

## Table des matières

<b>1 Avant l'avènement des instruments d'optique</b>	<b>1</b>
1.1 A l'origine des observations . . . . .	1
1.2 Les premiers relevés . . . . .	2
1.3 Les premières mesures, les premières théories astronomiques . . . . .	4
1.4 Les instruments de visée . . . . .	6
<b>2 Pour gagner en précision : il faut construire grand!</b>	<b>7</b>
2.1 les grands observatoires . . . . .	7
2.2 Les instruments de Copernic . . . . .	9
2.3 Les éphémérides . . . . .	11
2.4 Tycho Brahé, un observateur inégalé jusque là . . . . .	12
<b>3 Les instruments d'optique</b>	<b>15</b>
3.1 la lunette de Galilée-1609 . . . . .	15
3.2 Le télescope de Newton-1672 . . . . .	15
3.3 les observatoires royaux en Europe . . . . .	16
<b>4 les missions et les instruments de l'observatoire de Lyon</b>	<b>17</b>
4.1 Historique rapide . . . . .	17
4.2 L'équatorial coudé . . . . .	17
4.3 La lunette méridienne . . . . .	18
<b>5 Bibliographie et netographie</b>	<b>18</b>

## 1 Avant l'avènement des instruments d'optique

### 1.1 A l'origine des observations

Sans aucun instrument... des faits évidents :



(Grotte de Saint-Nazaire en Royans, 12000 ans avant notre ère)

- Alternance jour/nuit
- Alternance des saisons
- Les phases de la lune
- Les éclipses de Soleil, de Lune

Avec une observation plus suivie :

- Permanence, régularité de la sphère des étoiles fixes.
- La trajectoire du soleil.
- Les irrégularités de la Lune
- les “mers” de la Lune
- Les astres errants : les cinq planètes connues ( Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne.)

Il est assez facile de voir que les planètes se déplacent dans une mince bande du ciel. Vénus et Mercure du soir et du matin n'ont pas immédiatement été assimilés à un astre unique. Mars qui semble s'arrêter sur sa trajectoire, rebrousser chemin puis de nouveau ralentir, s'arrêter et repartir vers l'avant est très facilement repérable.

On observe pour :

- se rassurer
- établir un calendrier : calendrier lunaire pour les mésopotamiens
- faire des prédictions : astrologie

## 1.2 Les premiers relevés

Toutes les civilisations ont repéré des astérismes dans le ciel.

Les chinois ont fait très tôt des relevés systématiques avec l'objectif de dresser un calendrier luni-solaire avec prédictions des événements importants pour l'empereur.

La voûte céleste tourne autour d'un axe pointant vers le pôle boréal.

Les étoiles sont repérées par leur déclinaison depuis le pôle Nord.

Les mésopotamiens sont à l'origine des constellations du zodiaque : repère d'astérismes dans une bande de ciel autour de l'écliptique.

Certaines des constellations identifiées par les mésopotamiens se retrouvent dans les constellations du zodiaque que nous connaissons : Verseau, Poissons, Cancer, Lion Sagittaire.

Observateurs méthodiques qui ont établi des éphémérides : prédiction de la position future du Soleil, de la Lune et des planètes.

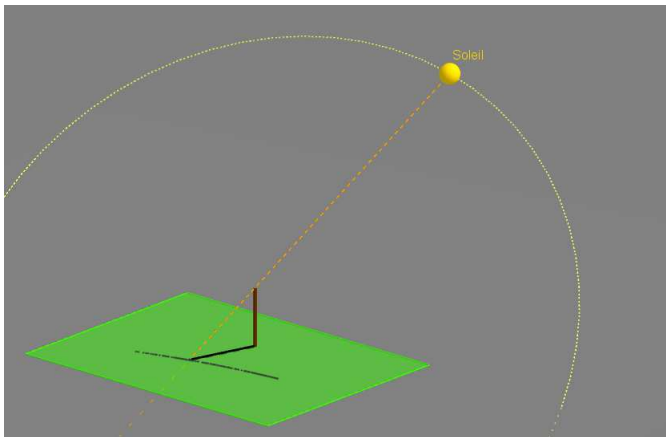
Rendu possible par des connaissances mathématiques en particulier sur les distances angulaires (trigonométrie).

On dispose de tablettes de cunéiformes attestant de ces observations.



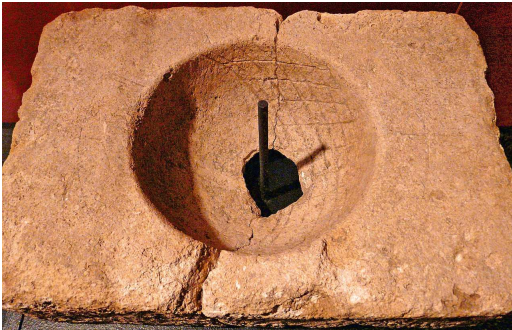
La tablette Ammi-saduqa (British Museum)  
Table des levers et couchers héliaques de Vénus sur une période de 21 ans.

