

Université Badji MOKHTAR – Annaba
Faculté des Sciences
Département de Tronc Commun des Sciences de la Nature et de la Vie
Année Universitaire 2020/2021



L'Histoire

*H*istoire *U*niverselle des *S*ciences *B*iologiques *H.U.S.B.*

1^{ère} année Tronc Commun des Sciences de la Nature et de la Vie

Dr A.I. BELABED

Notes du Cours : H.U.S.B.

© Tous droits réservés.

CHAPITRE 3 : LA SCIENCE GRECQUE

3.1 Généralités sur la science grecque

3.1.1 Étendue de la civilisation grecque dans l'histoire

Ceux qu'on appelle les Grecs, mais qui s'appellent eux-même **Hellènes** (Ελληνος), sont d'origine **indoaryenne** et ont peuplé la Grèce actuelle vers l'an -2000 (**Ioniens** et **Achéens**) ou vers l'an -1100 (**Doriens**). Les Ioniens ont été en contact avec les civilisations antérieures (Crète) et ont développé un sens du **commerce** et de la **navigation**. Ils ont été refoulés sur les côtes de l'Asie mineure par les Doriens caractérisés par une société de type militaire peu intéressée par le commerce. À l'origine les Hellènes s'organisèrent en **petits royaumes indépendants (cités)**. La **royauté** fit place à l'**aristocratie** avec l'apparition de grands **propriétaires terriens (nobles)**. On distingue habituellement les périodes suivantes dans l'histoire de la civilisation grecque :

- Durant l'**époque archaïque** (-750/-500) l'économie **mercantile** se développa et la **bourgeoisie** fit son apparition. La montée de la bourgeoisie (par rapport à l'aristocratie) s'accompagna de **changements politiques** et de luttes intestines. Des **tyrans** enlevèrent le pouvoir aux aristocrates et favorisèrent la bourgeoisie et en même temps l'**éclosion des sciences et de la philosophie**. À cette époque, plusieurs cités fondèrent des **colonies** autour de la mer Égée, en **Italie du sud (Grande Grèce)**, en **Sicile**. La seule cité de **Milet** fonda 80 colonies, dont **Naucratis**, sur le **delta du Nil**. Parmi les colonies de **Phocée** figure **Massalia (Marseille)**, fondée vers -600. La civilisation grecque se répandit sur presque toute la **Méditerranée** et sur la **mer Noire**. Cependant, aucune unité politique ne se réalisa et chaque citée était indépendante, même si les colonies conservaient souvent un lien de fidélité à la citée mère (métropole).

- L'époque suivante (-500/-338) est la période dite **classique**. Le système **démocratique** se répand. L'**Ionie** est **conquise** par les **Perses** et la Grèce continentale lutte contre ces derniers (**guerres médiques**). Des guerres civiles font rage entre diverses cités, en particulier entre **Athènes** et **Sparte** (**guerres du Péloponèse**). Cette époque marque l'apogée de la culture grecque classique en littérature et dans les arts. C'est aussi l'époque de **Socrate**, de **Platon** et d'**Aristote**.

- Après -338, la Grèce entre sous domination **macédonienne** mais sa civilisation se répand dans tout l'Orient par les conquêtes d'**Alexandre le Grand**. Après la mort de ce dernier en -323, des royaumes grecs se partagent l'Orient (l'Égypte des **Ptolémées**, la Syrie des **Séleucides**) et des villes grecques s'épanouissent : **Alexandrie** en Égypte, **Antioche**, **Pergame**, etc. La langue grecque devient la langue de communication en Méditerranée. C'est l'époque **hellénistique**, celle de l'**apogée** de la science antique.

- Progressivement, à partir du -II^e siècle, Rome conquiert tout le bassin méditerranéen, en raison probablement de sa culture **politique et militaire supérieure**. L'Égypte hellénistique devient une province romaine en -30. Le grec restera cependant la langue de communication en Méditerranée orientale jusqu'à la **conquête arabe (VII^e siècle)**. Les Romains ont été complètement dominés par la culture grecque. Peuple éminemment **pratique** dominé par une

aristocratie, ils ne se sont pas adonnés à la **philosophie spéculative** comme les Grecs l'ont fait et leur apport à la science est **négligeable**. La science entre alors dans une période de **déclin**.

3.1.2 Caractère de la science grecque

La philosophie grecque est caractérisée avant tout par un **souci d'intelligibilité** : on voulait **comprendre les phénomènes** en les insérant dans un **système**. Elle est aussi caractérisée par l'usage de **raisonnements logiques** (ou **plausibles**), mais en général très **spéculatifs**. Les Grecs sont avant tout d'excellents **dialecticiens**, c'est-à-dire qu'ils s'efforcent de convaincre leurs **interlocuteurs**. À l'époque de Socrate, plusieurs soi-disant philosophes, appelés **sophistes**, étaient des experts en persuasion qui vendaient leurs services et leurs connaissances et qui n'hésitaient pas à utiliser des **raisonnements faux et trompeurs** dans le seul but de **convaincre**.

