

# Sciences & techniques



## Mathématiques, Physique & Chimie

# Les savants de l'Antiquité grecque

### LES DÉBUTS DE LA SCIENCE CHEZ LES GRECS

Quelques siècles avant l'ère chrétienne s'ébauche une véritable pensée scientifique en Grèce, au croisement des traditions grecque, mésopotamienne, égyptienne, voire indienne ou chinoise. À l'époque, la science n'étant pas formalisée, il n'y a pas de frontière nette entre la science et la philosophie. Elles se détachent l'une de l'autre plusieurs siècles plus tard. Les savants de l'Antiquité grecque sont tous plus ou moins philosophes et les diverses écoles de philosophie grecques ont eu une influence gigantesque sur le développement des sciences bien après la période de l'Antiquité. On peut retenir parmi les savants grecs les plus connus, dans l'ordre chronologique, Thalès, Pythagore, Hippocrate, Aristote, Euclide et Archimède.

### THALÈS

#### SA VIE



**Thalès** est le premier philosophe, scientifique et mathématicien de l'histoire. Né à Milet vers 625 av. J.-C., il commence sa

vie comme commerçant puis s'oriente vers une carrière politique et économique. Il connaît d'abord une renommée comme conseiller militaire et ingénieur. Plus tard, il s'embarque vers l'Égypte où il étudie les mathématiques, particulièrement la géométrie. De retour à Milet, il est un des créateurs de la physique, de la géométrie et de l'astronomie. C'est aussi le premier à raisonner sur les entités mathématiques en elles-mêmes, sans s'aider de figures empiriques. Il est l'un des Sept sages de la Grèce et le fondateur de l'École milésienne. Passionné de gymnastique, il meurt vers 547 av. J.-C. par déshydratation lors d'une compétition à laquelle il assiste.

#### CE QU'IL A APPORTÉ À LA SCIENCE

Thalès fonde l'École milésienne qui réalise deux grandes avancées : la distinction entre le naturel et le surnaturel. Finie l'explication divine classique, place à la recherche de causes naturelles aux phénomènes et à la discussion argumentée.

#### Physique

Après avoir observé l'importance de l'eau dans la vie, la croissance des choses vivantes, il déduit que l'eau

est la clé de tout et que la terre est remplie de minuscules germes de vie invisibles. Au vu de nos connaissances actuelles, c'est plutôt visionnaire. Thalès fait de cette explication un principe de connaissance physique et métaphysique : l'unité de l'élément eau est aussi l'unité du monde. Cette thèse est une grande innovation, car elle suppose l'affirmation de vérités pour une infinité d'objets contenus dans le monde et pour le monde lui-même. Thalès généralise et conceptualise ses observations.

#### Astronomie

Thalès fait de nombreuses observations sur les constellations. Il décrit la **Grande Ourse** et conseille



aux marins de s'en servir pour se guider. Il serait le premier à noter le voyage du Soleil entre les deux Tropiques. Il établit aussi que certaines étoiles ne sont pas toutes fixes par rapport aux autres et il les baptise « Planètes », corps errant. Il calcule la durée de l'année et constate que elle ne compte pas 365 jours, mais 365 jours et un quart. Il évalue le diamètre apparent du Soleil et les grandeurs relatives de cet astre et la Lune. On rapporte enfin qu'il prédit l'éclipse de Soleil de 585 av. J.-C., mais sans preuve...

#### Mathématiques

En géométrie, il apporte beaucoup dans la connaissance des triangles sphériques et la notion d'homothétie. Il calcule la hauteur d'une pyramide en mesurant l'ombre de celle-ci au moment précis où l'ombre de son propre corps coïncide avec sa taille réelle. On lui attribue 5 théorèmes en géométrie (angles d'un triangle, triangle isocèle, angles opposés, angle inscrit...). En revanche, le fameux théorème de Thalès n'était pas connu de Thalès !

