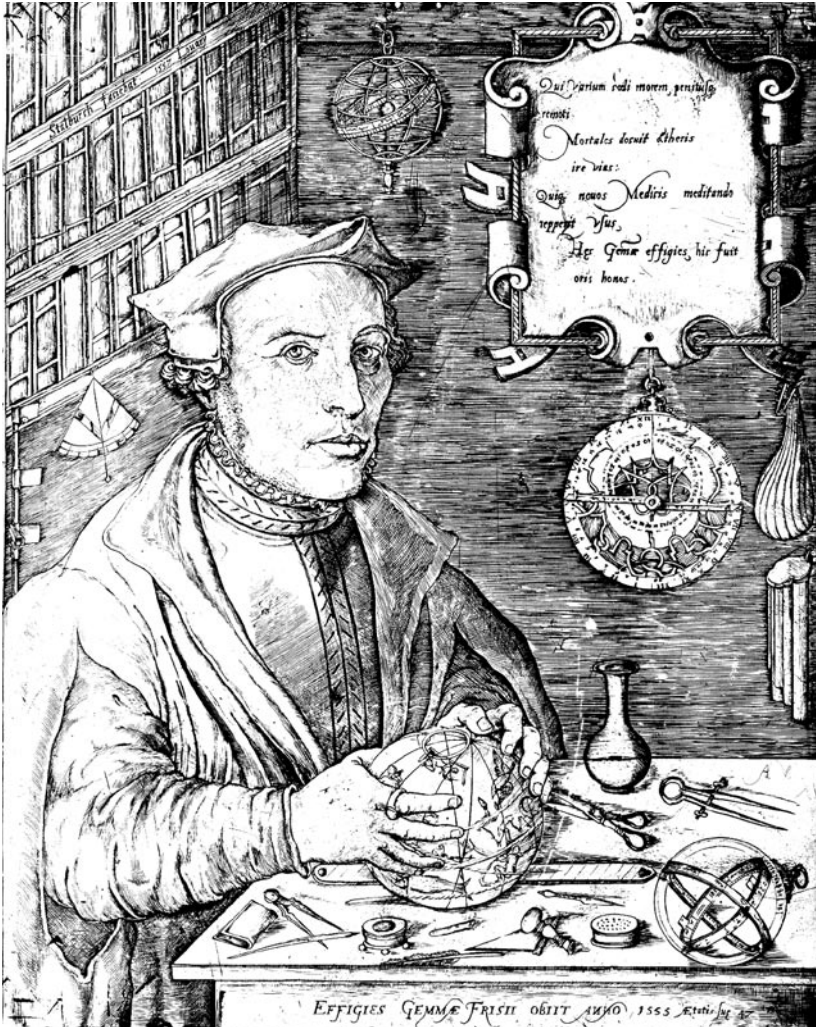


Révolution(s)

Petite histoire de la mesure du ciel à
travers quelques instruments
d'astronomie du Musée d'histoire
des sciences



Gentilhomme au quadrant,
d'après Lansberg, *Verclaringhe...*, Middelburg, 1635



Gemma Frisius, gravure de Stalburgh, 1555, Bibliothèque royale Albert 1^{er}, Bruxelles

Le constructeur flamand d'instruments scientifiques Gemma Frisius (1508-1554) dans son atelier. Il tient dans ses mains une sphère céleste. Un anneau astronomique est posé sur la table. Au mur sont suspendus une sphère armillaire et un astrolabe.

Révolution(s)

Ce fascicule décrit brièvement les origines et les usages de quelques instruments issus des collections du Musée d'histoire des sciences, et rassemblés dans le cadre de l'exposition *Révolution(s)* qui s'est tenue au Musée durant l'été 2006. Ils sont actuellement présentés dans les salles d'exposition permanente au rez-de-chaussée du Musée (salle des globes et planétaires, salle des cadrans solaires et grand salon).

Remarquables par leur beauté et la qualité de leur manufacture, ils sont tous destinés à la mesure du ciel et à la représentation des mouvements de révolution réels ou apparents de la Terre, des planètes et du Soleil.