- l'observation des ombres.
- Le gnomon.



Il s'agit d'une tige plantée verticalement sur une surface plane. On observe l'ombre. L'ombre la plus courte de la journée correspond à l'instant du passage du Soleil au méridien Sud. C'est le midi local. L'ombre la plus courte de l'année indique le solstice d'été. L'ombre la plus longue de l'année indique le solstice d'hiver.

- Le polos ou scaphé

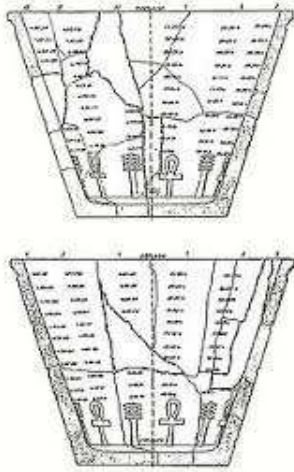


C'est un instrument mésopotamien. Il est composé d'une demi-sphère creuse dont la concavité est tournée vers le ciel. Le sommet d'une tige placée verticalement dans la demi sphère est exactement le centre de cette demi sphère.

On peut ainsi visualiser le mouvement diurne du soleil ainsi que la variation de déclinaison.

Ci-contre réplique d'un polos grec (musée Clément Sels Neuss)

— la mesure du temps



La clepsydre est un simple bol gradué dans lequel l'eau s'écoule d'un réservoir.  
Les grecs perfectionnent le dispositif pour obtenir un débit d'eau constant.

### 1.3 Les premières mesures, les premières théories astronomiques

Les observations s'accumulent...

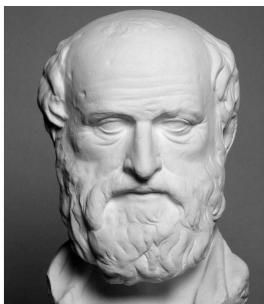
-430 : Méton étudie les phases de la Lune et affirme qu'il y a exactement 235 lunaisons en 19 ans (cycle de Méton).

Vers -400 : les sphères d'Eudoxe de Cnide

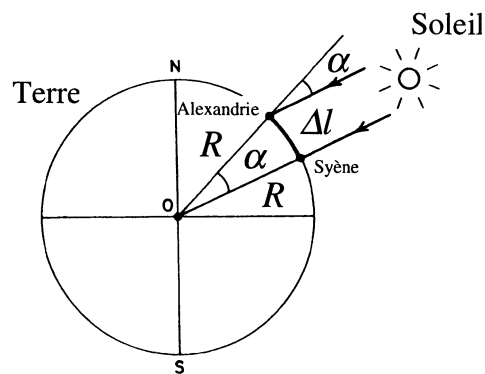
le système solaire est composé de planètes sphériques, dont le Soleil, décrivant des trajectoires circulaires autour de la Terre immobile, centre du monde.

Les Grecs, sous l'influence de Platon adoptent une explication de l'Univers : La Terre est au centre, et autour d'elle tournent les planètes dans un mouvement circulaire.

Vers -250 : , .



Ératosthène de Cyrène (-284 / -193)



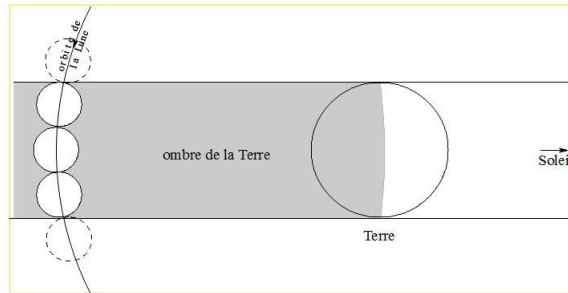
première mesure du rayon terrestre

-240 : Première observation avérée de la comète de Halley par des astronomes chinois.

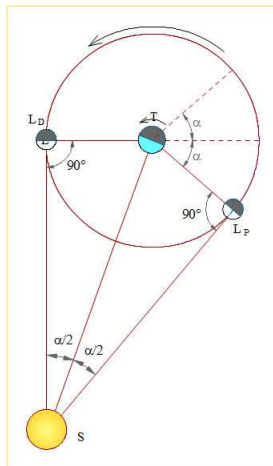
# Astronomie : les instruments pour sonder l'Univers

## Une histoire brève et partielle de l'observation en astronomie

Vers -240 : Aristarque de Samos, (-310 / -230)

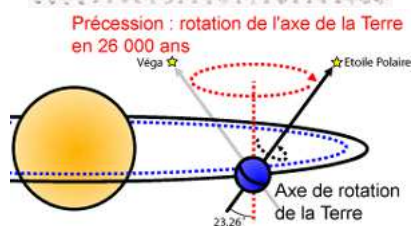


Evaluation du diamètre de la Lune en observant des éclipses de Lune



Evaluation du rapport des distances Terre-Lune, Terre Soleil

-130 : Hipparque



Crédit : Astrophysique sur Mesure / Jean-Eudes Arlot et Gilles Bessou

- premier catalogue d'étoiles avec classement par luminosité décroissante de I à VI.
- détermination de la distance Terre-Lune,
- mesure précise de la révolution de la Lune,
- explication des éclipses,
- détermination de l'inclinaison de la Terre sur l'écliptique,
- la précession des équinoxes,
- la sphère armillaire

-28 : Première mention connue de l'observation de taches solaires en Chine.