Aujourd'hui encore, le mot **sophisme** désigne un raisonnement vicié, basé sur de fausses prémisses ou sur une confusion de sens. L'une des tâches principales des grands philosophes grecs sera l'assainissement de la **logique** et de la **dialectique**.

Il reste que les Grecs se distinguent nettement de leur prédécesseurs orientaux par ce goût de la **philosophie spéculative** et de la **géométrie**. Les Grecs sont les premiers véritables mathématiciens, en ce sens qu'ils concevaient les mathématiques pour elles-mêmes et non toujours en association avec un problème pratique. L'idéalisation et la capacité d'abstraction sont à l'honneur, le revers de la médaille étant un sens pratique moins développé et l'absence d'expériences, sauf à l'époque hellénistique. Si les observations soignées furent fréquentes (surtout chez Aristote et les astronomes), les Grecs ne firent pratiquement pas d'expériences scientifiques au sens où on l'entend de nos jours.

Nous diviserons la science grecque en trois périodes, correspondant aux époques (1) **archaïque**, (2) **classique** et (3) **hellénistique**. Les philosophes de la première époque sont qualifiés de **présocratiques**, parce que précédant Socrate (-470/-399).

Quelles sont les causes de l'**essor** de la science sous les Grecs ? Il est difficile de répondre à cette question et plusieurs opinions à ce sujet ont été formulées, sans qu'aucune ne soit entièrement satisfaisante :

1. On cite souvent une **cause économique** et **sociologique** : le **commerce**, l'**artisanat** et la **navigation** ont tenu une place prépondérante dans l'**économie** grecque, en particulier en **Ionie**. Les besoins **techniques** auraient alors stimulé les **réflexions sur la Nature**. Le défaut de cette explication est que la Grèce pré-hellénistique n'a pas fait preuve d'une plus grande innovation technique que l'Égypte à la même époque. D'autre part, la plupart des philosophes, tels Platon et Aristote, semblent avoir démontré un mépris relatif à l'égard des artisans et des activités manuelles en général.

2. Une autre explication avancée est l'utilisation par les Grecs d'une **écriture alphabétique**, contrairement aux Égyptiens. Ce type d'écriture s'apprend **plus facilement** et est donc plus **largement répandu** dans la population, au lieu d'être réservé à une classe de scribes. L'alphabétisation plus large aurait favorisé l'éclosion de la pensée abstraite. On peut alors se demander pourquoi cet essor scientifique ne s'est pas produit dans d'autres cultures alphabétiques, comme la Phénicie.

3. Une autre explication, qui peut être conjuguée à la précédente, tient au **régime démocratique** des Grecs, intimement lié à la petitesse des états grecs. Un tel régime entraîne de **nombreux débats** et favorise l'apprentissage de l'art de **convaincre** par des moyens **rationnels (dialectique)**.

Cette importance de la dialectique imprègne toute la littérature philosophique grecque, en particulier celle écrite sous forme de dialogue.

4. Une autre explication repose sur **l'ouverture de la société grecque envers les autres cultures** et les idées nouvelles, en particulier aux confins du monde grec, dans les colonies ioniennes et italiennes, où régnait un esprit d'initiative propre aux pays jeunes et nouveaux. C'est en effet dans ces jeunes colonies que les philosophes de l'époque présocratique sont les plus présents.

5. Enfin, une dernière explication, plus simpliste, repose sur le fait que les **Grecs ont fini par dominer tout l'Orient ancien** par les conquêtes d'Alexandre et qu'ils ont si efficacement assimilé et masqué les cultures scientifiques antérieures à la leur (Égypte et Mésopotamie) qu'on a tendance à exagérer leur originalité. Les historiens et doxographes grecs feraient preuve de chauvinisme en attribuant à d'anciens **philosophes grecs** des **découvertes connues auparavant des Egyptiens et des Chaldéens**.

3.2 Les présocratiques

3.2.1 Les premiers philosophes ioniens

Les premiers philosophes grecs connus n'**habitaient pas** la Grèce proprement dite, mais la périphérie du monde grec, notamment l'**Ionie** et l'**Italie du sud**. La ville de **Milet** était la plus importante d'Ionie et fut la patrie de plusieurs philosophes de cette période. Les œuvres écrites par ces philosophes, si elles ont jamais existé, ne nous sont pas parvenues. Nous ne connaissons leurs idées que par les commentaires ultérieurs d'autres philosophes (dont Aristote) ou de commentateurs appelés justement *doxographes*, dont Diogène Laërce, qui vivait au III^e siècle de notre ère.

