

Science et légendes grecques¹

Charles-Henri Eyraud

8 avril 2006

¹Stage Plan académique de formation des 3, 4, 5 avril 2006

Table des matières

1	Astronomie Grecque	2
1.1	Les sources	2
1.2	Eudoxe	4
1.3	Ptolémée	8
1.4	Instruments de l'Antiquité	9
2	Légendes et constellations	17
2.1	Grande Ourse, Petite Ourse, Dragon	17
2.2	Bouvier, Couronne boréale	18
2.3	Cassiopee, Cephée	19
2.4	Persée, Andromède, Pégase	19
2.5	Hercule, Aigle, Cygne, Flèche, Lyre	20
2.6	Cocher, Orion, Grand Chien, Petit Chien	23
2.7	Les constellations du Zodiaque	24
	Bibliographie	29

Chapitre 1

Astronomie Grecque

1.1 Les sources

1.1.1 L'astronomie orientale avant les Grecs

L'étude du ciel existait déjà chez les Babyloniens et les Egyptiens. Les Grecs surent utiliser les résultats de ces prédécesseurs, en particulier la détermination de la durée des cycles, leurs observations anciennes pour construire des modèles géométriques du Cosmos permettant d'expliquer les mouvements trouvés.

Le plus ancien document d'astronomie de Babylone date de la période sumérienne de 2000 à 1600 dite paléo-babylonienne : de cette période sont parvenus des énumérations d'étoiles, de constellations, des prédictions associées à des éclipses de lune et des observations de Vénus [32].

« Au 15^e jour du mois, Vénus disparut. Durant trois jours elle resta absente du ciel. Puis le 18^e jour du 11^e mois elle reparut à l'est. Des sources jailliront, Adad enverra sa pluie ; Ea apportera ses crues... »

Un autre datant de l'an 1100 consiste en une ligne d'astres organisés par mois et par « voie céleste ». ces dernières représentent une division de l'horizon oriental en trois bandes du Nord au Sud : « la voie d'Ea, la voie d'Anu, la voie d'Enlil ». La première ligne du texte dit par exemple :

« Le mois de Nisanu : Iku (le Champ), (la voie) d'Ea ; Dilbat (Vénus), la voie) d'Anu ; Epinnu (La Charrue), (la voie) d'Enlil »

C'est-à-dire qu'au mois de Nisanu (le premier mois de l'année mésopotamienne), la constellation du Champ se lève au Sud-Est, au moment où Vénus se lève à l'Est, et la constellation de la Charrue se lève au Nord-Est.¹

L'astrologie chaldéenne annonce surtout des événements d'intérêt collectif (épidémie, inondations, guerres) alors que la prédiction dans une vie humaine apparaît en même temps en Perse et en Grèce vers 400. Elle connut une grande vogue sous Auguste.

De nombreux philosophes et savants grecs, en particulier Thalès, Pythagore, Eudoxe, Archimède séjournèrent en Egypte dont ils ramenèrent des connaissances astronomiques (calendrier, connaissance du mouvement des planètes et de la Lune, levers et couchers héliaques d'étoiles...) [1, 15].

¹d'après [22], article astronomie

1.1.2 Les auteurs grecs

Les textes grecs complets d'Astronomie sont au nombre de trois

1. Les « phénomènes d'Aratos² [2] », mise en vers du traité disparu d'Eudoxe³.
2. Le « Commentaire aux Phénomènes d'Aratos et à la sphère d'Eudoxe » d'Hipparque⁴ [2].
3. La syntaxe mathématique de Ptolémée⁵ : Le globe terrestre dans ses rapports avec le ciel (Livres I et II), les mouvements du Soleil et de la Lune (Livres III à VI), les étoiles et les constellations (Livres VII et VIII), les planètes (Livres IX à XIII).

On peut lire aussi la cosmogonie de Platon⁶ [33, 34], d'Aristote⁷ [3] et rencontrer aussi chez quelques autres auteurs des informations sur la science et la poésie grecque sur le ciel : Homère⁸ et Hésiode (VII^e siècle avant J.C.) [26, 29], Autolykos de Pitane⁹ [8], Eratosthène de Cyrène (III^e siècle avant J.C.) [20], Géminos (I^{er} siècle avant J.C.) [23] .

1.1.3 Les auteurs latins

Les phénomènes d'Aratos ont été traduits ou repris par différents auteurs latins : Cicéron [14], Hyginus [27], Germanicus [24], Aviénus [9]¹⁰.

Les légendes grecques ont été reprises par Virgile [45], Ovide [31]

1.1.4 Historiens des sciences

Les ouvrages précédents dans la collection « Les Belles Lettres » comprennent souvent des notes permettant de comprendre la cosmologie grecque.

Les ouvrages des historiens des sciences de référence en français sur l'astronomie antique, arabe et celle de l'occident médiéval sont ceux de Paul Tannery [44], Pierre Duhem [19], Abel Rey [40, 38, 39, 41, 42], Emmanuel Poulle [35], Roshdi Rashed [37].

On peut aussi trouver d'intéressants dans les articles de la revue d'Histoire des Sciences [6, 5, 4, 7, 21, 30] et des précisions sur le système astronomique d'Eudoxe dans un article de Paul Tannery [43] et sur les instruments antiques [17, 28, 18, 16, 36].

²Aratos de Soles : poète astronome grec. Il vécut à Alexandrie puis en Macédoine vers 250 av J.C.

³Eudoxe de Cnide : savant grec (409-356 av. J.C.) Après ses voyages il fonda une Ecole dans sa ville natale

⁴Hipparque de Nicée : un des plus grands astronomes grecs. Il vécut à Rhodes vers 150 avant J.C.

⁵Ptolémée : astronome et géographe grec. Il vécut à Alexandrie vers 100-180 après J.C.

⁶Platon, « Timée », 22, 33 à 44 et « La République », Livre X, 616-617

⁷Aristote, « de caelo », Livre I, chap X et Livre II, chap XIII-XIV et « Physique » Livre VIII chap 1

⁸Homère, Odyssée, V, 272-275

⁹Autolykos : mathématicien grec né à Pitane en Asie Mineure ; IV^e siècle avant J.C.

¹⁰Hyginus : poète du 1^{er} siècle avant J.C., Germanicus : (16 av J.C. -19 après J.C.) neveu de Tibère, époux d'Agrippine, Aviénus : poète et géographe du 4^e siècle après J.C.

1.2 Eudoxe

1.2.1 Les phénomènes observés depuis les Babyloniens

Le mouvement diurne de la voûte céleste.

Le mouvement annuel du Soleil et sa vitesse variable sur l'écliptique, les saisons de durée inégales.

Les mouvements des planètes, les périodes, les rétrogradations de durées et d'amplitudes inégales.

Les éclipses de Lune et de Soleil, la période du mouvement de la ligne des nœuds lunaires entraînant le cycle des éclipses de 223 lunaisons.

1.2.2 Les sphères homocentriques d'Eudoxe

Un des premiers modèle théorique cohérent du cosmos fut celui d'Eudoxe de Cnide qui vécut au début du quatrième siècle avant J.C. (409-356). Les deux ouvrages qu'il écrivit « Le miroir » et « Les phénomènes célestes » ne nous sont pas parvenus mais sont connus grâce à l'ouvrage d'Aratos de Soles « Les phénomènes » et à celui d'Hipparque « Commentaire aux Phénomènes d'Aratos et à la sphère d'Eudoxe » conservés. Son système de sphères homocentriques pour expliquer les mouvements des planètes, améliorée par Callippe et repris par Aristote domine la pensée scientifique jusqu'à Copernic : la Terre est au centre de 26 sphères concentriques (3 sphères pour le soleil, 3 pour la lune, 4 pour chaque planète) ; les étoiles sont portées par une 27^e sphère.

Généralités sur le système d'Eudoxe

Chacun des sept astres errants est mu par un système indépendant de 3 ou 4 sphères emboîtées, dont le centre est la Terre.

Les premières sphères, les plus extérieures, tournent à vitesse uniforme autour d'un axe appelé axe du monde en un jour sidéral, d'Orient en Occident : c'est ce mouvement qui produit l'apparence du mouvement diurne.

Les deuxièmes sphères ont un mouvement combinant leur mouvement de rotation uniforme suivant leur axe propre et le mouvement des premières sphères.

Les troisièmes sphères ont un mouvement combinant leur mouvement de rotation uniforme suivant leur axe propre et le mouvement des premières et deuxième sphères.

Les quatrièmes sphères ont un mouvement combinant leur mouvement de rotation uniforme suivant leur axe propre et le mouvement des premières, deuxièmes et troisièmes sphères.

Chacune des sphères les plus intérieures intérieures porte l'astre sur son équateur

Mouvement de la Lune

Le mouvement de la Lune s'explique par la combinaison des mouvements de trois sphères :

1. La première sphère, la plus extérieure, a son axe suivant l'axe du monde et tourne d'Orient en Occident en un jour sidéral.

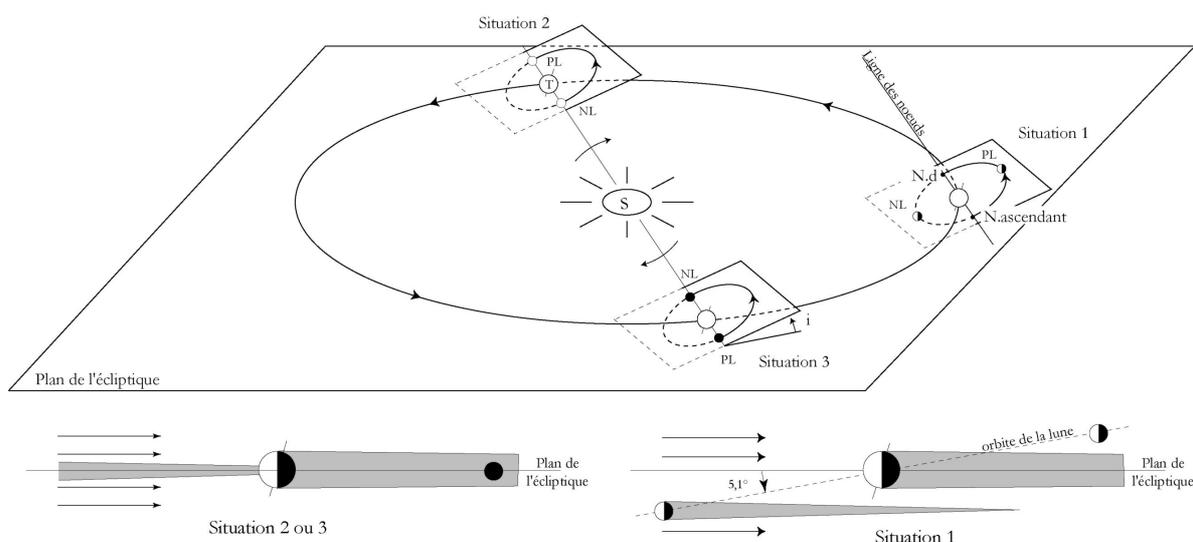


FIG. 1.1 – Le mouvements de la Lune dans un repère héliocentrique

2. L'équateur de la deuxième sphère est l'écliptique, et elle tourne d'Orient en Occident, avec une période de 223 lunaisons produisant la marche rétrograde des nœuds et donnant le cycle des éclipses.
3. L'équateur de la troisième sphère, portant la Lune, fait un angle de 5° avec l'écliptique et tourne d'Occident en Orient avec la période sidérale de la Lune (27j 5h)

Mouvement du Soleil

Le mouvement du Soleil est imaginé par analogie avec celui de la Lune et s'explique par la combinaison des mouvements de trois sphères.