Mais les observations ne sont pas en accord avec la théorie : en particulier la variation d'éclat des planètes.

Des théories alternatives suggèrent un modèle avec le Soleil au centre : Héraclide du Pont (388-312 av. J.C.), Aristarque.

Un argument contre l'héliocentrisme : on n'observe pas de déformation des constellations au cours de l'année. (parallaxe)

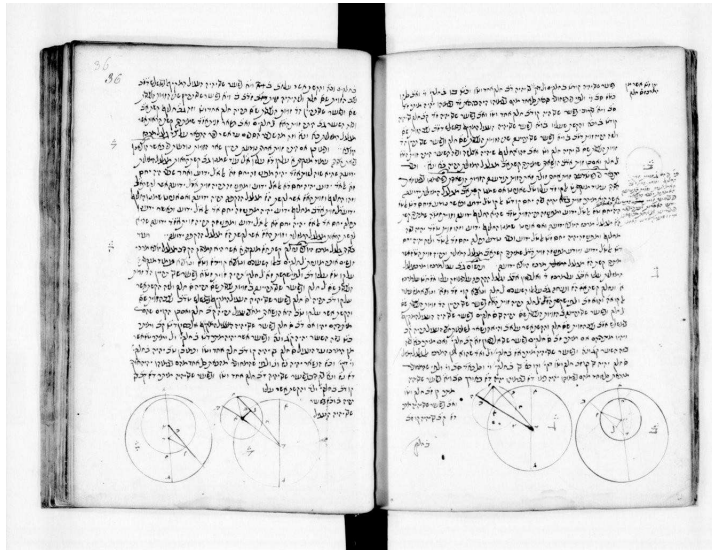
Aristarque répond : on n'observe "pas d'effet de parallaxe parce que le rayon de la sphère des fixes est très grand".

# Astronomie : les instruments pour sonder l'Univers

## Une histoire brève et partielle de l'observation en astronomie

Les observations s'accumulent : les théories planétaires se complexifient pour s'adapter aux observations.

Vers 150 : Claude Ptolémée l'Almageste (ou la composition mathématique)



Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

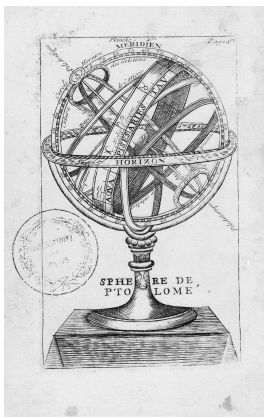
BNF/Gallica

- 13 livres
- Livres I et II, Ptolémée présente et justifie des postulats fondamentaux de l'astronomie, pose les bases de la trigonométrie, expose une théorie des climats.
- Livre III : traite du soleil (définition de l'année solaire, mouvements)
- livres IV à VII : étude de la Lune (périodes lunaires, mouvements, diamètre, prédictions d'éclipses, )
- livre VIII : un catalogue de plus d'un millier de corps célestes référencés par leur magnitude, leur mouvement.
- Les derniers livres traitent des planètes. ( retrogradations; astrolabe)

### 1.4 Les instruments de visée

Les instruments d'observation disponibles resteront les mêmes jusqu'à l'utilisation des instruments d'optique

- La sphère armillaire .



Une description géocentrique de l'univers.  
Décrit par Ptolémée dans l'Almageste.  
Permet d'expliquer les mouvements apparents des astres  
Permet la mesure de la latitude du lieu, d'écarts angulaires entre des astres, la détermination des levers et couchers d'astres.

BNF/Gallica Illustrations de l'Usage des globes célestes et terrestres et des sphères suivant

les différents systèmes du monde; Bion, Nicolas (1652-1733).

- le quadrant de Ptolémée
- le triquetrum de Ptolémée

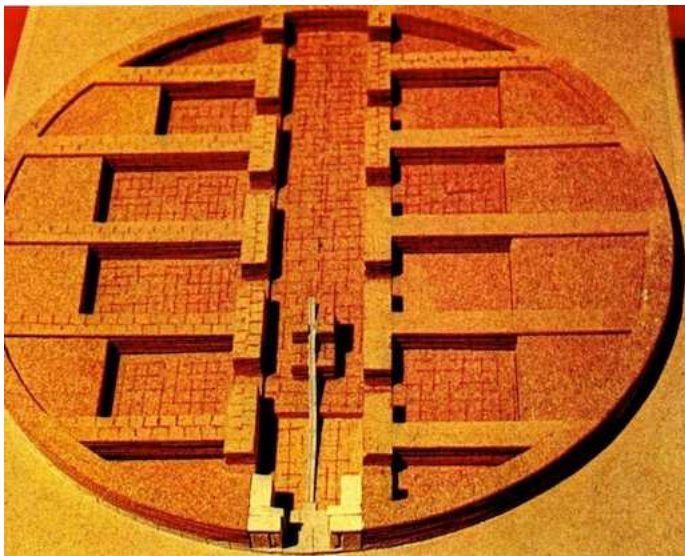




## 2 Pour gagner en précision : il faut construire grand!

### 2.1 les grands observatoires

— Maragwah (Iran) Nasir al-Din Tusi (1201-1274)