La caractéristique principale des philosophes ioniens est leur **matérialisme** : ils proposent une **explication des phénomènes naturels sans avoir recours à l'intervention des dieux**, mais uniquement par le jeu naturel de la matière. Leurs théories, quoique floues et primaires, ne démontrent pas moins le besoin de comprendre l'Univers à partir d'**un principe unificateur** appelé *arkê* (ἀρκή), ou **principe premier**. Ils sont les **inventeurs** du concept de *Nature*, en grec *physis* (φύσις), en tant que distincte du monde surnaturel.

Thalès de Milet

Le premier philosophe connu est **Thalès de Milet**, l'un des "sept sages" de la Grèce antique. Il vivait au VII^e ou au VI^e siècle avant notre ère. Selon Diogène Laërce,

Le premier qui dessina la course du soleil d'un solstice à l'autre, et démontra que comparée au soleil, la lune en est la cent vingtième partie. C'est encore lui qui fixa à trente jours la durée du mois, et qui écrivit le premier traité sur la Nature. . . Il soupçonna que l'eau était le principe des choses, que le monde était animé et rempli de démons. On dit qu'il découvrit les saisons de l'année, et qu'il la divisa en trois cent soixante-cinq jours. Il ne suivit les leçons

d'aucun maître, sauf en Égypte, où il fréquenta les prêtres du pays. A ce propos, Hiéronyme dit qu'il mesura les Pyramides en calculant le rapport entre leur ombre et celle de notre corps.

Thalès est réputé avoir prédit l'éclipse de Soleil de l'an -585, sur la base d'un cycle de répétition des éclipses connu des Chaldéens : le Saros, qui vaut 6585 jours (18 ans et 10 ou 11 jours). Ce cycle, cependant, n'indique que les possibilités de répétition d'éclipses et a été établi de manière empirique par les Chaldéens. On attribue aussi à Thalès la découverte des phénomènes électriques (électricité statique et aimantation). En géométrie, on lui attribue le **théorème des proportions** d'un triangle à la base de la triangulation, ainsi que le théorème stipulant qu'un rectangle inscrit dans un demi-cercle est nécessairement rectangle. On peut présumer que Thalès n'est pas l'auteur de ces théorèmes, mais qu'il les a empruntés aux Égyptiens.

Page | 13

Des Égyptiens aussi il s'inspira en affirmant que l'Univers n'est qu'une grande masse d'eau renfermant une bulle d'air hémisphérique, sur le fond de laquelle repose la terre ferme. Les tremblements de terre sont alors causés par les vagues de cette masse liquide, qui agitent la surface de la terre.

Anaximandre

D'une génération plus jeune que Thalès, Anaximandre, aussi de Milet, en fut peut-être l'élève. Citons encore Diogène Laërce :

Il pensait que le premier principe était l'**Illimité**, sans toutefois définir si c'était l'air, l'eau ou autre chose ; qu'il changeait en ses parties et pourtant restait immuable en son tout ; que la terre était placée au milieu du monde et en était le centre et qu'elle était sphérique ; que la lune ne donnait pas de lumière propre mais réfléchissait la lumière du soleil; que le soleil était aussi grand que la terre, et qu'il était un feu absolument pur. Le premier il découvrit le gnomon, l'installa en cadrans solaires à Lacédémone pour marquer les solstices et l'équinoxe et construisit des horloges. Le premier aussi il décrit le contour de la terre et de la mer et construisit la sphère.

Anaximène

Dernier représentant de l'école de Milet et peut-être **disciple** d'Anaximandre, Anaximène croit que la matière primitive, l' $\alpha\pi\epsilon\iota\rho\nu$, n'est autre que l'air, qui donne la terre et l'eau par condensation et le feu par raréfaction. Pour la première fois dans la pensée grecque, il introduit la notion de sphère des étoiles fixes : c'est la voûte étoilée, qui tourne autour de la terre et à l'intérieur de laquelle les autres astres (lune, soleil et planètes) flottent dans l'air.

En -494 la ville de Milet fut **conquise par les Perses**, ainsi que toute l'**Ionie**. À partir de cette date le centre de gravité de la philosophie grecque se transporte en **Italie du sud**.

3.2.2 Les Pythagoriciens

On sait peu de choses de **Pythagore**, sinon qu'il naquit à **Samos** en -572 et qu'il émigra à **Crotone**, en **Italie du sud**, pour échapper au tyran Polycrate de Samos. Il fonda, à Crotone, une **secte politico-religieuse**, dont les disciples étaient soumis à une stricte discipline : interdiction de manger de la viande, des fèves, etc., plus quantité de gestes rituels qui semblent beaucoup plus relever de la superstition que de la philosophie. La secte de Pythagore exerça un contrôle temporaire sur Crotone,

mais bientôt les habitants se révoltèrent contre un ordre aussi rigide et forcèrent l'exil de Pythagore à **Métaponte**, où il mourut vers -500.