### PYTHAGORE

#### SA VIE



Philosophe, mathématicien et astronome, **Pythagore** est l'une des figures les plus mystérieuses de la Grèce antique. Son enseignement n'est connu que par les écrits de ses disciples. Il naît à Samos, entre 569

av. J.-C. et 605 av. J.-C. selon les sources. Il doit son nom « Pythagore » à la Pythie qui aurait prédit à son père un enfant beau et sage. À 18 ans, il part en Égypte et en Orient puis s'installe à Crotona (ville d'Italie alors colonie grecque) pour enseigner ce qu'il a appris lors de ses voyages. Son influence est énorme. Antidémocrate, il fonde l'École pythagoricienne en 532 av. J.-C. Il fonde d'autres communautés dans des villes d'Italie et de Grèce et meurt en 494 av. J.-C. en Italie.

#### L'école pythagoricienne

La communauté fondée par Pythagore est presque une secte, une fraternité philosophique, religieuse et scientifique où l'admission des candidats se fait à l'appréciation de Pythagore. Après 3 ans de probation, les élèves reçoivent un enseignement de cinq ans, sous forme de préceptes oraux. De nombreuses règles s'imposent alors : diététique, rites religieux, exercices. La pensée pythagoricienne couvre tous les domaines, depuis « la science relative aux dieux » à la physique, en passant par l'éthique et la logique, les mathématiques et les sciences. Les pythagoriciens se divisent en acousmatiques et mathématiciens. Les premiers insistent sur les paroles léguées par Pythagore et privilégient la morale. Les seconds insistent sur les démonstrations et privilégient la science.

#### CE QU'IL A APPORTÉ À LA SCIENCE

#### Mathématiques

Pythagore invente la démonstration géométrique, rationnelle, alors qu'elle restait visuelle chez Thalès. L'autre grand apport de Pythagore, c'est la notion de nombre. Les pythagoriciens associent le 1 au point, le 2 à la ligne, le 3 à la surface, le 4 au solide. De ces spéculations naît la table de multiplication. Autre découverte capitale : celle des nombres irrationnels et l'incommensurabilité de la diagonale d'un carré, seulement exprimable par racine carrée de deux. Pythagore découvre également 3 des 11 proportions possibles entre 3 termes : arithmétique, géométrique et harmonique. Les pythagoriciens résolvent ainsi la duplication du carré, la théorisation de la musique (ils découvrent les lois de l'harmonique), la somme de  $n$  termes d'une progression arithmétique, l'extraction des racines carrées, etc. Pythagore est évidemment bien connu pour le théorème qui porte son nom : « dans un triangle rectangle, le carré de l'hypoténuse est égal à la somme des carrés des deux côtés de l'angle droit. »

#### Astronomie

Pythagore est le premier à dire que

la Terre est ronde et que l'étoile du soir (celle qu'on voit en premier) et l'étoile du matin sont la même, c'est **Vénus**. Ses disciples développent



l'astronomie pythagoricienne : héliocentrisme, rotation de la Terre sur elle-même.

#### Science politique

Pythagore est aussi fondateur de la science politique. Il défend le régime oligarchique, qui confie le gouvernement à une élite, les savants. Il veut organiser la cité de façon mathématique.

#### HÉRITAGE

L'apport de Pythagore perdure encore aujourd'hui dans toutes les cultures, dans toutes les disciplines : mathématiques, musique, philosophie, astronomie... des théoriciens du nombre d'or en art aux écoliers qui apprennent leurs tables de multiplication.

### HIPPOCRATE

#### SA VIE



**Hippocrate** est le père de la médecine. Né vers 460 av. J.-C. dans l'île de Cos, il meurt vers 370 av. J.-C. On sait très peu de chose sur sa vie sinon qu'il est un médecin et professeur réputé qui aurait appris la médecine de son père, de son grand-père et d'une confrérie de prêtres-médecins de Cos. Il fait avancer l'étude de la clinique médicale en compilant les connaissances du moment et en instituant des règles éthiques pour les médecins. Hippocrate réunit la philosophie et la médecine, et sépare celle-ci de la religion : la maladie n'est qu'une conséquence de facteurs

environnementaux, de l'alimentation et des habitudes de vie, pas une punition divine.