— Samarkand( Ouzbekistan)  
— Jantar Mantar, Jaipur  
Fin de l'époque Moghole XVIII s.  
Essentiellement des cadrans solaires.

Ulugh Beg (1394-1449)  
Création de l'observatoire de Samarkand en  
1420.



Sextant de 40 m de rayon.

1 degré=70,2cm

Graduation tous les 11,2 mm soit une  
précision de la minute d'arc.

1 mm représente 5 secondes d'arc



© Department of Arts, Literature and Culture, Government of Rajasthan





## 2.2 Les instruments de Copernic

Copernic(1473-1543)



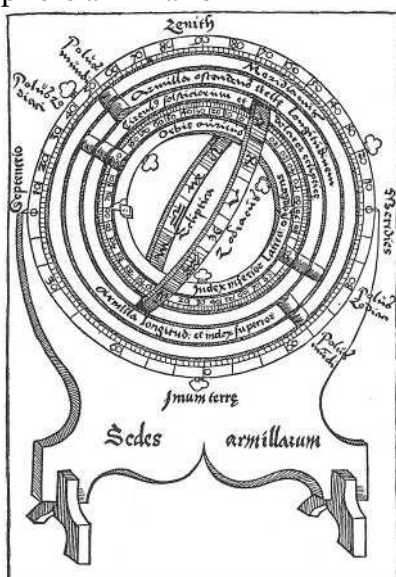
Jan Matejko (1873) peinture sur toile 225cm × 315cm Collegium Novum, Jagiellonian University

— Le quadrant de Copernic.



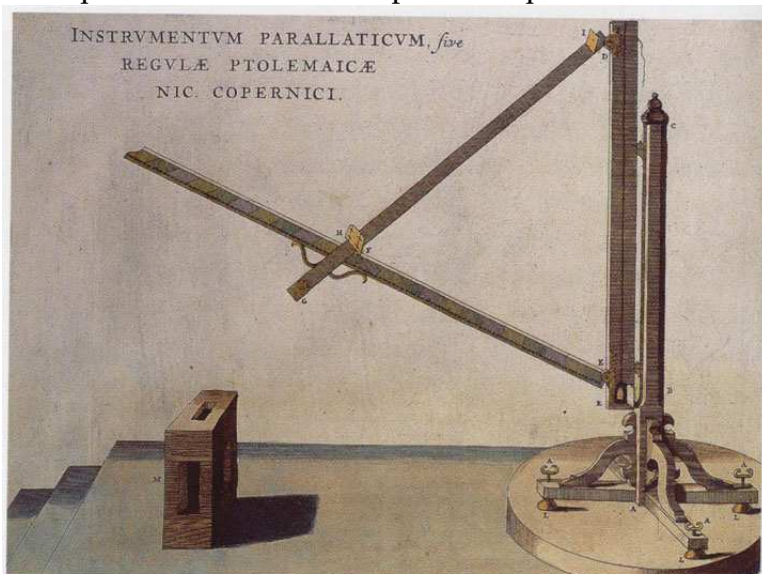
quart de cercle permettant de mesurer l'inclinaison du plan de l'écliptique par rapport à l'équateur céleste

— La sphère armillaire



sphère armillaire permettant la détermination des latitudes et longitudes écliptiques des étoiles et des planètes.

— Le triquetrum ou instrument parallaxique



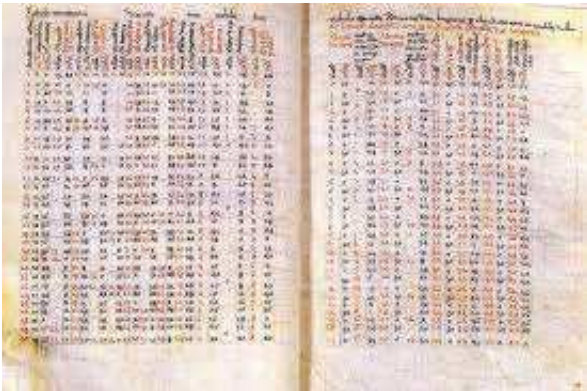
Le triquetrum mesure la distance zénitale des astres.