3.3 La période classique

3.3.1 Platon et son école : Socrate

Le V^e siècle avant notre ère – aussi appelé le “**siècle de Périclès**” – marque l'apogée de la culture grecque classique. C'est à cette époque que vivait l'**Athénien Socrate** (-470/-399), l'un des philosophes les plus connus de l'histoire. Socrate ne s'intéresse pas aux **sciences pures** ; il recommande même de ne pas s'y adonner car, selon lui, elles peuvent consumer la vie d'un humain sans lui apporter de bienfaits en retour. Il est vrai que Socrate a en tête les philosophies hautement spéculatives de ses prédécesseurs et que son point de vue est justifié dans son contexte. Par contre, Socrate s'intéresse beaucoup à l'Humain, à la morale et au processus de connaissance, à la raison.

Socrate n'a **pas écrit lui-même** : l'essentiel de son œuvre nous est connue par les *dialogues* de son **disciple Platon** (-428/-348). Dans ces œuvres, écrites sous forme de **conversation** entre Socrate et divers interlocuteurs – généralement des sophistes – qu'il cherche à convaincre ou à confondre, celui-ci tente de démontrer que l'être humain peut accéder à la connaissance de soi et au bonheur par l'usage de la raison. On a surnommé Socrate “**l'accoucheur de la raison**” en raison de sa **méthode dialectique** qui consiste à **guider** son interlocuteur vers une **conclusion rationnelle** plutôt que de lui **exposer directement** ses idées.

Platon

Au contraire de Socrate, dont il est le **plus important disciple**, Platon s'intéresse au monde **physique** et aux moyens de le connaître. Ses conceptions à ce sujet sont décrites dans quelques-uns de ses dialogues, dont la *République*, les *Lois*, l'*Epinomis* et, surtout, dans le *Timée*. Ce dernier livre, qui moins que tous les autres prend la forme d'un dialogue, est peut-être le plus obscur et le plus difficile qu'il ait écrit. Platon est avant tout un **idéaliste** au sens fort du terme : il distingue le monde **sensible** (celui des sensations) du monde **intelligible** (celui des **idées**).

Platon ne peut s'intéresser aux phénomènes physiques terrestres, trop éphémères pour être dignes d'intérêt. Il accorde cependant une grande importance à l'étude de la **géométrie** et des **astres**. En ceci il a été fortement influencé par l'école pythagoricienne. On raconte qu'il voulut apposer l'inscription “Que nul n'entre ici s'il n'est géomètre” à la porte de **son école**, l'**Académie**. Platon associait à chacun des 4 éléments d'Empédocle un polyèdre régulier : le tétraèdre au feu, le cube à la terre, l'octaèdre à l'air et l'icosaèdre à l'eau. Ainsi, les propriétés (ou qualités) des substances étaient réduites à des formes géométriques. On remarque ici la forte tendance **idéaliste** et l'**importance de la géométrie**, que Platon tient des pythagoriciens.

3.3.2 Aristote

Aristote (-384/-322) fut un **disciple de Platon**. Il fonda sa propre **école** à **Athènes** (en concurrence avec l'**Académie**) qui fut appelée **Lycée**, en raison de son emplacement sur un site consacré à Apollon Lycien. L'école d'Aristote est qualifiée de **péripapéticienne**, car Aristote donnait souvent ses cours en marchant en compagnie de ses étudiants. Après la mort d'Aristote, son école fut dirigée par

Théophraste (–322/–287), puis par Straton (–286/–270) et par Lycon (–270/–228). Sous Théophraste, le Lycée aurait compté jusqu'à deux mille étudiants.

Aristote a laissé de nombreux traités, mais il est possible que certains d'entre eux soient des œuvres collectives (de son école) ou au moins des notes de cours recueillies par ses étudiants. On cite presque deux cents livres écrits par Aristote ; le nombre de livres qui nous sont parvenus est beaucoup moindre, mais quand même considérable.