#### L'ÉCOLE HIPPOCRATIQUE

Hippocrate fonde l'école de médecine hippocratique et institue cet art comme une profession. Il met l'accent sur les soins et le pronostic de la maladie, ce qui permet un grand développement de la pratique clinique (de nos jours, c'est le contraire : le médecin donne un diagnostic et un traitement adapté en conséquence.) Selon cette doctrine, soigner signifie aider le processus naturel de guérison qu'à le corps, par le repos notamment et avec peu de médicaments.

Hippocrate recommande aux médecins d'être rigoureux et honnêtes. Pour lui, la médecine est l'art de l'observation (pouls, fièvre, douleurs, motricité, aspect des urines et des selles). Il enseigne aux médecins comment enregistrer leurs conclusions afin de les transmettre et donne des prescriptions très détaillées pour des techniques diverses.

#### CONTRIBUTIONS À LA MÉDECINE

Hippocrate classe les maladies en aiguës, chroniques, endémiques et épidémiques, et utilise des termes tels que « exacerbation, rechute, résolution, crise paroxysme, pic et convalescence ». Hippocrate est le premier chirurgien thoracique et ses enseignements sont toujours pertinents de nos jours, tout comme le traitement des maladies rectales. En outre, Hippocrate est le précurseur de l'endoscopie, via les utilisations du spéculum rectal. Certains symptômes ont reçu le nom d'Hippocrate parce qu'il avait été la première personne à les avoir décrits. La face hippocratique est le changement dans le visage au moment de la mort. Les doigts en baguette de tambour, une déformation, est nommé



**hippocratisme digital**. Le banc

#### LIMITES DE L'ANTIQUITÉ GRECQUE

L'Antiquité est la première des époques de l'Histoire. Pour une civilisation, l'Antiquité commence avec l'écriture. Le passage à l'Antiquité s'est donc produit à différentes périodes, et s'est terminé à différentes dates pour différentes régions du monde. En histoire

européenne, elle commence vers 3500 av. J.-C., 3000 av. J.-C. avec l'invention de l'écriture en Mésopotamie et en Égypte, et voit sa fin autour du V<sup>e</sup> siècle (300 à 600) avec le Moyen Âge. L'Antiquité est souvent réduite à l'Antiquité gréco-romaine dite antiquité classique.

#### Dates savante

**Pythagore**  
v. 569 av. J.-C.  
494 av. J.-C.

**Hippocrate**  
v. 460 av. J.-C.  
v. 370 av. J.-C.

**Aristote**  
384 av. J.-C.  
322 av. J.-C.

**Euclide**  
v. 325 av. J.-C.  
v. 265 av. J.-C.

**Archimède**  
287 av. J.-C.  
212 av. J.-C.

**Érathostène**  
284 av. J.-C.  
192 av. J.-C.

**Ptolémée**  
90 - 168

#### Thalès



**v. 625 av. J.-C.**  
**v. 547 av. J.-C.**

d'Hippocrate est un appareil permettant de mettre les os en traction.

#### CORPUS HIPPOCRATIQUE

Le Corpus hippocratique regroupe près de 70 traités de médecine, écrits en dialecte ionique, probablement rédigés par des étudiants d'Hippocrate. Le serment d'Hippocrate, un texte sur l'éthique de la pratique médicale, est le plus célèbre et a inspiré les lois qui définissent les bonnes pratiques et la morale médicale. De tels serments sont aujourd'hui prononcés par les jeunes diplômés en médecine. Ses œuvres traduites en latin ont eu beaucoup d'influence sur l'Occident chrétien. Au Moyen Âge, les textes ont été traduits en arabe et ses méthodes adoptées par les médecins musulmans. Après la Renaissance, ses méthodes ont été redécouvertes en Europe.