<http://copernicus.torun.pl/en/science/astronomy/5/>

### 2.3 Les éphémérides

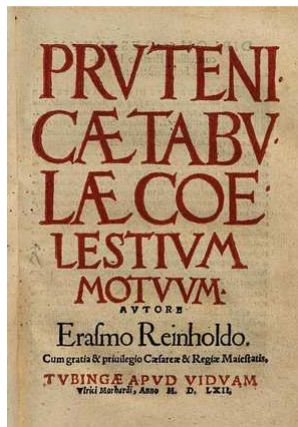
Les éphémérides sont des tables astronomiques qui donnent la position des astres à une date donnée. Des tables très précises ont été établies par Al Tusi, Ulugh Beg...

— 1272 : les "Tables Alphonsines"



1272 : parution des "Tables Alphonsines" ( réalisées sur l'ordre du roi d'Espagne Alphonse X de Castille) Groupe d'astronomes de Tolède à partir des travaux et des calculs des astronomes islamiques.

— 1551 : les tables pruténiques.



Erasmus Reinhold (22 octobre 1511-19 février 1553) utilise le système de Copernic pour ses calculs. astronome et mathématicien allemand. Soutien financier du Duc de Brandebourg

— 1627 : tables rodolphines



Kepler à partir des observations de Tycho Brahe utilise les lois qu'il a établies . Ses calculs sont facilités par les recours aux logarithmes.



## 2.4 Tycho Brahé, un observateur inégalé jusque là

Tycho Brahe( 1546-1601)

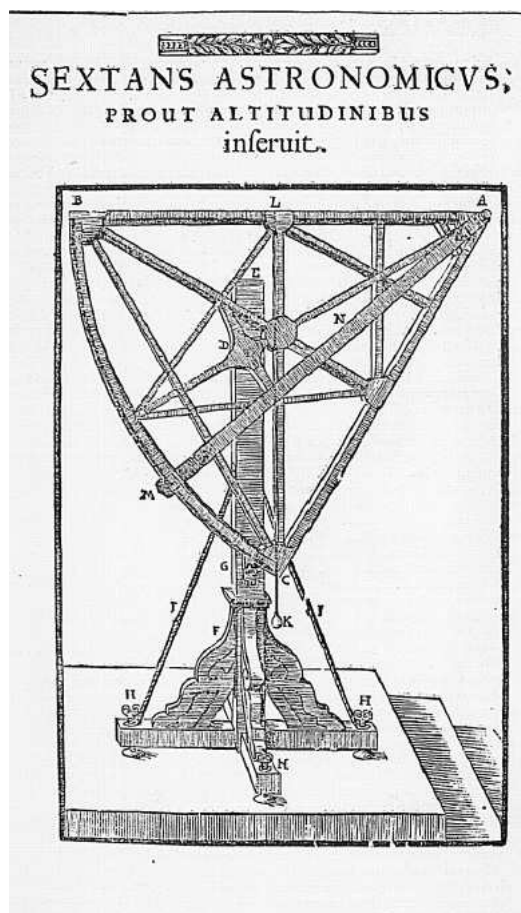


En 1563 ( il a 17 ans), à l'occasion d'un rapprochement Jupiter Saturne, il met en évidence des écarts entre les tables alphonsines et ses observations .





Tycho Brahe : Astronomiae instauratae Mechanica. (BNF/Gallica)



Tycho Brahe : Astronomiae instauratae Mechanica. (BNF/Gallica)

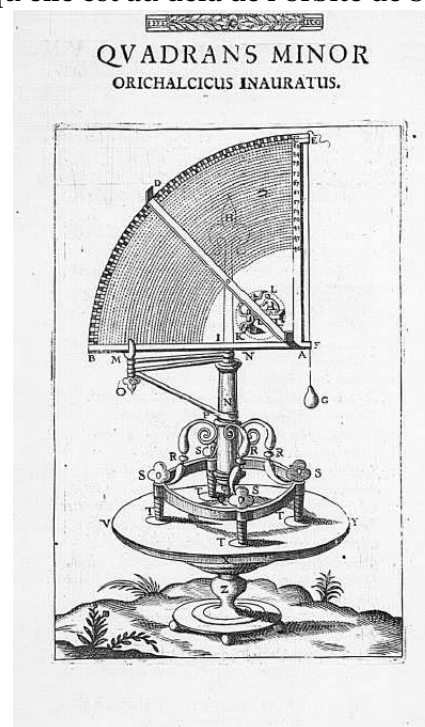
En 1572, il observe avec un sextant la super-nova de 1572. Elle n' a pas de parallaxe mesurable. Tycho Brahe en déduit qu'elle est au delà de l'orbite de Saturne.



comète de 1577 observée à Prague ,Tycho Brahe : Astronomiae instauratae Mechanica. (BNF/Gallica)

Depuis Uraniborg, il mesure la parallaxe de la grande comète de 1577. Il peut conclure qu'elle est au delà de l'orbite de la Lune.