C'est le onzième **scolarque (directeur)** du Lycée, Andronicos de Rhodes, qui rassembla, classa et édita, vers –60, les “notes de cours” utilisées au Lycée. Dans cette édition, il plaça les œuvres touchant la “philosophie première” **après** les œuvres touchant la **physique**, d'où le nom **métaphysique** qui leur est resté (l'adverbe *meta* (μετα) signifie *après*). Plusieurs philosophes, depuis Andronicos, sont connus par leurs commentaires sur l'œuvre d'Aristote : Nicolas de Damas (vers –40/ –20), Alexandre d'Aphrodise (début III^e siècle), Thémistius (IV^e siècle), Jean Philopon (Ve siècle), Simplicius (VI^e siècle), Maïmonide (1135/1204), Averroès (1126/1198), Saint-Thomas d'Aquin (1227/1274), etc. Aristote est le philosophe antique le plus commenté et le plus influent par la suite. Son influence sera prédominante dans les universités occidentales jusqu'au XVII^e siècle.

Caractère de l'œuvre d'Aristote

Selon Aristote, il faut distinguer les connaissances sensibles (c.-à-d. fournies par nos sens) des connaissances vraiment scientifiques, obtenues par une suite de définitions et de démonstrations. En ce sens, Aristote est platonicien. Cependant, à la différence de Platon, Aristote admet que les idées soient partiellement accessibles par les sens. L'**observation** est donc très importante pour Aristote et est la source de toute connaissance. Les mathématiques (la géométrie) ne sont pas la science incontournable, mais un **outil**, un langage. Platon ne pouvait s'intéresser aux objets du monde sublunaire, corruptibles et non permanents. Au contraire, Aristote est le fondateur de l'histoire naturelle (biologie) et y consacre au moins le quart de ses traités.

Aristote apparaît *a posteriori* comme le **premier véritable scientifique** connu.

Cette différence d'attitude entre Platon et Aristote a été immortalisée par Raphaël dans son célèbre tableau l'*École d'Athènes*, effectué au Vatican en 1509 pour le pape Jules II. Au centre de ce tableau on voit Platon et Aristote marchant et conversant. **Platon lève un doigt vers le ciel** pour affirmer le caractère primordial des **idées**, alors qu'**Aristote étend sa main à l'horizontale**, pour rappeler à son interlocuteur que c'est le **monde sensible** qui est l'objet de la science et que celui-ci n'est pas complètement séparé du monde intelligible.

On peut affirmer qu'Aristote a procédé à des observations méthodiques et qu'il a fait preuve d'un sens critique élevé. Le principal mérite de la science **aristotélicienne** est d'être *grosso modo* en accord avec les **observations les plus courantes**. Par contre, Aristote sera généralement dépassé par une science hellénistique supérieure. Ce n'est que plus tard, après le déclin de la science grecque, que son influence sera dominante.

3.4 La période hellénistique

À l'époque d'Aristote, la Grèce tombe sous la domination du royaume de **Macédoine** et de son roi **Philippe II**. Le fils de celui-ci, **Alexandre**, forme le projet audacieux de conquérir l'empire perse. De -334 à -323, il s'empare de tout l'empire perse (incluant l'Égypte) et va même au-delà, se rendant jusqu'au fleuve **Indus (Pakistan actuel)**. Au cours de ses conquêtes, il fonde un grand nombre de **villes** (au moins **17**) qu'il appelle toutes **Alexandrie** ! La plus connue est bien-sûr celle qu'il fonde à l'extrémité ouest du delta du Nil, sur la Méditerranée. Après sa mort prématurée, son empire est partagé entre ses généraux, les **diadoques** : **Séleucos** hérite de l'Asie, **Antigone** de la Macédoine et de la Grèce et **Ptolémée Sôter** de l'Égypte. L'adjectif **hellénistique** désigne la période des **trois derniers siècles** avant notre ère pendant laquelle la culture grecque s'est imprégnée en Orient, après les conquêtes d'Alexandre. En contrepartie, les influences orientales, en particulier religieuses, se firent sentir en Occident. Politiquement, la période hellénistique fut encombrée des guerres que se livrèrent les diadoques et se termina par la conquête romaine du monde grec, s'achevant par la bataille d'Actium en -30.

Par le **brassage d'idées**, de **cultures** et de **religions** qui s'y déroula, cette période cosmopolite est celle de l'Antiquité qui ressemble le plus à notre monde moderne. C'est à cette époque, plus précisément entre **-300 et -150** que la science antique connut son **apogée**. Il fallut attendre le **XVII^e siècle** avant que le niveau de la science occidentale **atteigne** celui de la science hellénistique.

Alexandrie et le Musée

Même si Alexandre est le fondateur officiel d'Alexandrie d'Égypte, il ne fit qu'**ordonner** sa construction, sur un site judicieusement choisi pour la qualité de son **port** et de ses liens fluviaux avec le Nil. Les véritables constructeurs de la ville furent les deux premiers **rois lagides** : **Ptolémée I Sôter** (roi de -323 à -285) et **Ptolémée II Philadelphie** (de -285 à -247). Alexandrie fut non seulement la **capitale** du royaume d'Égypte, mais la métropole effective du monde grec et des sciences jusqu'au **V^e siècle de notre ère**, c'est-à-dire pendant **sept siècles**.

