

## Chapitre II

**L'ANTIQUITÉ**

L'histoire a commencé, il y a environ 5000 ans, avec l'invention de l'écriture. C'est à partir de documents écrits que les historiens ont pu reconstituer l'histoire de nos ancêtres. Pour connaître la vie que menait l'homme durant la préhistoire, les archéologues ne disposent que de fragments d'outils, et d'ossements qu'ils découvrent au cours de leurs fouilles.

L'histoire de l'humanité comporte quatre grandes étapes : l'antiquité, le moyen âge, les temps modernes et l'histoire contemporaine.

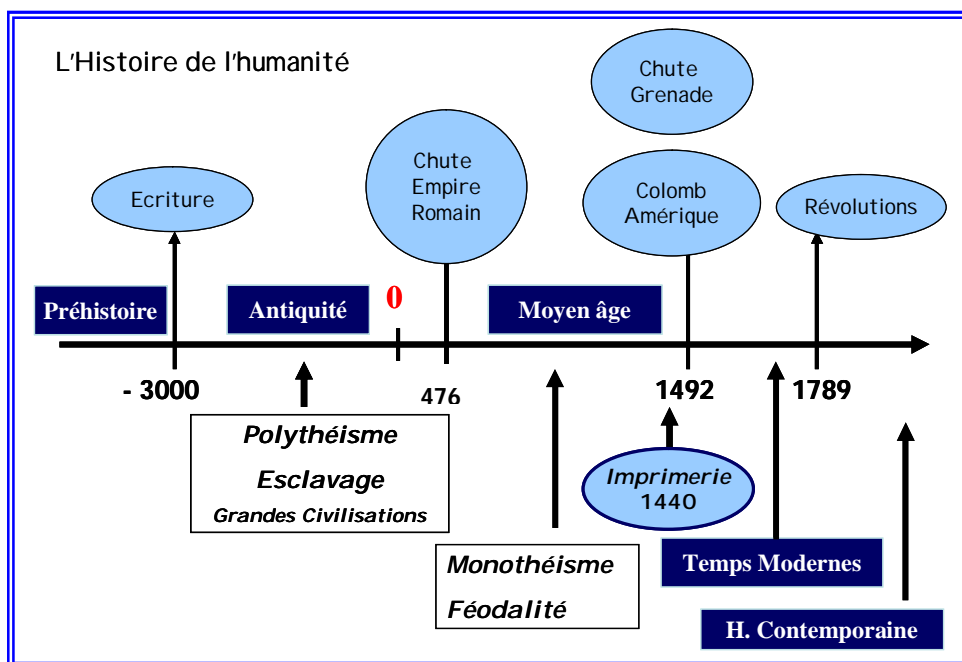
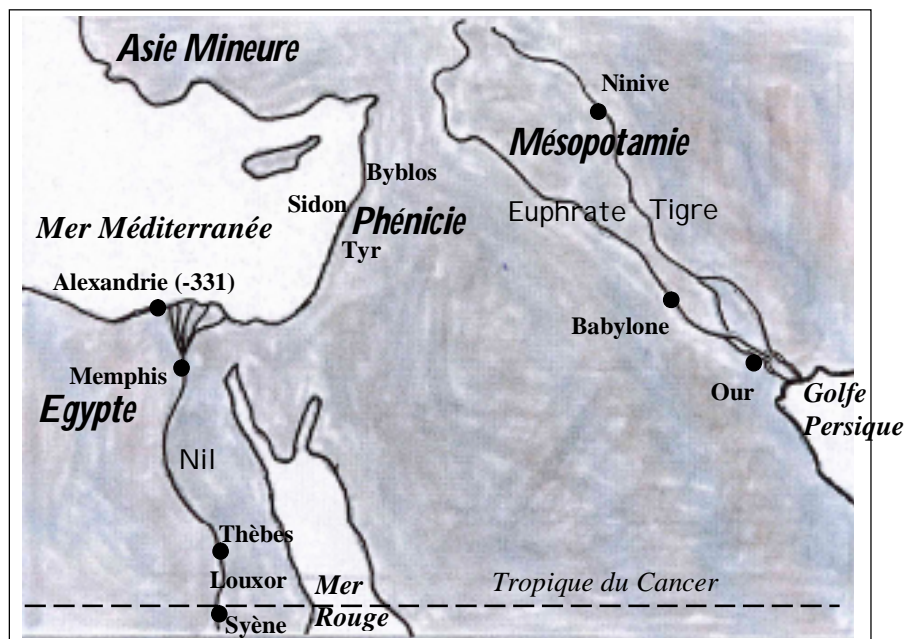


Figure II . 1. *Les grandes étapes de l'histoire*

L'antiquité s'étend de - 3000 AV J.C, date qui correspond à l'invention de l'écriture par les chaldéens, jusqu'à la chute de l'empire romain d'occident en 476. Le Moyen âge s'étend du début du VI<sup>ème</sup> à la fin du XV<sup>ème</sup> siècle, marquée, en 1492, par la chute de Grenade et la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb. Les temps modernes commencent au début du XVI<sup>ème</sup> et se terminent à la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle qui coïncide avec la

déclaration d'indépendance des Etats Unis d'Amérique le 4 juillet 1776, et la révolution française le 14 juillet 1789. les dix neuvième et vingtième siècles constituent la période contemporaine.

L'antiquité a vu fleurir de grandes civilisations. Celles-ci ont commencé à se développer le long des grands fleuves en Mésopotamie <sup>1</sup> entre le Tigre et l'Euphrate et en Egypte dans la vallée du Nil (figures II.2). Il en est de même des civilisations chinoise et indienne qui sont nées la première sur les rives des fleuves Huang-he (fleuve jaune) et Yangzi Jiang et la seconde aux bords de l'Indus et du Gange.



Figures II.2 : L'Egypte, la Mésopotamie & la Phénicie

Puis d'autres civilisations ont vu le jour dans d'autres régions notamment en Perse, en Phénicie, en Grèce, à Carthage et à Rome.

L'antiquité se caractérise par le polythéisme, on adorait à cette époque plusieurs Dieux, seuls les hébreux étaient monothéistes.

L'économie était basée sur l'esclavage qui se poursuivra bien au delà de cette période. L'esclavage ne commence à disparaître de l'histoire de l'humanité qu'avec l'apparition du machinisme au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle.

Les peuples de l'antiquité ont instauré les premières structures d'un état (royaume, empire, république) les premières réglementations administratives, commerciales, juridiques.. (code Hamourabi<sup>2</sup>, droit romain)

<sup>1</sup> Mésopotamie signifie "le pays entre les deux fleuves" et correspond à l'actuel Irak. Elle fut habitée, successivement, par les sumériens, les akkadiens, les babyloniens et les chaldéens.

<sup>2</sup> Hammourabi : Roi de Babylone de -1792 à -1750.

## 1. L'ORIENT.

Les premières découvertes technologiques et scientifiques (mathématiques, astronomie et médecine) ont eu lieu dans les pays d'Orient.

En Mésopotamie, la roue a été inventée par les sumériens 3500 ans environ avant Jésus Christ ; elle a permis de construire des chars pour le transport et le combat et a facilité la fabrication des poteries. Les premières techniques utilisées en agriculture et dans la construction des ouvrages d'art (temples, statues, tombeaux), ont été mises en oeuvre en Mésopotamie et en Egypte, puis se sont développées chez les autres peuples de l'Antiquité.

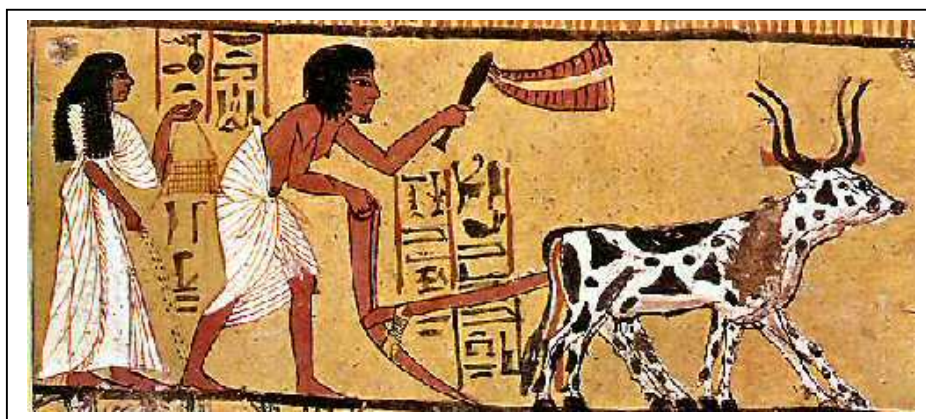


Figure II. 3. : *L'agriculture dans l'Egypte antique* :jfbgradu.free.fr

### 1.1. Les mathématiques

Ces peuples se sont intéressés aux mathématiques dans un but utilitaire : l'arithmétique servait aux scribes pour la comptabilité et la géométrie pour le calcul des surfaces et des volumes. Les géomètres égyptiens devaient refaire le cadastre après chaque crue du Nil.