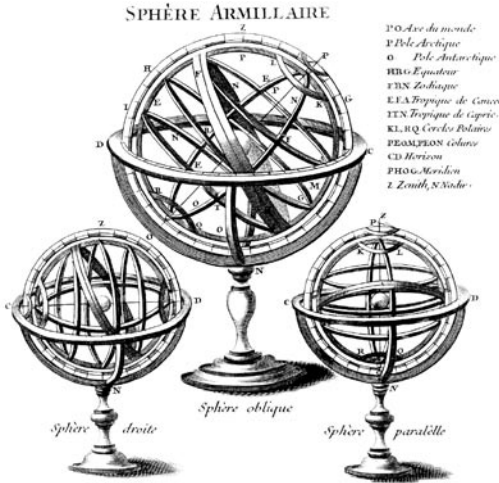
Jusqu'à la Renaissance, l'Univers était représenté en rotation circulaire autour d'une Terre immobile, comme nos sens le perçoivent encore aujourd'hui... et conformément au plus élémentaire bon sens. Se fonder sur cette représentation n'était d'ailleurs pas un obstacle pour apprendre à se repérer sur la Terre, établir des calendriers ou connaître l'heure : avec des instruments appropriés on visait le Soleil et les étoiles au cours de leur mouvement apparent.

La révolution copernicienne a enlevé à l'homme sa place privilégiée au centre du monde. En revanche, le déterminisme newtonien lui a donné le pouvoir, grâce à de nouvelles lois mathématiques, de prédire à tout moment les positions respectives de chacun des corps célestes, et de redevenir, d'une autre façon, le maître du monde...

La sphère armillaire

La sphère armillaire compte parmi les plus anciens instruments destinés à représenter l'Univers. Elle aurait été inventée par Archimède

en 250 av. J.-C. L'astronome grec Ptolémée* en parle dans son ouvrage *l'Amalgeste* vers 150 apr. J.-C. La sphère armillaire permet de représenter conjointement le Ciel et la Terre où se trouve l'observateur. Pour ne pas gêner la visibilité, l'instrument est constitué d'anneaux (les armilles) représentant les principaux cercles de coordonnées (écliptique*, méridien*, tropiques*, équateur*, cercles polaires*, etc.) ainsi que les astres (Soleil, Lune, planètes).



Les sphères armillaires, d'après Delamarche, *les usages de la Sphère et des Globes*, Paris 1791

On distingue deux types de sphères armillaires: les sphères ptolémaïques représentant un univers géocentrique et les sphères coperniciennes plaçant le Soleil au centre de l'Univers.

En Europe, la sphère armillaire connaît un grand essor au 16^e siècle à l'aube de la Renaissance. Elle sert aussi bien à déterminer la position des astres à différents moments de l'année qu'à faire des démonstrations astronomiques. Vers la fin du 17^e siècle, les sphères armillaires cessent d'être des instruments scientifiques pour devenir de luxueux objets de décoration en cuivre et en or ciselé destinés à orner les cabinets des princes et des empereurs.

Les instruments exposés: sphère armillaire de Ptolémée (inv. 1344); sphère armillaire de Copernic (inv. 754), salle des globes et planétaires

* voir glossaire, page 9

L'astrolabe

Instrument prestigieux, esthétique, complexe, symbolisant la toute-puissance du savoir, l'astrolabe aurait été inventé par les Grecs anciens avant de se transmettre aux Arabes et de parvenir finalement en Occident à la fin du Moyen Age. Ses usages sont multiples : mesure de la hauteur des astres, détermination de la position des étoiles en fonction des jours de l'année, prédiction des heures de levers et couchers de soleil, relevés topographiques, etc.

Sur le plan astronomique, l'astrolabe donne une représentation « à plat » de la sphère céleste selon le principe de la projection stéréographique* développée par Ptolémée*. La carte du ciel est symbolisée à l'aide de l'araignée, un treillis mobile finement ciselé et découpé et dont chaque pointe indique une étoile. L'araignée, tourne au-dessus d'un disque, le tympan, où figurent les principales coordonnées célestes* (hauteur, azimuth) pour un observateur terrestre situé à une latitude donnée. La rotation de l'araignée autour du tympan reproduit le mouvement du ciel autour de la Terre (supposée fixe!) en 24 heures.



Ptolémée et l'astrolabe, d'après Peurbach, *Theoricarum Novarum Textus*, Paris, 1515

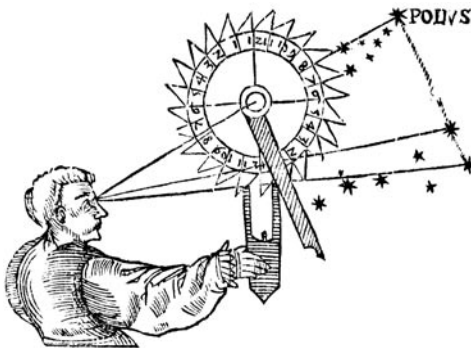
*L'instrument exposé: astrolabe hispano-mauresque (inv. 1051),
salle des cadrans solaires*

* voir glossaire page 9

Le nocturlabe

Appelé aussi «cadrans aux étoiles», cet instrument permet de connaître l'heure de nuit en observant la position de certaines étoiles (en général les «Gardes» de la constellation de la Grande Ourse et les deux étoiles brillantes à l'extrémité de la Petite Ourse) autour de l'Etoile polaire. En raison du mouvement de la Terre, les astres donnent

l'impression d'effectuer un tour complet en 24 heures autour d'un point fixe: l'Etoile polaire.