Ptolémée I est le fondateur du **Musée**, institut culturel et scientifique inspiré du Lycée d'Aristote, mais à plus grande échelle : le Musée comportait des promenades, des salles de cours, des cellules (bureaux), un observatoire, des salles de dissection, des logements et même un jardin zoologique.

Le Musée était flanqué d'une immense **bibliothèque**, qui a compté plusieurs centaines de milliers de volumes (sous forme de rouleaux de papyrus). Cette institution était entretenue par les rois (en particulier par Ptolémée II qui continua l'œuvre de son père) et ensuite par les empereurs romains. Les savants (environ une centaine) recevaient un salaire de l'État.

Plus qu'un édifice, le Musée était un regroupement de savants, attirés à Alexandrie par le patronage de Ptolémée I, qui considérait à juste titre que la richesse de son royaume serait vaine si elle ne permettait pas le **développement** (ou du moins l'entretien) **des arts et des sciences**. Ptolémée I y attira les savants, en particulier Démétrius de Phalère, Straton de Lampsaque et **Euclide**. **Démétrius de Phalère**, philologue et fondateur de facto de la bibliothèque, fut le **premier directeur du Musée** et peut être l'instigateur de sa construction. Plus important pour la science fut le rôle de Straton de Lampsaque (mort

en -268), élève de Théophraste et nommé précepteur du prince héritier (le futur Ptolémée II). Straton passa de longues années à Alexandrie et donna au Musée son orientation scientifique avant de retourner à Athènes diriger le Lycée, de -286 à sa mort. Aristote s'étant déjà distancé de Platon en affirmant l'importance de l'observation dans l'édifice des connaissances, Straton pousse plus loin cette tendance et consacre un certain **divorce** entre la **philosophie** et ce qu'on peut désormais appeler la **science**. D'ailleurs, la métaphysique ne fut pas encouragée au Musée.

La prospérité scientifique d'Alexandrie dura environ 150 ans. Les rois Ptolémée III Èvergète (de -247 à -222) et Ptolémée IV Philopator (de -222 à -205) furent encore assez puissants pour stimuler les progrès scientifiques et techniques, mais la puissance des rois lagides déclina rapidement. En particulier, Ptolémée VIII (dit Èvergète II), suite à une lutte de pouvoir où il était soutenu par Rome, semble avoir momentanément persécuté la communauté grecque d'Alexandrie et causé une dispersion des savants vers -145. Cette date marque **la fin de l'âge d'or** de la science **hellénistique**.

3.4.1 Mathématiciens et mécaniciens

Euclide

Euclide a vécu à **Alexandrie** au début du III^e siècle avant notre ère. De tous les géomètres de l'Antiquité, il est celui qui a le plus profondément influencé la postérité. Son œuvre principale, les *Éléments*, comporte 467 théorèmes répartis en 13 livres divisés comme suit :

- Livres I à IV: géométrie plane.
- Livres V et VI : la théorie des proportions et ses applications.
- Livres VII à IX : la théorie des nombres entiers.
- Livre X : les nombres irrationnels.
- Livres XI à XIII : géométrie de l'espace (polyèdres, etc.).

Cette œuvre a fait autorité en matière de géométrie jusqu'au XIX^e siècle et est encore utilisable de nos jours, ce qui est une marque incontestable de sa qualité et de sa profondeur.

Archimède

Archimède (-287/-212) a passé le gros de sa vie à **Syracuse**, en **Sicile**, bien qu'il ait étudié à **Alexandrie**. Il était géomètre et mécanicien et excellait à la fois dans les sciences théoriques et pratiques.

- En mathématiques, Archimède est considéré comme un précurseur du calcul intégral, par son utilisation fréquente de la *méthode des exhaustions* dans le calcul des aires, des volumes ou des longueurs de courbes (la méthode elle-même remonte à Eudoxe de Cnide).
- Dans *Les corps flottants*, il énonce le célèbre principe d'Archimède, qui stipule que tout corps immergé dans l'eau subit une force vers le haut égale au poids de l'eau déplacée (c.-à-d. l'eau qui serait contenue dans le volume immergé).

