


...seur des planètes
...présentées à la même échelle les
...es : dans l'ordre Soleil, Mercure,
...as, Terre, Lune, Mars, Jupiter,
...urne, Uranus, Neptune, Pluton...

ATELIERS


Conseil Général
Département du Nord

forum départemental
des Sciences

dossier de présentation

à la découverte du Ciel

Les ateliers se composent de trois parties

Les outils grâce auxquels les Hommes ont pu se lancer dans l'observation et l'analyse du Ciel, que ce soit :

- à l'œil nu (bâton de berger, cadran solaire, pi, tube optique, sextant, astrolabe)

- grâce à des intermédiaires étendant la vision naturelle (lunette astronomique, spectroscopie...).

Les expériences qui ont contribué à remettre en cause l'évidence : tout ce que nous observons exige interrogations, raisonnements, déductions. Tout ce qui brille n'émet pas de la lumière : la Lune la réfléchit; nous voyons les constellations tourner au cours de la nuit mais n'est-ce pas la Terre qui bouge?... (parallaxe, mouvement relatif, émetteurs et récepteurs, anamorphose).

Certaines constructions, interprétations ou modèles par lesquels les Hommes ont interprété le Ciel (calendriers, sphère armillaire, explication des éclipses de Lune, parallaxe et grande ourse, distance des planètes, grosseur des planètes, échelle des temps).

Les instruments d'observation

1 - Baton de berger

C'est un des plus anciens instruments de mesure, utilisé en astronomie, en topographie, en géométrie. Il se compose d'un bâton gradué.

Tenu à bout de bras, il permettait de repérer la hauteur des constellations par rapport à l'horizon et de déterminer l'heure de la nuit.

Le même outil, muni d'un bras perpendiculaire (appelé aussi bâton de Jacob et apparu vers le XIII^e siècle), était utilisé pour viser le haut des arbres, des tours, en mesurer la grandeur connaissant la distance ou, connaissant la hauteur d'une fenêtre (figure), de déterminer la distance à laquelle se trouve l'utilisateur.

Mesure de la distance au moyen du bâton de Jacob.

Gravure extraite de Reisch, Margarita Philosophica... (1512). Livre VI, 2, (P iij)

Bibliothèque Royale Albert 1^{er}, Réserve Précieuse, Bruxelles.

2 - Cadran solaire

Ces instruments remontent à la plus haute Antiquité, et même aux temps préhistoriques. Ils mesurent le temps grâce à l'observation de l'ombre d'une pointe (gnomon) sur une surface où sont représentées les lignes horaires calculées selon la latitude du lieu.

Il existe une très grande variété de cadrans solaires : pierres levées, obélisques, cadrans solaires verticaux qui firent leur apparition dans l'Antiquité et furent apposés ensuite sur de très nombreux édifices : leur pointe est inclinée parallèlement à l'axe de la Terre (latitude du lieu).

À partir du xv^e siècle, la « gnomonique » (science des cadrans) fit des progrès tels que les cadrans prirent les formes les plus insolites (gobelet, croix, étoile, cuiller...).

3 - PI

Le Pi – réalisé généralement en jade – était utilisé en Chine il y a plus de trois millénaires.

Toute la mystique chinoise est basée sur le parallélisme du Ciel et de la Terre : l'Empereur est le correspondant du dieu Chang-Ti, dont la résidence est au pôle céleste, d'où l'importance de localiser le « Pivot du Ciel ».

À l'époque, le pôle céleste était loin de la place qu'il occupe aujourd'hui, repérée par l'Étoile Polaire. Aucune étoile importante ne se trouvait à ce point, par contre plusieurs étoiles assez brillantes (dont la Polaire) en étaient à une même distance angulaire, sur un même cercle. Pour localiser le pôle céleste, l'observateur élevait donc un gabarit circulaire – le Pi – de manière à faire coïncider les étoiles repères avec sa circonférence.

Le pôle se trouvait au centre du disque.

4 - Tube optique

Les Arabes vers le x^e siècle, les Chrétiens à partir du xi^e, utilisèrent des tubes optiques – simples cylindres creux dépourvus de lentille – afin d'observer les astres, de les isoler de leurs voisins. Montés sur des pieds robustes, repérés dans leur position au moyen d'un cercle gradué, ces tubes optiques devinrent bien vite un outil important d'observation du ciel à l'œil nu, utilisés du Moyen-Âge au xvii^e siècle.

5 - Sextant

Cet appareil - dont un dérivé fut un célèbre instrument de marine utilisé pour faire le point - fut inventé au Moyen-Âge et constamment amélioré. Il servait à repérer à l'œil nu les positions des astres, à déterminer les angles qu'ils faisaient avec l'horizon, à mesurer les positions des planètes.

Tycho Brahé, vers 1572, en utilisa un de dix pieds de grandeur pour étudier une « nova ».

