures babyloniennes. Sur ce cadran apparaît un réseau de cercles concentriques similaire à celui qui nous intéresse ici. King (2014a, p. 120 et 2014b p. 244) a étudié cet instrument; selon lui, ces cercles permettent d'utiliser des tables pré-établies qui, à partir de la longueur de l'ombre à midi, donne la longueur de l'ombre lors de *Asr* et *Asr2*<sup>11</sup> mais surtout l'heure des moments favorables aux prières. Dans le cas des trois cadrans indiens, il est possible, dans chaque cas, de connaître la hauteur du gnomon (manquant) exprimé une unité équivalente à l'équidistance des cercles.

11. Ce qui est un peu superflu car on peut très facilement calculer ces longueurs à partir de la longueur de l'ombre à midi et de la longueur du gnomon ...



**Figure 10** – Le cadran solaire (1023 H; 1614 JC) de La Mecque avec des tracés de *Asr* et *Asr2* (Flèches) qui présentent un point de brisure conforme à la théorie (in « Exposition d’architecture des deux saintes Mosquées » à La Mecque, photo : X).

Sur le cadran de Dehli (fig. 6 page 82) les courbes *Asr* et *Asr2* sont exactement écartées de 7 unités au niveau des solstices d’été et d’hiver (extrémité des courbes). Si l’on se réfère à la signification de ces courbes (voir III-A), cela se traduit par :

$$(2G + m) - (G + m) = 7$$

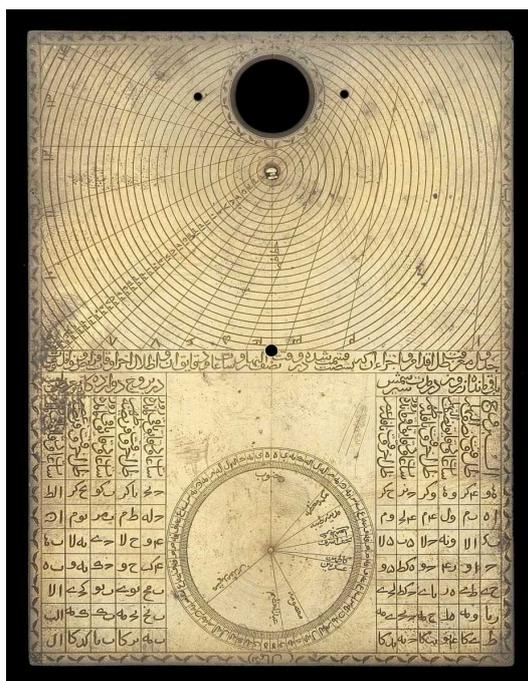
d’où l’on tire  $G = 7$ .

On peut faire le même raisonnement sur le cadran de Hyderabad (fig. 5 page 81) et l’on en tire exactement le même résultat :  $G = 7$ . Par ailleurs les points de brisure des deux lignes de prières qui doivent être respectivement à des distances de  $G$  et  $2G$  de la base du gnomon (voir III-A) sont à 7 et 14 unités de cette base. C’est également le cas des points de brisure des lignes de prières du cadran de Srirangapatna (fig. 7 page 82).

Sur ces trois cadrans, datés respectivement de 1818, 1694 et 1780, on constate donc une convention commune : le gnomon faisait 7 unités (voir aussi Sarma 2017). Les réseaux de cercles concentriques ne sont donc pas des fantaisies de gnomoniste, mais doivent avoir une fonction mathématique précise qui correspond à une tradition établie sur au moins un siècle, c’est ce que nous allons essayer de comprendre maintenant.

Il est clair qu’avec un tel réseau sur le cadran, il est facile de mesurer chaque jour la longueur de l’ombre à midi ( $m$ ) et de surveiller les moments où l’ombre atteint des longueurs de :  $(7 + m)$  et  $(14 + m)$ . Un tel usage est compatible avec le fait que sur deux des trois cadrans, le réseau n’occupe que domaine de l’après-midi. Inversement, une telle méthode peut paraître inutile dans la mesure où des lignes de prières sont tracées et qu’il suffit de surveiller le moment où l’ombre les atteint.

La conclusion de King (cf. *supra*) sur l’existence de tables pré-établies permettant de donner une information supplémentaire qui est l’heure de *Asr* et *Asr2*, prend donc ici un relief particulier. Mais il est possible d’aller plus loin car l’on connaît au moins une table perse (Isfahan) du XV<sup>e</sup> siècle (King 2014b, p. 244), extrêmement complète qui permettait, à partir de la longueur, à midi, de l’ombre d’un gnomon de 7 unités (!), de connaître, parmi



**Figure 11** – L'instrument #48472 du MHS d'Oxford. La partie supérieure de l'image correspond au cadran solaire avec son réseau de cercles concentriques.

une vingtaine de paramètres astronomiques : (1) la longueur de l'ombre, l'heure et l'altitude solaire, au moments de  $Asr$  et  $Asr2$  ; (2) la durée de la journée (jour clair) ; (3) la durée de l'aube et du crépuscule. Or la connaissance de ces deux derniers paramètres est suffisante pour calculer l'heure des trois autres prières : *Maghrib*, *Ishaa* et *Fajr*.