1. La première sphère, la plus extérieure, dont l'axe est porté par l'axe du monde tourne d'Orient en Occident en un jour sidéral.
2. L'équateur de la deuxième sphère est l'écliptique, et tourne d'Orient en Occident, avec une période très grande (L'existence simultanée des sphères 2 et 3 revient à supposer une nutation et un écliptique moyen...)
3. L'équateur de la troisième sphère, portant le Soleil, fait un angle très faible avec l'écliptique (considéré comme grand cercle idéal) et tourne d'Occident en Orient en 365, 25j

Mouvements des 5 planètes

Le mouvement moyen d'une planète donnée s'explique par la combinaison d'un mouvement sidéral sur une sphère dont l'axe est l'axe du monde et d'un mouvement sur le cercle écliptique avec la période zodiacale (12 ans par exemple pour Jupiter) sur une sphère dont l'axe est perpendiculaire à l'écliptique. (Par rapport à la Lune et au Soleil, le mouvement moyen se fait sur l'écliptique : deux sphères au lieu de 3)

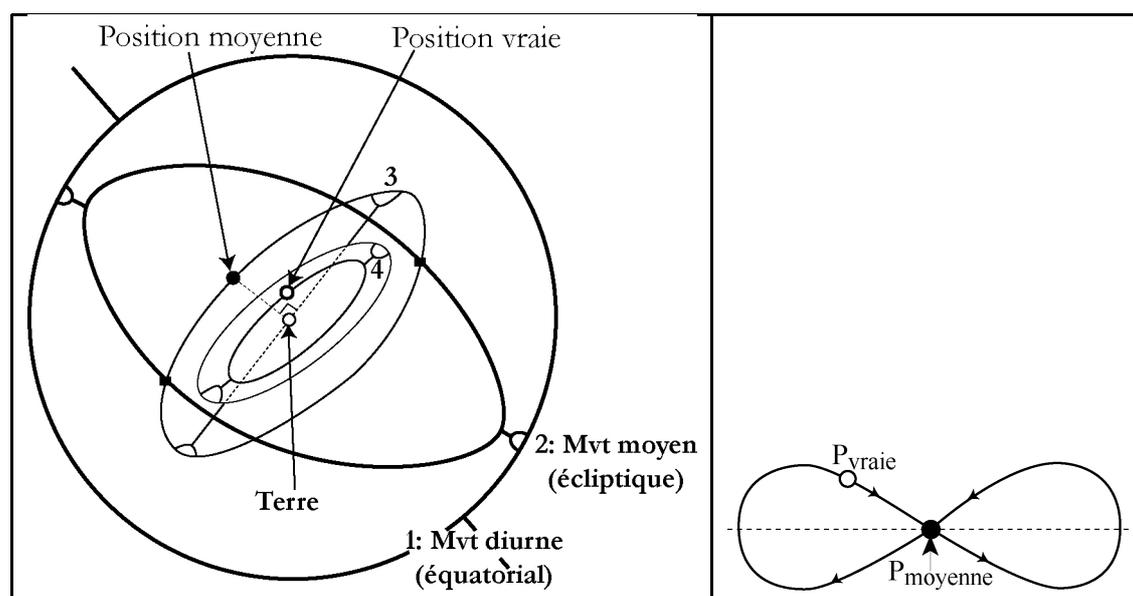


FIG. 1.2 – Mécanisme des sphères d'une planète selon Eudoxe. Hippopède

Le mouvement vrai est modélisé de la façon suivante (Figure 1.2) : dans le plan de l'écliptique (équateur de la deuxième sphère) on trace un diamètre perpendiculaire au rayon portant la position moyenne P_m . Ce diamètre sera l'axe de la troisième sphère tournant avec une période égale à la période synodique (390 jours par exemple pour Jupiter). L'axe de la quatrième sphère révolution fait un angle aigu τ avec celui de la troisième sphère, tourne en sens opposé avec cette même période synodique et engendre sur l'écliptique une courbe en forme de 8 appelée hippopède¹¹ expliquant approximativement les rétrogradations.

1.2.3 La sphère d'Eudoxe

Eudoxe est connu pour avoir construit un globe céleste, illustre dans toute l'Antiquité, reproduisant les mouvements du cosmos d'après sa théorie des sphères homocentriques.

Nous reprendrons les propos de Guillaume Bigourdan [11] qui imagine comment il pouvait construire ce globe. Nous nous pencherons seulement sur la sphère la plus éloignée, la sphère des étoiles et sur les méthodes qu'Eudoxe avait à sa disposition pour y placer les étoiles.

Cicéron et la sphère d'Archimède

Il y avait, en effet, une autre sphère, plus jolie et plus connue du public ; c'était également une œuvre d'Archimède, et le même Marcellus l'avait déposée dans le temple de la Vertu¹². Par contre, lorsque

¹¹hippopède : nom donnée à cette courbe par ressemblance à la trajectoire décrite par un cheval que l'on cherche à habituer à tourner, en tirant la bride tantôt d'un côté de la bouche, tantôt de l'autre. D'après Paul Tannery, page 123 et Xénophon, De re equestri, VII

¹²Le temple de la Vertu fut construit par Marcellus (fils du vainqueur de Syracuse) à la suite d'un vœu fait par son père lors de la bataille de Clastidium (222 av. J.-C.). Il se trouvait près de la porte Capène. Cf. Daremberg et Saglio, Dict. des Antiquités, s.v. Virtus ; Polybe, 2, 34, 2-35, 1 ; Liv. 29, 11, 13.

Gallus se fut mis, d'une façon fort érudite, à nous expliquer le mécanisme de la sphère que nous avons sous les yeux, je compris que ce Sicilien avait eu un génie qui dépassait tout ce que peut comporter, semble-t-il, la nature humaine. Gallus disait, en effet, que l'invention de l'autre sphère, qui était faite d'une seule masse compacte, était ancienne et que Thalès de Milet¹³ avait été le premier à la tourner ; plus tard, Eudoxe de Cnide¹⁴, un disciple, disait-il, de Platon, y avait tracé le dessin des constellations et des étoiles fixes du ciel. Toute la représentation graphique de cette belle ordonnance, Aratus¹⁵, bien des années plus tard, l'a empruntée à Eudoxe et l'a célébrée en vers, en recourant non à la connaissance de l'astronomie, mais à un grand talent poétique. Quant à notre type de sphère, dans laquelle étaient réalisés les mouvements du soleil, de la lune et des cinq étoiles que l'on nomme errantes et pour ainsi dire vagabondes, elle n'aurait pas pu être exécutée avec cette précision sous la forme de la sphère d'une seule pièce. Voilà justement ce qui est admirable dans l'invention d'Archimède : il a obtenu qu'une rotation unique fit parcourir de façon constante à des corps des orbites inégales et variées, selon des vitesses très différentes. Lorsque Gallus mettait cette sphère en mouvement, la lune venait se placer sous le soleil, après autant de tours dans le bronze qu'il lui faut de jours pour le faire dans le ciel même ; en conséquence, non seulement l'éclipse de soleil se produisait dans la sphère comme dans le ciel, mais la lune pénétrait dans l'ombre produite par la terre au moment où la lumière du soleil venait d'une direction exactement opposée. . . *Cicéron, La république Livre I, XIV v21-22*

Etoiles des tropiques, de l'équateur, de parallèles quelconques

Sur une esplanade, bien dégagée, le jour du solstice d'été, plaçons au sol et sur le paysage lointain, deux repères indiquant la direction du lever et du coucher du soleil. Les étoiles qui se lèvent ou se couchent sur un de ces repères se trouvent sur le Tropique du Cancer. En une nuit, plus de la moitié des étoiles du Tropique peuvent être ainsi reconnues.

Par le même procédé, le jour du solstice d'hiver, on reconnaît les étoiles du Tropique de Capricorne.

Comme on sait tracer le méridien nord-sud et la ligne est-ouest, on peut faire de même pour l'équateur ou un parallèle quelconque.

La division de l'équateur en parties égales pouvait être faite à l'aide d'une clepsydre, et l'on peut aussi placer deux étoiles du même parallèle avec l'écart angulaire convenable.

Etoiles de l'écliptique

Eudoxe n'emploie pas ce mot que l'on rencontre pour la première fois chez l'écrivain Macrobe (écrivain latin du V^e siècle après J.C.), mais celui de « route du Soleil ».

¹³Thalès, un des Sept Sages (642-548) a démontré le premier la rotation de la terre et annoncé une éclipse de soleil, pendant la bataille d'Halys, entre Mèdes et Lydiens (Hérodote, 1, 74).