#### QUELQUES ERREURS

Hippocrate enseigne que le corps humain est constitué de quatre humeurs (le sang, la lymphe, la bile jaune et la bile noire) et que les maladies sont la conséquence d'un déséquilibre entre elles. Hippocrate est aussi un précurseur de la diététique. Mais il classe les aliments en fonction de leurs qualités (froid, chaud, sec et humide) qui influenceraient sur les humeurs engendrées.

#### EUCLIDE

##### SA VIE



**Euclide** est un mathématicien grec d'Alexandrie né vers 325 av. J.-C. à Athènes et mort vers 265 av. J.-C. à Alexandrie. Il est l'auteur des *Éléments*, l'un des textes fondateurs des mathématiques modernes. On connaît peu sa vie. Formé à l'école de Platon, il part en Égypte pour y enseigner les mathématiques. Il travaille au musée d'Alexandrie et y fonde l'école de mathématiques. Entouré de ses disciples, il y mène de nombreux travaux de recherche. Euclide aurait aussi participé à la vie politique. Beaucoup de ses prédécesseurs avaient écrits des éléments de géométrie, mais c'est lui qui donne le premier des démonstrations rigoureuses : les *Éléments* sont une compilation du savoir géométrique et restent le noyau de l'enseignement mathématique pendant près de 2000 ans. Il se peut qu'aucun des résultats contenus dans les *Éléments* ne soit d'Euclide mais de ses disciples, cependant l'organisation de la matière et son exposé lui sont dus.

#### LES ÉLÉMENTS



Il est le premier à calculer la surface et le volume d'une sphère et chacun connaît les circonstances de sa découverte des lois de l'hydrostatique (la « poussée d'Archimède »).

Les *Éléments* regroupent tout le savoir mathématique de l'époque. Livre de référence pendant des siècles, son influence sur le développement de la

logique et de la science est fondamentale. Les *Éléments* sont l'un des premiers livres imprimés en 1482. Ils représentent treize volumes. La méthode, consistant à partir d'axiomes, de postulats et de définitions pour déduire un maximum de propriétés des objets considérés dans un ensemble organisé, est nouvelle. Les livres I à IV traitent de géométrie plane : théorème de Pythagore, égalités angulaires et d'aires, parallélisme, somme des angles du triangle, cas d'égalité des triangles, algèbre géométrique, propriétés du cercle, tangente, triangles, polygones réguliers...

Les livres V à X font intervenir les proportions : proportions de grandeurs, théorème de Thalès, figures semblables, divisibilité, nombres premiers, suites géométriques, infinité des nombres premiers, somme d'une série géométrique, nombres parfaits, grandeurs irrationnelles. Les livres XI à XIII traitent de géométrie dans l'espace : perpendicularité, parallélisme, volumes de parallélépipèdes, aires et volumes, disque, cônes, pyramides, cylindres et sphère, section dorée, polyèdres réguliers inscrits dans une sphère.

#### LES LACUNES

Le postulat des parallèles « en un point extérieur à une droite, ne passe qu'une unique droite qui lui est parallèle » ne peut être démontré. Il est donc possible de construire des géométries non-euclidiennes en prenant sa négation. La géométrie euclidienne est celle qui admet le postulat d'Euclide ; la géométrie sphérique ou riemannienne admet le postulat qui dit que par un point pris hors d'une droite, il ne passe aucune parallèle à cette droite ; et la géométrie de Lobatchevsky admet le postulat qui dit que par un point pris hors d'une droite, il passe une infinité de parallèles à cette droite. Ces trois géométries ayant des modèles, il n'y a aucune raison d'en privilégier l'une plutôt que l'autre.

#### ARCHIMÈDE

##### SA VIE



**Archimède** serait né à Syracuse en 287 av. J.-C. Il aurait hérité du goût des sciences par son père, astronome. On suppose qu'il étudia à la très célèbre école d'Alexandrie, du moins, il en connaît des professeurs puisqu'on a retrouvé des lettres qu'il aurait échangées avec eux. Physicien et mathématicien, il entre au service du roi de Syracuse comme ingénieur et participe à la défense de la ville. Il meurt en 212 av. J.-C. lors de la prise de la ville par le Romain Marcellus. Il est le premier à calculer la surface et le volume d'une sphère et chacun connaît les circonstances de sa découverte des lois de l'hydrostatique (la « poussée d'Archimède »).