**L'arithmétique :** Les peuples de Mésopotamie et d'Egypte ont été les premiers à concevoir un système de notation des nombres.

Les mésopotamiens ont élaboré un système de base 60 (Annexe II). Ce choix était sans doute dû au fait que 60 est divisible par 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30. Avec ce système les opérations élémentaires deviennent très compliquées, mais les scribes mésopotamiens ont développé des techniques de calculs pour résoudre les problèmes pratiques qui leur étaient posés, le calcul des intérêts par exemple. Ils avaient recours à des tables pour effectuer les multiplications et les divisions, ils savaient calculer les carrés et les cubes et extraire la racine carrée et la racine cubique d'un nombre à partir d'algorithmes.

On retrouve, actuellement, les traces du système sexagésimal dans la mesure du temps :

$$1 \text{ heure} = 60 \text{ minutes et } 1 \text{ minute} = 60 \text{ secondes.}$$

Les égyptiens ont opté pour une numération de base 10. Ce système, nettement plus commode, a été adopté par les autres civilisations (chinoise, grecque, romaine, arabe ...) et il est à présent universellement utilisé. Les égyptiens possédaient des tables pour le calcul des opérations d'arithmétique et pour le calcul des fractions.

Pour résoudre des problèmes que l'on traite actuellement par l'algèbre, les égyptiens avaient développé des méthodes<sup>3</sup> analogues à la méthode de la fausse position qui sera mise au point au moyen âge (voir Annexe IV).

**La géométrie :** En Mésopotamie, là encore, les scribes avaient à leur disposition des textes de procédure pour calculer les surfaces et les volumes. Par exemple pour calculer la surface d'un  $S$  cercle, ils divisent le carré de sa circonférence  $l$  par 12, soit avec les notations modernes :

$$S = \frac{l^2}{12} \quad \text{on sait que} \quad S = \pi R^2 \quad \text{et} \quad l = 2\pi R$$

Ce qui donne une valeur de  $\pi$  égale<sup>4</sup> à 3.

Ils connaissaient les propriétés des triangles, propriétés qui allaient donner, mille ans plus tard, les théorèmes de Thalès et de Pythagore. Mais c'est une géométrie purement empirique

**L'Egypte :** Selon l'historien grec Hérodote (-484/-420) la géométrie a été inventée par les égyptiens. Ils savaient calculer les surfaces des triangles, des rectangles, des trapèzes, les volumes (volume d'une pyramide).

Pour calculer la surface d'un cercle, ils retranchent du diamètre son  $1/9$  et ils élèvent au carré le résultat trouvé<sup>5</sup>.

Avec nos notations actuelles :

$$S = \left(d - \frac{d}{9}\right)^2 = \frac{64}{81} d^2 \quad \text{on sait que} \quad S = \pi \frac{d^2}{4} \quad \text{d'où} \quad \pi = 3,16$$

Au XVII<sup>ème</sup> siècle avant J.C, le scribe mathématicien Ahmès a rédigé un ouvrage d'arithmétique et de géométrie, qui est considéré comme le plus ancien livre de mathématiques<sup>6</sup>. On n'y trouve aucune démonstration.

## 1.2. L'astronomie.

Les mésopotamiens et les égyptiens, comme les autres peuples de l'antiquité considéraient un univers géocentrique. Cependant, au second siècle avant J.C, l'astronome chaldéen Séleucos<sup>7</sup> de Séleucie a proposé, un modèle héliocentrique. Selon l'historien italien Lucio Russo, il est arrivé à cette conclusion en étudiant le phénomène des marées.

Les mésopotamiens ont scruté méthodiquement le ciel depuis plus de 5000 ans dans le but de prédire l'avenir.

<sup>3</sup> Burton page 49.

<sup>4</sup> L'utilisation de la lettre grecque  $\pi$  pour désigner le rapport de la circonférence d'un cercle et de son diamètre a été introduite au XVIII<sup>ème</sup> siècle par le mathématicien britannique William Jones (1675/1749).

<sup>5</sup> L'œuvre d'Ahmès se trouve dans le '*papyrus de Rhind*'. Ce dernier, retrouvé à Thèbes, a été acheté par Alexander Rhind en 1858, et se trouve à présent au British Museum à Londres.

<sup>6</sup> Ronan page 39.

<sup>7</sup> Séleucos de Séleucie : Astronome chaldéen né vers -190 à Séleucie, ville située sur le Tigre près de Babylone. Aristarque de Samos avait fait la même proposition un siècle plus tôt, mais les arguments ne sont pas les mêmes. Voir § 3.1.

Très tôt, ils ont remarqué l'existence d'astres fixes les étoiles et d'astres mobiles : le soleil, la lune et les planètes. Les mésopotamiens ont recensé cinq planètes auxquelles ils ont donné les noms de leurs divinités.

Nebo	Ishtar	Negal	Marduk	Nirouta
Mercure	Venus	Mars	Jupiter	Saturne

Ils ont défini le mois lunaire à partir de la durée qui sépare deux mêmes phases consécutives de la lune (deux pleines lunes par exemple) et ont trouvé 29 jours et demi<sup>8</sup>.

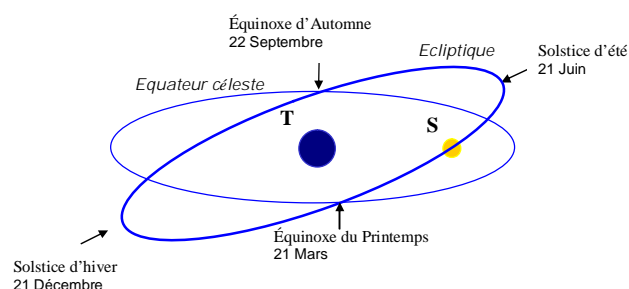


Figure II.4 : *Mouvement apparent du soleil*

La figure ci-contre représente le mouvement apparent du soleil. On sait, à présent, que le soleil décrit en une année une ellipse, l'écliptique, dont le plan est incliné de  $23^{\circ}27'$  par rapport au plan de l'équateur céleste. Les équinoxes (égalité du jour et de la nuit) correspondent aux deux points d'intersection de l'écliptique et de l'équateur. L'année tropique est la durée qui sépare deux passages consécutifs du soleil à l'équinoxe du printemps

Ils ont observé, jour après jour, le déplacement du soleil, par rapport aux constellations<sup>9</sup> formées par les étoiles situées au voisinage de l'écliptique<sup>10</sup>. Ils ont remarqué que le soleil faisait une révolution complète en 12 lunaisons environ, ils ont trouvé, pour la durée de cette révolution, 365 jours et demi. La mesure des temps longs à partir du jour, de la semaine<sup>11</sup>, du mois, et de l'année, leur a permis d'établir les premiers calendriers de l'histoire. L'année lunaire compte environ 354 jours et l'année tropique un peu moins de 365,25 jours. Il en résulte un déficit de 11 jours environ. Pour éviter un décalage du calendrier par rapport aux saisons, les mésopotamiens ont fini par opter pour un calendrier luni-solaire, en alternant des mois de 29 et de 30 jours et en intercalant tous les trois ans un treizième mois.

Les égyptiens ont, eux aussi, étudié l'astronomie ; mais, contrairement aux mésopotamiens, leur astronomie n'était pas liée à l'astrologie mais à l'agriculture et à la religion. Elle a été l'œuvre de prêtres astronomes. Ces

<sup>8</sup> C'est la période de révolution synodique ou lunaison qui est égale à 29 jours 12 heures 44 minutes. La période de révolution de la Lune autour de la Terre (révolution sidérale) est de : 27 jours 7 heures 43 minutes.

<sup>9</sup> Constellation : *Groupe d'étoiles voisines sur la sphère céleste, présentant une figure conventionnelle déterminée, à laquelle on a donné un nom particulier* : Définition donnée par le dictionnaire Larousse 2009.

<sup>10</sup> Ces étoiles forment les constellations du Zodiaque. C'est dans cette bande située de part et d'autre de l'écliptique que se déplacent le soleil, la lune et les planètes. On compte douze constellations du zodiaque : le Bélier, le Taureau, les Gémeaux, le Cancer, le Lion, la Vierge, la Balance, le Scorpion, le Sagittaire, le Capricorne, le Verseau et les Poissons. Les mésopotamiens se sont intéressés à ces constellations il y a près de cinq mille ans.