Utilisation du nocturlabe, d'après Apianus, *Cosmographia*, Anvers, 1564

Inventé par Gemma Frisius vers 1530, le nocturlabe fait partie de l'équipement de base des navigateurs jusqu'au 17^e siècle avant d'être abandonné au profit des chronomètres de marine mécaniques bien plus précis. Le nocturlabe se compose de deux

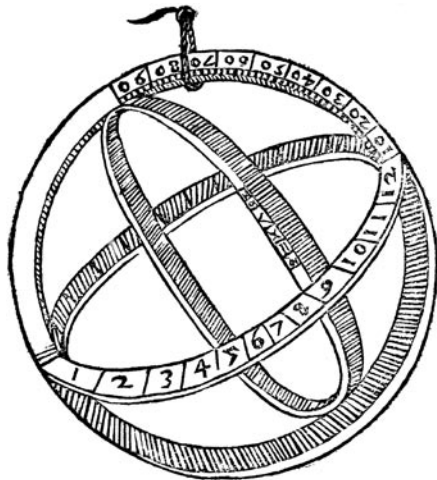
disques superposés et d'un bras mobile. Le plus grand disque porte une graduation en mois alors que le plus petit, mobile, est gradué en heures. On vise l'Etoile polaire à travers le petit trou au centre des deux disques, puis on bouge le bras mobile jusqu'à ce qu'il soit aligné sur les étoiles choisies. La partie inférieure du bras indique du même coup l'heure sur l'échelle horaire.

*Les instruments exposés: nocturlabes (inv. 1050 et 1860),
salle des cadrans solaires*

L'anneau astronomique

Par sa conception, sa forme, et sa construction, ce type de cadran solaire est fortement apparenté aux sphères armillaires. Hormis sa fonction principale qui est de donner l'heure, l'anneau astronomique permet aussi de procéder à des relevés de position de certaines étoiles durant la nuit.

Inventés au 16^e siècle, les anneaux astronomiques ont été construits couramment jusqu'au 18^e siècle. Ils se composent en général de deux ou trois cercles métalliques. Le cercle extérieur, qui porte l'anneau de suspension, matérialise le méridien du lieu. Perpendiculaire à ce dernier, le cercle équatorial est doté des graduations horaires. Enfin, le troisième cercle, quand il existe, pivote à l'intérieur et est muni d'un viseur: il symbolise le méridien où se trouve le soleil. Pour trouver l'heure, il faut convenablement orienter le méridien mobile pour que les rayons solaires traversent le viseur et viennent frapper la graduation horaire inscrite sur le cercle équatorial.



L'anneau astronomique, d'après Gallucci, *Della Fabrica et uso...*, Venise, 1598

Les instruments exposés: anneaux astronomiques, salle des cadrans solaires (inv. 1872, 1804, 1852, 1806, 1309, 1310)

Le globe terrestre

A partir du 4^e siècle av. J.-C., les Anciens considèrent que la Terre se doit de posséder la forme la plus parfaite de l'Univers : la sphère. Ce sont probablement eux qui ont construit le premier globe terrestre. Dans son ouvrage *Geographia*, Ptolémée* donne des indications sur la fabrication de globes.

En Occident, il faut attendre la découverte de l'Amérique en 1492 par Christophe Colomb pour que l'industrie de la cartographie, et donc la fabrication de globes, se développe. Comme pour les sphères célestes, les premiers globes sont en métal et en bois gravés. Avec l'apparition de l'imprimerie, ils seront remplacés par des globes en bois recouverts de fuseaux de papiers. Les globes terrestres représentent la Terre vue de l'extérieur alors que les sphères célestes décrivent le ciel vu de l'intérieur.



Le globe terrestre, d'après Martin, *The description and use...*, Londres, 1736

Les instruments exposés: globe terrestre (inv. 53), grand salon; globes terrestres (inv. 753 et AA 17075), globes terrestres de poche (inv. 1816 et 1904), salle des globes et planétaires

* voir glossaire page 9

La sphère céleste

La sphère céleste dresse la topographie du ciel. Les constellations et les étoiles y sont représentées telles qu'elles apparaissent à un observateur sur la Terre placée au centre de la sphère.