Si l'on suppose que les astronomes indiens disposaient de tables équivalentes établies pour leur latitude, ils devaient être capables, avec les cadrans à cercles concentriques et gnomons de 7 unités, d'établir l'heure de chaque prière, à partir de la lecture directe de la longueur de l'ombre à certains moments privilégiés. Ceci dit, la connaissance de la longueur de l'ombre à midi est suffisante pour exploiter ces tables ; une sorte de méridienne donnant cette information serait suffisante. Pourquoi le gnomoniste a-t-il tracé tous ces cercles ? La réponse est d'autant plus incertaine si on se réfère au cadran de Srirangapatna (fig. 7 page 82) sur lequel, de toute évidence, les cercles débordent très largement de la zone de balayage de l'ombre du gnomon.

## 4 Conclusion

Cette petite incursion en Inde nous a fait découvrir des cadrans solaires qui, bien qu'ayant le même rôle que leurs homologues maghrébins, présentent un certain nombre de particularités.

Tout d'abord, un point commun, c'est celui de l'organisation générale, avec l'association d'un cadran horaire à style polaire et d'un cadran religieux à gnomon vertical. En Inde, l'intégration est moins poussée (les courbes de prières sont parfois repoussés à l'extérieur du cadran horaire), et la solution du style polaire sous la forme d'une ficelle n'est pas retenue, ce qui oblige à encombrer l'espace avec un style triangulaire souvent épais. Il y a aussi une différence significative dans le traitement des prières ; alors qu'au Maghreb, on note une volonté d'utiliser le cadran pour prévoir le moment de toutes les prières, y compris celles du soir et de la nuit (notamment au XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècle) ; en Inde, ces prières nocturnes ne sont pas représentées et la prévision de leurs moments passe par l'utilisation de tables astronomiques pré-établies. Il est à remarquer que cette différence d'approche concerne, de la même façon,

les astrolabes planisphériques. Notons enfin qu'en Inde, l'indication de la Qibla est rare (1 exemple sur 5 seulement), et soulignons encore une fois la remarquable gestion du dessin des lignes de prières dans la zone intertropicale.

## Remerciements

Je remercie Denis Savoie qui a partagé avec les membres de la Commission les deux références à l'origine de ce travail : le livre de Sarma (2017) et l'article de Das (2018).

Je remercie également Debasish Das avec qui j'ai eu de nombreux échanges sympathiques, qui m'a autorisé à reproduire ici ses photos et qui, par ces remarques, informations et questions pertinentes, a contribué fortement à l'élaboration de cet article.

Je remercie enfin le Professeur S. R. Sarma avec qui j'ai eu d'intéressants échanges sur le cadran de Patna et qui m'a fourni des informations et des photographies supplémentaires.

## Références

- [1] Charette F. (2003) : *Mathematical instrumentation in fourteenth-century Egypt and Syria*, Brill, Leiden-Boston, 2003, 581 p.
- [2] Das D. (2018) : *Sundials to tell the times of prayers in the mosques of India*. <https://lighteddream.wordpress.com/2018/01/01/sundials-to-tell-the-times-of-prayers-in-the-mosques-of-india/>
- [3] King D. A. (2014a) : *World-maps for finding the direction and distance to Mecca*, Brill éd., 638 p. (première édition : 1999).
- [4] King D. A. (2014b) : *In synchrony with the heavens*, volume 1 & 2, Brill éd., 930 p. + 1066 p.
- [5] Sarma S. R. (2017) : *A Descriptive Catalogue of Indian Astronomical Instruments*, Duesseldorf, Germany, édition en PDF, 3795 p., (Août 2017). <http://www.srsarma.in/catalogue.php>
- [6] Sédillot, J. J. (1834) : *Traité des instruments astronomiques des Arabes*, 2 Vols., Paris.

## Annexes électroniques

- l'article de Das (2018) (version du 1/1/2018) : copie de la page : <https://lighteddream.wordpress.com/2018/01/01/sundials-to-tell-the-times-of-prayers-in-the-mosques-of-india/>.
- une « table des ombres » dans l'esprit de celles évoquées dans l'article et calculée pour Delhi. Elle permet de connaître, pour chaque longueur de l'ombre du gnomon de 7 unités à midi (avec un incrément de 0,2 unité), l'heure des 5 prières de l'Islam. Les paramètres nécessaires à ce calcul sont : la latitude du lieu (Delhi), la hauteur de gnomon (7), les conventions religieuses pour *Zuhr* (commence quand l'ombre de midi s'est allongée de 1/10 d'unité), pour *Ishaa* (hauteur du Soleil =  $-18^\circ$ ) et pour *Fajr* (hauteur du Soleil =  $-20^\circ$ ). Notons que ces conventions sont choisies arbitrairement et n'étaient pas forcément celles utilisées au moment de l'utilisation du cadran de Delhi.

