



Selon les récits historiques, la bibliothèque d'Alexandrie fut détruite en 642 par les troupes musulmanes. La seule certitude est qu'aucune trace matérielle n'a été, à ce jour, identifiée ou retrouvée. Mais au cours des siècles, les astronomes arabes, riches des rouleaux de papyrus (de la bibliothèque) en leur possession, vont non seulement traduire les textes grecs mais en fournir une critique très détaillée. Les savants arabes les étudient abondamment, en particulier l'Almageste, et pointent les faiblesses et les « bricolages » du modèle grec.

L'essor de cette astronomie, empirique, bénéficiant des apports indiens, perses et grecs antérieurs, n'a pu se développer [entre 700 et 1500 de notre ère] que par l'impulsion de différents facteurs tels que :

- Le désir de connaître le monde environnant
- Se repérer dans le désert
- Les pratiques religieuses propres à l'Islam : problème de calendrier- Direction de la Mecque – détermination du début du Ramadan
- Détermination des heures de prière (avec la durée du jour qui varie selon les saisons)
- Le désir de connaître l'avenir : l'astrologie ayant joué un certain rôle dans le développement de cette science
- La proximité des pays musulmans avec le monde de l'Antiquité classique
- Le syncrétisme philosophique pour mettre en commun des traditions scientifiques différentes, venant de pays, de cultures et de religions différents, dans une langue scientifique commune : la langue arabe
- Le mécénat des Califes



En Europe, entre l'époque de Ptolémée et celle de Copernic, une période de plus de mille ans, l'astronomie ne connaît pas de développement notable. Par contre dans le monde islamique, d'importants progrès vont se produire, entre le IX<sup>ème</sup> et le XI<sup>ème</sup> siècle, tant dans les outils mathématiques de l'astronomie que dans l'observation du Ciel.

A la différence des astronomes grecs, les astronomes arabes s'efforçaient d'adapter les mathématiques au monde qui les entoure. Cette exigence et les travaux qui en ont découlé font que l'on a pu qualifier leurs réalisations de « Révolution de l'Ecole de MARAGHA » mieux nommée école orientale : al-Tusi, al-Shatir, les élèves d'Ulugh Beg.

Maragha est une ville du Nord-Ouest de l'Iran (Perse occidentale). Elle fut la capitale d'été de Hülugü (Petit-fils de Gengis Khan) qui y fit construire un observatoire où l'astronome Nasr Eddi Tusi réalisa des tables extrêmement précises du mouvement des planètes.

A Maragha se développa une école de pensée : recherche de cohérence – observations empiriques – solutions mathématiques : par exemple celle qui permet de traduire un mouvement linéaire avec une combinaison de cercles [AL EDDIN TUSI].



Cet Age d'Or de l'astronomie musulmane va commencer sous le règne de grands Califes :

**Entre 813 et 833 – Le Calife AL RASHID** puis son fils **AL MAMUN**, vont fonder la plus grande bibliothèque depuis celle d'Alexandrie « La Maison de la Sagesse » et établir en 829 le premier observatoire astronomique permanent du monde.

**AL KHWARIZMI dit ALGORISMUS** : emprunte aux Hindous la notation des chiffres dans le système décimal. Invente les fractions, les racines carrées, l'algorithme, l'algèbre, l'inconnue notée **X**. Ecrit le premier livre d'algèbre. Un ouvrage astronomique 100% arabe.

**AL- FARGHANI [805–880]** : Astronome persan : écrit « Les éléments astronomiques » et deux ouvrages sur les cadrans solaires et l'astrolabe. Il calcule la circonférence de la Terre et estime son diamètre à 10500km. Il avance une idée nouvelle : la précession doit affecter la position des planètes.

**AL SOUFI ou AZOPHI [903–986]** : Astronome persan, il traduit de nombreux ouvrages grecs, en particulier « l'Almageste ». Dessine les constellations, améliore la magnitude des étoiles. Dessine une première représentation de la Galaxie d'Andromède. Il découvre le Grand Nuage de Magellan, visible au Yémen mais pas à Ispahan : Magellan fut le premier européen à le contempler au cours de son voyage au XVI<sup>ème</sup> siècle. En 964, Al Soufi publie son fameux livre « *Livre des Etoiles Fixes* ».