Le globe céleste, d'après Martin, *The description and use...*, Londres, 1736

Les premières sphères célestes dateraient de l'Antiquité. En 150 apr. J.-C., Ptolémée*, reprenant les travaux de son prédécesseur Hipparque*, dresse un catalogue de plus de 1000 étoiles connues et les regroupe en 48 constellations. L'astronome et savant grec explique certaines règles à respecter dans la fabrication d'un globe ou d'une sphère céleste : les étoiles doivent être représentées en jaune et rouge sur un fond sombre et les étoiles d'une même constellation doivent être reliées entre elles par des traits et non pas faire partie de représentations figuratives qui gêneraient les calculs. Les sphères célestes sont d'abord réalisées en bois ou en métal gravés. Avec le développement de l'imprimerie, les sphères sont fabriquées à partir de papiers imprimés collés sur

des globes en bois. Les sphères célestes imprimées deviennent très populaires au 16^e et 17^e siècle où elles sont souvent construites pour faire la paire avec les globes terrestres.

Les instruments exposés: sphère céleste (inv. 52), grand salon; sphère céleste (inv. 771), globe céleste de poche (inv. 1454), salle des globes et planétaires

* voir glossaire, page 9

Le planétaire, le tellurium

Le planétaire représente le mouvement des planètes du système solaire. Le tellurium se limite à décrire les orbites de la Terre et la Lune autour du Soleil.

Copernic et Kepler auraient tenté de fabriquer chacun un planétaire représentant leur système du monde. En 1682, l'astronome et physicien hollandais Huygens réalise un planétaire mécanique qui décrit à l'échelle le système solaire et les six planètes connues alors (Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter et Saturne). Les planétaires rencontrent un grand succès au 18^e siècle et deviennent des accessoires indispensables dans les cabinets de physique et de curiosité. Animés par des systèmes complexes d'engrenages et de pignons, ces instruments illustrent à merveille la conception mécanique du monde énoncée par Newton dans ses *Principia Mathematica* à la fin du 17^e siècle.



Le planétaire, d'après Adams,
Astronomical and geographical essays, Londres, 1789

*Les instruments exposés: planétaire (inv. 818), grand salon; telluriums (inv. 752 et 649),
salle des globes et planétaires*

Glossaire

- Cercles polaires

Cercles imaginaires parallèles à l'équateur se trouvant à une distance angulaire de $23^{\circ}27'$ des pôles qui correspond à l'inclinaison de l'écliptique. Les cercles polaires délimitent des régions dans lesquelles il existe au moins un jour où le Soleil ne se lève pas en hiver et ne se couche pas en été.

- Coordonnées célestes

La position d'un corps céleste dans le ciel est définie par sa hauteur au-dessus de l'horizon et son azimut (l'angle horizontal entre la direction de l'objet et le nord).

- Ecliptique

Cercle parcouru par le Soleil dans le ciel dans son mouvement apparent autour de la Terre. L'écliptique est incliné de $23^{\circ}27'$ par rapport à l'équateur, ce qui correspond à l'angle d'inclinaison de la Terre sur son plan d'orbite autour du Soleil.

- Equateur

Ligne imaginaire autour de la Terre où tous les points se trouvent à égale distance des deux pôles. L'équateur sépare l'hémisphère Nord de l'hémisphère Sud.

- Hipparque (v.190 av. J.-C. - 120 av.J.-C.)

Astronome et mathématicien grec, Hipparque a dressé un des premiers catalogues d'étoiles. Il aurait aussi inventé l'astrolabe.

- Méridien

Ligne imaginaire joignant les deux pôles.

- Ptolémée (90-168 apr. J.-C.)

Astronome, astrologue et géographe grec qui vécut à Alexandrie. Il est l'auteur, entre autres, d'un traité d'astronomie l'*Almageste* et d'un autre de géographie *Géographia* qui ont exercé une forte influence sur les sciences arabes et occidentales.

- Projection stéréographique du ciel

Méthode de représentation de la sphère céleste sur une surface plane (l'équateur) pour un observateur placé au pôle sud.

- Tropiques

Les deux cercles imaginaires parallèles à l'équateur se trouvant de part et d'autre de ce dernier, et où le Soleil atteint alternativement une élévation de 90° lors des solstices.

Bibliographie

Sphères, l'art des mécaniques célestes, J. Kugel, Paris, 2002

Comment reconnaître les instruments scientifiques du temps passé, H. Demoriane, Editions Hachette, 1974

Les instruments scientifiques au XVII^e et XVIII^e siècle, M. Daumas, Editions Gabey, Paris, 2004

Instruments scientifiques à travers l'histoire, E. Hébert, éditions Ellipses, Paris, 2004

Conception et rédaction: Stéphane Fischer, Musée d'histoire des sciences, Ville de Genève, décembre 2006

Mise en page: Corinne Charvet, Muséum d'histoire naturelle, Ville de Genève

musée d'histoire
des sciences


VILLE DE GENEVE DEPARTEMENT
DES AFFAIRES CULTURELLES