



Centro Universitario Europeo
per i Beni Culturali
Ravello

Territori della Cultura

Rivista on line Numero 16 Anno 2014

Iscrizione al Tribunale della Stampa di Roma n. 344 del 05/08/2010



Sommario



Centro Universitario Europeo
per i Beni Culturali
Ravello

Comitato di redazione

5

Studiare il territorio per una corretta gestione
Alfonso Andria

8

Patrimonio culturale, quale futuro
Pietro Graziani

12

Conoscenza del patrimonio culturale

Max Schvoerer Rencontre avec trois Génies sur les
Routes de la Soie

16

Max Schvoerer Le ciel de Samarcande, l'archéologie et
le prince astronome Ulugh Beg (1394-1449)

18

Piero Pierotti Pisa: la Torre sismoresistente

28

Roger-Alexandre Lefèvre Pour la première fois,
l'importance des impacts du changement climatique
sur le patrimoine culturel est soulignée par les experts
des Nations-Unies

38

Cultura come fattore di sviluppo

Aldo Aveta Roberto Di Stefano: il contributo
allo sviluppo della Conservazione e del Restauro,
dalla teoria alla prassi

44

Fabio Pollice Paesaggio e musica: una relazione di
senso. L'esperienza ravellese

52

Metodi e strumenti del patrimonio culturale

Mons. José Manuel del Río Carrasco Las catedrales,
Patrimonio de la Humanidad. Una mirada
teológico-cultural

64

Giovanni Coppola Villa Rufolo: storia, architettura,
archeologia e restauro

88

Matilde Romito 150 anni dalla nascita: Flaminia Bosco,
una vita votata all'arte

102

Comitato di Redazione



Centro Universitario Europeo
per i Beni Culturali
Ravello

Presidente: Alfonso Andria

comunicazione@alfonsoandria.org

Direttore responsabile: Pietro Graziani

pietro.graziani@hotmail.it

Direttore editoriale: Roberto Vicerè

rvicere@mpmirabilia.it

Responsabile delle relazioni esterne:

Salvatore Claudio La Rocca

sclarocca@alice.it

Comitato di redazione

Jean-Paul Morel Responsabile settore
"Conoscenza del patrimonio culturale"

jean-paul.morel3@libertysurf.fr;

Claude Albore Livadie Archeologia, storia, cultura

morel@msh.univ-aix.fr

Roger A. Lefèvre Scienze e materiali del
patrimonio culturale

alborelivadie@libero.it

Maria Cristina Misiti Beni librari,
documentali, audiovisivi

lefevre@lisa.univ-paris12.fr

mariacristina.misiti@beniculturali.it

Francesco Caruso Responsabile settore
"Cultura come fattore di sviluppo"

francescocaruso@hotmail.it

Piero Pierotti Territorio storico,
ambiente, paesaggio

pierotti@arte.unipi.it

Ferruccio Ferrigni Rischi e patrimonio culturale

ferrigni@unina.it

Dieter Richter Responsabile settore
"Metodi e strumenti del patrimonio culturale"

dieterrichter@uni-bremen.de

Informatica e beni culturali

Matilde Romito Studio, tutela e fruizione
del patrimonio culturale

matilde.romito@gmail.com

Adalgiso Amendola Osservatorio europeo
sul turismo culturale

adamendola@unisa.it

Segreteria di redazione

Eugenia Apicella Segretario Generale

apicella@univeur.org

Monica Valiante

Velia Di Riso

Rosa Malangone

Progetto grafico e impaginazione

Mp Mirabilia - www.mpmirabilia.it

*Per consultare i numeri
precedenti e i titoli delle
pubblicazioni del CUEBC:
www.univeur.org - sezione
pubblicazioni*

*Per commentare
gli articoli:
univeur@univeur.org*

Info

Centro Universitario Europeo per i Beni Culturali
Villa Rufolo - 84010 Ravello (SA)

Tel. +39 089 857669 - 089 2148433 - Fax +39 089 857711
univeur@univeur.org - www.univeur.org

Main Sponsors:



ISSN 2280-9376



Max Schvoerer *et al.*

Max Schvoerer,
Académie Européenne des
Sciences et des Arts
(Salzburg, Austria); Professeur
émérite Université Bordeaux
Montaigne (France) ; membre
du Comité Scientifique CUEBC

Michel Vidal,
Association Jalle Astronomie,
Martignas-sur-Jalle (France)

Jean-Dominique Coursaut,
Association Jalle Astronomie,
Martignas-sur-Jalle (France)

Abdulhamid Anarbaev,
Institut d'Archéologie
Université de Samarcande
(Ouzbékistan)

Céline Ollagnier,
Réseau européen "Sciences
et patrimoine (PACT)"



Fig. 1 Ulugh Beg et les deux murs-
quadrants de l'observatoire de
Samarcande mis au jour en 1908-09
par l'archéologue russe V.L. Vyatkin.