<sup>11</sup> La semaine, qui compte 7 jours, résulte d'une superstition babylonienne : le nombre 7 étant néfaste, les babyloniens n'osaient rien entreprendre les 7, 14, 21 et 28 du mois d'où l'origine du repos hebdomadaire que l'on retrouve dans la Bible. Couderc page 43.

derniers ont remarqué, très tôt, que la crue annuelle du Nil était liée avec précision à l'astronomie. Celle-ci leur permettait de dresser des calendriers pour fixer leurs fêtes religieuses. Le calendrier égyptien comportait initialement 12 mois de 30 jours ; les 5 jours complémentaires étaient placés à la fin du douzième mois. Mais les agriculteurs égyptiens ont remarqué que cette année de 365 jours était encore trop courte. *C'est pourquoi les égyptiens furent sans doute le premier peuple à découvrir, par le spectacle de leur calendrier civil désaccordé, une valeur assez précise de l'année des saisons, à savoir 365,25 jours*<sup>12</sup>.

Les égyptiens ont été les premiers à diviser le jour en 24 parties<sup>13</sup>. Cette division du temps a été adoptée par les autres peuples et a donné l'unité de temps actuellement utilisée : l'heure. Le temps était mesuré à l'aide de cadrans solaires et de clepsydras.

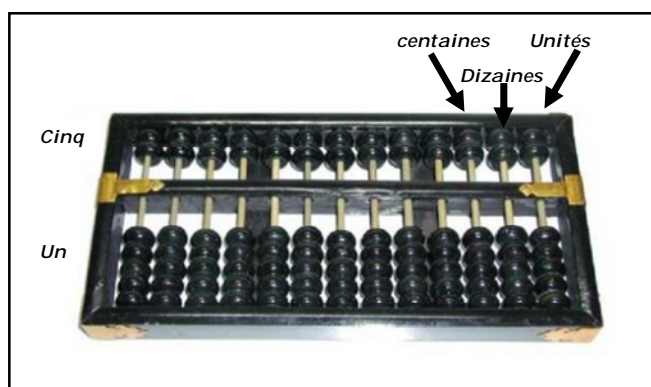
## 2. LA CHINE.

La chine a développé depuis l'antiquité une brillante civilisation marquée par de nombreuses inventions : la boussole, la poudre, le papier, l'imprimerie etc... Pour connaître l'état des connaissances des chinois de l'antiquité, les historiens ne possèdent que peu de documents écrits antérieurs au troisième siècle avant J.C. En effet en l'an - 213, l'empereur Thsin Chi Hoang, furieux contre les savants chinois fit brûler tous les livres de philosophie d'histoire et de sciences<sup>14</sup>.

### 2.1. Les mathématiques et l'astronomie.

Les chinois étudièrent, eux aussi, les mathématiques :

En arithmétique, ils utilisèrent un système de numération décimal (voir l'annexe II), ils connaissaient les fractions, la règle de trois, et savaient extraire la racine carrée d'un nombre. Ils se servaient, pour les calculs, de tablettes et de bouliers



Boulrier chinois

Ce boulier se compose de deux compartiments, les boules du premier valent 1 et celles du second 5. Celles-ci sont enfilées sur des baguettes, la première rangée est celle des unités, la seconde celle des dizaines et ainsi de suite.

<sup>12</sup> Couderc page 61

<sup>13</sup> Les égyptiens ont divisé la journée en 12 parties mesurées avec des cadrans solaires. Puis ils ont fait la même chose pour la nuit, la mesure se faisait à l'aide d'une clepsydre. Ces périodes varient en fonction des saisons.

<sup>14</sup> J.B. Biot *Précis de l'histoire de l'astronomie chinoise* page 17 Journal des savants (1861).



En **géométrie**, ils connaissaient le théorème de Pythagore, savaient calculer des surfaces et des volumes et avaient pu déterminer une valeur assez précise du nombre  $\pi$  au V<sup>ème</sup> siècle après J.C<sup>15</sup>.

En **astronomie**, les chinois, comme les autres peuples de l'antiquité, ont considéré un système géocentrique. L'astronome Zhang Heng<sup>16</sup> (78/139) compare l'univers à un œuf dont le jaune est la terre et la coquille est le ciel étoilé. La terre et le ciel sont séparés par le vide. Nous verrons, au paragraphe III, que la physique d'Aristote rejette l'existence du vide.

Comme les mésopotamiens les chinois se sont intéressés à l'astronomie en liaison avec l'astrologie. A cet effet, ils ont observé assidûment les astres à leur passage au méridien d'un même lieu et les éclipses depuis 2000 ans Av J.C. Ils supposaient que les phénomènes astronomiques, notamment les éclipses, étaient liés au destin de leurs souverains. C'est ainsi que deux astronomes Ho et Hi furent condamnés à mort parce qu'ils n'avaient pas prévu une éclipse.

Les chinois ont repéré le mouvement annuel du soleil par rapport aux étoiles circumpolaires<sup>17</sup> et non pas, comme les mésopotamiens, par rapport aux constellations du zodiaque.

Comme les mésopotamiens, ils ont adopté un calendrier, du type luni-solaire, qui comportait douze mois de 29 jours et demi. Les chinois rajoutaient, tous les deux ou trois ans, un mois supplémentaire pour éviter un décalage de leur calendrier par rapport au solstice d'hiver qu'ils avaient choisi comme référence.



Zhang Heng (78/139)



Wang Chong (27/97)

Ils connaissaient les cinq planètes : Mercure (étoile de l'eau), Vénus (étoile de métal), Mars (étoile de feu), Jupiter (étoile de bois), Saturne (étoile de la terre). On peut remarquer que les appellations de ces cinq planètes correspondent aux cinq éléments de la matière qui, selon eux, forment l'univers, comme nous le verrons au paragraphe suivant.

<sup>15</sup> Ronan pages 196-203

<sup>16</sup> Zhang Heng fabriqua, en 132, le premier sismographe de l'histoire avec lequel il a pu détecter un tremblement de terre qui eut lieu à une distance de 650 km.

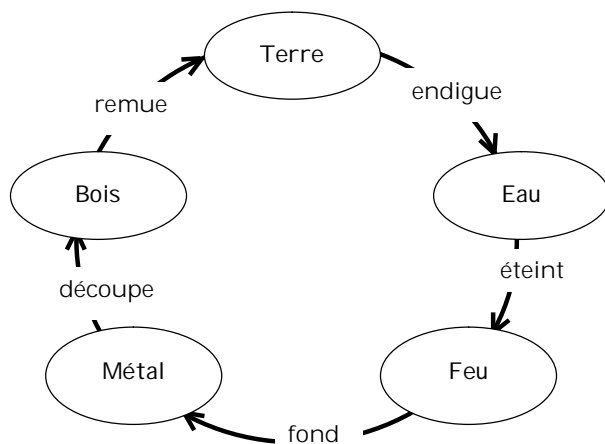
<sup>17</sup> L'équateur céleste a été divisé en 28 régions.

## 2.2. La Matière & la Mécanique en Chine

Les chinois considéraient, selon l'hypothèse de Zou Yan (-305/-240), que la matière était formée de cinq éléments<sup>18</sup>:

La terre, le bois, le métal, le feu et l'eau.

L'action d'un élément sur l'autre est représentée par le cycle de la figure



Ils expliquaient les forces, qui assurent la cohésion de la matière et qui créent le mouvement par les concepts de Yin et de Yang.

Dans toute chose il y a du Yin et du Yang. Selon Ronan (p. 207), le Yin est associé au *"féminin et à ce qui est intérieur, froid et sombre"*. Au contraire le Yang correspond *"au masculin et à ce qui est rayonnant et chaud"*.

En mécanique, le mouvement vers le haut contient plus de Yang et la descente plus de Yin.

Le principe d'inertie a été énoncé par les chinois 2000 ans avant Galilée et Newton :

" La cessation du mouvement est due à une force opposée. Lorsqu'il n'y a pas de force opposée, il ne cessera jamais. Il suivra une trajectoire linéaire sans changer de direction. Cela est aussi vrai qu'un bœuf n'est pas un cheval<sup>19</sup>

## 2.3. La lumière.

Les chinois se sont intéressés à l'étude de la lumière dès le troisième siècle avant J.C. Ils connaissaient la propagation rectiligne de la lumière et ont réalisé des expériences à l'aide de bougies et de miroirs.

Selon Soutif<sup>20</sup>, le savant chinois Wang Chong (27/97) a donné une description détaillée de la façon de tailler une lentille, mais la réalisation pratique ne se fera que dix siècles plus tard.

Les chinois auraient découvert le principe de la chambre noire au sixième siècle avant J.C.

<sup>18</sup> Un siècle plus tôt le savant grec Empédocle (-484 à -424) avait émis l'hypothèse d'une matière formée de *quatre éléments* (voir § 3. 1)

<sup>19</sup> J. Needham : Dialogue des civilisations Chine-Occident Ed La découverte Vol IV-1 p. 56. Cité par M. Soutif Dans la philosophie chinoise

<sup>20</sup> Soutif page 103



### 3. LA GRECE.

Tous les historiens reconnaissent l'importance de la brillante civilisation qui a prospéré dans la Grèce antique et qui a eu une grande influence sur celles qui l'ont suivie. Mais les grecs ont eux aussi beaucoup appris des mésopotamiens et des égyptiens.