¹⁴Eudoxe (408-340), mathématicien et astronome. Il a le premier affirmé la sphéricité de la terre, la division en zones. Il est le fondateur de la théorie des sphères célestes, qui tournent toutes autour de la terre comme centre. «La nouveauté d'Eudoxe, dit F. Lasserre (Les fragments d'Eudoxe de Cnide, Text u. Kommentar, gr. 8°, VIII, 299 p., De Gruyter, 1966), fut de remplacer le dessin des astres sur une surface plane, par le dessin sur une sphère, dans un plan strictement géométrique». - J'ai adopté le texte astris stellisque, en considérant que Cicéron, dans sa traduction d'Aratus, fait une distinction entre astrum : constellation et stella : étoile isolée

¹⁵Aratus de Soles, en Cilicie (315-238 environ). Il interpréta dans un poème en hexamètres, Phaenomena, l'œuvre d'Eudoxe. C'est un des poèmes les plus fameux de l'Antiquité. Il a été traduit en latin par Cicéron, Varron d'Atax, Germanicus, Avienus. Il est cité par saint Paul (Actes 17 28). sur l'insuffisance de ses connaissances astronomiques cf Hipparque : In Arati et Eudoxi Phaenomena commentariorum libri tres, 1, 2-8 et passim, Manitius, Teubner, 1894 ; Posidonius, frg. 48, éd Edelstein-Kidd, Cambridge, 1972

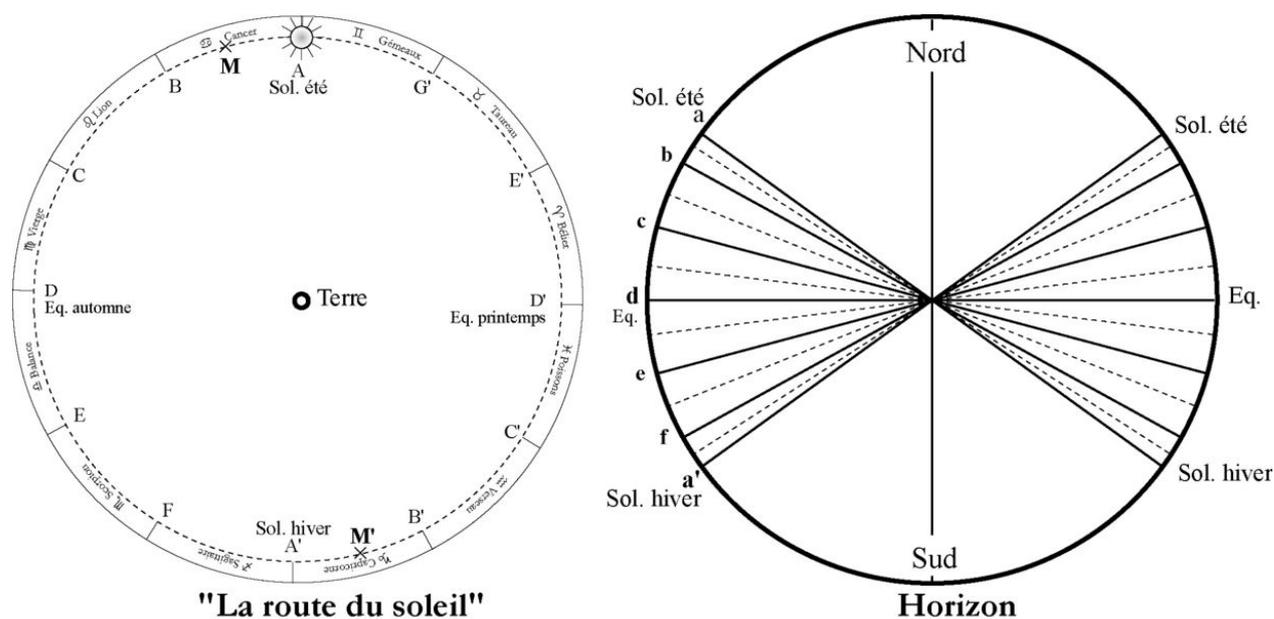


FIG. 1.3 – Déterminer la route du soleil parmi les étoiles

La base de la méthode est que la sphère étoilée accomplit le tour de la Terre d'Est en Ouest en un jour et que le soleil parcourt en 365,25 jours la sphère étoilée d'Ouest en Est.

Repérons donc les couchers du Soleil tous les $\frac{1}{24}$ d'année soit environ tous les 15 jours. Nous aurons donc 13 repères vers l'ouest, comme l'indique la figure 1.3.

Le jour du solstice d'été le soleil se trouve en A sur l'écliptique et se couche en a sur l'horizon. Environ une heure après, c'est le point M qui se couche et dans la direction m correspondant au coucher du soleil de la quinzaine suivante. L'astre qui se trouve à cet endroit de l'horizon se trouve aussi sur l'écliptique de même que son point diamétralement opposé. Au milieu de la nuit c'est le point D qui se couche en d, l'astre qui se couche ainsi à l'Ouest de l'horizon ainsi que celui qui se lève à l'Est se trouvent sur l'écliptique. On peut ainsi en une nuit reconnaître grossièrement presque tout l'écliptique avec la précision la meilleure pour le point M (si l'instrument de mesure du temps est peu fiable, on peut aussi utiliser des étoiles équatoriales).

Le mois suivant le soleil est en B et l'on peut déterminer avec précision le point milieu de BC et celui de F'E'.

La division de l'équateur en parties égales pouvait être faite à l'aide d'une clepsydre mais la division du zodiaque en parties égales ne pouvait se faire que sur la sphère elle-même car la trigonométrie inventée par Hipparque, permettant de résoudre les problèmes liés aux ascensions obliques n'était pas encore née.

1.3 Ptolémée

Ptolémée, géographe, astronome passa sa vie à Alexandrie. L'ensemble de son œuvre conservée lui valut de passer à la postérité.

Il est particulièrement connu pour sa « Syntaxe mathématique » surnommée par les Arabes « L'Almageste », « La grande œuvre ».

Lorsque la multiplication des sphères d'Eudoxe (27 sphères portées à 34 par Callippe puis à 57 par Aristote) se fut avérée incapable de rendre compte du mouvement réel des planètes, le modèle géocentrique fut modifié avec l'hypothèse de mouvements excentrés. Il est exclu de présenter en quelques lignes le modèle de Ptolémée dans toute sa complexité mais de donner seulement quelques éléments permettant de comprendre comment la volonté de sauver les apparences conduisit à un modèle brillant mais faux qui perdura jusqu'au XVI^e siècle.

Dans ce modèle chaque planète décrit à vitesse uniforme un cercle appelé épicycle dont le centre est mobile sur un cercle appelé déférent. Le mouvement du centre de l'épicycle est uniforme autour d'un point **E**, appelé point équant, symétrique du centre du déférent **D** par rapport à la Terre **M** (Centre du Monde). La ligne des centres MED tourne lentement par rapport aux étoiles fixes.

Pour expliquer le mouvement des planètes en latitude par rapport à l'écliptique, il faut aussi que le plan du déférent soit incliné sur le plan de l'écliptique et que le plan de l'épicycle soit incliné sur le plan du déférent. Le déférent coupe ainsi l'écliptique suivant une droite fixe par rapport à la ligne des centres MED.

Le mouvement du Soleil est une simplification du modèle précédent : il n'y a ni épicycle, ni point équant.

Le mouvement de la Lune et de Mercure représentent des cas particuliers plus complexes que le modèle précédent.

Nous reprenons sur la figure 1.4 le mouvement en longitude du Soleil et celui d'une planète supérieure (Mars).

1.4 Instruments de l'Antiquité

1.4.1 Gnomon

Gnomon en mathématique

Le terme « gnomon » avait un premier sens chez les mathématiciens grecs : étant donné un objet mathématique (nombre, figure), que faut-il lui « ajouter » pour obtenir un objet de même type. Par exemple, le gnomon de n^2 est $2n + 1$ car $(n + 1)^2 = n^2 + 2n + 1$

On passe ainsi du carré 9 (3 sur 3) à 16 (4 sur 4) en ajoutant 7 points. On est ainsi amené à constater que la somme des n premiers nombres impairs est toujours un carré : n^2

Autre exemple : à un rectangle d'or de longueur L on « ajoute » le carré de côté L , on obtient encore un rectangle d'or

Gnomon en astronomie gnomon : « qui sert à connaître » : tige verticale (obélisques, menhirs....)

L'ombre minimale diurne donne le midi

L'ombre méridienne minimale donne le solstice d'été

L'ombre méridienne maximale donne le solstice d'hiver

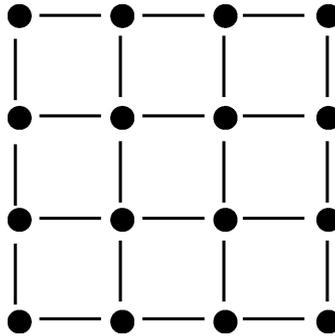


FIG. 1.5 – Gnomon en mathématiques

Gnomon et latitude La latitude est désignée par le rapport du jour le plus long au jour le plus court 7/5 pour Alexandrie où le jour du solstice d'été dure 14h et le solstice d'hiver 10h. Pour calculer le nombre d'heure de jours, il suffit d'évaluer le temps que mettent à se lever les 6 signes du zodiaque qui suivent le point o de l'écliptique où se trouve le soleil.

Pour évaluer le temps de lever des 12 signes du Zodiaque les astronomes grecs, à partir de l'Almageste, utilisèrent des calculs trigonométriques complexes mais exacts conduisant à une courbe à double bosse. A Babylone les temps de levers sont admis croissants du Bélier à la Vierge et décroissants de la Balance aux Poissons ce qui donne une courbe à une bosse.

Les auteurs anciens et le gnomon

Homère L'héliotrope capable de montrer « les conversions du soleil »

Hésiode Importance des solstices pour les travaux agricoles (Hésiode, *Travaux*, vers 564-663)

Anaximandre Chez les Grecs l'invention du gnomon est parfois attribuée à Anaximandre (610-547) qui vécut à Lacédémone

Bigourdan pense qu'Anaximandre ne l'introduisit que pour la mesure du jour mais que c'est seulement à partir de Méton vers 432 qu'il fut utilisé pour la détermination des solstices. C'est le plus ancien solstice ayant servi comme point de repère en particulier à Hipparque, Ptolémée et qui permit d'avoir une précision de plus en plus grande sur la durée de l'année supposée constante. Méton fit aussi, grâce au gnomon, avec Euctémon, la découverte très importante de l'inégale durée entre équinoxes et solstices (solstices déterminés avec le gnomon, on ne sait pas comment il déterminait les équinoxes). Cette découverte est rapporté dans le célèbre papyrus d'Eudoxe conservé au Musée du Louvre).

Hérodote Hérodote (Histoire Livre II, 109) l'attribue aux Babyloniens

« Car, pour l'usage du polos, du gnomon et pour la division du jour en douze parties c'est des Babyloniens que les Grecs les apprirent »

Pline l'Ancien Un obélisque égyptien de 22m datant du pharaon Psammétique II fut placé d'abord à la périphérie de Rome puis ramené au champ de Mars par Auguste en 10 avant J.C. (Livre XXXVI chap 10). Le premier cadran solaire aurait été élevé à Rome vers 263 avant J.C. après la prise de Catane (Livre VII, 214-215)

1.4.2 Le polos ou scaphè

On s'aperçut rapidement que les courbes décrites par le gnomon sont complexes à interpréter. Un obscur génie inventa le polos : gnomon dont la pointe est au centre d'une demi-sphère (deviendra le scaphè)

Voûte du ciel renversée. C'est une demi-sphère creusée dans la pierre avec en son centre une la pointe d'un style : L'ombre de ce point dessine la marche du soleil sur la voûte céleste.

L'équinoxe est marqué par l'ombre sur le demi-cercle, les solstices par les arcs de cercle extrêmes.

Son réseau de lignes est désigné sous le nom de konarachnè.

L'avantage de la scaphè sur le cadran plan, c'est que sur la demi-sphère, les lignes marquant les heures temporaires sont à égales distances angulaires les unes des autres (demi cercles passant par les points Nord et Sud), ce qui est rapide et facile à réaliser, tandis que sur un plan il faudrait soit calculer les lignes soit attendre patiemment toute la journée pour les tracer à l'aide d'une scaphè auxiliaire, et ce une fois par mois, avant d'avoir un réseau complet.