Le ciel de Samarcande, l'archéologie et le prince astronome Ulugh Beg (1394-1449)

1. Problématique

Ulugh Beg, le "prince astronome" (22 mars 1394 - 27 octobre 1449) a laissé de ses recherches à Samarcande (Ouzbékistan), des tables astronomiques dites «tables sultaniennes» ou "zij-i gurgani", datées de 1437. Elles donnent pour 1018 étoiles ou planètes des informations angulaires et temporelles d'une extrême précision (Sédillot, 1853; 1839; Mieli, 1938; Gautier, 2008). En 1908-1909, des fouilles archéologiques ont mis au jour des vestiges qui ont permis de localiser l'observatoire (Vyatkin, 1909). À la différence de sites connus plus anciens, il n'y a pas un mais deux murs-quadrants à Samarcande et leur rayon de courbure est très grand (40 mètres). Les problèmes à résoudre étaient les suivants: quels étaient les protocoles expérimentaux d'utilisation de cet observatoire? Afin de réaliser une maquette est-il possible d'effectuer des mesures *in situ* des dimensions des structures apparentes? Leur analyse est-elle susceptible de conduire à des hypothèses expliquant la précision évoquée et le rôle d'un second mur-quadrant?

2. Etat succinct des connaissances

Afin de mesurer les paramètres astronomiques des étoiles et des planètes, l'utilisation d'un quadrant mural fixe est fort ancienne. Sans remonter à la somme de connaissances que constitue l'almageste de Claude Ptolémée (vers 90 - vers 168 A.D.) (Tomer, 1998), on peut évoquer les travaux de Al Battani (environ 850 - 929 A.D.) en Syrie actuelle, de Abu-al-Wafa (940 - 998) à Bagdad (6 mètres de rayon) et les ruines de l'observatoire édifié vers 1259 par Nasir al-Din al Tusi (1201-1274) à Maragha au Sud de Tabriz (Iran). Ulugh Beg, adolescent, visita ces ruines et s'en inspira. A partir de 1410 avec un maître anatolien renommé, Kadi Zadeh Roumi (1364-1436), et à partir de 1420 avec le mathématicien al Kachi (1380-1430), Ulugh Beg fait édifier à Samarcande un observatoire qui fut achevé en 1429. Quelque 70 chercheurs y travailleront. Sa particularité est d'être très grand et de posséder deux murs-quadrants parallèles (Fig. 1). Il sera détruit avant la fin du XV^e s., après l'assassinat d'Ulugh Beg en 1449 (Starr, 2013).

3. Objectifs et méthodologie

On se propose de reconstituer le scénario expérimental permettant d'obtenir la précision des données astronomiques

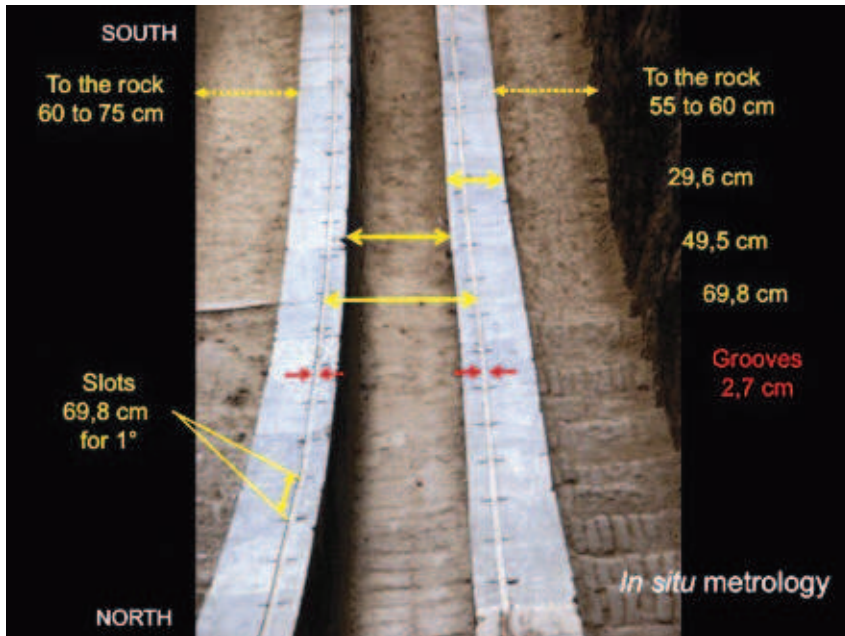


Fig. 2 Métrologie in situ sur les vestiges de l'Observatoire d'Ulugh Beg à Samarcande. Résultats des principales mesures (Ph. M. Vidal, mai 2012).

publiées dans les tables sultaniennes (zij-e soltani tâni en persan, ou zij-e gurgani). Dans ce but, des mesures ont été effectuées sur le site, afin de construire une maquette (modèle) destinée à retrouver les protocoles de mesure. On attachera de l'importance à la présence originale du second mur-quadrant à Samarcande¹.