Les grecs ont instauré la démocratie<sup>21</sup>, fait avancer les sciences (l'astronomie, les mathématiques, la physique, la médecine etc..) et fait fleurir les arts, la littérature, et la philosophie.



Figure II.5. *Le Monde Grec*

L'histoire de la Grèce antique remonte à 2000 avant J.C, lorsque les Achéens puis les Doriens se sont installés dans ce pays et ont donné naissance au peuple grec. Une période de colonisation, qui s'étend du huitième au sixième siècle av. JC, a été menée par les cités grecques sur le pourtour de la Méditerranée et de la mer Noire (le Pont Euxin).

Au cinquième siècle, Athènes, au sommet de sa gloire, fut la capitale des lettres, des arts et des sciences. Cette puissance a décliné en raison des guerres entre cités notamment entre Athènes et Sparte. Philippe de Macédoine, profitant de cet affaiblissement, a pu conquérir la Grèce, néanmoins Athènes est restée la capitale des arts et des sciences. Son fils Alexandre le Grand, qui eut pour précepteur Aristote, a conquis un immense empire. Ce dernier fut partagé, après le mort d'Alexandre en - 323 , en trois royaumes dont celui d'Egypte qui connut une brillante civilisation. La capitale de ce royaume, Alexandrie, fondée par Alexandre en - 331, a été pendant plus de cinq siècles le centre de rayonnement de la science grecque. Alexandrie était célèbre par son phare, son musée, sa bibliothèque et par le nombre et la notoriété de ses savants.

Il semble que, dans la Grèce antique, la science, et la physique en particulier, aient commencé au sixième siècle avant J.C, à Milet<sup>22</sup> ville

<sup>21</sup> Il faut signaler que cette démocratie était réservée aux citoyens ; en étaient exclus les esclaves, les femmes et les métèques (étrangers).

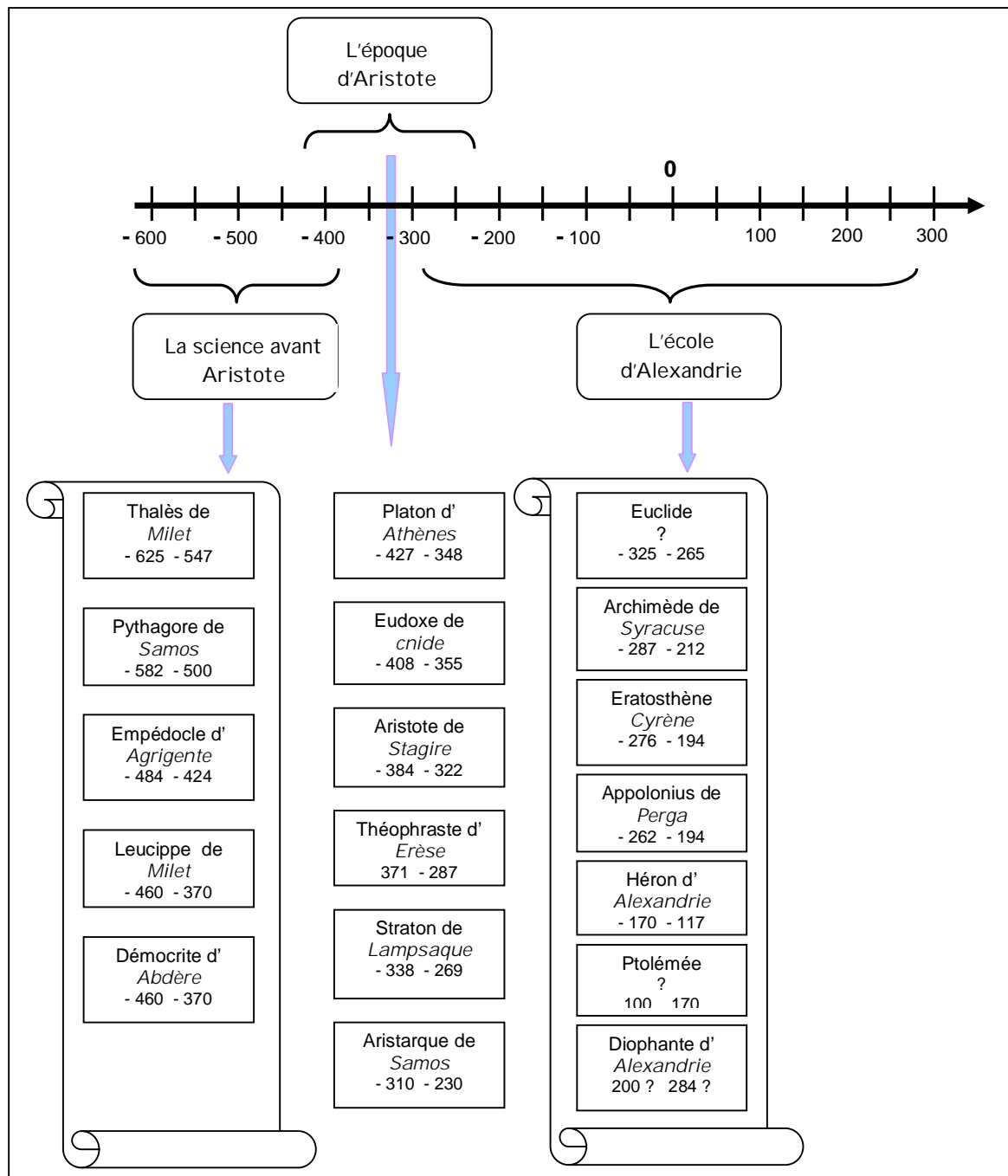


Figure II. 6 Les trois périodes de l'histoire des sciences en Grèce.

florissante de l'Asie Mineure. Cette histoire peut être divisée en trois parties : La première correspond à la Grèce ionienne. Les savants des villes grecques de la Méditerranée donnèrent les premières explications du Monde et des phénomènes naturels.

<sup>22</sup> Milet a été fondée au XIV<sup>ème</sup> siècle avant J.C au bord de la Mer Egée à l'embouchure du Grand Méandre. La ville sera colonisée par les Grecs au IX<sup>ème</sup>.et deviendra l'une des plus puissantes des douze cités-états d'Asie Mineure, formant le Dodécapole

La seconde correspond à la période où Athènes dominait le monde grec jusqu'à la conquête de la Grèce par Philippe de Macédoine.

La troisième concerne l'histoire de la science à Alexandrie après les conquêtes d'Alexandre le Grand et le partage de son Empire.

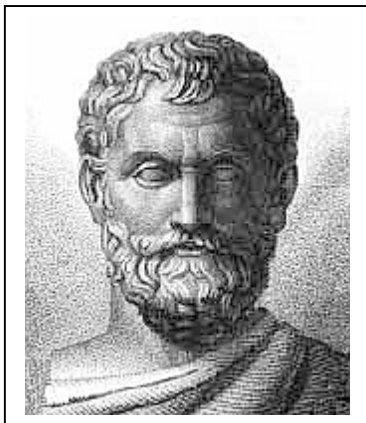
### 3.1. L'univers, la matière et le mouvement.

La période ionienne.

Thalès de Milet (- 625, - 547) est le premier savant grec connu, il concevait l'Univers de la façon suivante :

La Terre est un disque plat flottant à la surface d'un océan, entouré d'une voûte céleste liquide sur laquelle se déplacent des astres. L'atmosphère est une grande bulle d'air enfermée entre cette voûte et le fond plat constitué par la Terre et l'océan. Cette conception de l'Univers a été empruntée aux croyances orientales notamment aux mésopotamiens.

Selon Aristote, Thalès fut le premier savant à donner une explication rationnelle des phénomènes naturels, sans faire intervenir une divinité. Il expliquait, par exemple, les tremblements de Terre par une brusque agitation des eaux de l'océan. Cette explication, à partir du moment où Thalès part de l'hypothèse que la Terre flotte à la surface de l'eau, est logique ; elle ne fait intervenir aucune cause surnaturelle alors que ses contemporains grecs attribuaient à Poséidon, le dieu de la mer, la responsabilité de ce phénomène.



Thalès de Milet - 625, - 547



Empédocle d'Agrigente (-484 à -424)

☛ Au VI<sup>ème</sup> siècle avant J.C, Empédocle d'Agrigente (-484 à -424) émet l'hypothèse selon laquelle la matière est composée de quatre éléments :

La terre, l'eau, l'air et le feu

Ce sont des *éléments simples* et éternels<sup>23</sup> qui ne peuvent être décomposés et qui, en se combinant, forment des *corps composés*. Le nombre de corps composés est pratiquement illimité<sup>24</sup>. Chaque corps correspond à la combinaison des éléments en une *proportion bien définie*.