D'après l'astronomie, illustration d'une œuvre de Macroché, bois gravé, 1513.

6 - Astrolabe

Cet instrument – le plus recherché des outils anciens d'astronomie – apparut certainement en Grèce antique et fut considérablement amélioré par les Arabes.

Il se présente généralement sous forme d'un disque de cuivre ou de laiton doré de 5 à 50 cm de diamètre. La surface est recouverte d'une sorte de treillis ajouré – l'araignée – qui est mobile autour de l'axe et constitue la projection stéréographique (projection d'une sphère sur un plan) – de la carte du Ciel. Les index en forme de flamme ou de flèche indiquent la position des étoiles.

Au dessous de l'araignée apparaît un disque fixe (le tympan) logé dans la cavité (la mère) de l'instrument; il représente l'horizon pour une latitude donnée.

Les astrolabes étaient emportés dans les voyages : les utilisateurs pouvaient disposer de quatre ou cinq tympan différents, substitués les uns aux autres en fonction de la latitude. L'appareil servait à mesurer les hauteurs d'astres, déterminer l'heure – de jour comme de nuit – se situer géographiquement, calculer et résoudre des problèmes d'astronomie, de topographie...

Traité de la sphère de Sacrobosco, Paris, 1521. B.N.

7 - Lunette astronomique

La lunette fut inventée au début du xvii^e siècle par des artisans hollandais, par combinaison du tube optique (x^e siècle) et d'un assemblage de « lentilles de verre » (xii^e siècle).

Entendant parler de cette invention, Galilée se fit apporter la lunette, la perfectionna considérablement, tourna cet appareil vers le Ciel (1612) et vit un spectacle féerique et émouvant.

En quelques nuits d'observations il apporta à

l'astronomie plus de découvertes que celles faites à l'œil nu en deux millénaires... il confirma par l'expérience sensible l'hypothèse de Copernic : la Terre est une planète comme les autres. Elle tourne autour du Soleil, elle n'est qu'une poussière mobile dans l'Espace...

8 - Spectroscopie

Observez

Regardons des lampes au travers de ces curieuses lunettes faites par deux plaques de plastique comprenant un très grand nombre de traits au millimètre (réseau), tellement nombreux qu'ils sont invisibles à l'œil nu.

Nous voyons de splendides couleurs apparaître. Ce sont les mêmes qui apparaissent lorsqu'on regarde le soir les lampes de la rue au travers des rideaux de tulle, le Soleil au travers de nos cils ou d'une plume d'oiseau...

On dit que la lumière diffracte, les couleurs qui apparaissent dépendent des atomes présents dans les sources lumineuses (leur spectre).

Interprétez

1. Depuis la fin du XIX^e siècle les astronomes utilisent cette technique pour analyser les étoiles : un réseau leur donne le spectre des étoiles, celui-ci permet de déduire les atomes présents, donc la composition chimique.

2. On admet que les mêmes atomes sont présents dans l'Univers entier. Or l'observation des étoiles en spectroscopie a montré (Hubble 1928) qu'un même atome présente des couleurs de plus en plus décalées vers le rouge s'il appartient à des galaxies de plus en plus lointaines. Ceci a été interprété d'une manière analogue à la hauteur entendue d'un klaxon de voiture lorsque celle-ci s'approche ou s'éloigne de nous : grave quand elle s'approche, aiguë quand elle s'éloigne (effet Doppler) : le décalage vers le rouge signifierait que les galaxies s'éloignent de nous, que l'Univers est en expansion.

Les expériences

1 - Parallaxe

Observez

Tirez le tiroir. Regardez les sphères par une face, par une autre. Bougez l'œil : les positions relatives des boules varient, c'est la parallaxe.

Interprétez

Les étoiles nous paraissent fixes les unes par rapport aux autres. Elles forment des figures invariables : les constellations.

Cette observation courante a été interprétée pour prouver que les étoiles sont toutes à une même distance de nous, qu'elles sont accrochées à la « sphère des fixes », que la Terre est au centre du Monde.

Admettre la mobilité de la Terre autour du Soleil et ne pas observer de parallaxe, c'était être obligé de dire que les étoiles sont à des distances fantastiques de nous.

2 - Mouvement relatif

Observez

Vu de la fenêtre d'un train, le paysage paraît défiler, les autres passagers du wagon, assis sur leurs sièges, paraissent être fixes.

Interprétez

Vous savez que c'est le train qui bouge et le paysage qui est fixe...

De même nous voyons tourner les étoiles, le Soleil, les planètes... ce n'est pas une raison pour en conclure que la Terre est fixe.

3 - Émetteurs et récepteurs

Observez

Tout ce qui brille n'émet pas de la lumière.

Une sphère lance les rayons d'une lampe...

Une autre réfléchit l'éclat d'un spot...