1.4.3 Clepsydre

On pense que les babyloniens s'aidaient de clepsydres pour diviser le zodiaque en 12 parties égales. On a prétendu que Thalès avait mesuré le diamètre angulaire de la Lune et du Soleil par leur temps de lever et coucher, mais l'obliquité de leur route rend le procédé inexact.

La clepsydre du Musée du Caire Elle date d'environ 1400 avant J.C.. Elle a la forme d'un tronc de cône (h=306mm, Dbas=230mm, Dhaut=446mm)

Taillée en albâtre elle est décorée à l'extérieur de trois bandes, la bande inférieure représentant le pharaon suivi des 12 mois, la bande moyenne représentant les constellations circumpolaires et la bande supérieure représentant les planètes et étoiles importantes de l'écliptique.

Sur les 360° du bord supérieur sont indiqués les noms des 12 mois. A l'intérieur de la clepsydre, en dessous de chaque mois, sont indiquées 12 subdivisions servant à marquer les 12 heures de la nuit correspondante, les subdivisions d'hiver étant plus longues que celles d'été. Les subdivisions d'un même mois sont équidistantes et, en toute rigueur, les subdivisions horaires auraient été égales si la clepsydre avait eu une section en parabole et non en segment de droite.

La clepsydre de Ctésibius (vers 150 av J.C.) Perrault, l'architecte de la colonnade du Louvre, a réalisé une gravure (Figure 1.6 à droite) de cette clepsydre d'après le texte de Vitruve¹⁶ [46].

¹⁶Vitruve, de architectura Livre IX chap VIII 2 à 7

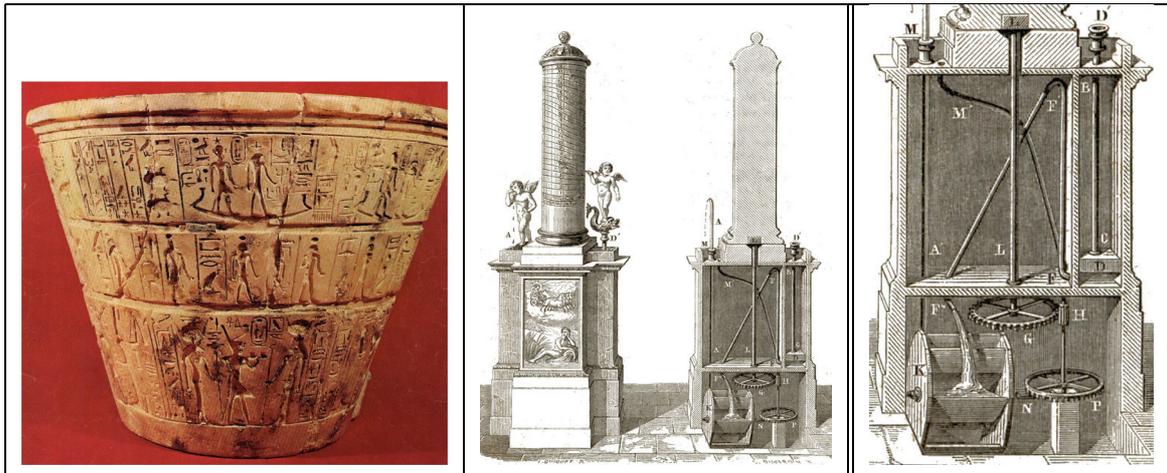


FIG. 1.6 – A gauche : Clepsydre égyptienne

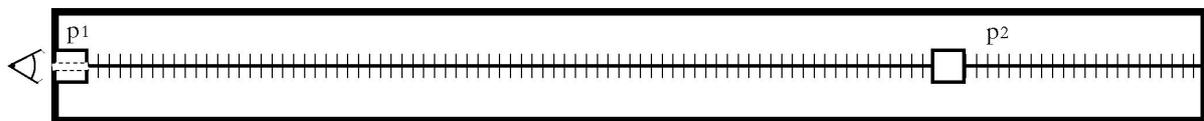
Au milieu et à droite : Gravure de Charles Perrault de l'horloge de Ctésibios

Un enfant dont les larmes venant d'un récipient à niveau constant par le tube A tombe dans un réservoir vide M. Le tuyau M' alimente le conduit BCD avec un flotteur D poussant l'enfant qui tient la baguette à la main. En montant régulièrement l'enfant indique de sa main l'heure sur un tambour. La baguette indique 0h au lever du Soleil, 12 au Coucher. Au bout de 24h, le siphon FF' vide l'eau de la colonne BCD sur la roue à augets K. En 6 jours la roue fait un tour. Elle entraîne la roue N puis P qui a 10 fois plus de dents en 60 jours. La roue G qui a 6 fois plus de dents est entraînée en 360 jours. Le tambour fait donc un tour en 360 jours, presque un an.

1.4.4 La dioptré

La dioptré est en général une règle de visée mais on en trouve différentes sortes (du grec dioptron ou dioptra même sens ; de dia, à travers et optestai, voir). Il faut noter que les Grecs ne connaissaient pas la division du cercle en 360 parties et que les chaldéens n'avaient divisé ainsi que le zodiaque.

Dioptré d'Hipparque et de Ptolémée (décrite par Théon d'Alexandrie et Proclus)



Ptolémée trouve la dioptré d'Hipparque meilleure que la clepsydre Almageste (V)

C'est une règle de 4 coudées munies de deux pinnules prismatiques p_1 et p_2 : la pinnule oculaire p_1 , fixe, est percée d'un petit trou ; on déplace la pinnule objectif p_2 , mobile, pour qu'elle couvre exactement le diamètre du soleil ou de la lune. La largeur de la pinnule p_2 était la corde de l'arc cherché, le rayon du cercle étant la distance entre pinnules lue sur la règle.

Employée horizontalement ou verticalement elle permettait de mesurer le diamètre angulaire du soleil ou de la lune (diamètre vertical ou horizontal mais on ignorait que la réfraction diminue le diamètre vertical : c'est seulement Tycho qui en tiendra compte dans ses tables)

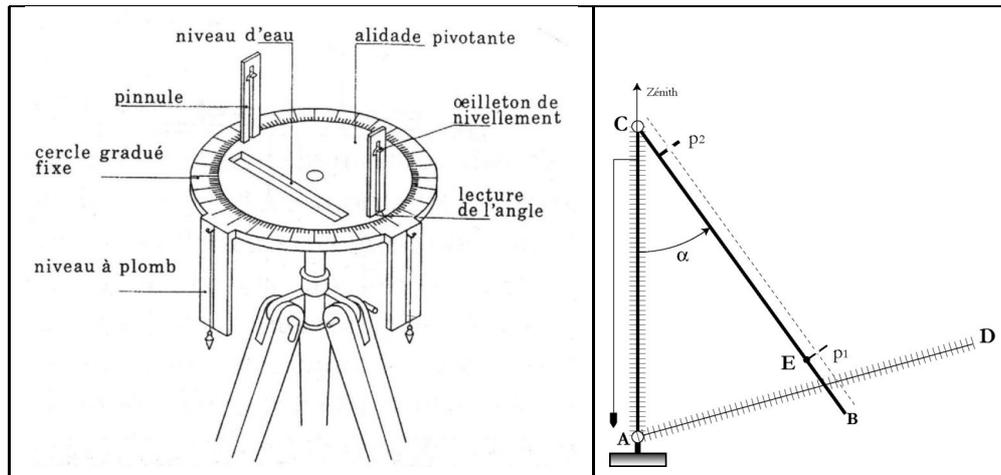


FIG. 1.7 – Dioptre de Héron et Règles de Ptolémée

Dioptre d'Archimède (Article « Astronomie » [17])

plus primitive que la précédente pas de pinnule oculaire permettant de réduire à un point le sommet de l'angle de vision. Archimède corrigeait l'erreur en calculant la taille et la position à donner à une pinnule p'_1 pour qu'elle cache à l'œil la pinnule p_2 . Le point de rencontre des tangentes était déterminé : Archimède trouvait pour le soleil entre $27'$ et $32' 56''$, Ptolémée $31' 20''$.

Héron d'Alexandrie d'Alexandrie était aussi connu pour sa dioptre (Figure 1.7)

1.4.5 Règles parallactiques de Ptolémée

parallaxe géocentrique : effet de perspective : distance angulaire entre le point du ciel ou un observateur voit un astre et le point du ciel où il le verrait s'il était situé au centre de la Terre.

Règles de Ptolémée : instrument destiné à mesurer la distance zénithale d'un astre lors de son passage d'un astre au méridien (Ptolémée voulait mesurer la parallaxe géométrique de la Lune pour en déduire sa distance à la Terre). Elle est composée de

Composition :

1. Deux règles CA et CB larges, épaisses longues de 4 coudées ; CA graduée en 60 divisions et fractions ; on s'assure que CA est bien verticale avec un fil à plomb.
2. Une règle AD mince graduée comme CA, mobile autour du pivot A

Utilisation :

1. On vise la Lune à travers les pinnules p_1 et p_2 (p_1 « pinnule oculaire » percée d'un petit trou, p_2 « pinnule-objectif » percée d'un trou permettant de voir toute la Lune) ; on fait tourner AD sur le pivot A pour qu'elle passe par E : $CE // p_1 p_2$

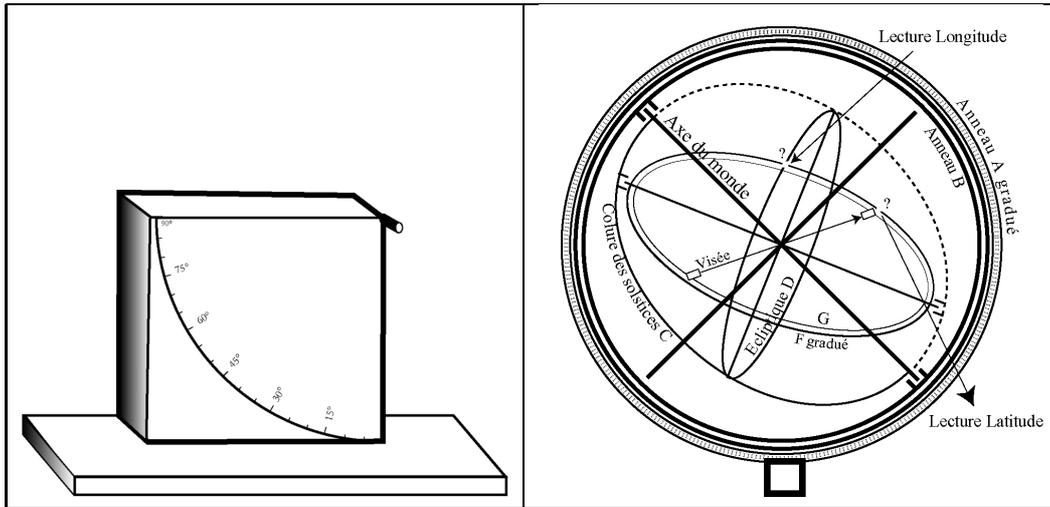


FIG. 1.8 – Carreau et Organon de Ptolémée (d'après [44] page 71)

2. On note la graduation G_1 : on fait pivoter AD pour reporter cette graduation sur AC : on note la graduation G_2 . La comparaison des graduations donne la corde Ap_1 en fonction des divisions de AC, c'est à dire la corde de l'arc α .