L'histoire de cette découverte est fameuse. Le tyran de Syracuse Hiéron avait acquis une couronne d'or et désirait savoir si elle était faite d'or pur ou si son orfèvre l'avait roulé en substituant une partie d'argent. Il demanda à Archimède de résoudre ce problème, sans endommager la couronne, bien sûr ! La légende dit qu'Archimède trouva la solution en prenant

son bain et sortit aussitôt dans la rue en criant *Eurêka !* (j'ai trouvé !). Il posa la couronne sur une balance à fléaux, en équilibre avec une masse égale d'or pur sur l'autre fléau. Ensuite, il plongea le tout dans l'eau. Si la couronne avait été faite en partie d'argent, son volume aurait été plus grand que celui de l'or reposant sur l'autre plateau, la poussée hydrostatique aurait été supérieure sur le plateau supportant la couronne et celui-ci aurait été en déséquilibre. Il n'en fut rien, ce qui sauva la réputation (et la vie) de l'orfèvre.

Au-delà de cette histoire, les principes de l'hydrostatique sont utilisés par Archimède pour étudier la stabilité des **navires** et leur ligne de **flottaison**.

Page | 18

Archimède est non seulement l'un des plus grands mathématiciens de son temps, il est aussi un **mécanicien** hors pair. Il est réputé inventeur de la **vis sans fin** dite **vis d'Archimède**, ainsi que de la **moufle, poulie** qui multiplie les forces de l'utilisateur, et avec laquelle un seul homme est en mesure de tirer à terre un navire de grande taille. Il a aussi construit des **machines de guerre**, notamment lors du **siège de Syracuse** par les romains en -212, lors de la deuxième **guerre punique**.

Il a inventé un système de "**miroirs ardents**" destiné à enflammer les navires romains ; il s'agit vraisemblablement d'un très grand nombre de miroirs plats organisés de manière à faire **converger** les rayons du Soleil sur un point précis. Il périt de la main d'un soldat romain, lors de la prise de la ville.

Appolonius de Perga

Appolonius de **Perga** vécut à **Alexandrie**, à Éphèse et à Pergame, vers la fin du -III^e siècle et le début du -II^e siècle. Il est l'auteur d'un ouvrage en 8 livres : *Les coniques*, dont sept nous sont parvenus, qui contiennent pas moins de 487 théorèmes. Son œuvre sera plus tard essentielle aux travaux de Kepler sur les orbites et de Galilée sur les projectiles. Même si Appolonius n'est pas l'inventeur des coniques, il demeure la référence la plus complète sur ce sujet et son ouvrage sera étudié avec soin par les mathématiciens jusqu'à l'époque moderne.

Avec Eudoxe, Euclide et Archimède, Appolonius est considéré comme l'un des plus grands mathématiciens de l'Antiquité.

Héron d'Alexandrie

Héron vécut au I^{er} siècle de notre ère. Il est surtout célèbre pour ses **machines**, en particulier un lointain précurseur de la **machine à vapeur**, constitué d'un **globe** tournant par la réaction de la vapeur sortant de **deux orifices (réacteurs)** qui lui sont attachés. Héron est avant tout un **mécanicien**, mais aussi l'auteur d'un traité intitulé *Le dioptré*, dans lequel il décrit un instrument de mesure longtemps utilisé en arpentage et en astronomie. Il décrit plusieurs machines pratiques (presseoirs, vis sans fin, leviers, etc.). Il est aussi l'auteur des *Métriques*, traité de géométrie à tendance pratique.

3.5 Le déclin de la science antique

Entre l'âge d'or de la science hellénistique (les III^e et II^e siècles avant notre ère) et le début du moyen-âge (V^e siècle), la science amorce ce qui semble être **un long** mais inexorable **déclin**. Même les plus grands savants de cette période, comme Ptolémée et Galien, ne font peut-être que reprendre à leur compte des connaissances passées. En tout cas, leur contributions originales ne peuvent être comparées à celles de leurs prédécesseurs de trois siècles. La majorité des savants se contente de **commenter** les œuvres d'Aristote, d'Euclide ou d'Appolonius. Le déclin des sciences antiques se

produit indéniablement **dès le début** de l'empire romain et non **après sa chute**, comme on pourrait naïvement le croire.

Les Romains, excellents **ingénieurs**, ont laissé des **routes** et des **égouts** encore utilisables après 2000 ans, mais leur répugnance face à la philosophie spéculative n'a pas permis un réel développement des sciences chez eux. En particulier, on ne connaît **pas un seul mathématicien romain** !

Les scientifiques de valeur de cette époque romaine sont encore des Grecs. Nous avons décrit les travaux de Ptolémée et de Galien. Signalons aussi un mathématicien plus tardif encore, Diophante d'Alexandrie (325/410), l'auteur des *Arithmétiques* et probablement le plus grand algébriste Grec. Il étudia les équations quadratiques à une et plusieurs inconnues, dont les solutions étaient toujours supposées rationnelles. Aujourd'hui, on désigne par *équation diophantine* une équation algébrique sur l'ensemble des entiers.