Interprétez

Tous les astres vus comme point lumineux dans le ciel n'émettent pas de la lumière.

Depuis Galilée (1612), on sait que le Soleil et les

étoiles émettent de la lumière, tandis que la Lune et les planètes réfléchissent la lumière solaire.

4 - Anamorphoses

À la Renaissance, les artistes cherchent à représenter un monde créé par Dieu pour l'Homme. En peinture les recherches de perspective permettent de figurer des scènes sur un tableau réalisé en fonction de la position de l'œil du spectateur.

Un carré apparaît comme un carré s'il est vu de face, mais il peut être représenté comme un losange, une figure non régulière si la position supposée du spectateur est quelconque.

Le point de vue peut être très particulier : l'image obtenue – l'anamorphose – ne peut être lue qu'à partir du point où l'artiste veut que le spectateur se place pour regarder.

Observez

Les trois tableaux reproduits ne peuvent être lus que d'une position très latérale.

Au milieu de l'œuvre d'Holbein « les Ambassadeurs » flotte une forme bien curieuse. Placez vous de côté, vous voyez apparaître un crâne...

Interprétez

L'habitude d'observer les anamorphoses réalisées par les peintres, les architectes, amena en astronomie l'idée que le monde est vu d'une position latérale : considérer ainsi que sur Terre nous n'observons qu'une anamorphose du monde permet de ne plus donner à la Terre sa position centrale traditionnelle.

Les interprétations

1 - Les calendriers

Nous savons aujourd'hui que :

- Le jour (le jour + la nuit) est la durée d'une rotation de la Terre sur elle-même.
- L'année est la durée d'une rotation de la Terre autour du Soleil.
- La lunaison est la durée d'une rotation de la Lune autour de la Terre.

Le retour périodique des journées, des phases de la Lune, des saisons, des années – a été repéré, dès la plus haute Antiquité, par des calendriers qui permettaient de prévoir les germinations, les travaux des champs...

Mais la mise au point de ces repères pose des problèmes d'une grande complexité : il n'y a pas un nombre entier de jours dans une année; le mois lunaire (intervalle entre deux nouvelles Lunes) n'a pas une durée constante, et ne peut être mis en correspondance moyenne exacte ni avec les journées, ni avec les années... Le problème se complique encore si on veut prendre en compte certaines planètes.

La tenue et la mise à jour du calendrier ont donc partout été un facteur stimulant pour l'observation astronomique, le calcul, la conception de numérations aptes à écrire de grands nombres. Sous toutes les latitudes et à toutes les époques les peuples se sont donnés des calendriers plus ou moins élaborés répondant à des besoins communs : se nourrir, s'abriter, organiser le rite et désigner les dates des cérémonies religieuses, tenir le compte des années de règne des rois, de la venue de Dieu, du Prophète... base de la chronologie.

Des calendriers lunaires, luni-solaires, solaires furent successivement mis au point. Aucun d'eux n'est absolument satisfaisant. Celui que nous utilisons actuellement porte encore les traces de ces hésitations, de ces imperfections.

Les jours mesurent le mouvement diurne du Soleil, la semaine ne correspond à aucun phénomène céleste et comprend sept jours - nombre symbole de perfection –, les mois sont grossière-

rement à mettre en rapport avec les lunaisons ; ils décrivent le passage du Soleil dans les constellations du zodiaque ; ils n'ont pas tous la même longueur, ne comprennent pas un nombre entier de semaines, nous devons introduire des années bissextiles afin de compenser – en partie – le fait qu'une année ne comprend pas un nombre entier de jours...

L'exposition présente quelques types de calendriers, mis au point à des époques et dans des pays différents, exemples des efforts de l'homme pour connaître, décrire, rationaliser. Mais l'histoire des calendriers touche à l'histoire des religions en ce que la marque du temps et de son retour tisse le fil d'une perpétuelle re-naissance réactivant le geste créateur originel.

Sont présentés

- Calendrier populaire à runes (encoches)
- Calendrier à Poinçon
- Calendrier Aztèque
- Calendrier de Bali
- Calendrier Gaulois (lunaire)
- Calendrier Musulman (lunaire)
- Calendrier Chinois (luni-solaire)
- Le calendrier Julien (solaire)
- La réforme du calendrier par Grégoire XIII (calendrier grégorien, actuel)
- Calendrier républicain
- Calendrier liturgique catholique

2 - Sphère armillaire

La sphère armillaire représente l'ensemble de l'Univers et le mouvement des astres.

Elle passe pour avoir été inventée par Archimède, mais fut plus probablement l'œuvre des Arabes vers le x^e siècle.

Elle est formée d'un assemblage de différents cercles ou armilles (du latin *armilla*, bracelet) et servait à l'enseignement de l'astronomie, à exécuter des séries de calculs en géométrie sphérique, à connaître les positions respectives des astres aux différentes périodes de l'année.