Ptolémée mesure ainsi la distance zénithale de la lune lorsque sa longitude est proche du point solsticial d'été ($\delta = 23^\circ$) et lorsque sa latitude boréale est maximum : il connaît ainsi sa déclinaison maximum ($\delta = 28^\circ$) et donc l'obliquité de l'orbite lunaire sur l'écliptique (5°)

1.4.6 L'organon de Ptolémée

Une sorte de sphère armillaire que Ptolémée (syntaxe V,1) décrit en l'appelant organon (instrument). Cet instrument permet de mesurer l'écart de longitude entre 2 astres et leur latitude ; c'est vraisemblablement grâce à lui que Hipparque établit son catalogue d'étoiles.

un cercle gradué A orienté suivant le méridien du lieu et monté sur une colonne fixe : le limbe de A est gradué

un cercle B B tourne en glissant à l'intérieur de A dans le plan du méridien. B est muni d'un repère se déplaçant sur le limbe gradué de A permettant d'amener dans la direction de l'axe du monde un diamètre de B : sur ce diamètre sont montés 2 tourillons

un cercle C représentant le colure des solstices Un cercle D solidaire de C représentant l'écliptique. En tournant Cet D autour des tourillons on peut amener ces deux cercles à coïncider avec les plans qu'ils doivent représenter

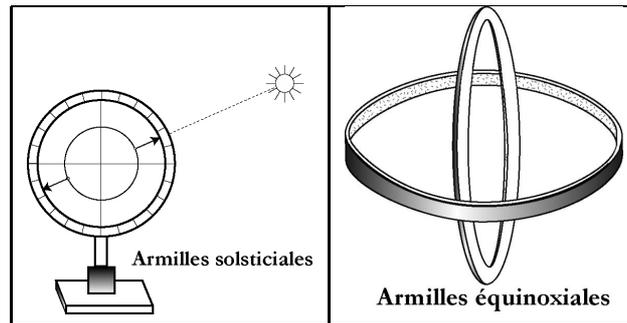


FIG. 1.9 – Armilles

cercle E et F Aux deux extrémités de C définissant l'axe de l'écliptique sont montés 2 tourillons qui servent de pivots à ces 2 cercles E (extérieur à CD et intérieur à B) et F (intérieur à CD) permettant de mesurer la longitude écliptique entre 2 astres sur le limbe gradué de D (E n'est pas figuré sur le dessin)

cercle G G est emboîté dans F comme B dans A : le limbe de F est gradué et G porte 2 pinnules de visée aux extrémités d'un diamètre : on peut donc mesurer la latitude écliptique d'un astre

Armillés solsticiales de Proclus

Ptolémée les décrit pour trouver la position des tropiques. Il s'agit d'un cercle vertical, gradué, placé dans le plan méridien et positionné verticalement avec un fil à plomb. A l'intérieur tourne un cercle concentrique muni de deux pinnules en forme de prisme, diamétralement opposées. Pour trouver la hauteur du soleil on fait tomber l'ombre du prisme supérieur sur le prisme inférieur.

Armillés équinoxiales de Ptolémée

Ptolémée ne les décrit pas mais son commentateur grec Nicolas Cabasilas (XIV^e siècle) en donne le détail : c'est un anneau, sans graduation, placé de façon invariable dans le plan équatorial. Lorsque le soleil traverse le plan, l'ombre de la partie sud couvre exactement la partie Nord. Ce cercle équatorial pouvait être fixé à un mur ou porté par un autre cercle, méridien, avec une graduation éventuelle.

Avec des instruments tels que ceux-ci Hipparque trouve les instants des équinoxes et solstices avec une précision de 1/4 jour et en déduit l'inégalité des saisons.

Carreau (ou quart de cercle) de Ptolémée

Très utilisé jusqu'à Tycho-Brahé, Ptolémée dit en être l'inventeur. Un petit cylindre au centre du cercle permet par son ombre de connaître la hauteur du soleil.

Astrolabe planisphérique Hipparque imagine la projection planisphérique et l'applique à la réalisation d'une carte du ciel. Les premiers ouvrages décrivant la construction et l'utilisation de l'astrolabe est celui de Jean Philoppon du IV^e siècle.

Chapitre 2

Légendes et constellations

« Tant que tu sens les étoiles au-dessus de Toi, il te manque encore le regard de la connaissance »

Friedrich Nietzsche

Les Babyloniens puis les Grecs avaient imaginé dans le ciel des figures regroupant les étoiles et permettant de repérer les phénomènes célestes (éclipses, positions planétaires, comètes. . .) avec précision. Les Arabes gardèrent ces regroupements et nommèrent les étoiles d'après leurs positions au sein des figures mythologiques. Nous avons ainsi conservé les noms grecs des constellations (Orion, Cygne, Lyre...) et les noms arabes des étoiles, souvent la traduction arabe des mots grecs (Deneb, Aldébaran. . .).

Les légendes suivantes seront retrouvées dans le dictionnaire de Pierre Grimal [25], avec les citations des auteurs latins ; l'origine des noms des étoiles se trouve dans Astronomie [12] et Etoiles et Constellations [10] ou les « Catastérismes d'Eratosthène » [13].

On trouvera dans le paragraphe qui suit les distances des étoiles exprimées en années lumière (A.L.) ainsi que les magnitudes relatives (l'étoile brille d'autant plus que sa magnitude est négative (Soleil $m=-27$; Pleine Lune $m=-15$; Vénus $m_{max} = -4$; Sirius $m=-1,6$; à l'œil nu $m<+6$).

2.1 Grande Ourse, Petite Ourse, Dragon

2.1.1 La Grande Ourse

Légende grecque : Zeus aime la nymphe Callisto ; de leur union naît un fils Arcas. Jalouse Héra transforme Callisto en Ourse. Chassant un jour dans une forêt, Arcas rencontre sa mère qu'il s'apprête à abattre d'une flèche, mais Zeus veille et transforme Callisto en la constellation de la Grande Ourse et Arcas en l'étoile Arcturus qui depuis la protège (en grec *arctos* = ours et *ouros* = gardien). Néanmoins Héra interdira à Callisto de se baigner dans le fleuve Océan qui ceinture la Terre (sous nos latitudes la Grande Ourse reste toujours au-dessus de l'horizon). *Ovide Métamorphoses Livre II, vers 401-508*

L'astérisme du Grand Chariot représentait pour les Romains sept bœufs (septem triones, d'où le mot septentrion) et les Indiens du Canada y voyaient une Ourse (sans queue) poursuivie par trois chasseurs dont le deuxième (Mizar) est accompagné de son petit chien (Alcor).

Étoiles Mizar (ζ UMa) et sa compagne Alcor à 12' (Un « bon » œil a une résolution de $\varepsilon=2'$); test d'acuité visuelle chez les archers arabes et ceux de Charles Quint.

C'est une double « optique » : $d_{\text{Mizar}} = 90 \text{ A.L.}$ $\delta_{\text{Alcor}} = 120 \text{ A.L.}$

Au télescope : Mizar se dédouble en Mizar A et Mizar B chacune double également révélé au spectroscopie

Aux jumelles : M81 galaxie spirale ; $m=7$; $d= 7 \text{ Millions A.L.}$

2.1.2 La Petite Ourse

La dénomination « Petite Ourse est récente. Le nom était Cynosure (c'est à dire queue de chien, « kunos »=chien, « oura »=queue) pour les Grecs.

Étoiles : α Umi = Polaris étoile située à $0,8^\circ$ ($50'$) du Pôle Céleste Nord, Éclat=2000 fois l'éclat du soleil, $d= 470 \text{ A.L.}$, $T= 6300^\circ\text{K}$

C'est une étoile variable de magnitude moyenne 2 ayant une compagne de magnitude $m=9$ à $18''$

β Umi = Kochab (« Étoile du Nord » en arabe car proche du pôle céleste vers 800 après J.C.)

Clef du ciel : 5 fois $\alpha - \beta Uma \Rightarrow \alpha Umi$

2.1.3 Dragon

Légende grecque (Voir Hercule)

Étoiles α Draconis = Thuban (ath-Thu'bân, le Dragon en arabe) ; c'était l'étoile Polaire vers 3000 avant J.C. ; $m = 3,6$

β Draconis = Rastaban (Ra's ath-Thu'bân, « la tête du Dragon » en arabe)

2.2 Bouvier, Couronne boréale

2.2.1 Bouvier

Légende grecque : Constellation consacrée à Icare fils de Dédale qui aurait enseigné aux bergers l'agriculture. Des hommes ivres ayant abusé de son don de la vigne et de la fabrication du vin le tuèrent. Dionysos, dieu de la fête et de l'ivresse, le transformera en la constellation du Bouvier et sa fille Erigone, folle de douleur, en la constellation de la Vierge. (Le Bouvier pourrait ressembler à une grappe de raisin avec Arcturus comme queue de la grappe...)

Étoiles : α Bootis = Arcturus (du grec « arktouros », gardien de l'Ourse), géante rouge, $d=35 \text{ A.L.}$, $m=0,2$

Clef du ciel : ($\delta\varepsilon\zeta\eta Uma \Rightarrow Arcturus \Rightarrow Spica$)

2.2.2 Couronne boréale

Légende grecque : Tous les ans les Athéniens devaient offrir 7 jeunes gens et 7 jeunes filles en pâture au Minotaure, fils monstrueux du roi de Crète Minos. Ariane, fille du roi Minos, remit à Thésée un fil qui lui permit de sortir du labyrinthe après sa victoire sur le Minotaure. Mais elle fut abandonnée par Thésée sur l'île de Naxos. Ému par son désespoir Dionysos, l'épousa et lui offrit une couronne ornée de riches pierreries. *Ovide, Métamorphoses VIII et Héroides X, 1-150*

Étoiles : α Coronæ borealis = La Perle = Gemma

Clef du ciel : (δ Uma \Rightarrow Couronne)

2.3 Cassiopée, Céphée

2.3.1 Cassiopée

Légende grecque : Cassiopée, reine d'Éthiopie et épouse du Roi Céphée, s'étant vanté d'être plus belle que les Néréides, nymphes de la mer, un monstre marin ravageant le royaume fut envoyé par Poséidon. L'Oracle consulté, annonça qu'il fallait sacrifier Andromède, leur fille, et la livrer au monstre enchaînée sur un rocher. Persée sur le cheval ailé Pégase, muni de la tête de Méduse pétrifia l'animal et délivra Andromède. *Ovide Métamorphoses Livre IV, vers 604-801 et Livre V 1-249*

Clef du ciel : 1 fois (Mizar-Polaire) \Rightarrow δ Cassiopeiæ nommée Rukbah d'après le mot arabe « Rukbat », le genou (de Cassiopée)

2.3.2 Céphée

Étoiles : δ Cephei, étoile variable, prototype des Céphéides, étoiles supergéantes ayant une relation liant magnitude absolue et période f(Magnitude, période) permettant en mesurant leur période et leur magnitude relative de trouver leur distance.