#### MATHÉMATIQUES

Principalement géomètre, Archimède s'intéresse à la numération et à l'infini. La majeure partie de ses travaux concernent la géométrie avec l'étude du cercle où il détermine une méthode d'approximation de  $\pi$ , l'étude des coniques, l'étude des aires et des volumes qui font de lui un précurseur dans le calcul intégral, l'étude de la spirale qui porte son nom, la méthode d'épuisement et l'axiome de continuité. Archimède est un précurseur du calcul infinitésimal.

#### MÉCANIQUE

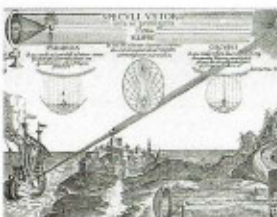
Archimède est considéré comme le père de la mécanique statique. Dans son traité, *De l'équilibre des figures planes*, il s'intéresse au levier et à la recherche de centre de gravité. On lui attribue bien sûr le principe d'Archimède sur les corps plongés dans un liquide. Il a aussi travaillé sur l'optique. Il met en pratique ses connaissances dans ses inventions : poulies, de palans et de leviers,



meurtrière, catapulte, bras mécaniques, appareil à mesurer les distances (odomètre), vis sans fin et la **vis d'Archimède**, dont il rapporte le principe d'Égypte et dont il se sert pour remonter de l'eau. On lui attribue aussi l'invention de la vis et de l'érou, et la roue dentée grâce à laquelle il construit un planétaire représentant l'Univers.

#### LÉGENDES

La mémoire collective a associé des fables à Archimède. *Eureka!* (en grec : j'ai trouvé !) est le cri qu'il aurait poussé alors qu'il vient de trouver l'explication de la poussée qui portera son nom. Le roi de Syracuse avait reçu une couronne d'or et soupçonnait qu'on l'ait trompé avec un alliage. Il consulte Archimède pour découvrir la supercherie sans abîmer la couronne. Il mesure le volume de la couronne par immersion dans sa baignoire puis la pèse afin de comparer sa masse volumique à celle de l'or massif.



Autre légende, celle des **miroirs** : lors de l'attaque de Syracuse par la flotte romaine, Archimède aurait mis au point des miroirs géants pour réfléchir et concentrer les rayons du soleil sur les navires romains et les enflammer. Une expérience, menée en 2006, montra que la légende des miroirs d'Archimède est irréaliste.

Enfin, la légende qui entoure sa mort : en 212 av. J.-C., lors de la prise de Syracuse, un soldat romain croise Archimède alors que celui-ci trace des figures géométriques sur le sol. Troublé, Archimède lui dit « Ne dérange pas mes cercles ». Le soldat le tue d'un coup d'épée.

#### ET AUSSI

##### ANAXAGORE (500-428 AV. J.-C.)

Premier philosophe à s'établir à Athènes, méprisant la politique, il s'intéresse au Cosmos : les astres qui s'y trouvent ne sont pas des Dieux, mais des masses incandescentes. Ses thèses principales sont l'idée du *Nous*, énergie ordonnant le monde. Il serait aussi à l'origine de la citation : « Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme », reprise plus tard par Lavoisier. Selon le philosophe, toute la matière se trouve sous forme d'atomes, particules infiniment petites.

##### ANAXIMANDRE (610- VERS 546 AV. J.-C.)

Inventeur de la cartographie, il est l'auteur du plus antique ouvrage en prose : *Sur l'Univers et les Origines de la Vie*. Il conçoit l'Univers comme un système de cylindres concentriques qui tire son origine de la séparation de la matière primordiale. Il explique comment se forment les quatre éléments (l'air, la terre, l'eau et le feu), la Terre et les êtres.