4. Résultats expérimentaux

4.1 Métrologie in situ

Le quadrant est un quart de cercle de 40 mètres de rayon. La figure 2 indique les mesures des différents éléments accessibles. Elles ont été effectuées par deux d'entre nous (M.V. et M.S.) en mai 2012 (Fig. 3). On remarque l'existence d'une rainure longitudinale sur chaque mur-quadrant et d'encoches accompagnées de chiffres désignant la valeur de l'angle par rapport à la verticale (Fig. 4).

4.2 Sextant ou quadrant?

La question n'est guère importante ici, car il s'agit d'un équipement fixe qui n'a pas la même finalité que les instruments portables, de marine par exemple. Tout laisse à penser qu'il s'agissait d'un quadrant, même si les parties extrêmes



Fig. 3 Mesures in situ en présence du directeur de l'observatoire, au centre (Ph. P. Lamarque, mai 2012).

¹ Cet article développe une analyse dont la première a été exposée oralement lors de la Conférence internationale de Samarcande, organisée les 15 et 16 mai 2014 par la Présidence de la République d'Ouzbékistan (Session I: Outstanding achievements of scientists of the Medieval East, who worked in the field of natural sciences, their contribution and development of modern sciences (Astronomy, Mathematics, Geography, Geodesy)).

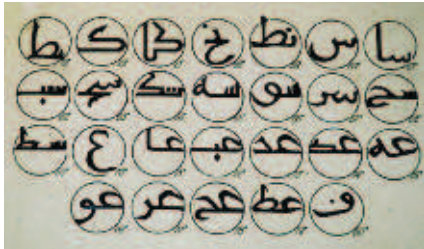


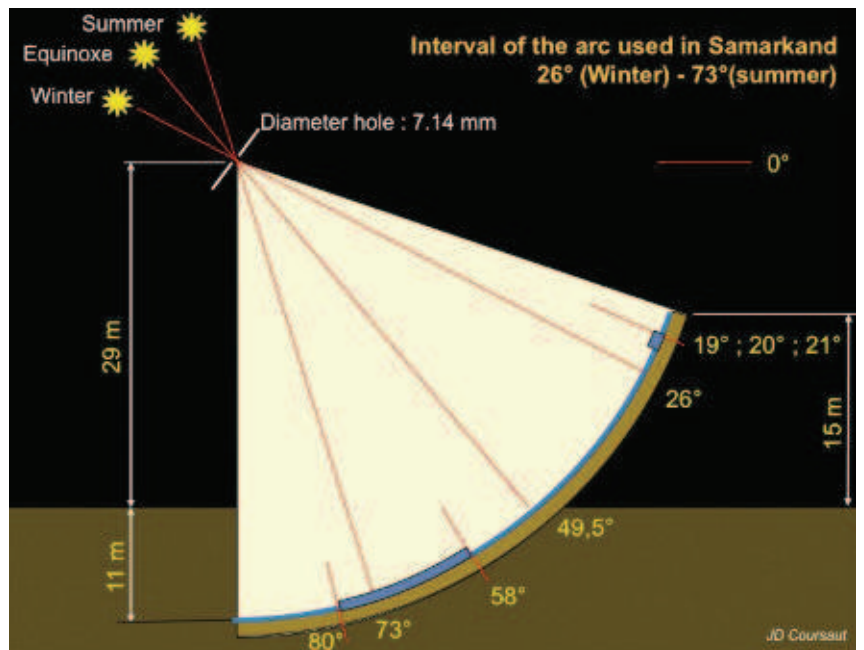
Fig. 4 Détails de la surface des murs-quadrants : rainures longitudinales ; encoches de repérage ; sur le mur ouest, valeurs angulaires gravées au niveau de chaque encoche (Ph P. Lamarque mai 2012).



n'étaient pas utilisées. En pratique, pour le soleil, sur le quadrant de Samarcande, la zone opérationnelle est comprise entre 23° (hiver) et 73° (été) (Fig. 5). Parmi les vestiges archéologiques, ont été retrouvés des éléments du quadrant portant les graduations de 58° à 80° et de 19° à 21°, ce qui indique un "instrument" plus grand que 60° (un sextant aurait été gradué de 20° à 80°).

4.3 Réalisation d'une maquette (modèle) "pédagogique" au 1/87 Elle a été réalisée par deux d'entre nous (Vidal et Coursaut, 2012) dans un atelier dédié de l'association d'astronomes amateurs Jalle-Astronomie de Martignas-sur-Jalle (Gironde, France). Il fut

Fig. 5 Une partie seulement du quadrant est utilisée en fonction de la saison de la mesure. Rayon du quadrant : 40 mètres (Schéma J.-D. Coursaut).