<sup>23</sup> Ces éléments ont toujours existé et existeront toujours (Lloyd page 56)

<sup>24</sup> De même, à partir d'un nombre de couleurs restreint, un peintre peut avoir toutes les teintes qu'il souhaite. Actuellement, pour la télévision, on utilise 3 couleurs de base, rouge, vert et bleu, à partir desquelles on peut obtenir toutes les couleurs de la nature.

En outre, Empédocle fait intervenir, deux "forces"<sup>25</sup>, l'Amour et la Haine qui agissent sur ces éléments. Les premières, l'Amour, sont des forces attractives, qui réunissent les éléments pour former des corps composés. Les secondes, la "Haine", autrement dit les forces répulsives, entraînent la séparation complète des éléments.

☛ A la même époque, Leucippe de Milet introduit une théorie atomique qui sera développée par son élève Démocrite d'Abdère. La matière est discontinue, elle est formée d'atomes et de vide. Les atomes<sup>26</sup> sont des corpuscules indivisibles, trop petits pour être vus et en nombre infini. Ils se composent d'une substance homogène et sont en mouvement incessant dans un vide illimité. Ils ne diffèrent que par la nature de leur mouvement, leur taille et leur forme. Ils peuvent être sphériques, pointus, ou crochus, ce qui leur permet de s'associer les uns aux autres pour former des objets matériels

### L'époque d'Aristote.

A cette époque (au IV<sup>ème</sup> siècle avant J.C), l'univers était expliqué par un système géocentrique<sup>27</sup>. La Terre est une sphère<sup>28</sup> fixe et se trouve au centre de l'univers : la lune, les planètes, le soleil, et les étoiles se déplacent par rapport à la Terre.

Aristote de Stagire explique l'immobilité de la Terre par l'argument du "lancer vertical" :

*" Un corps lancé verticalement vers le haut revient à son point de départ".*

Par contre, si la Terre se déplaçait, le corps retomberait derrière le lanceur.

Les grecs ignoraient le "mouvement relatif" et la notion de *repère*.

L'explication de ce phénomène sera donnée au seizième siècle par Giordano Bruno (Ch IV).

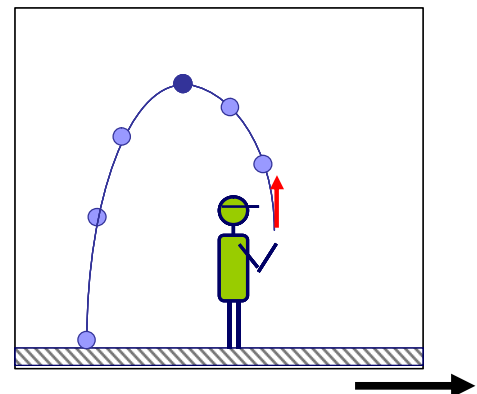


Figure II . 7.

Dans cet Univers, Aristote distingue deux mondes: l'un terrestre (le monde sub lunaire) et l'autre céleste (le monde supra lunaire). *Les lois de la physique ne sont pas les mêmes dans ces deux mondes.*

#### 1°) Le monde sub-lunaire.

Constitution de la matière. Aristote rejette la théorie atomique de Leucippe et reprend la conception d'Empédocle. La matière est formée de quatre éléments : La *terre*, l'*eau*, l'*air* et le *feu*.

<sup>25</sup> On peut noter que les grecs et les chinois avaient des conceptions analogues sur la constitution de la matière et sur les forces. Le concept de force sera introduit par Newton au XVII<sup>ème</sup> siècle. Voir Ch IV. 3.

<sup>26</sup> le mot atome (*atomos* en grec), signifie indivisible ou insécable

<sup>27</sup> Ce système géocentrique sera développé, au deuxième siècle après J.C, par Claude Ptolémée

<sup>28</sup> C'est l'observation des éclipses de la lune qui a permis à Aristote d'affirmer, dans le "*Traité du ciel*" (livre II.14), la sphéricité de la Terre. En outre les grecs avaient remarqué que les mâts des navires, arrivant de loin, apparaissaient, en premier, au dessus de l'horizon.

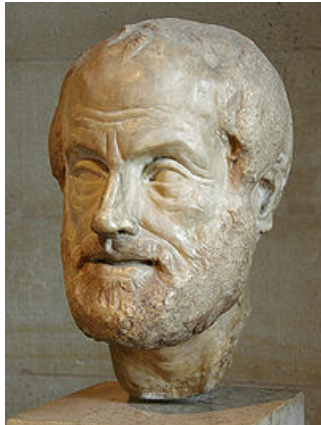
Il attribue, à chaque élément, des qualités de: *Chaud, froid, sec et humide* : La terre est froide et sèche, l'eau est froide et humide, l'air est froid et sec, et le feu est chaud et sec.

Le mouvement. Il y a deux types de mouvements :

a) Les mouvements naturels, chaque corps a tendance à rejoindre son lieu naturel

Ceux qui se dirigent vers le haut : la fumée s'élève vers le ciel.

Ceux qui s'orientent vers le bas, comme la chute d'un corps.



Aristote de Stagire

Aristote (*Aristotélès*) est né en - 381 à Stagire, en Macédoine, et il est mort en - 322 à Chalcis. Il fut le disciple de Platon à l'*Académie* et fonda, en 335 avant J.C sa propre école, le *Lycée*. Ce nom vient du fait que cette école se trouvait près du portique consacré à Apollon Lycien. Aristote dispensait son enseignement, à ses élèves, en marchant, c'est la raison pour laquelle on les appelaient les "péripatéticiens". Il fut le précepteur d'Alexandre le Grand.

Aristote est considéré comme le fondateur de la logique, la physique, et la métaphysique. Sa logique est jusqu'à présent au programme de l'enseignement secondaire et sa physique, qui va être exposée dans ce qui suit, a régné pendant vingt siècles.

Les quatre éléments sont alors classés, en fonction de leur "*densité*", du plus lourd au plus léger. La terre est plus lourde que l'eau, par conséquent une pierre tombe dans l'eau. L'eau est plus lourde que l'air, ce qui explique pourquoi la pluie tombe. Le feu est plus léger que l'air d'où le mouvement ascendant de la fumée.

Aristote exprime la chute des corps sous forme de lois :

La vitesse d'un corps est proportionnelle à la "force"<sup>29</sup> qui lui est appliquée<sup>30</sup>.

Les corps lourds tombent plus rapidement que les corps légers.

La Physique [ ] Livre VII Ch. 5.

Ces deux résultats seront rejetés, au XVII<sup>ème</sup> siècle, par Galilée. En fait, la deuxième loi est valable dans l'air et, plus généralement, dans les fluides.

b) Les mouvements forcés : Ce sont des mouvements violents et finis de corps corruptibles. L'élément moteur est dans l'air ; selon cette théorie, aucun mouvement n'est possible dans le vide.

*Aristote nie l'existence du vide.*

D'autre part, le mouvement étant fini, il s'arrête, dès que l'élément moteur cesse d'agir :

*Les grecs ignoraient le principe d'inertie.*

<sup>29</sup> Le concept de force a été introduit par Newton au XVII<sup>ème</sup> siècle (Voir Ch VII)

<sup>30</sup> Cette loi serait formulée actuellement par :  $F = k V$  où  $k$  est un paramètre indépendant de la vitesse..

## 2°) Le monde supra-lunaire.

Ce monde céleste (lune, planètes, soleil, étoiles) est composé d'*éther*, qui constitue un cinquième élément. Ces corps sont *incorruptibles*.

Leur mouvement est circulaire, donc parfait, et éternel ; et l'élément moteur est une divinité.

..... ; on a pu avec toute raison regarder comme divin le corps qui jouit d'un mouvement éternel et appeler par conséquent ce corps Ether, à cause de cette propriété qui le fait si différent de tous les corps que nous voyons.

Aristote Météorologie Livre II, Chapitre III, § 4

☛ Les successeurs d'Aristote, à la direction du Lycée, Théophraste (-372, - 287) et Straton de Lampsaque enseignèrent sa théorie tout en formulant quelques critiques. Le premier, qui dirigea le Lycée pendant 32 ans, apporta quelques modifications à la physique d'Aristote dont celle, qui se rapporte à la nature du feu, est fondamentale. Dans son traité " du feu", il prouve que le feu n'est pas un élément constituant de la matière comme les trois autres ; car ces derniers "

ne requièrent aucun substrat, alors que le feu en requiert un. Il paraît absurde de le considérer comme un élément premier, puisqu'il ne peut exister sans matière"<sup>31</sup>.

☛ Quelques années après la mort d'Aristote, Aristarque de Samos (-310, - 230) élève de Straton de Lampsaque, propose un système héliocentrique :

« Aristarque de Samos a publié certains écrits sur les hypothèses astronomiques. Il fait l'hypothèse que les étoiles et le Soleil sont immobiles. Quant à la terre, elle se déplace autour du soleil sur un cercle ayant son centre dans le Soleil. <sup>32</sup> »

Mais cette hypothèse fut rejetée jusqu'à la révolution copernicienne au seizième siècle.