α Cephei = Alderamin (« bras droit » en arabe) indiquera le Pôle Céleste Nord vers 7 000 ap J.C.

Clef du ciel : (1/3 (α Uma – Polaire) \Rightarrow γ Cephei

2.4 Persée, Andromède, Pégase

2.4.1 Persée

Légende grecque : Fils de Zeus et de la princesse Danaé promet au cours d'un festin de ramener en présent la tête pétrifiante de Méduse, une des sœurs Gorgones. À l'aide du bouclier d'Athéna, du casque et des sandales d'Hermès, il peut décapiter le monstre. Du flot de sang naît Pégase, le cheval ailé, symbole de l'imagination créatrice. *Ovide, Les métamorphoses, Livre IV, 604-801 et V, 1-249*

Étoiles : β Persei = Algol (Ra's al-Gûl, « la tête de l'ogre » en arabe) binaire à éclipse : lorsque la plus grosse passe devant la petite, l'éclat diminue pour une durée de 10 heures

Aux jumelles : Amas double $het\chi$ d = 7000 A.L. ; formés d'étoiles jeunes

M34 amas ouvert ; m=6

2.4.2 Andromède

M31 : galaxie d'Andromède à d=2,1 Millions d'A.L., milliards d'étoiles de magnitude intégrée 4

Clef du ciel : bissectrice de $\beta\alpha\gamma$ Cas \Rightarrow M31

2.4.3 Pégase

Etoiles Aux jumelles : M15 près de ϵ Pegasi ; amas globulaire m=6 ; à d=34 000 A.L.

Clef du ciel : Polaire $\alpha\beta$ Pegase \Rightarrow Fomalhaut (Poisson austral)

L'origine des ascensions droites est proche de l'alignement Polaire \Rightarrow α Andromede \Rightarrow γ Pegase

2.5 Hercule, Aigle, Cygne, Flèche, Lyre

2.5.1 Hercule

Légende grecque : Amphitryon était un général thébain particulièrement courageux dont la femme Alcmène était d'une grande beauté. Zeus, amoureux de celle-ci, profite du départ d'Amphitryon pour la guerre, prend ses traits et sa place dans son lit. Quelques mois plus tard Alcmène accouche de deux jumeaux, Iphiclès (fils d'Amphitryon) et Alcide (fils de Zeus). Jalouse, Héra jure de se venger et envoie deux serpents près des berceaux que Alcide étouffe à mains nus. Ses parents soignent particulièrement son éducation (Son père lui apprend à conduire un char, Eurystos lui apprend à tirer à l'arc, Castor à manier les armes, Eumolpos à jouer de la lyre). Adolescent il tue et prend la dépouille du lion du bois de Cithéron qui terrorisait les troupeaux. Il épouse Mégare, fille du roi de Thèbes qu'il avait délivré d'ennemis, les Minyens. Héra toujours rancunière, dépêche vers lui l'une des Furies : dans un accès de folie Alcide tue alors sa femme chérie et ses enfants. Les douze travaux qu'il devra accomplir pour se purifier de ces meurtres lui donneront le nom d'Héraclès (à la gloire d'Héra)

1. vaincre le Lion de Némée. Il l'étouffe de ses bras car les flèches ne pouvaient percer sa peau.
2. éliminer l'Hydre de Lerne, monstre à neuf têtes à l'haleine fétide et empoisonnée. Il coupe les huit têtes mortelles qu'il empêche de repousser en brûlant les chairs avec un brandon puis découpe la tête immortelle avec une serpe d'or et l'enterre ensuite sous un rocher.
3. capturer le sanglier d'Érymanthe (il épuise le monstre en le poursuivant et celui-ci se précipite dans une crevasse)
4. ramener vivante la biche de Cérynie (Héraclès mit un an à traquer cette biche aux sabots d'airain et cornes d'or, aussi rapide qu'un cheval ailé)
5. exterminer les oiseaux du lac Stymphale. Les oiseaux sont nichés invisiblement dans la forêt mais Héraclès les fait d'abord envoler avec des cymbales puis les extermine avec ses flèches.

6. nettoyer les écuries d'Augias. Après avoir fait sortir tous les bœufs, Héraclès détourne deux fleuves qui emportent le fumier des écuries.
7. dompter le taureau de Crète. Taureau rendu fou par Poséïdon parce que le roi Minos n'avait pas lui voulu sacrifier et qui ravageait la Crète.
8. s'emparer des cavales du roi de Thrace Diomède qui les nourrissait de chair humaine. Héraclès les détache de leurs chaînes de fer et essaie de les emmener ; Diomède lancé à sa poursuite se fait dévorer par ses propres juments qui deviennent aussitôt dociles.
9. rapporter la ceinture d'Hyppolite reine des Amazones, les guerrières ennemies des hommes. Un sourire d'Héraclès suffit pour qu'elle lui remette la précieuse ceinture d'or, présent d'Arès. Héra, sous les traits d'une amazone, harangue ses compagnes contre Héraklès, « venu enlever Hyppolyte ». Dans le combat qui suit, Héraklès se croyant trahi tue Hippolyte et rapporte néanmoins la précieuse ceinture à la fille d'Eurysthée.
10. ramener d'Ibérie en Grèce les bœufs de Géryon. Arrivé au bout de l'océan mais arrêté par une montagne, il en écarte les deux pans ce qui forme actuellement le détroit de Gibraltar (portes d'Hercule), assomme le bouvier Eurythion et son chien Orthros et après avoir vaincu Géryon, embarque avec les bœufs pour la Grèce.
11. s'emparer des pommes d'or du jardin des Hespérides. Ces pommes étaient un présent de Gaïa à Héra lors de son mariage avec Zeus et Héra les avait confiées aux Hespérides. Héraklès va voir Atlas qui supporte le globe, consent à le remplacer si celui-ci va chercher les pommes. Atlas revenu avec les pommes se laisse duper par Héraklès qui se prétend fatigué et demande à être soulagé un instant.
12. vaincre et ramener sur terre Cerbère le monstrueux chien à 3 têtes, à queue de dragon, à échine hérissée de serpents, gardien des Enfers qui interdisait aux morts de s'échapper et aux vivants d'y pénétrer (seul Orphée et sa lyre eurent raison de sa vigilance). Initié aux mystères d'Eleusis, Héraclès force le passeur Charon à le conduire aux portes de l'enfer. Hadès accepte de le laisser emmener Cerbère s'il en triomphe à mains nues. Pris à la gorge le monstrueux chien est contraint de le suivre ; sur terre Eurysthée terrorisé lui promet sa libération s'il reconduit Cerbère aux enfers. Héraclès enfin purifié est délivré de l'esclavage de son cousin.

Étoiles : Au télescope : M13 amas globulaire à 1/3 du segment($\eta\zeta$) coté Couronne ; d=24 000 A.L.

Clefs du ciel : Arcturus⇒Hercule⇒Véga

Particularités : Apex solaire (mouvement relatif du soleil dans la galaxie à 20km/s) près de ν Herculis

2.5.2 Aigle

Légende grecque : Prométhée, un des Titans, ayant volé le feu aux dieux pour l'apporter aux Hommes, est enchaîné sur le Mont Caucase où un Aigle vient dévorer son foie éternellement renaissant. Il est délivré par Hercule qui abat l'Aigle dévoreur.

Étoiles : α Aquilæ = Altaïr (« le vautour volant » en arabe) ; d=16 A.L. ; T=9000°K

Triangle d'été : Altaïr, Véga, Deneb

2.5.3 Cygne

Légendes grecques : Cygne en lequel Zeus se serait transformé pour séduire Lédèa (cf. Gémeaux), ou oiseau du lac Stymphale dans les travaux d'Hercule. Le cygne et l'aigle volent à la rencontre avec la flèche qui les sépare

Étoiles : α Cygni = Deneb (« La queue » en arabe) ; $m=1,2$; $d=1600$ A.L.

β 1Cygni : première étoile dont la parallaxe fut mesurée (Bessel en 1838)

β Cygni = Albiréo (« le bec » en arabe) ; étoile double (35") : une bleue, l'autre jaune de magnitude intégrée =3

2.5.4 Flèche

Légende grecque : Flèche d'Hercule éliminant soit les oiseaux du lac Stymphale, soit l'Aigle dévorant le foie de Prométhée.

2.5.5 Lyre

Légende grecque : Orphée est le fils de la muse de l'éloquence Calliope et du roi de Thrace Oeagre. Sa voix et sa lyre, don d'Apollon, charmaient les hommes, les bêtes et les plantes. Son épouse, la nymphe Eurydice, étant morte à la suite d'une piqûre de serpent, Orphée, éperdu de douleur, résolut d'aller la chercher aux Enfers. Ses chants convainquirent Hadès de la laisser partir à condition que Orphée ne se retourne pas en arrière lors de son retour sur terre. Orphée manque à sa promesse et Eurydice disparaît à tout jamais. Il se consacre désormais au culte d'Apollon, dieu de l'Harmonie et des Arts, mais les Ménades (Bacchantes) prêtresses de Dionysos (Bacchus), jalouses de sa voix le tuent et déchirent son corps. Son âme est recueillie dans l'île des Bienheureux et sa Lyre placée parmi les constellations.

Orphée symbolise l'être qui se meurt à la suite de la perte de sa force d'âme. Sa descente dans l'inconscient lui permet de retrouver Eurydice, l'amour sublime et harmonieux. Mais il succombe d'abord aux regrets et aux tentations multiples qui ont transformé Eurydice en ombre. En se consacrant au culte d'Apollon il encourt la vindicte publique mais son âme est préservée.

Arion musicien et poète naît à Méthymne dans l'île de Lemnos au VIème siècle avant J.C.. Hérodote raconte qu'il inventa le dithyrambe, chant en l'honneur de Dionysos. Le Roi de Corinthe, Périandre, le comble de bienfaits mais des matelots qui le conduisaient dans l'île de Naxos veulent le dépouiller et le jeter à la mer. Il leur demande de jouer une dernière fois de sa lyre mais sa musique n'attendrit pas leurs cœurs endurcis et de désespoir Arion se jeta à la mer. Il est sauvé par un dauphin. Les astres reçurent parmi eux le dauphin sauveteur et la lyre d'Arion.