**AL BATTANI [850 – 929]** : Astronome et mathématicien du sud-est de l'Anatolie [Turquie] a écrit « Le Livre des Tables Sabéennes », œuvre majeure traduite en latin qui a considérablement influencé l'astronomie européenne. Il a découvert le mouvement de l'apogée du Soleil, calculé les valeurs de la précession des équinoxes, calculé l'inclinaison de l'axe de la Terre, détermine la durée de l'année solaire et a créé, en mathématique, plusieurs formules trigonométriques. Il rédige un catalogue de 489 étoiles.

**AL KHUJANDI – [940–1000]** Astronome perse– Il aida à construire un observatoire à Ray près de Téhéran. Il a également construit un gigantesque sextant.

**IBN AL HAYTAH – [965 – 1039]** : Mathématicien, Physicien, Philosophe d'origine perse. Il s'illustre dans le domaine de l'optique. Il mit 6 ans à écrire son traité d'optique. Peu de ses ouvrages ont survécu jusqu'à nos jours quelques-uns le furent grâce à leur traduction latine.

**AL BIRUNI [973 – 1048]** : érudit perse. Mathématicien, astronome, physicien, encyclopédiste, philosophe, astrologue, voyageur, historien, pharmacologue Il étudia les mathématiques et l'astronomie sous Abu Nasr Mansur. A 17 ans il calcule la latitude de sa ville.

**ALI IBN RIDWAN – [988 – 1061]** : Médecin – astrologue – astronome égyptien. Il est célèbre pour son observation détaillée d'une supernova connue sous le nom de SN 1006.

**AL ZARQUALI dit ARZACHEL [1029-1087]**



L'instrument qui porte son nom « Le SHAFIAH d'ARZACHEL » montre que cet observateur était initié à la partie mécanique de la science.

On voit par cet instrument, dont la [Bibliothèque nationale](#) de Paris possède un modèle, qu'Arzachel faisait tourner le centre de l'excentrique dans un petit cercle pour expliquer la différence qu'il trouvait entre l'excentricité du Soleil et celle qu'indiquait [Albategni](#) [ou AL BATTANI]

C'est un astronome juif de Tolède, auteur des Tables Tolétanes, calculées pour le Méridien de Tolède et ont servi de base pour les Tables Alphonsines.

**OMAR KHAYYAM [1048-1131]** Savant persan, mathématicien et astronome, il fut considéré comme « l'un des plus grands mathématiciens du Moyen-âge » Mais ses travaux algébriques ne furent connus en Europe qu'au XIX<sup>ème</sup> siècle. Il fut Directeur de l'Observatoire d'Ispahan.



## **LES OBSERVATOIRES**

**MARAGHA** : 1259 – Edifié par AL-TUSI [1201-1274] : pour établir de modèles planétaires et comprendre leurs mouvements.

**SAMARKAND** : 1420-



Vestige du sextant – Observatoire d'Ulugh Beg .L'instrument d'astronomie le plus important de l'observatoire était un sextant, le plus grand instrument de mesure méridienne jamais construit, orienté selon le méridien, qui permettait de mesurer la position des astres au dessus de l'horizon et leur passage au méridien. (Rousseau, 2009). Le sextant avait un diamètre global de 84m. La partie utile était un arc de cercle gradué.