Causes du déclin de la science antique

Pourquoi la science antique a-t-elle suivi cette pente descendante ? C'est à ce genre de question que les historiens tentent de répondre et la réponse donnée est souvent fortement teintée par les opinions politico-religieuses de chaque auteur. On suggère généralement les explications suivantes :

1. **Une explication culturelle** : Les Romains étaient un peuple fondamentalement **pratique**, qui **méprisait** les **spéculations philosophiques** des Grecs. L'aristocratie romaine confiait typiquement l'éducation de ses enfants à des **tuteurs grecs**, et s'intéressait occasionnellement aux questions de philosophie, mais sans s'y engager comme les Grecs le firent.
2. **Une explication économique** : La science se développe le plus aisément dans un environnement dominé par la **bourgeoisie marchande**, avide d'**innovations techniques**, et demande aussi un mécénat de l'État. Ces conditions étaient idéalement réunies à l'époque hellénistique, mais disparurent progressivement sous l'empire romain. En effet, les Romains sont plus un peuple d'**agriculteurs** que de marchands et les conquêtes romaines se traduisirent par l'apparition d'immenses **domaines agricoles** appartenant aux nobles et alimentés d'une abondante **main-d'œuvre** à bon marché (**esclaves**). Dans ce contexte, l'innovation technique et non seulement moins nécessaire, mais peut même être un **danger** à la **stabilité** de l'**ordre social**.
3. **Une explication religieuse** : Les conquêtes d'Alexandre ont non seulement contribué à exporter la philosophie grecque vers l'Orient, mais aussi à importer des **croyances** ou **religions orientales** vers l'Occident hellénisé. Des cultes aussi divers que ceux de Baal, d'Isis, de Cybelle, de Mithra, etc. ont gagné en popularité, ainsi que des pratiques occultes dont l'alchimie et l'astrologie. Ces pratiques auraient détourné l'effort collectif des Grecs des **sciences rationnelles**. Il est certain que tous ces facteurs ont contribué au déclin des sciences, mais il est difficile d'établir le partage des responsabilités. La montée du **christianisme** n'a d'ailleurs pas amélioré le sort de la science antique. La religion chrétienne devient **dominante** dans l'**empire romain** à partir du règne de **Constantin** (306/337). L'édit de Milan (313) reconnaît de facto le christianisme comme religion officielle. La période qui suit en est une de réaction chrétienne contre le polythéisme et la philosophie antique.

Le christianisme est une religion essentiellement *salvatrice*, qui promet aux **pauvres** et aux **esclaves**, **misérables** dans un monde en détresse, une vie meilleure dans l'au-delà. Cet espoir explique en partie la popularité croissante du christianisme dans la **cruelle société** impériale. En effet, les **divisions de classe** et les contrastes de richesse étaient devenus très criants sous l'empire romain et

l'activité philosophique, apanage des **aristocrates**, est devenu **condamnabile** aux yeux des premiers chrétiens, dans leur rejet pêle-mêle de tout ce qui était **associé à l'aristocratie** : luxe, puissance matérielle, divertissements, etc. Plus profondément, on ne considère plus que la connaissance véritable peut être acquise par la raison, la patience et l'objectivité, mais plutôt par la pureté des sentiments et la foi.

L'abandon des sciences à la fin de l'empire romain

L'empire romain se décompose au V^e siècle. La partie **occidentale** tombe aux mains des **barbares germaniques** qui se la partagent en **petits royaumes** et qui laissent l'infrastructure romaine à l'abandon. La partie **orientale**, qu'on connaîtra sous le nom d'**empire byzantin**, conserve son unité mais perd progressivement de sa vigueur. Les passions religieuses et sportives (les courses de char) et les révolutions de palais à **Constantinople** marquent beaucoup plus cette époque que l'étude des sciences.

En général, l'empire byzantin fut **peu favorable** au développement des **sciences**, pour des raisons essentiellement **religieuses**. Les Byzantins surent cependant **conserver les textes** de l'Antiquité et produisirent certaines **innovations techniques** (**feu grégeois, automates**) qui démontrent que la tradition des mécaniciens alexandrins (Héron) ne s'était pas perdue. Les Byzantins **vendirent** un certain nombre de **textes aux Arabes** et c'est par l'intermédiaire de ceux-ci que les chrétiens d'Occident en prirent connaissance, parfois via de multiples **traductions** (**grec → syriaque → arabe → latin**).

Après la **chute de Constantinople** aux mains des Turcs (1453), plusieurs érudits grecs émigrèrent en Italie et apportèrent avec eux des textes anciens qui furent traduits directement du grec au latin, ce qui permit un retour aux sources de l'Antiquité, l'une des causes de ce qu'on appellera plus tard la **Renaissance**. Mais il est probable que nous ne connaissons aujourd'hui qu'une infime partie des œuvres scientifiques produites par l'Antiquité.