Cette physique est basée sur l'observation à partir de laquelle Aristote émet une hypothèse, puis il aboutit à une conclusion qu'il exprime sous la forme d'une loi. Si on compare cette méthode à celle (OHERIC), qui a été présentée au premier chapitre, on constate l'absence de toute expérience, mesures, résultats dont l'interprétation conduit à une loi. C'est une physique purement empirique.

Cette physique a servi de référence pendant près de deux mille ans du IV<sup>ème</sup> siècle avant JC jusqu' au XV<sup>ème</sup> siècle. Voici ce que pensait, le grand savant arabe Ibn Rochd

Aristote a fondé et achevé la Logique, la Physique et la Métaphysique. Je dis qu'il les a fondées, parce que tous les ouvrages qui ont été écrits avant lui sur ces sciences ne valent pas la peine qu'on en parle, et ont été éclipsés par ses propres écrits. Je dis qu'il les a achevées, parce qu'aucun de ceux qui l'ont suivi jusqu'à notre temps, c'est-à-dire pendant près de quinze cents ans, n'a pu rien ajouter à ses écrits, ni y trouver une erreur de quelque importance.

Rapporté par Pierre Duhem, «*Système du monde*» tome 2 p139

<sup>31</sup> " Du feu" cité dans une histoire de la science grecque Lloyd page 185

<sup>32</sup> Archimède: Préface du traité L'arénaire

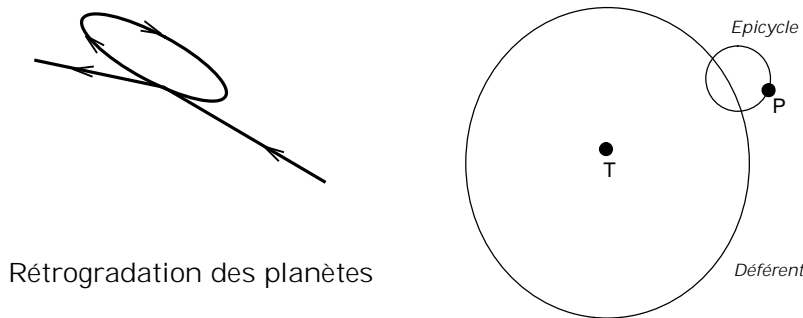


### L'école d'Alexandrie.

Le système géocentrique fut perfectionné par Claude Ptolémée (100/170), savant de l'école d'Alexandrie, il élaborait une théorie pour décrire le mouvement des astres par rapport à la Terre.

Celle-ci est immobile au centre de l'Univers, le soleil et la lune décrivent des trajectoires circulaires<sup>33</sup>, il en est de même des planètes. Cependant les astronomes avaient observé, bien avant Ptolémée, une rétrogradation dans le mouvement des planètes.

Pour expliquer ce mouvement rétrograde, Ptolémée suppose que la planète décrit un cercle, l'épicycle, dont le centre se déplace le long d'un autre cercle, le déférent, centré sur un point proche de la Terre.



Figures II . 8.

➡ A la fin de l'antiquité, le savant grec Jean Philopon d'Alexandrie émet une hypothèse au sujet du mouvement des corps dans le monde sub-lunaire : Dans le cas du mouvement forcé, l'élément moteur n'est pas dans l'air, comme le préconise Aristote, mais il est communiqué au projectile par le lanceur. C'est cet "*élan*" qui permet au mobile de poursuivre son mouvement.

Lorsqu'on imprime à une pierre, en la lançant, un mouvement forcé, est-ce en poussant l'air à l'arrière de la pierre que l'on contraint celle-ci à se mouvoir?

Ou bien le lanceur imprime-t-il une force motrice à la pierre?

S'il ne le fait pas à quoi sert que la pierre soit en contact avec la main<sup>34</sup>

Ce concept sera repris au XI<sup>ème</sup> siècle en pays d'Islam par Ibn Sina et au XIV<sup>ème</sup> en Europe par Jean Buridan et Albert de Saxe, et donnera naissance par la suite au concept d'impétus qui préfigure l'impulsion.

### 3.2. La lumière.

Dans la Grèce antique, l'étude de l'optique était basée sur deux hypothèses :

- Selon les pythagoriciens<sup>35</sup> la vision est due à un "*rayon visuel*" qui, émis par l'œil, atteint l'objet.

<sup>33</sup> Dans le monde supra lunaire d'Aristote, le mouvement des astres est parfait, donc circulaire. Le cercle représentait, chez les grecs, la figure géométrique parfaite.

<sup>34</sup> Cité dans Lloyd page 358

<sup>35</sup> Voir § 3.4.

- Quant aux atomistes, ils pensent que la vision est due à une "émanation" de formes (*simulacres*) qui se détachent de l'objet et parviennent à l'œil.

Aristote rejette ces deux hypothèses et propose celle d'une vibration lumineuse<sup>36</sup> du milieu.

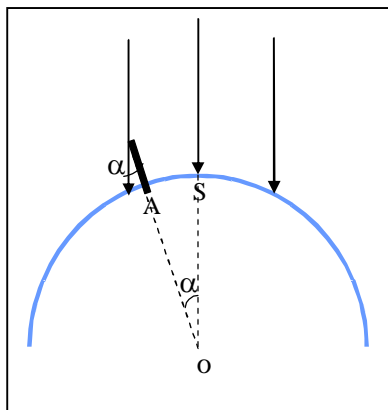
"Il vaut mieux convenir que la sensation naît du mouvement excité par le corps sensible dans le milieu intermédiaire "

Le célèbre mathématicien Euclide a laissé un ouvrage " *Optique et catoptrique*" qu'il présente comme un traité de mathématiques. Il utilise un raisonnement déductif en partant de postulats.

Ainsi dans le premier postulat de "l'Optique" il reprend l'idée des rayons visuels et énonce le principe de la propagation rectiligne de la lumière :

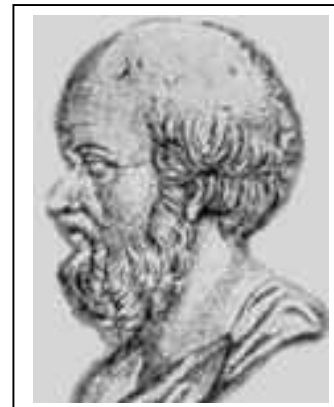
"Les rayons émis par l'œil se transmettent en ligne droite".

La propagation rectiligne de la lumière étant connue, Eratosthène, qui fut directeur de la grande bibliothèque d'Alexandrie, a mesuré vers - 205 le rayon de la Terre.



Au moment du solstice d'été, à Syène (aujourd'hui Assouan) le Soleil se trouve à la verticale, il ne donne aucune ombre, car Syène est sur le tropique du Cancer.

À Alexandrie, Eratosthène se servant de l'ombre projetée par un obélisque, mesure au même moment l'angle que forment, avec la verticale, les rayons du Soleil



**Exercice :** Au cours de ses mesures Eratosthène trouva  $\alpha = 7^{\circ}12'$  et il savait que la distance Syène – Alexandrie faisait environ 5000 stades et que ces deux villes se trouvaient à peu près sur un même méridien. Quelle est la valeur du rayon R de la Terre trouvée par Eratosthène ?

Quelle est la précision de cette mesure, sachant que les mesures actuelles donnent  $R = 6378 \text{ Km}$  ? (1 stade vaut 157, 50 mètres)

Claude Ptolémée, déjà célèbre par ses travaux en Astronomie, s'est intéressé également à l'optique. Comme de nombreux savants grecs, il pensait que la lumière était émise par l'œil qui se comporte comme un émetteur et un récepteur. Les lois de la réflexion de la lumière étaient connues, Ptolémée a étudié expérimentalement les lois de la réfraction.

<sup>36</sup> La théorie ondulatoire de la lumière sera développée au dix septième siècle par Huygens et au dix neuvième par Young et Fresnel. Voir Ch IV § 4.2.

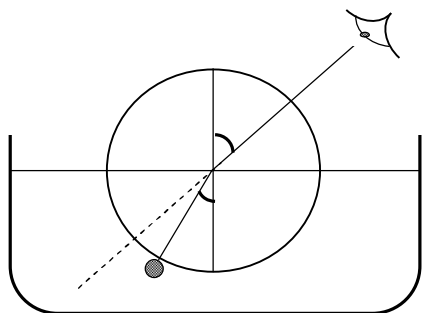


Figure 11.9 : Schéma dessiné à partir de la figure 42 de Lloyd

A cet effet, Il a utilisé un disque circulaire divisé en quatre parties égales, chacune d'elles comporte 90 graduations. Le disque étant placé à la surface de l'eau, comme le montre la figure, il procède alors aux mesures des angles d'incidence et de réfraction. Il présente ses résultats sous forme numérique :

$$i = 10^\circ \quad r = 8^\circ, \quad i = 20^\circ \quad r = 15^\circ 30'$$

### 3.3. La statique.

Archimède (-287—212), vécut à Syracuse, et fit partie de l'école d'Alexandrie ; c'est l'un des plus grands savants de l'antiquité.