Le dogme de l'immuabilité de l'Univers est bousculé

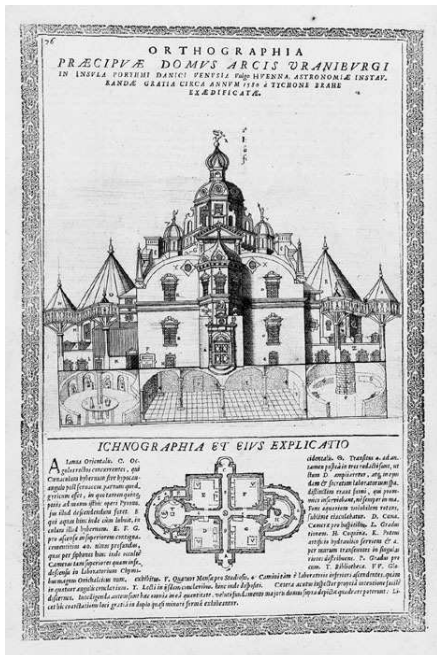


Tycho Brahe : Astronomiae instauratae Mechanica. (BNF/Gallica)

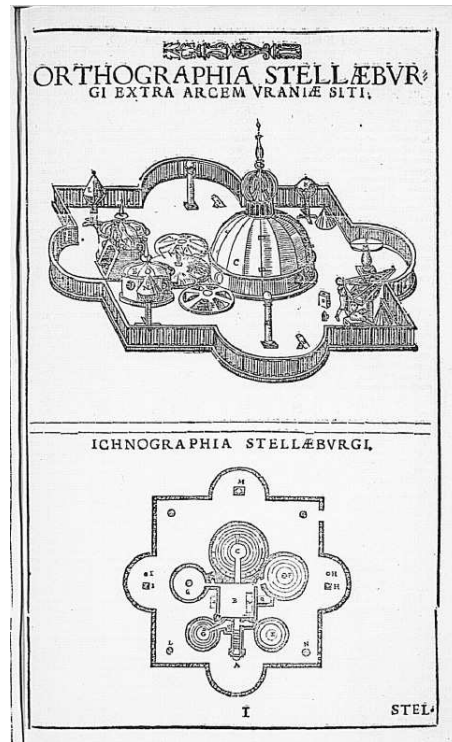
# Astronomie : les instruments pour sonder l'Univers

## Une histoire brève et partielle de l'observation en astronomie

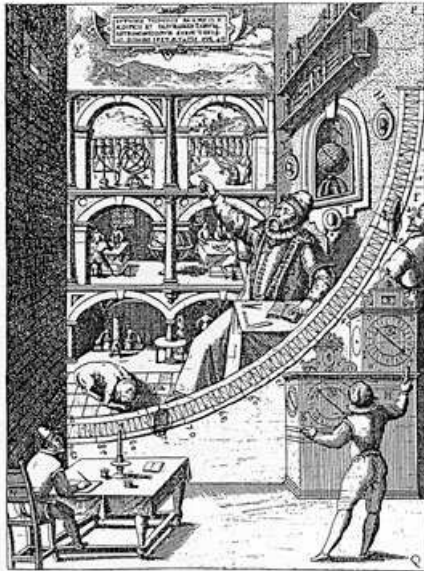
De gros moyens, des grands instruments : une grande précision.  
L'observatoire d'Uraniborg sur l'île de Hveen ( 1576-1597)



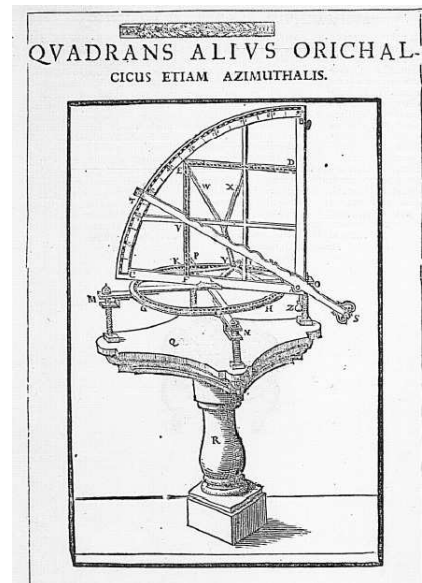
Tycho Brahe : Astronomiae instauratae Mechanica. (BNF/Gallica)



### QUADRANS MURALIS SIVE TICHONICUS



Tycho Brahe : Astronomiae instauratae Mechanica. (BNF/Gallica) quadrant mural de 2,30m de rayon



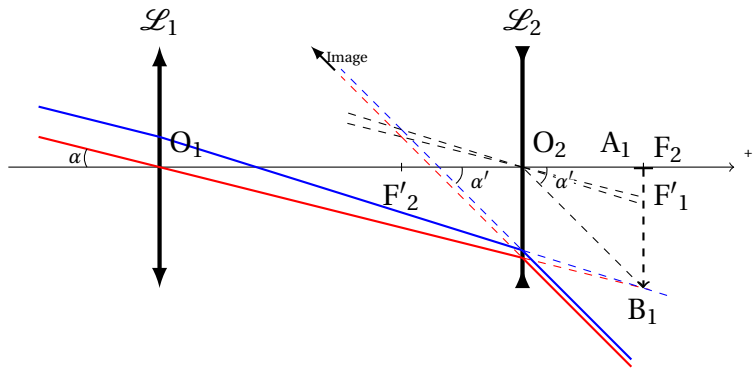
Tycho Brahe : Astronomiae instauratae Mechanica. (BNF/Gallica)