Étoiles :

α Lyrae = Véga ; $m=0,04$; $d= 26$ A.L.

À l'œil nu : ϵ Lyrae \Rightarrow (ϵ_1, ϵ_2) à 208" ; au télescope $\epsilon_1 \Rightarrow$ deux étoiles à 3" et $\epsilon_2 \Rightarrow$ deux étoiles à 2"

Au télescope : M57 nébuleuse planétaire ; $m= 9$; à $d=5000$ A.L. ; étoile au centre ($m=15$) ayant éjecté la sphère de gaz

2.6 Cocher, Orion, Grand Chien, Petit Chien

2.6.1 Cocher

Légende grecque : Phaéton est le fils de la nymphe Clyméné et de Hélios, le dieu-soleil. Apprenant sa filiation divine, il demande à son père de le laisser conduire son char. Hélios veut l'en dissuader mais cède finalement sa place. Incapable de maîtriser l'attelage, brûlant la terre sur son passage, Phaéton sera foudroyé par Zeus, et précipité dans le fleuve Éridan. Les larmes des Héliades, ses surs, vont émouvoir Zeus qui le placera parmi les constellations avec Éridan.

Phaéton symbolise l'être qui retrouve le père-esprit mais qui s'empresse de devenir spirituellement productif pour se faire admirer au lieu de maîtriser ses désirs représentés par les chevaux. Prétendant apporter la lumière spirituelle aux hommes il ne fait que semer mort et dévastation.

Étoiles : α Aurigæ = Capella (« la petite chèvre » en latin ; Amalthée la chèvre qui allaita Zeus)
m=0,06

Aux jumelles : M36 amas ouvert ; m = 6 Au télescope M37 et M38

Clef du ciel : (γ And, δ Persée) \Rightarrow Capella

2.6.2 Orion

Légendes : Chez les Égyptiens : Le premier jour de l'année chez les Égyptiens était le jour du solstice d'été qui était aussi annonciateur des crues du Nil. Les Égyptiens croyaient que la fertilité due à ces crues venait du bienveillant et généreux Osiris. Son féroce frère Seth découpe son corps en quatorze morceaux qu'il disperse à travers l'Égypte. Sa sœur-épouse Isis rassemble son corps et aidée de sa sœur Nephtys ainsi que d'Anubis et de Thot le reconstitue. Doté maintenant d'une âme éternelle grâce aux prières des êtres qui l'aiment Osiris deviendra dieu du blé qui meurt et ressuscite chaque année, et dieu des morts. Il se trouve depuis parmi les constellations.

Chez les Grecs : Le chasseur géant Orion, fils de Poséidon et d'Euryale, une des Gorgones, s'étant vanté de son adresse devant Artémis, déesse de la chasse, celle-ci envoie un tout petit animal, le scorpion, dont la piqûre mortelle le foudroie. Ils seront transformés en constellations mais placés à deux extrémités de la voûte céleste pour éviter tout nouveau combat. Orion est accompagné du Grand et du Petit Chien ainsi que du Lièvre à ses pieds.

Étoiles α Orionis = Bételgeuse ("l'épaule" en arabe) géante rouge ; m=0,8 ; D=400DSoleil

β Orionis = Rigel ("le pied" en arabe) ; m=0,11 ; compagne de m=7 à 9"

$\delta\epsilon\zeta$ Orionis = « les Rois Mages », le « baudrier d'Orion », « le râteau de Jean de Milan »

Aux jumelles : M42 nuage de matière (surtout Hydrogène) pépinière d'étoiles jeunes de 10 à 100 000 ans ; d= 1 600 A.L.

2.6.3 Grand Chien

Étoiles : α Canis Majoris = Sirius : Le lever héliaque de Sirius (Sothis pour les Égyptiens) était proche du solstice d'été vers 3000 av J.C. et annonçait les crues du Nil.

Etoile la plus brillante du ciel : $m=-1,45$; $d=9$ A.L. ; Seirios = « la brillante » ou « brûlante » en grec
Elle est aussi appelée « stella canicula » en raison de sa place dans la constellation du Grand Chien.
Le mot canicule viendrait du lever héliaque de cette constellation pendant l'été.

Clef du ciel : ($\delta\epsilon\zeta$ Orionis) \Rightarrow Sirius

2.6.4 Petit Chien

Légendes : Dieu-chacal Anubis chez les Égyptiens

Toute la constellation était appelée Procyon chez les Grecs

Étoile : α Canis Minoris = Procyon à $d=11$ A.L. ; $m= 0,35$ Procyon= « chien en avant »

Ce nom vient du fait que son lever héliaque précède de quelques jours celui de Sirius.

2.7 Les constellations du Zodiaque

2.7.1 Gémeaux

Légende grecque : Zeus amoureux de Lédà, l'épouse du roi de Sparte Tyndare, se transforme en cygne et feint d'être poursuivi par Vénus transformée en aigle, pour se réfugier près de l'objet de ses soupirs. Lédà conçoit deux jumeaux mortels Castor et Clytemnestre et deux jumeaux immortels Pollux et Héléne. Au cours d'un combat Castor fut tué et Pollux demanda à Zeus de partager avec son frère son privilège d'immortalité. Ils forment depuis la constellation des Gémeaux (α Geminorum, Castor "le mortel", brille moins que β Geminorum, Pollux "l'immortel").

Étoiles : α Geminorum = Castor ; étoile multiple ; $m=1,9$; $d=46$ A.L.

β Geminorum = Pollux ; $m=1,1$; $d=36$ A.L.

* Aux jumelles : M35 amas ouvert ; $m=6$ à $d=2600$ A.L.

* Clef du ciel : ($\beta\alpha$ UMa) \Rightarrow Pollux

* Particularités : Trajectoire apparente du soleil du 21 juin au 21 juillet

2.7.2 Cancer

Légende grecque : Crabe (envoyé par Héra) qui pincera Hercule dans son combat contre l'Hydre de Lerne mais que celui-ci écrasera du talon.

Etoiles Aux jumelles : M44 (Praesepe, La Ruche) centaines d'étoiles âgées (jusqu'à 400 Millions d'années)

Trajectoire apparente du soleil du 7 juillet au 11 août

Du temps d'Hipparque : lieu du solstice d'été⇒Tropique du Cancer : soleil au zénith le 21 juin

2.7.3 Lion

Légende grecque : Le lion de Némée dans les douze travaux d'Hercule

Étoiles : α Leonis appelé Régulus (« Le petit roi ») par Copernic= le cœur du lion ; sur l'écliptique ; m=1,35

β Leonis = Denebola (« la queue du lion ») ; m=2,1

Aux jumelles : M66 ; galaxie spirale ; m=9

Particularités : Trajectoire apparente du soleil du 11 août au 17 septembre

2.7.4 Vierge

Légendes Chez les Égyptiens : déesse Isis

Chez les Grecs : Erigone, fille d'Icare ; Déméter déesse des moissons ; Thémis déesse de la justice

Étoiles : α Virginis = Spica (« l'épi » en latin) : variable à éclipses ; m=0,9 à 1,1

ϵ Virginis = Vindémiatrix (« la vendangeuse » car lever héliaque aux vendanges)

Particularités : Trajectoire apparente du soleil du 17 septembre au 1^{er} novembre

2.7.5 Balance

Légendes grecques : Deux sources pour l'origine du nom :

Lieu de l'Équinoxe d'automne du temps d'Hipparque⇒Balance : nuit=jour

Virgile, Géorgiques verset 209

« Quand la balance aura rendu égales les heures du jour et celles du sommeil et qu'elle partage déjà le monde entre la lumière et les ombres, laboureurs, mettez à l'œuvre vos taureaux, semez l'orge dans les plaines, jusqu'aux pluies de l'intraitable hiver, limite extrême. »

Balance de Thémis, déesse de la justice. De son union avec Zeus naquirent les Heures (Représentées par trois belles jeunes filles : Eunomie préposée au respect des lois, Diké à la justice, Iréné à la paix) et les Moires (Représentées par trois fileuses tissant le destin de chaque homme : Clotho fabrique le fil de la vie, Lachésis le déroule et Atropos le tranche)

Etoiles Particularités : Trajectoire apparente du soleil du 1^{er} au 23 novembre

2.7.6 Scorpion

Légende : Orion s'étant vanté d'être meilleur chasseur qu'Artémis, celle-ci envoya un scorpion qui le piqua mortellement au talon. Placés tous les deux dans le ciel en constellations, ils continuent à se poursuivre.

Étoiles : α Scorpii = Antares (Rivale de Mars car étoile rouge) ; double m=1

Particularités : Trajectoire apparente du soleil du 23 au 30 novembre

2.7.7 Serpenteaire

Légende : Un berger d'Épidaure recueillit un jour un enfant allaité par une de ses chèvres dont il était parti à la recherche. Cet enfant, fils d'Apollon et de la nymphe Coronis, fut confié au brave centaure Chiron. Celui-ci décela chez Asclépios (Esculape) des aptitudes médicales, lui apprit à reconnaître les simples, leur cueillette et emploi, les principes de la chirurgie. Il lui apprit aussi combien la sollicitude et la bienveillance étaient un élément de la guérison. Une peste cruelle ravageant l'Italie, les latins envoyèrent une ambassade à Delphes auprès d'Apollon, qui les envoya à Épidaure auprès de son fils. Les Asclépiades, prêtres d'Asclépios, hésitent à livrer leur dieu, mais celui-ci apparaît aux ambassadeurs pendant la nuit et leur promet d'intervenir pour eux. À leur retour la constellation du serpenteaire les avait précédés et sa présence avait guéri les malades.

On raconte aussi qu'Asclépios ne se contentait pas de guérir les malades mais ressuscitait aussi les morts. Hadès convainquit Zeus de le foudroyer et de le mettre parmi les constellations. Le serpent, dont la mue périodique, apparaît comme un renouvellement de vie est resté comme symbole de la médecine.

Etoiles Trajectoire apparente du soleil du 30 novembre au 19 décembre

2.7.8 Sagittaire

Légende grecque : Les Centaures sont des êtres mortels monstrueux à buste humain et corps de cheval, symboles de la bestialité en l'homme. Seul le bon et immortel Chiron, musicien, médecin et éducateur de nombreux héros fait exception. Blessé accidentellement par Hercule d'une flèche, il demande à Zeus d'abrèger ses souffrances. Celui-ci accepte et le transforme en la constellation du sagittaire. Chiron n'est pas comme les autres centaures, enfants adultérins d'Ixion et de Héra, mais de Chronos et d'une nymphe. C'est le médecin guérisseur du corps, lui même atteint d'un mal incurable qui transmettra sa science médicale au dieu Asclépios, fils d'Apollon. Celui-ci réunira en lui le médecin des âmes et des corps et associera la notion de guérison à celle de purification. Asclépios parvint même à ressusciter un mort et fut pour cela foudroyé par Zeus. De nombreux sanctuaires lui furent consacrés : Épidaure, Agrigente, Smyrne...