En statique, il s'intéressa au principe du levier, utilisé depuis longtemps pour déplacer de lourdes charges, et au calcul du centre de gravité des corps pesants.

En hydrostatique, il énonça le principe qui porte son nom. Selon la légende, Archimède découvrit cette loi en résolvant un problème posé par Hiéron II, roi de Syracuse. Comment savoir si une couronne est constituée d'or pur ou d'un alliage? C'est en prenant son bain qu'il trouva la solution et s'écria "*Eureka !*" (j'ai trouvé).

### 3.4. Les mathématiques

Les grecs ont été sans doute les premiers à étudier les mathématiques pour elles mêmes et à en faire une science abstraite qui traite d'objets idéaux<sup>37</sup>, une science basée sur un mode de raisonnement déductif. Les mésopotamiens et les égyptiens se sont intéressés aux mathématiques pour des raisons pratiques : L'arithmétique était nécessaire aux scribes pour leur comptabilité, la géométrie utile aux arpenteurs et aux architectes, l'astronomie servait à dresser les calendriers etc..

Les grecs se sont illustrés en Mathématiques dès le sixième siècle avant J.C : Thalès<sup>38</sup> de Milet, qui a voyagé en Egypte et en Mésopotamie où il prit connaissance des découvertes scientifiques, fut le premier mathématicien connu.

Pythagore de Samos a énoncé le théorème qui porte son nom. Ce théorème était déjà connu en Mésopotamie. Il a fondé une secte très fermée, les pythagoriciens dont la devise était "*tout est nombre*"<sup>39</sup>. Il s'agit de nombres

<sup>37</sup> Par exemple le *point*. Voici la définition qu'en donne Euclide dans les "*Eléments*": Le point est ce qui n'a aucune partie (définition N°1) Autrement dit, c'est un objet sans dimensions, un objet idéal qui n'existe que dans l'esprit du mathématicien. Par contre, le point que nous traçons au tableau, avec de la craie, est un objet matériel qui a un volume donc trois dimensions.

<sup>38</sup> Nous avons déjà cité Thalès et Pythagore au § 3.1.

<sup>39</sup> En acoustique, ils notèrent l'existence d'un rapport entre la longueur d'une corde vibrante, exprimée par un nombre, et la fréquence du son émis. Selon Ronan (page 101), ils constatèrent : "*qu'il existait des rapports*

entiers ou du rapport de deux entiers (nombres fractionnaires). Les pythagoriciens ont fondé l'arithmétique.

Ils auraient découvert les *nombres irrationnels* en comparant la diagonale et le côté d'un carré, le résultat trouvé ne peut pas s'exprimer sous la forme d'un rapport de deux nombres entiers : La diagonale et le côté d'un carré sont des grandeurs *incommensurables*<sup>40</sup>. Cette découverte<sup>41</sup> les aurait choqués car elle contredit leur vision d'un monde basé sur l'harmonie des nombres entiers.

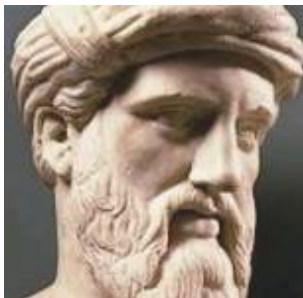
Eudoxe de Cnide<sup>42</sup> s'est intéressé à l'étude des proportions, c'est-à-dire à l'égalité des rapports. En outre il a développé la méthode d'exhaustion qui sera utilisée par Euclide et Archimède et qui annonce le calcul intégral introduit au dix septième siècle. La méthode d'exhaustion est basée sur le principe suivant :

On considère un polygone régulier inscrit dans un cercle. Si on double à chaque fois le nombre de côtés du polygone et si on répète cette opération un grand nombre de fois, on finit par rendre nulle la différence entre la surface du cercle et celle du polygone. (voir figure II.10)

Il y eut ensuite de nombreux mathématiciens illustres notamment ceux l'école d'Alexandrie.

Euclide est un mathématicien grec du troisième siècle avant J.C, faisant partie de l'école d'Alexandrie. Mais on ignore pratiquement tout sur sa vie.

Il a rassemblé dans les "*Eléments*" toutes les découvertes faites par ses prédécesseurs dans le domaine des mathématiques. Cette œuvre basée sur une méthode déductive<sup>43</sup>, est divisée en treize livres : Le premier livre contient tous les principes de base de la géométrie classique.



"Jamais livre de science n'a eu un succès comparable à celui des éléments d'Euclide. Ils ont été enseignés exclusivement pendant plusieurs siècles dans toutes les écoles de mathématiques, traduits et commentés dans toutes les langues ; preuves certaines de leur excellence".

Ch. Bossut "*Essai sur l'Histoire générale des Mathématiques*" T. 1 page 45 Paris 1802

---

*numériques définis entre les temps nécessaires aux différents corps célestes pour décrire leur orbite autour de la Terre''.*

<sup>40</sup> Selon la légende, le pythagoricien Hippase, qui a découvert cette incommensurabilité, périt noyé pour avoir divulgué ce secret à des non initiés.

<sup>41</sup> Selon Lloyd (page 49) on est sûr que "*l'irrationalité de  $\sqrt{2}$  était connue dès avant l'époque de Platon*". Lloyd reprend une démonstration, par l'absurde, de l'incommensurabilité de la diagonale avec le côté du carré donnée par Euclide dans les "*Eléments*".

<sup>42</sup> Eudoxe fut également un astronome célèbre.

<sup>43</sup> Voir Annexe I.

Archimède, fut l'un des plus grands mathématiciens de l'histoire<sup>44</sup>. Il a perfectionné les méthodes de calcul des surfaces et des volumes et fut un précurseur du calcul intégral qui sera développé au dix septième siècle par Newton et Leibnitz.

Dans "*La mesure du cercle*"<sup>45</sup> Archimède démontre les propositions suivantes:

**Proposition 1 :** La surface d'un cercle est égale à celle d'un rectangle dont la largeur est égale au rayon et la longueur au demi-périmètre du cercle.

**Proposition 2 :** La surface d'un cercle est égale à celle du carré construit sur son diamètre multiplié par 11/14.

Ce qui donne une valeur de  $\pi = \frac{22}{7}$  soit  $\pi = 3,142$

Il a aussi calculé le périmètre du cercle en utilisant la méthode d'exhaustion développée par Eudoxe de Cnide. Il considère deux polygones réguliers dont l'un est inscrit dans le cercle et l'autre est circonscrit à ce même cercle. Il commence par des hexagones puis poursuit avec des polygones de 12, 24, 48 et 96 côtés. Il aboutit à la proposition suivante :

**Proposition 3 :** La circonférence d'un cercle est inférieure à son diamètre multiplié par  $(3+1/7)$  et supérieure à ce diamètre multiplié  $(3+10/71)$ .

On tire une valeur de  $\pi$ , telle que :

$$3 + \frac{10}{71} < \pi < 3 + \frac{10}{70} \quad \text{soit} \quad \pi \approx \frac{22}{7}$$

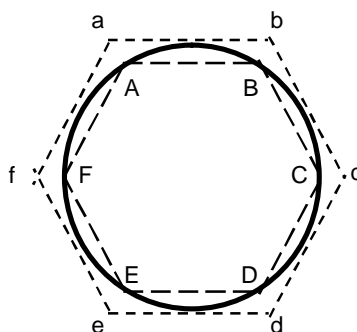


Figure II.10

Archimède a réussi, dans "*la quadrature de la parabole*", à calculer l'aire limitée par une perpendiculaire à l'axe de la parabole et la partie inférieure de celle-ci. (Proposition XXIV)

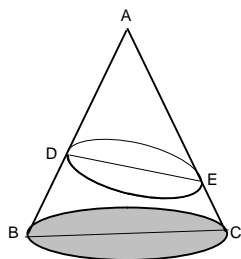
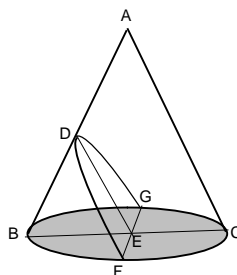
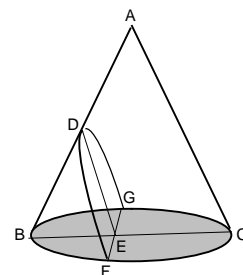
Mais, comme tous les mathématiciens grecs, il a échoué devant la quadrature du cercle : Le problème consiste à construire <sup>46</sup>un cercle et un carré de même surface, ou de même périmètre. Il a fallu attendre vingt deux siècles pour que le mathématicien allemand Lindemann montre, en 1882, que cela est impossible.