### 3 Les instruments d'optique

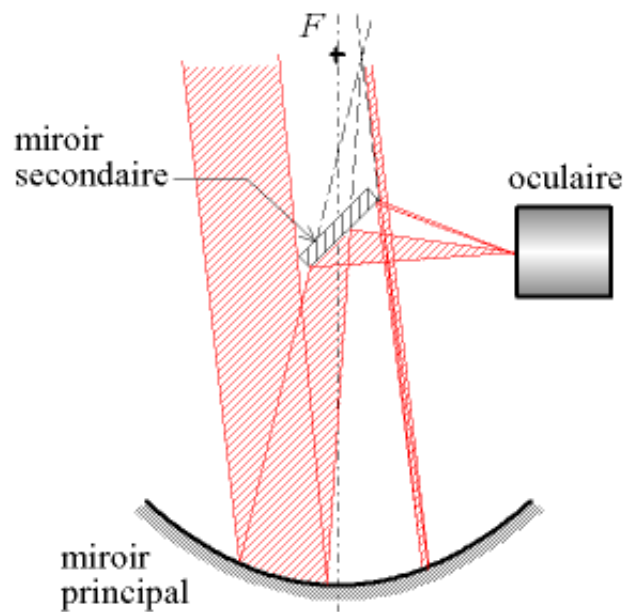
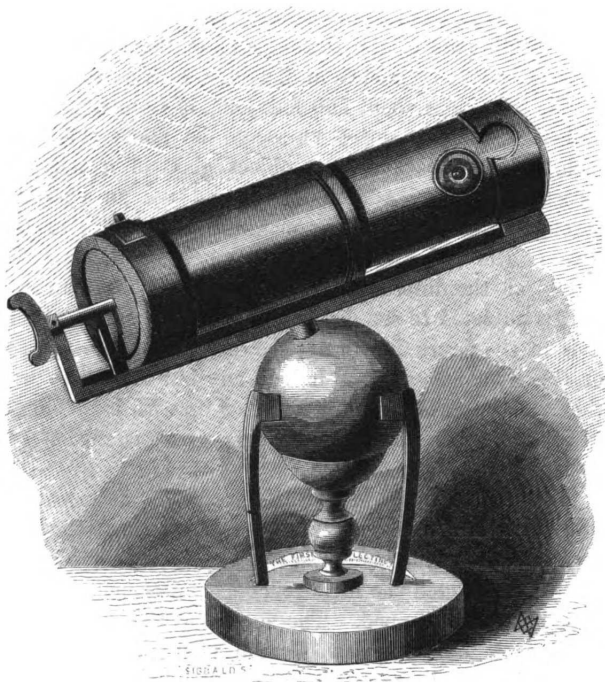
#### 3.1 la lunette de Galilée-1609



Galilée montre au Doge de Venise comment utiliser la lunette (villa Bertini Italy Varese)



#### 3.2 Le télescope de Newton-1672





### 3.3 les observatoires royaux en Europe



1667 : Fondation de l'observatoire de Paris.  
Reste sous tutelle de la jeune Académie des sciences pendant 100 ans  
1771 : premier directeur Cassini III



1675 : Fondation de l'observatoire royal de Greenwich.  
Premier directeur Flamsteed (1646? 1719)  
Missions :  
Établir un catalogue précis des objets célestes  
Trouver une méthode pour déterminer la longitude d'un lieu

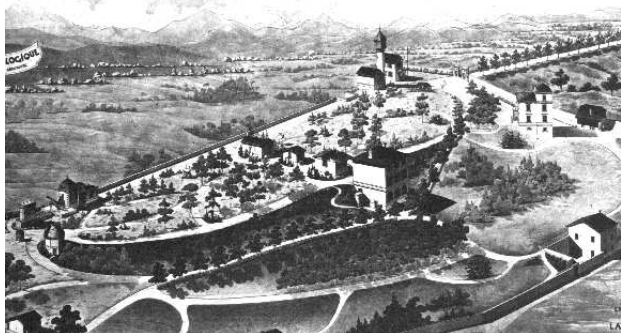
1675 : Fondation de l'observatoire royal de Greenwich.



## 4 les missions et les instruments de l'observatoire de Lyon

( merci à Gilles Adam pour les documents et les précisions sur l'histoire et les instruments de l'observatoire de Lyon)

### 4.1 Historique rapide



Le premier observatoire de Lyon est fondé dans le collège de la Trinité en 1684.

Bref passage dans le Palais Saint Pierre première moitié du XIXs.

1878 : Mac Mahon signe le décret créant les observatoires de Lyon, Bordeaux et Besançon.

1879 : Installation de l'observatoire sur le site de Beauregard, à Saint Genis Laval sous la direction de Charles André.