Etoiles Aux jumelles : M8 (Lagoon), M17 (Oméga), M20 (Trifide) : nébuleuses gazeuses d'hydrogène

M23, M24, M25 : amas ouverts M22, M55 : amas globulaires

Particularités : Trajectoire apparente du soleil du 19 décembre au 19 janvier

Pour les anglais c'est une théière « teapot ». Le centre de la galaxie se trouve dans le Sagittaire

2.7.9 Capricorne

Légende grecque : Rhéa substitue une pierre aux enfants mâles qu'elle enfante de Saturne et sauve ainsi Zeus, Poséidon et Hadès de la voracité de leur père Cronos (Saturne) qui les aurait dévorés. Ouranos avait en effet prédit à Cronos, son fils qu'il serait détrôné par son fils. Les fils de Rhéa furent ainsi élevés en Crète par les Corybantes, préposés au culte de Cybèle, et la chèvre Amalthée, qui les nourrissait de son lait. Zeus, en jouant avec son opulente nourrice, lui arrache une corne. Pour lui prouver sa reconnaissance, il l'élèvera plus tard au rang de constellation dont on ne voit qu'une corne. Il donnera la corne arrachée aux nymphes du Mont Ida où il fut élevé en lui donnant le pouvoir de donner à profusion fleurs, fruits et pierreries : celle-ci s'appellera la corne d'abondance.

Figure mythologique du capricorne à corps de bouc et queue de poisson

Etoiles Particularités : Trajectoire apparente du soleil du 19 janvier au 16 février

Lieu du solstice d'hiver du temps d'Hipparque ⇒ Tropique du Capricorne : soleil au zénith le 21 décembre

2.7.10 Verseau

Légende grecque : Ganymède, l'échanson des dieux de l'Olympe, chargé de verser le nectar et l'ambrosie dans la coupe de Zeus et de déverser les eaux bienfaisantes du ciel sur la Terre.

Aux jumelles M2 amas globulaire à $d = 40\,000$ A.L. ; $m = 6$

Etoiles : Trajectoire apparente du soleil du 16 février au 13 mars

2.7.11 Poissons

Légendes : Chez les Grecs : Aphrodite et Eros pour échapper aux Titans traversent un fleuve sur deux poissons qui furent transformés en constellations pour les récompenser de leurs services.

Chez les Égyptiens : déesse Nephtys

Etoiles : Trajectoire apparente du soleil du 13 mars au 19 avril

Lieu du point γ (Équinoxe de printemps). Ce point se trouvera bientôt dans la constellation du Verseau en raison du mouvement de précession de la Terre.

2.7.12 Bélier

Légende grecque : Le Roi de Béotie Athamas a deux enfants de sa première épouse Néphélé, (Phryxos et Hélé) et deux de sa deuxième épouse Ino (Léarque et Mécicerte). Ino dit aux paysannes de faire griller le blé avant de le semer pour ensuite suggérer au Roi de sacrifier ses enfants Phryxos et Hélé pour conjurer le sort qui empêche les grains de pousser. Un bélier ailé à toison d'or les sauve de l'autel et les emporte à travers les airs. Phryxos sacrifiera le bélier à Zeus qui le placera sur la voûte céleste et la Toison d'Or sera clouée sur un chêne (symbole de vie) et confiée à la garde d'un dragon.

Jason et les cinquante Argonautes embarqués sur l'Argo iront à la quête de cette toison (symbole d'innocence) d'or (symbole de l'esprit). Jason ne parviendra à vaincre le Dragon (symbole de sa propre perversité dont il doit s'affranchir) que grâce à l'aide de la magicienne Médée : il symbolise le héros se laissant pervertir pour arriver à ses fins

Etoiles Clef du ciel : $1/2$ (*Polaire* – γ And \Rightarrow α Arietis) ; Hamal =brebis en arabe ; m=2

Particularités : Trajectoire apparente du soleil du 19 avril au 15 mai

Lieu du point γ (Équinoxe de printemps) du temps d'Hipparque : l'astrologie a conservé ce fait dans son calendrier en faisant débiter le signe du Zodiaque du Bélier le 21 mars.

2.7.13 Taureau

Légende grecque : Zeus amoureux de la princesse Europe, l'enlève à son royaume de Phénicie en prenant la forme d'un taureau et l'emmène en Crète. Là il se fait reconnaître d'Europe et transforme le taureau en constellation. Les Anciens auraient donné le nom d'Europe aux pays abordés.

Étoiles : α Tauri = Aldébaran (« qui suit » en arabe car suit Les Pléiades)

M45 : amas des Pléiades (les 7 filles d'Atlas et de Pléione) ; centaines d'étoiles jeunes formées il y a environ 60 Millions d'années ; à d= 540 A.L. ; nuage de gaz interstellaire

Au télescope : M1 nébuleuse du Crabe : restes (m =11) d'une supernova observée le 4 juillet 1054 par les Chinois et qui aurait été visible de jour pendant plusieurs mois ; Pulsar au centre

Particularités : Trajectoire apparente du soleil du 15 mai au 21 juin

Les Hyades (« Uadès » en grec : annonciatrices de pluie : lever héliaque au printemps et coucher héliaque à l'automne)

Bibliographie

- [1] E. ANTONIADI, *L'astronomie égyptienne*, Gauthiers-Villars, 1934.
- [2] ARATOS, *Les phénomènes*, traduit par Jean Martin, Les Belles Lettres, 1998.
- [3] ARISTOTE, *De caelo*, Les Belles Lettres, 2004.
- [4] G. AUJAC, *La sphéropée ou la mécanique au service de la découverte du monde*, Revue d'Histoire des Sciences, 23 (1970), pp. 93–107.
- [5] ———, *L'image du globe terrestre dans la Grèce ancienne*, Revue d'Histoire des Sciences, 27-3 (1974), pp. 193–210.
- [6] ———, *Le ciel des fixes et ses représentations en Grèce ancienne*, Revue d'Histoire des Sciences, 289-307 (1976), pp. 3–32.
- [7] ———, *Le zodiaque dans l'astronomie grecque*, Revue d'Histoire des Sciences, 33-1 (1980), pp. 3–32.
- [8] AUTOLYCOS, *La sphère en mouvement. Levers et couchers héliaques, fragments*, Belles Lettres, 1975.
- [9] AVIÉNUS, *Les phénomènes d'Aratos*, traduit par Jean Soubiran, Les Belles Lettres, 2003.
- [10] A. BENHAMOUDA, *Etoiles et constellations : Les noms arabes des étoiles*, Alger, Société Nationale d'Édition et de Diffusion, 1951.
- [11] G. BIGOURDAN, *L'astronomie*, Flammarion, 1913.
- [12] A. L. BOEUFFLE, *Astronomie*, Burillier, 1996.
- [13] P. CHARVET, *Le Ciel, mythe et histoire des Constellations : Traduction et commentaire des "Catastérismes d'Eratosthène"*, Nil Editions, 2001.
- [14] CICÉRON, *Aratea*, traduit par Jean Soubiran, Belles Lettres, 2003.
- [15] M. CLAGETT, *Ancient Egyptian Science : Calendars, Clocks and Astronomy*, vol. 2, American Philosophical Society, 1995.
- [16] COLLECTIF, *Dictionnaire archéologique des techniques*, Editions de l'Accueil, 1963.
- [17] A. DAREMBERG AND SAGLIO, *Astronomie, Calendrier, Horloge*, Dictionnaire des antiquités grecques et romaines, (1880).
- [18] A. DJEBBAR AND P. DUTARTE, *Les instruments de l'astronomie ancienne : De l'Antiquité à la Renaissance*, Vuibert, 2006.
- [19] P. DUHEM, *Le système du monde*, vol. 1-2, Hermann, 1998.
- [20] ERATOSTHÈNE, *Le ciel. Mythes et histoire des constellations*, Nil Editions, 1998.

-
- [21] J. EVANS, *Fonction et origine probable du point équant de Ptolémée*, Revue d'Histoire des Sciences, 37-3-4 (1984), pp. 192–213.
- [22] J. FRANCIS, *Dictionnaire de la civilisation mésopotamienne*, Robert Laffont, 2001.
- [23] GEMINOS, *Introduction aux phénomènes*, Les Belles Lettres, 1975.
- [24] GERMANICUS, *Les phénomènes d'Aratos*, traduit par André Le Boeuffle, Belles Lettres, 1975.
- [25] P. GRIMAL, *Dictionnaire de la mythologie gréco-latine*, Seuil, 2003.
- [26] HOMÈRE, *L'Illiade et l'Odyssée*, Les Belles Lettres, 2003.
- [27] HYGIN, *L'astronomie*, traduit par André Le Boeuffle, Les Belles Lettres, 1983.
- [28] E. HÉBERT, *Les instruments scientifiques à travers l'Histoire*, Ellipses, 2004.
- [29] HÉSIODE, *Les travaux et les jours. Théogonie*, Les Belles Lettres, 2003.
- [30] J. MOREAU, *L'essor de l'astronomie scientifique chez les Grecs*, Revue d'Histoire des Sciences, 29-3 (1976), pp. 193–212.
- [31] OVIDE, *Les métamorphoses*, Les Belles Lettres, 1972.
- [32] A. PICHOT, *La naissance de la science*, Foliot Essais Gallimard, 1991.
- [33] PLATON, *La république*, Les Belles Lettres, 2004.
- [34] ———, *Timée*, Les Belles Lettres, 2004.
- [35] E. POULLE, *Les instruments de la théorie des planètes. Equatoires et horlogerie planétaire du XIIIe au XVIe siècle*, Droz-Champion, 1980.
- [36] ———, *Les instruments astronomiques du Moyen Age*, Société Internationale de l'Astrolabe, 1983.
- [37] R. RASCHED, *Histoire des sciences arabes*, Seuil, 1997.
- [38] A. REY, *La jeunesse de la science grecque*, Albin Michel, 1933.
- [39] ———, *La maturité de la pensée scientifique en Grèce*, Albin Michel, 1939.
- [40] ———, *La science orientale avant les Grecs*, Albin Michel, 1942.
- [41] ———, *L'apogée de la science technique grecque*, Albin Michel, 1946.
- [42] ———, *L'apogée de la science grecque*, Albin Michel, 1949.
- [43] P. TANNERY, *Mémoires scientifiques : Sciences exactes dans l'Antiquité*, Jacques Gabay, 1995.
- [44] ———, *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne*, Jacques Gabay, 2000.
- [45] VIRGILE, *Les géorgiques*, Les Belles Lettres, 1966.
- [46] VITRUVÉ, *de architectura*, traduit par Jean Soubiran, Les Belles Lettres, 1969.