<sup>44</sup> Archimède s'intéressa non seulement aux mathématiques, mais également à la physique (voir § 3.3 en statique) et à la technologie (voir § 5)

<sup>45</sup> Œuvres d'Archimède Trad. F. Peyrard Ed. François Buisson Paris 1807.

<sup>46</sup> En géométrie, les grecs n'utilisaient, pour la construction des figures, que la règle non graduée et le compas.

Apollonius de Perga a publié, au début II<sup>ème</sup> siècle avant J.C, un ouvrage sur les coniques. Ces courbes l'ellipse, la parabole et l'hyperbole<sup>47</sup>, sont obtenues en coupant un cône par un plan sous différentes inclinaisons. Lorsque le plan est perpendiculaire à l'axe du cône, on obtient un cercle.

Figures II.11 *L'ellipse**La parabole**L'hyperbole*

Diophante d'Alexandrie <sup>48</sup> est connu pour ses "équations diophantiennes"<sup>49</sup>. Ses travaux sur le partage d'un carré en deux carrés, et d'un cube en deux cubes, sont à l'origine du problème de Fermat<sup>50</sup>.

**4. ROME.** Les romains ont constitué un immense empire qui entourait toute la méditerranée et qui s'étendait à travers l'Europe jusqu'en Grande Bretagne. Cet empire a duré près de mille ans, de la fondation de Rome (-753) jusqu'à sa chute en 476. Les romains ont très peu contribué au progrès des sciences, mais ils ont perfectionné différentes techniques : le génie militaire (catapultes, lance flèches mécaniques) le génie civil (routes, ponts, aqueducs, édifices) etc. et la gestion de l'état. Leur langue, le latin, devint, en Europe, la langue de la science jusqu'au dix neuvième siècle. L'empereur romain, Jules César fit établir un calendrier que nous utilisons jusqu'à présent après quelques modifications<sup>51</sup>.

**Le calendrier julien :** Initialement, les romains dataient les années depuis la fondation de Rome (- 753); leur calendrier commençait à l'équinoxe du Printemps. Les premiers jours du mois se nommaient *calendae*, d'où l'origine du mot calendrier. En 46 avant J.C. Jules César fit venir d'Alexandrie l'astronome Sosigène et entreprit la réforme de ce calendrier pour l'amener en concordance avec les saisons ; L'année julienne, nommée ainsi en hommage à Jules César, comportait un cycle de 4 ans avec 3 années de 365 jours, et la quatrième, année bissextile, comptait 366 jours. Le jour supplémentaire fut ajouté au mois de février, dernier mois de l'année du calendrier romain, qui ne comptait que 28 jours. César déplaça le début de l'année au 1<sup>er</sup> janvier.

En 532 le moine Denys le Petit (470 / 540) proposa à l'église de dater les années à partir de la naissance de Jésus Christ<sup>52</sup>. D'après ses calculs celui-

<sup>47</sup> C'est Apollonius qui les a dénommées ainsi.

<sup>48</sup> La période où il vécut n'est pas bien connue.

<sup>49</sup> Ce sont des équations dont les coefficients sont des nombres entiers et les solutions entières.

<sup>50</sup> Ce problème, posé au XVII<sup>ème</sup> siècle par le mathématicien Pierre de Fermat, s'énonce, avec les notations algébriques, ainsi : « Si  $n > 2$ , il n'existe pas d'entiers  $x, y, z$  vérifiant l'équation :  $x^n + y^n = z^n$  ». Ce problème n'a été résolu, dans le cas général, qu'en 1993 par le mathématicien anglais Andrew Wiles.

<sup>51</sup> Voir le chapitre III : Le moyen âge.

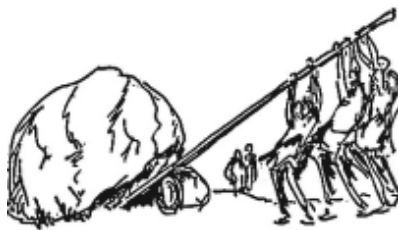


ci serait né le 25 décembre 753 de Rome. Cette date, qui marque le début de l'an 1 fut reportée, pour des raisons pratiques au 1<sup>er</sup> janvier 754 de Rome. Il n'y a pas d'année zéro dans ce calendrier, car ce chiffre n'existait pas dans la numération latine. Pour éviter les erreurs dans les calculs, les astronomes appellent année 0, l'an -1 des historiens.

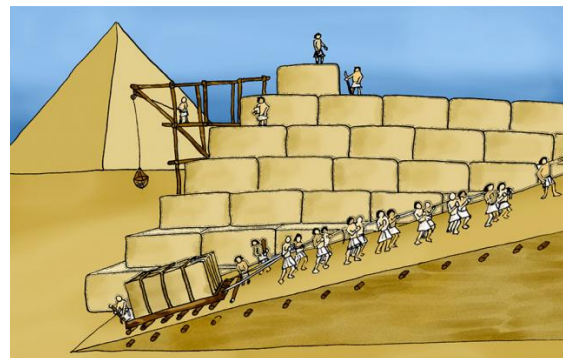
## 5. LES TECHNIQUES.

Les peuples de l'antiquité, mésopotamiens, égyptiens, chinois, grecs, phéniciens, romains, ont inventé, comme nous venons de le voir dans ce chapitre, de nombreux outils et objets nécessaires à l'homme:

La roue, le levier, le plan incliné, la boussole, l'imprimerie, etc.



Figures II.12



En outre, les chinois ont mis au point des techniques pour la fabrication de la poudre, du papier, de la soie. Ils savaient couler le fer et pouvaient donc obtenir des températures supérieures<sup>53</sup> à 1500°C.

A la fin de l'antiquité, on connaissait de nombreux dispositifs techniques :

- La poulie, le treuil, la manivelle étaient utilisés dans les engins de déplacement des charges lourdes.
- La vis constituait l'élément principal des pressoirs à huile et à vin.
- Les roues dentées et la crémaillère entraient dans la constitution des machines de guerre.

Les romains utilisaient

La scie, le ciseau, le rabot, le vilebrequin et le tour pour le travail du bois.

Dans l'antiquité, deux savants de l'école d'Alexandrie, Archimède et Héron, se sont particulièrement distingués.

Archimède a inventé une vis sans fin, la vis d'*Archimède*, destinée à puiser l'eau du Nil (figure II.13). Cette vis a été utilisée au XVII<sup>ème</sup> siècle, par les hollandais pour assécher les polders<sup>54</sup>. On lui attribue l'invention de

<sup>52</sup> La date de naissance de Jésus Christ n'est pas connue avec précision, on la situe entre -5 et -7 du calendrier actuel.

<sup>53</sup> Daumas page 37

<sup>54</sup> Daumas : page 54. Polder : (mot néerlandais) terre conquise sur la mer

l'*odomètre*, appareil destiné à mesurer les distances parcourues. Cet appareil était connu des chinois<sup>55</sup>

Il a mis au point des machines de guerre et réussit, selon la légende, à incendier, à l'aide de miroirs ardents, la flotte romaine qui assiégeait Syracuse.



Archimède –287/ -212

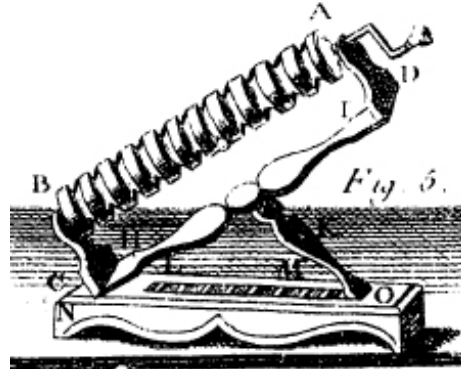


Figure II.13 : Vis d'Archimède

Héron<sup>56</sup> d'Alexandrie a procédé à de nombreuses inventions : *“Celles qui sont nécessaires aux hommes”* et *“celles qui suscitent leur émerveillement”*<sup>57</sup>.



Héron d'Alexandrie  
-170/ -117



Figure II.14: Machine à vapeur

Dans la première catégorie, on lui doit la mise au point d'une pompe hydraulique, aspirante et refoulante utilisant un système cylindre-piston. Dans la seconde, on peut citer un dispositif d'ouverture automatique des portes d'un temple et une machine à vapeur : l'éolipyle (Figure II.14). La vapeur est obtenue en chauffant l'eau dans une chaudière. Cette vapeur passe, à travers les deux tubes verticaux, dans une sphère pouvant tourner autour d'un axe horizontal, puis elle s'échappe par les deux sorties diamétralement opposées. La sphère se met à tourner.

<sup>55</sup> Soutif

<sup>56</sup> Héron s'est également intéressé aux mathématiques et à l'optique.

<sup>57</sup> Dans les *“pneumatiques”* de Héron, cité dans Lloyd. (page 294).