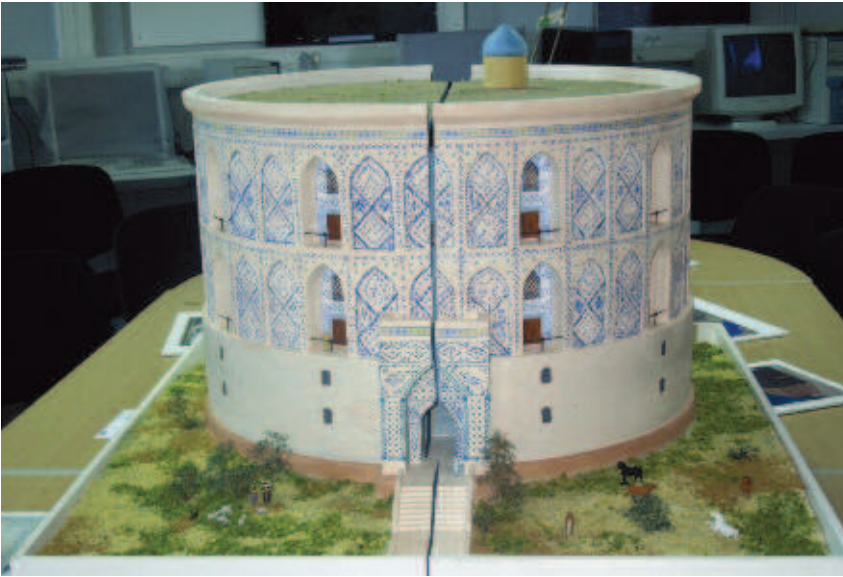


Fig. 6 La maquette de l'observatoire de Samarcande : Vue générale (M. Vidal et J.-D. Coursaut, Jalle Astronomie).

décidé de lui donner des dimensions aussi précises que possible afin d'en faire non seulement un support pédagogique mais également un support pour la recherche (Fig. 6). Ajoutons qu'elle s'ouvre selon un plan méridien (Fig. 7) et que le passage de l'astre est simulé à l'aide d'une source laser (Fig. 8 et 9). Enfin, elle a des dimensions et un poids compatibles avec les exigences d'expositions ou de transport, notamment par voie aérienne (dimensions: 70x70x50 cm et poids: 20 kg).

4.4 Fonction d'un quadrant

Lorsque la lumière issue de l'astre observé – le soleil par exemple – passe par l'oculus et forme dans le plan méridien, sur la plaque de marbre qui recouvre le mur quadrant, une image bien

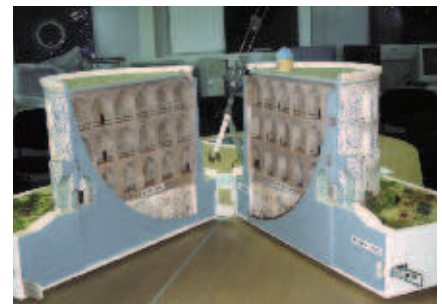


Fig. 7 Maquette de l'observatoire de Samarcanda, ouverte selon un plan méridien (M. Vidal et J.-D. Coursaut, Jalle Astronomie).

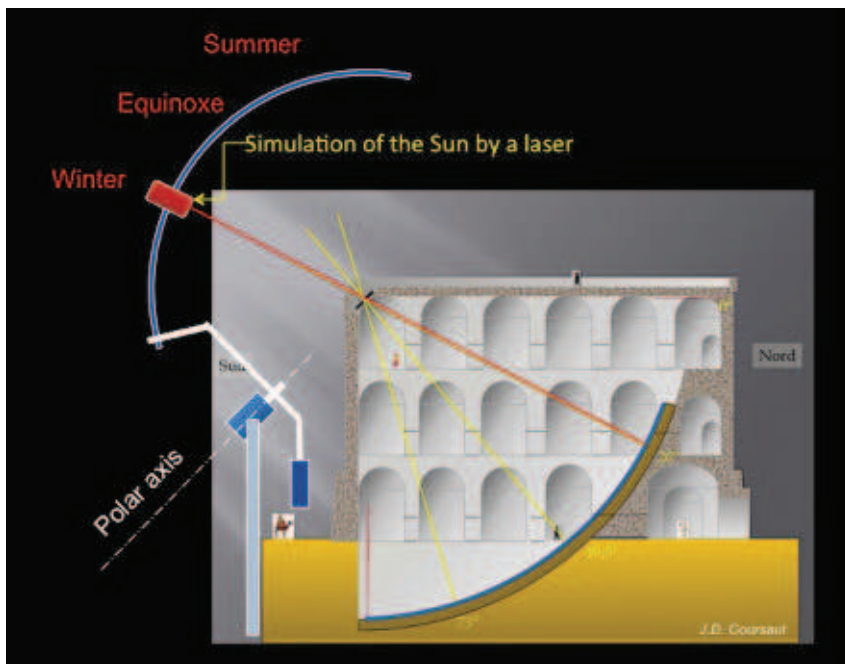


Fig. 8 Section de la maquette de l'observatoire de Samarcande selon un plan méridien. On utilise une source laser afin de simuler le soleil. Le laser étant mobile dans le plan méridien (hauteur du soleil au cours d'une année) et dans le plan perpendiculaire (déplacement du soleil de part et d'autre du méridien local avec la rotation de la Terre sur elle-même) (Schéma J.-D. Coursaut).