Les activités de l'observatoire :

observation méridiennes

observation des planètes, des comètes, de la surface du soleil

détermination de position d'étoiles doubles

relevé météo

étude de différents effets instrumentaux (le phénomène de goutte noire)

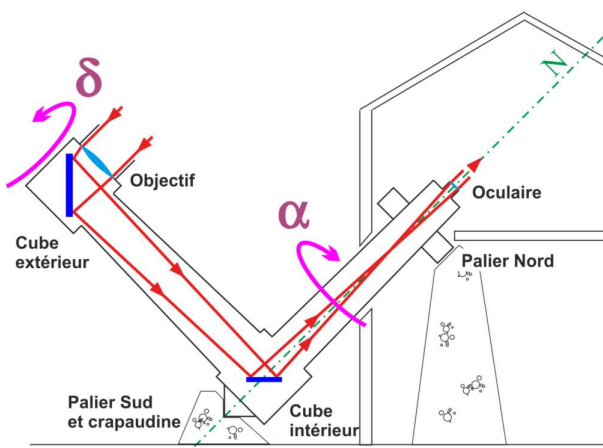
étude du magnétisme terrestre et de l'électricité atmosphérique.

### 4.2 L'équatorial coudé



Construit selon le concept de Loewy. 7 exemplaires : petit coudé de Paris puis Lyon, Paris, Besançon, Nice, Alger et Vienne en Autriche.

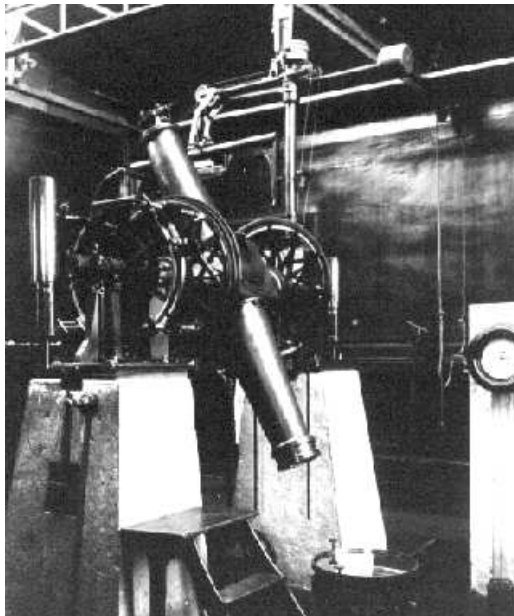
Lyon est le seul encore en état de fonctionner.



1887 : mise en service du coudé  
Diamètre : 35cm ( diaphragmé à 32 cm)  
Focale : 7,6m



### 4.3 La lunette méridienne



Visible actuellement au Musée des Confluences.  
Mesure de la hauteur et le temps de passage au méridien des objets célestes

## 5 Bibliographie et netographie

Des lectures :

Philippe Dutarte, Les instruments de l'astronomie ancienne de l'antiquité à la renaissance (Ed : Vuibert)

<http://dutarte.perso.neuf.fr/instruments>

Ahmed Djebbar, Une histoire de la science arabe, Paris, Le Seuil, 2001, 187?8 p.

Jean Pierre Verdet, Une histoire de l'astronomie (Ed :Points Sciences)

Jean Pierre Luminet : Les bâtisseurs du Ciel, Uleg Beg( Ed : JC Lattès)

Arthur Koestler : Les Somnambules ( Ed : les belles Lettres)

les observatoires historiques (UNESCO) :

<http://www2.astronomicalheritage.net/index.php/heritage/astronomical-heritage-finder>

Sur Copernic :

en anglais un site polonais

<http://copernicus.torun.pl/en/science/astronomy/5/>

une video de Denis Savoie :

<http://www.academie-sciences.fr/fr/Seances-publiques/copernic-antecedents-et-nouveautes.ht>

Une histoire des instruments d'observation des quadrants au HST :

<http://ecuip.lib.uchicago.edu/the-story-of-the-hubble-space-telescope/01/index.html>

Les différents types de télescopes

<http://astrofiles.net/astronomie-les-differents-types-de-telescopes-44.html>

Une histoire de l'astronomie sur le site de l'observatoire de Paris :

[https://media4.obspm.fr/public/AMC/pages\\_ha/introduction-ha.html](https://media4.obspm.fr/public/AMC/pages_ha/introduction-ha.html)

BNF/ Gallica :

Ptolémée : l'Almageste

Tycho BRAHE

Nicolas BION

Un document de l'observatoire de Marseille sur la sphère armillaire dans les bases et à la fin une construction guidée de sphère armillaire :

<http://astronomia.fr/>

Les Cahiers Clairaut du CLEA : [clea-astro.eu](http://clea-astro.eu)

CC 051 et CC052 Ptolémée et l'Almageste

CC 128 hiver 2009 histoire de lunettes et télescopes D. Bardin

CC 129 Printemps 2010 histoire de lunettes et télescopes D. Bardin

CC 144 sphère armillaire