L'observatoire astronomique d'Ulugh Beg est un observatoire édifié au début du XV<sup>e</sup> siècle à Samarcande par le gouverneur de cette ville, le prince-astronome Ulugh Beg. Le vrai nom d'Ulugh Beg est Muhammad Tārāghay. Il est le petit-fils de Tamerlan. Le nom d'« Ulugh Beg » sous lequel il est connu, même de son vivant, signifie « Grand Prince » ; il est porté par Tamerlan lui-même



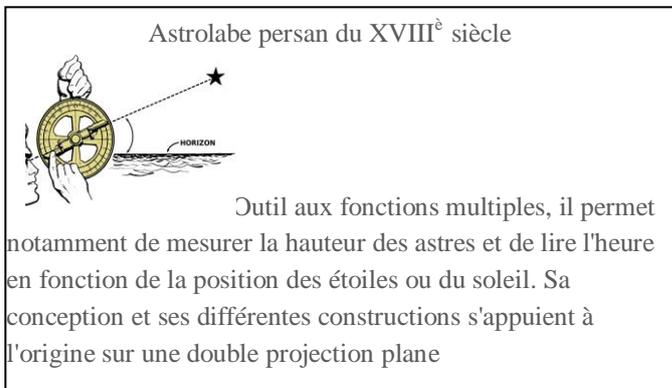
## ISTAMB UL



L'**Observatoire d'Istanbul** était l'un des derniers grands observatoires astronomiques jamais construits dans le monde musulman. Cet observatoire a été détruit après deux ou trois ans d'activité.

En 1574, Murad III devient le nouveau sultan de l'Empire ottoman. L'astronome officiel de l'empire, Taqi al-Din, présente au Sultan un mémoire justifiant la construction d'un observatoire astronomique à Istanbul pour mettre à jour les tables existantes. Le sultan accepte, et fait construire l'observatoire qui sera terminé en 1577. Peinture représentant des scientifiques travaillant à l'observatoire

## LES APPAREILS PERFECTONES par les ARABES



**L'ASTROLABE ou ALMICANTARAT**: le premier a été créé par Hipparque.

Arzachel construit le premier astrolabe universel au II<sup>ème</sup> siècle.

Al-SUFI propose un astrolabe avec un Soleil au centre.

### ASTROLABE SPHERIQUE ou SPHERE ARMILLAIRE



Ce type de sphère, avec un système de visée, a servi à déterminer les coordonnées célestes des astres à l'époque de l'astronomie pré-télescopique. Née dans l'Antiquité, elle disparaît pratiquement à la fin de la Renaissance dans les pays occidentaux. Un des derniers utilisateurs de ce type d'instrument est l'astronome Tycho Brahe (1546 - 1601). Ce dernier - comme ses prédécesseurs - dans la description de ses instruments, parle d'armilles et non de sphère armillaire.

### LES CADRANS SOLAIRES

Les musulmans apportèrent une importante contribution à la théorie des cadrans solaires venue de leurs prédécesseurs indiens et grecs. C'est Al-Kwarizmi qui rédigea les premières tables permettant leur fabrication et leur lecture simple. Ils donnaient les heures de prières lorsqu'ils étaient placés au fronton des mosquées. Leur gros défaut était de marquer des heures inégales, variables selon la saison. Sur le cadran, le jour était divisé en 12 segments égaux, ce qui impliquait des jours plus courts en hiver, et plus longs en été. Al-Shâtir innova en 1371 en remarquant que si le style du cadran est parallèle à l'axe des pôles, les heures sont égales tout au long de l'année. Ce concept sera exporté en occident en 1446.



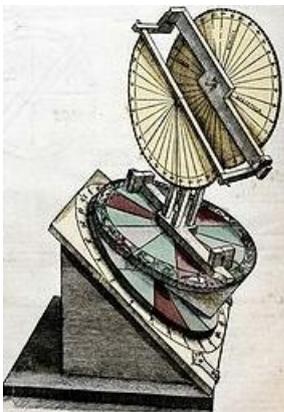
## HORLOGES ASTRONOMIQUES



Miniature du XIV<sup>ème</sup> siècle représentant un horloger effectuant une mesure à l'aide d'un compas. Les astronomes et ingénieurs musulmans contemporains construisent de nombreuses horloges astronomiques très précises pour leurs observatoires, comme le château-horloge (une horloge astronomique hydraulique). Même s'il ne s'agit pas d'une horloge dans le sens traditionnel du terme, la [Machine d'Anticythère](#) en Grèce, au II<sup>e</sup> siècle av. J.-C., est capable de calculer les positions du soleil, de la lune et des étoiles à l'aide d'un jeu complexe d'engrenages ..