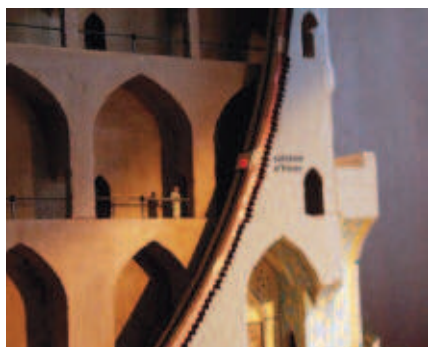


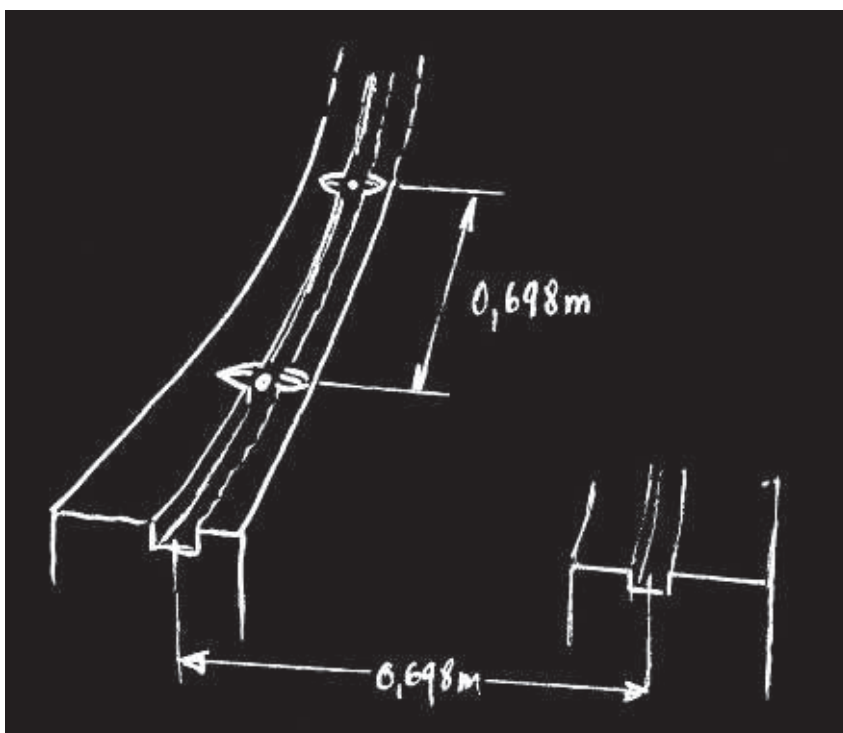
Fig. 9 Spot rouge du faisceau laser visible sur une planche placée entre les deux rainures des murs-quadrants pour une mesure précise (Ph M. Vidal).

délimitée, la localisation précise du centre de l'image peut être faite entre deux encoches. Les figures 10 à 12 montrent que dans le plan méridien, l'angle sous lequel on voit depuis l'oculus d'entrée de la lumière l'intervalle de 0,698 mètre entre deux encoches correspond à une fraction du cercle total que l'on peut déterminer: soit $0,698\text{m} / 2 \times 3,14 \times 40\text{ m}$, valeur très voisine de $1 / 360$, c'est-à-dire de 1° d'arc. Autrement dit, pour une mesure sur le mur-quadrant, on dispose de 698 mm pour parcourir l'espace angulaire de 1° . On en déduit que 11,6 mm correspondent à $1'$ (minute) d'arc et 1,9 mm à $10''$ (secondes) d'arc.

4.5 Fonction du second quadrant

Fonction de précision. Les plaques de marbre qui recouvrent l'autre mur-quadrant possèdent elles aussi, une rainure longitudinale et des encoches identiques, distantes elles aussi de 0,698 m. On peut donc concevoir un protocole expérimental consistant à placer entre les deux quadrants et en se calant grâce aux rainures et aux encoches, une planche-support sur laquelle on pointe le déplacement de l'image de l'astre pendant qu'il passe d'un mur à l'autre en raison de ... la rotation de la Terre. On réduit ainsi l'incertitude de la mesure sur un

Fig. 10 Principe d'une mesure sur un mur-quadrant. Pour la précision, on pointera le déplacement linéaire du spot image d'un mur à l'autre en raison de la rotation sur elle-même de la Terre (Schéma M. Schvoerer).