On y distingue six grands cercles : l'équateur,

l'écliptique (route annuelle du Soleil), l'horizon, le méridien (cercle passant par les deux pôles), deux colures (équinoxes et solstices). Quatre autres cercles plus petits représentent les tropiques et les cercles polaires. Souvent sont également représentées la Terre (au centre dans la conception de Ptolémée) et les sept planètes (dont le Soleil).

La sphère armillaire présentée ici est une reproduction d'une sphère copernicienne avec le Soleil au centre de l'Univers.

Sphère armillaire. Système de Copernic. Environ 1720

3 - Éclipse de lune

La Lune tourne autour de la Terre, et celle-ci autour du Soleil...

Il y a éclipse quand Soleil, Terre et Lune sont dans un même plan (écliptique) :

. Éclipse de Lune quand l'ombre de la Terre atteint la Lune.

. Éclipse de Soleil quand la Lune masque le Soleil pour un observateur situé sur la Terre.

Ces situations devraient se retrouver à chaque pleine Lune (éclipse de Lune) ou à chaque nouvelle Lune (éclipse de Soleil) si la Lune tournait dans le plan de l'écliptique.

Ce n'est pas le cas : le plan de rotation de la Lune oscille de plus ou moins 5 degrés par rapport à l'écliptique (libation) ; les éclipses ne se produisent que lorsque la Lune est dans le plan de l'écliptique.

Une maquette animée – réalisée sur un modèle fourni par l'Association Astronomique du Nord – présente les éclipses.

4 - Grande Ourse

Les étoiles constituant la constellation de la Grande ourse paraissent fixes les unes par rapport aux autres.

Les Anciens en concluaient qu'elles étaient à une même distance de la Terre.

Admettre que ces distances sont variables oblige

à admettre que nous voyons ces étoiles d'un point de vue très particulier.

Supposer que la Terre possède un mouvement annuel et ne pas voir les étoiles se déplacer les unes par rapport aux autres oblige à admettre des distances fantastiques dans l'Univers...

Petit guide du Ciel. Bernard Pellequer. Le Seuil. (Points sciences 61)

5 - Distances des planètes

Maquette

Tirez le ruban, vous voyez représentées les distances relatives des planètes du système solaire : Soleil, Mercure, Vénus, Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, Pluton...

Si on voulait représenter à la fois les vraies proportions de la grandeur des planètes et de leurs distances relatives... et voir encore la Terre sous l'apparence que vous lui voyez (diamètre 2,5 cm), il faudrait placer Pluton à plus de 240 000 km ! Et la première étoile ? la distance de Pluton à la Terre est de 4 000 millions de km. Celle de l'étoile la plus proche de nous 40 000 millions de km. Dans notre représentation, il faudrait la placer à 2 400 000 km (alors que le diamètre de la Terre est de 12 000 km)

6 - Grosseur des planètes

Maquette représentant à la même échelle, les planètes : dans l'ordre Soleil, Mercure, Vénus, Terre, Lune, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune, Pluton...

7 - Échelle des temps

Observez

Une bille représente un million d'années : la durée qui nous sépare de l'apparition de l'Homme sur Terre.

Les billes ont été rangées dans des cases représentant les ères géologiques, l'âge de la Terre, l'âge de l'Univers.

Interprétez

Une bille, c'est l'ère quaternaire.

65 billes, c'est l'ère tertiaire, celle de l'épanouissement des mammifères.

245 billes c'est l'ère secondaire, celle des oiseaux, des Ammonites... et des dinosaures.

570 billes, c'est l'ère primaire, celle de l'apparition de la vie identifiée.

4 600 000 billes, c'est l'âge de la Terre

15 000 000 billes, c'est l'âge supposé de l'Univers.



ateliers à la découverte du Ciel [H O] présentation



fiche technique

Nom

Ateliers À LA DÉCOUVERTE DU CIEL

Composition

19 ateliers rangés dans 17 caisses

Emplacement nécessaire

120 m²

Alimentation

220 V

Puissance 16 A

Emballage

17 caisses de bois non gerbables

39 x 210 x H 71 cm

210 x 39 x H 1 cm

62 x 125 x H 55 cm

62 x 118 x H 62 cm

129 x 62 x H 55 cm

62 x 62 x H 118 cm

57 x 57 x H 118 cm = 5 caisses

72 x 72 x H 192 cm = 3 caisses

74 x 74 x H 90 cm

80 x 80 x H 28 cm

87 x 87 x H 25 cm

Poids total avec emballage

1 tonne

Conception, réalisation

Forum des Sciences

Année de création

1994

Participation association non-assujettie à la TVA

┌

┐

└

┘

Assurance + transport
à la charge de l'emprunteur

Valeur d'assurance

45 735 €