L'astronomie arabe bénéficia de la compétence technique des horlogers arabes pour la construction d'horloges astronomiques à eau. On trouve ainsi des témoignages du XIV<sup>e</sup> siècle décrivant des horloges astronomiques de grande complexité. Al-Biruni décrit ainsi un calendrier mécanique, on a trace de l'existence d'une horloge astronomique sur la mosquée de Fez. Il est rapporté qu'Ibn al-Shatir possédait un astrolabe à engrenage. Il existe également un astrolabe complété par un calendrier lune-soleil mu par engrenages, œuvre du XIII<sup>e</sup> siècle.

## LES CALCULATEURS



LE TORQUETUM

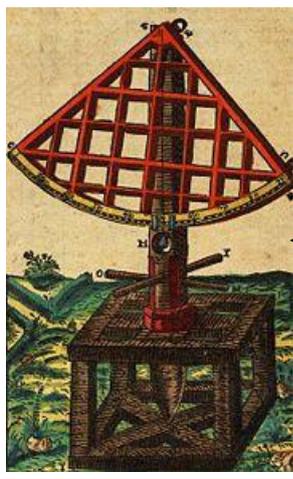
Des « calculateurs » analogiques firent leur apparition, comme celui d'Arzachel en 1015, ainsi que les premiers planisphères du ciel, proposés par Al-Biruni au 11<sup>ème</sup> siècle.

C'est ce même Al-Biruni qui inventera le calendrier luni-solaire perpétuel à engrenages.

Gerber, vers 1000-1150, inventa le «Torquetum» (ou turquet), instrument d'observation et calculateur analogique. Il permettait de relever la position des astres, et de les convertir en coordonnées horizontales, écliptiques et équatoriales.

Al-Kashi inventa au 15<sup>ème</sup> siècle la « Plaque des conjonctions », calculateur des dates des conjonctions planétaires.

## LES QUADRANTS



Les arabes mirent au point d'innombrables quadrants dont le spécialiste et précurseur était Al-Khwarizmi. Il imagina le quadrant à sinus qui servait aux calculs astronomiques, le quadrant horaire qui donnait l'heure par l'observation des astres à une latitude déterminée, le quadrant Vetus qui servait à trouver les heures des prières à toutes les latitudes.

*Quadrant inventé par Al-Khwarizmi, peint par Tycho Brahé*

### Autres Instruments :

#### L'ALIDADE

Le COMPENDIUM était une fusion d'une alidade et d'un cadran solaire

La boussole à aiguille aimantée aurait fait son apparition en 1282 dans un traité d'astronomie du sultan Al-Ashraf

Plusieurs noms d'étoiles, utilisés encore de nos jours, nous viennent des arabes, comme par exemple : · Algol · Aldébaran · Algenib · Alioth · Alnitak · Altaïr · Albireo · Alcor · Bételgeuse · Dubhe · Dénébola · El Nath · Enif · Caph- · Dénéb · Formalhaut · Megrez · Merak · Mirfak · Mizar · Phecda · Rigel · Saïf · Véga .

D'autres mots du domaine de l'astronomie sont également d'origine arabe :

Algèbre : du nom de l'ouvrage de Al-Khwarizmi.

Algorithmes : déformation du nom de Al-Khwarizmi.

Azimut et zénith ont la même racine arabe signifiant direction.

Nadir : vient de nazir, signifiant opposé.

Mais la plupart des mots du langage astronomique est d'origine grecque ou latine.



Les arabes sont le chaînon manquant (occidental) entre les grecs et la renaissance. Ils ont appris beaucoup des anciens grecs, puis ont critiqué certains de leurs acquis, les ont améliorés.

Mais, pour des raisons religieuses, ils n'ont jamais vraiment admis que le centre du monde pouvait ne pas être la Terre, ce qui a limité leurs progrès.

Copernic, Galilée et les autres, en occident, se sont à leur tour inspirés des arabes pour conduire cette révolution de l'esprit qu'est l'adoption du mouvement de la Terre.