point, en lui substituant une mesure sur un ensemble de points. On peut penser que c'est la très grande dimension de l'arc (40 mètres de rayon) et une stratégie de mesure exploitant les deux murs quadrants, qui explique la remarquable précision des mesures à Samarcande. En pratique (Vidal et Coursaut, 2012), pour déterminer un jour quelconque la hauteur du soleil dans le ciel, au méridien local, on pointe sur un support, le déplacement progressif du centre de l'image du soleil, d'un mur-quadrant à l'autre. La précision obtenue est du même ordre de grandeur que celle des constantes astronomiques données par les tables sultaniennes. Rappelons certaines de ces valeurs, par exemple:

Données astronomiques	Tables sultaniennes	Valeurs actuelles
Inclinaison de la Terre	23° 30' 17"	23° 30' 45"
Durée de l'année	365 j 6 h 10 min 8 s	365 j 6 h 9 min 9,767 s
	soit un écart de temps inférieur à 1 min	

Fonction générale: mesure des coordonnées d'autres astres.

Afin de déterminer les coordonnées astronomiques d'autres astres, l'existence de deux murs -quadrants permet de positionner avec précision l'équipage de mesure du déplacement de leur image (Vidal et Coursaut, 2012), C'est le cas de la Lune, des planètes et des étoiles les plus brillantes. On imagine un opérateur allongé sur le dos et regardant le ciel, avec un équipage mobile en appui sur les deux murs. Dans cette configuration il regarde les astres à travers l'ouverture (oculus) ménagée en haut de la chambre du quadrant. L'oculus utilisé pour le soleil (diamètre d'environ 8 mm) étant remplacé par une fenêtre beaucoup plus grande avec par exemple un demi - volet, permettant de toper le passage d'un astre au méridien local par la méthode d'occultation (méthode qui sera utilisée plus tard par Tycho Brahé). Le repérage angulaire de la position de l'astre est déduit de la position de l'équipage sur les murs.

4.6 Mais ce n'est pas tout: mesure du temps!

L'observatoire est aussi un "chronomètre". Le fait que la distance de rainure à rainure entre les deux murs est également de 0,698 mètre, non seulement a attiré notre attention mais a suscité notre curiosité (Fig. 12). On en a déduit que dans un plan perpendiculaire au plan méridien, on voit depuis l'oculus,

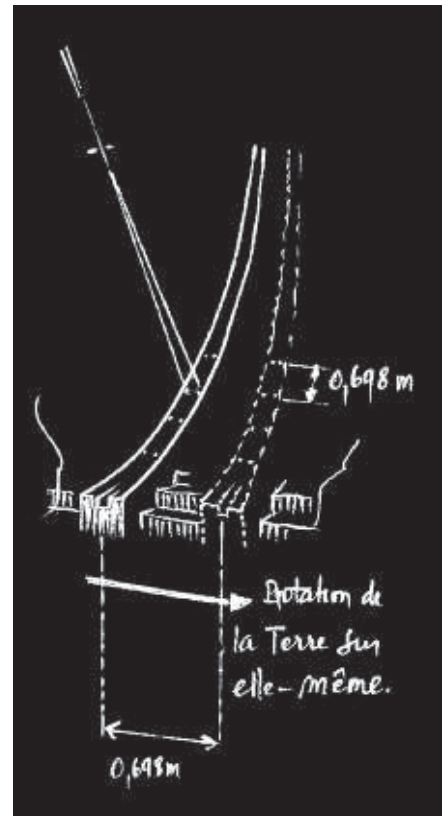


Fig. 11 Entre les deux rainures et entre deux encoches des murs-quadrants, la distance est de 0,698 m. Dans un cercle de 40 mètres de rayon et depuis l'oculus, ces distances sont vues sous un angle de 1°. Entre les rainures et en première approximation, cet angle est balayé par l'image d'un astre en 1 / 360 de jour, soit 4 minutes. Cette donnée tend à faire de l'observatoire, à l'échelle de quelques jours et grâce au second mur-quadrant, un « chronomètre » permettant d'étalonner d'autres appareils (Schéma M.Schvoerer).