##### ANAXIMÈNE (570-526 AV. J.-C.)

Il pense qu'une substance unique est à la base de toutes les formes dans la nature : l'idée d'atome.

##### ARISTARQUE DE SAMOS (III<sup>e</sup> SIÈCLE AV. J.-C.)

Astronome grec, il est le premier à imaginer que la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil, système décrit dans son livre *Les Hypothèses* (disparu), qui lui vaut une condamnation. Parallèlement, il imagine une méthode pour déterminer les distances relatives de la Terre à la Lune et au Soleil.

##### ARISTOTE (384-322 AV. J.-C.)

C'est l'un des esprits les plus brillants de l'Antiquité. Sa biographie n'est connue que dans les grandes lignes. Il fonde l'École du Lycée, qu'on appelle aussi école péripatéticienne puisqu'il prodigue son enseignement en se promenant avec ses élèves. **Aristote** écrit non seulement des œuvres politiques ou de logique mais aussi un traité de physique. Il discute les thèses philosophiques de son maître Platon et développe les siennes. Il s'est beaucoup intéressé aux sciences physiques, biologiques, astronomiques, politiques, poétiques, rituelles et éthiques. Il est également l'inventeur de la logique formelle et le premier à parler d'une « science de l'être en tant qu'être » (la métaphysique).



**ARISTOTE** écrit non seulement des œuvres politiques ou de logique mais aussi un traité de physique. Il discute les thèses philosophiques de son maître Platon et développe les siennes. Il s'est beaucoup intéressé aux sciences physiques, biologiques, astronomiques, politiques, poétiques, rituelles et éthiques. Il est également l'inventeur de la logique formelle et le premier à parler d'une « science de l'être en tant qu'être » (la métaphysique).

##### DÉMOCRITE (460-370 AV. J.-C.)

Il introduit le mot « atome » dont on croit couramment qu'il a inventé le concept alors qu'il n'a fait que reprendre les idées développées à Millet par Thalès et ses successeurs.

##### DIOPHANTE (325-409 AV. J.-C.)

Mathématicien grec d'Alexandrie, il est spécialiste des équations du premier

degré et du second degré dont il trouve la solution. Ses ouvrages, dont seulement la moitié nous sont parvenus, sont à la base des méditations des mathématiciens arabes puis des géomètres de la Renaissance.

##### ÉRATOSTHÈNE (284-192 AV. J.-C.)

Mathématicien, astronome, géographe et philosophe, il calcule la circonférence terrestre. Il prend la direction de la fameuse **bibliothèque d'Alexandrie**. On lui attribue la



méthode pour former une table des nombres premiers. On a malheureusement perdu la trace de la plupart de ses ouvrages.

##### EUDOXE DE CNIDE (405-355 AV. J.-C.)

Astronome et mathématicien grec, il fonde une théorie de l'univers, erronée, supposant la Terre centre du monde, avec tous les astres tournant tous autour. Il invente également un cadran solaire très complexe.

##### HIPPARQUE DE NOCÉE (II<sup>e</sup> SIÈCLE AV. J.-C.)



Astronome et mathématicien grec, ce spécialiste des éclipses est le premier à en prédire les dates avec exactitude. Il maîtrise parfaitement

##### CLAUDIUS PTOLEMAEUS (APPELÉ PTOLÉMÉE) (90 - VERS 168)

Astronome et astrologue grec, il est également l'un des précurseurs de la géographie. Ptolémée est l'auteur de plusieurs traités scientifiques, dont deux ont exercé par la suite une très grande influence sur les sciences islamique et européenne. L'un est le traité d'astronomie, qui est aujourd'hui



connu sous le nom de *l'Almageste*. L'autre est la **Géographie**, qui est une discussion approfondie sur les connaissances géographiques du monde gréco-romain.

##### ZÉNODORE (II<sup>e</sup> SIÈCLE AV. J.-C.)

Ce mathématicien grec s'intéresse aux surfaces des solides. Il découvre qu'à surface égale, la sphère est le solide qui a le plus grand volume.