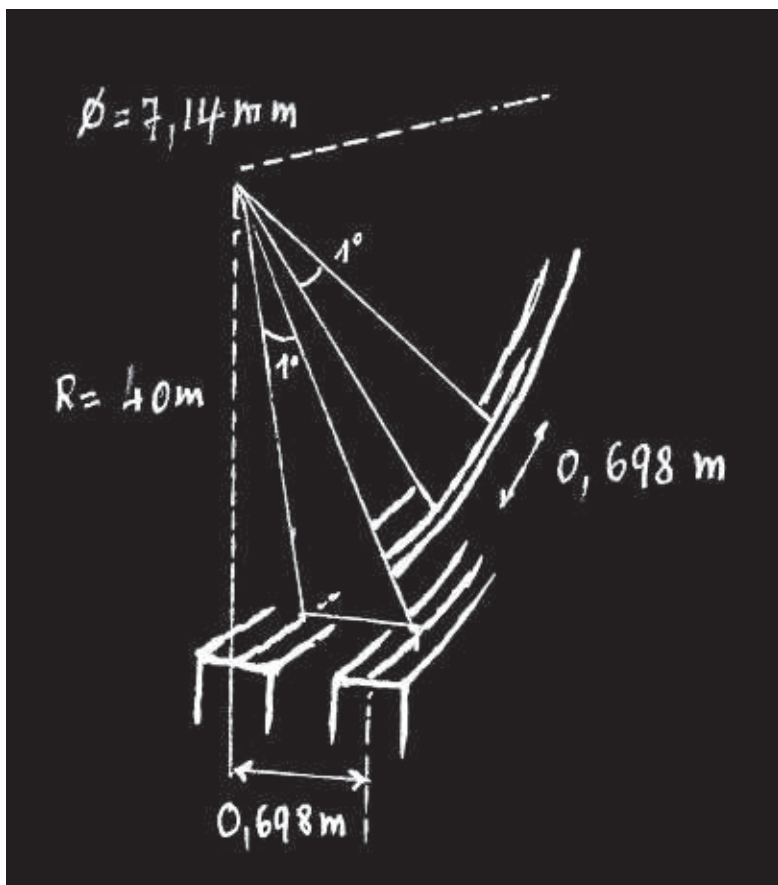


Fig. 12 Entre les deux rainures et entre deux encoches des murs-quadrants, la distance est de 0,698 m. Dans un cercle de 40 mètres de rayon et depuis l'oculus, ces distances sont vues sous un angle de 1° . Entre les rainures et en première approximation, cet angle est balayé par l'image d'un astre en $1/360$ de jour, soit 4 minutes. Cette donnée tend à faire de l'observatoire, à l'échelle de quelques jours et grâce au second mur-quadrant, un « chronomètre » permettant d'étalonner d'autres appareils (Schéma M.Schvoerer).

comme précédemment, l'espace de rainure à rainure sous un angle de 1° d'arc. On a parlé plus haut de la rotation de la Terre sur elle-même. Celle-ci se fait d'Ouest en Est (l'inverse du trajet que nos sens croient pouvoir attribuer au soleil), ce qui signifie que l'image d'un astre observé passe du mur est au mur ouest. On imagine sans peine que les astronomes de Samarcande avaient observé ce phénomène. Ils avaient pu en déduire que le temps du déplacement de l'image, d'une rainure à l'autre des murs-quadrants, correspond à $1/360$ de jour (la durée du jour étant définie comme le temps nécessaire pour que la Terre effectue un tour complet sur elle-même), environ en 4 de nos minutes de temps (en effet: 1 jour = 24×60 min soit 1440 min et $1/360$ de cette valeur équivaut à 4 min). Autrement dit, Ulugh Beg disposait avec ce second mur-quadrant d'un "étalon de temps". Et du coup, l'observatoire pouvait fonctionner aussi comme un ... "chronomètre", notamment afin d'étalonner d'autres instruments voués à la mesure du temps (... celui qui passe).

5. Discussion succincte et perspectives

Caractère innovant de ces résultats. L'ensemble de ces résultats, et le dernier en particulier, étaient inattendus. Ils devront certes être affinés et discutés car jusque-là, le sujet n'avait pas été abordé comme nous l'avons fait – simplement –, sans doute parce que l'on ne s'était pas suffisamment penché sur les banales mesures des éléments subsistants mis au jour par l'archéologue et sur la signification de ces mesures. Fort heureusement il fallut le faire pour construire une maquette "intelligente" de l'observatoire (Vidal et Coursaut, 2012).

Héliocentrisme. Indépendamment de reproches politico-religieux qui étaient faits à Ulugh Beg par ceux – civils et religieux



– qui convoitaient le pouvoir à Samarcande, on doit peut-être aussi se demander si d'un point de vue philosophique, l'équipe d'astronomes n'était pas en train de toucher au sujet tabou de l'Héliocentrisme en réunissant des preuves expérimentales de la rotation de la Terre sur elle-même et autour du soleil. Cette partie de l'histoire, inconnue évidemment, sera à écrire.

Ali Quchtchi, sauveur du zij. On sait aussi que l'équipe des chercheurs de l'observatoire fut dissoute après l'assassinat d'Ulugh Beg (Starr, 2013). L'un d'eux, Ali Quchtchi (1403-1474), qui était un proche collaborateur d'Ulugh Beg, fut contraint de quitter Samarcande pour Tabriz mais comme cela ne suffisait pas, il dut, à la tête d'une caravane de deux cents personnes (Aminov, 2014)^{2,3}, membres de sa famille pour la plupart, prolonger sa fuite jusqu'à Constantinople. Il emportait dans ses bagages le précieux manuscrit des tables sultaniennes (zij-i gurgani). Sa spécialité? Précisément, le problème de la rotation de la Terre ...



6. Bilan

Ulugh Beg, un très grand nom de l'histoire des sciences (Fig. 13). Au-delà de sa passionnante dimension scientifique, ce travail avait pour objet de rendre hommage à Ulugh Beg et à son équipe, dont l'œuvre fut trop longtemps ignorée ou sous-estimée. Hommage pour sa capacité à créer et animer, dans un

Fig. 13 Samarcande. Statue d'Ulugh Beg (1394-1449 ap. J.C.) à l'entrée du nouveau musée de l'observatoire, édifié en 2010-2011 (Ph. P. Lamarque, mai 2012).

² L'étude correspondante s'inscrit dans un programme en coopération du réseau européen "Sciences et patrimoine (PACT)" (qui a en France, le statut légal d'association de type 1901) avec des pays d'Asie centrale (Schvoerer, 2004), sur le thème général "Valorisation du patrimoine culturel grâce à des stratégies de prévention, sauvegarde et conservation contre les risques majeurs".

³ En Ouzbékistan, le partenariat fut engagé en 1998 avec le Professeur Anatole Sagdullaev de Tachkent, deux chercheurs de son équipe, Babour Aminov et Nabi Kouchvaktov ainsi que les Professeurs Abdulhamid Anarbaev et Temur Shirinov de Samarcande. Il a longtemps privilégié la sauvegarde et la conservation du palais de Timour, l'Ak Saray, à Shahrissabz (Ollagnier et al., 2009). Dans cet article c'est d'un génial savoir-faire perdu mais, nous le pensons, retrouvé! qu'il s'agissait, celui d'Ulugh Beg, le prince astronome.



contexte socio-politique manifestement hostile, un institut de recherche et de formation. Également pour sa vie si brève et sa fin tragique. Enfin, parce que ses tables sont d'inestimables sources documentaires pour l'humanité, nous estimons qu'il peut dignement figurer parmi les génies et les grands penseurs de l'Asie centrale médiévale.

Remerciements

Nous remercions pour leur aide scientifique, technique, financière ou administrative, nos ambassades respectives à Paris et Tachkent et en remontant le temps: l'association Jalle Astronomie, l'Université du temps libre (Bordeaux), le Ministère ouzbek de la Culture, le Ministère français des Affaires Étrangères, le Conseil général de Dordogne, le Conseil régional d'Aquitaine, la Commission européenne (Agence INTAS), quatre entreprises d'Aquitaine (SOCRA, CESA, Calado et Gardelle), les bureaux de l'Unesco à Tachkent, Paris (Section du patrimoine mondial) et Bruxelles (auprès de l'UE), ainsi que le Centre de recherche créé par l'un d'entre nous (M.S.) (CRP2A, UMR 5060, Université Bordeaux Montaigne et CNRS). L'étude présente a bénéficié du concours de: M. Jamshid Mutalov, Conseiller culturel de l'ambassade d'Ouzbékistan à Paris; M. Khonkul Samarov, directeur du musée Ulugh Beg de Samarcande; Mmes Claude Ney (CNRS, UMR 5060, Bordeaux), Tamila Abdullaeva, Marie-Thérèse Nuyts, MM. Babour Aminov, Abdul Malik Muminov (traductions Français-Russe) et Patrick Lamarque (photographies).



Repères bibliographiques

- AMINOV B., 2014. Communication privée (Tachkent).
- GAUTIER A., 2008. *L'observatoire du prince Ulugh Beg*. L'Astronomie, p. 28-29
- MIELI A., 1938. *La science arabe et son rôle dans l'évolution scientifique mondiale*. Leiden, E.J. Brill, p. 151.
- OLLAGNIER C., SCHVOERER M., LEVI-STRAUSS L., KUCHVAKTOV N., AMINOV B. ET CILIA E., 2009. *Musée virtuel de la culture timouride*. <http://www.culture-timouride.com/>
- SCHVOERER M., 2004. *Quarante jours sur les routes de la soie: à propos d'étapes majeures en Afghanistan et en Iran*. Commission européenne. Rapport – Action Pact-Timour "INTAS – IA – 2000 - 03", 94 p.
- SEDILLOT L.P.E.A., 1839. *Tables astronomiques d'Oloug Beg*, commentées et publiées avec le texte en regard. T. I, "fascicule 1", Paris.
- SEDILLOT L.P.E.A., 1853. *Prolégomènes des Tables astronomiques d'Oloug Beg. Traduction et commentaire*. Paris, Didot.
- TOMER G.J., 1998. *Ptolemy's Almagest*. Princeton University Press.
- STARR S.F., 2013. *Lost Enlightenment: Central Asia's Golden Age from the Arab Conquest to Tamerlan*. Princeton University Press, p. 488.
- VIDAL M. ET COURSAULT J.D., 2012, *An accurate measuring process of the sun declination with the quadrant of the Samarqand Observatory*, Jalle-Astronomie Association – <http://www.jalle-astro.fr>
- VYATKIN V.L., 1909. Documents exposés dans les vitrines du musée de l'observatoire à Samarcande, relatifs aux fouilles archéologiques du site où ont été mis au jour les murs-quadrants.