

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique  
Université de Ghardaïa  
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre  
Département de biologie

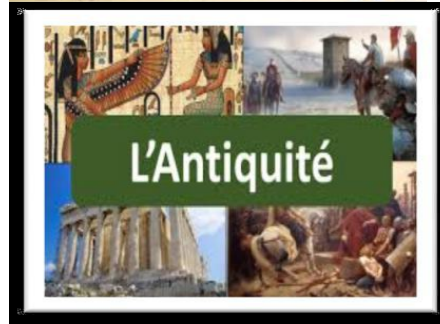


*Niveau* : 1er Année tronc commun Sciences de la nature et de la vie

*Semestre* : 01

*Matière* : **Histoire Universelle des Sciences Biologiques**

## **H.U.S.B**



*Enseignante de la matière* : GUESSOUM Hadjer

*Enseignante-chercheur, Département de Biologie, Faculté SNV-ST, Université de Ghardaïa, Algérie*

*Année universitaire* : 2025-2026

## **PREFACE**

Le programme de ce cours *Histoire Universelle des Sciences Biologiques* proposé et introduit dans les enseignements de 1<sup>er</sup> Année tronc commun Sciences de la nature et de la vie a pour objectif une connaissance des notions générales sur l'histoire des sciences biologiques. En effet, cet enseignement se rapporte essentiellement aux concepts fondamentaux tels que la notion la science, ainsi que L'histoire des sciences, dans l'Antiquité, puis religieuse, du Moyen Âge jusqu'au Siècle des Lumières.

## Fiche-contact

**Faculté :** Sciences de la nature de la vie et sciences de la terre

**Département :** Biologie

**Public cible :** 1er Année tronc commun Sciences de la nature et de la vie

**Semestre :** 01

**Unité d'enseignement transversale (UET 1.1)**

**Intitulé de la matière :** Histoire Universelle des Sciences Biologiques

**Crédit :** 01

**Coefficient :** 01

**Volume horaire global :** 22h30

**Volume horaire de travail requis/semaine :** Cours 01h30

**Modalité d'évaluation :** Examen semestriel

**Enseignante :** GUESSOUM Hadjer

## Objectifs de l'enseignement

Ce programme doit mettre l'accent sur l'histoire de la biologie, et la question de la vie à travers les ères et les civilisations. Il doit faire ressortir la place du progrès technique dans l'évolution de la biologie. Ce programme doit mettre l'accent sur l'histoire de la biologie, et la question de la vie à travers les ères et les civilisations. Il doit faire ressortir la place du progrès technique dans l'évolution de la biologie.

## Connaissances préalables recommandées

Les connaissances requises pour suivre cet enseignement sont:

- Quelques connaissances en histoire.
- Quelques connaissances en géographie.
- Quelques connaissances sur les différents domaines de la biologie.

## Contenu de la matière : Histoire Universelles des Sciences Biologiques

### **Introduction**

#### ***I. La préhistoire***

1. Le paléolithique
2. Le néolithique
3. L'âge des métaux

#### ***II. L'Antiquité (Apparition de la civilisation)***

##### Introduction

1. Pré-science Mésopotamienne et Babylonienne
  - 1.1 La Mésopotamie dans l'histoire
2. Sciences Egyptiennes
  - 2.1. L'Égypte dans l'histoire
  - 2.2 Caractère des connaissances égyptiennes

#### ***III. Sciences Grecques***

1. Étendue de la civilisation grecque dans l'histoire
2. Caractère de la science grecque
  - 2.1. La période archaïque (*Les présocratiques*)
  - 2.2. La période classique
  - 2.3. La période hellénistique
3. La fin de l'Antiquité et le déclin de la science antique

#### ***IV. Le Moyen Age***

1. L'Oriental et le Moyen- âge
  - 1.1. La Chine
    - 1.1.1. La Chine dans l'histoire
    - 1.1.2. Caractère de la science chinoise
    - 1.1.3. Innovations techniques des Chinois
  - 1.2. L'Inde
    - 1.2.1. Les Indiens védiques
  - 1.3. Le monde arabe
    - 1.3.1. Panorama de la civilisation arabe
    - 1.3.2. Caractère de la Science arabe
    - 1.3.3. Les principales de la science arabe
2. Le moyen-âge occidental
  - 2.1. Qu'est-ce que le moyen-âge?
  - 2.2. Pénétration en Occident de la science gréco-arabe
  - 2.3. Les universités
  - 2.4. La révolution scientifique

#### ***V. La science de la vie du Seizième et Vingtième siècle***

1. La Renaissance
2. Seizième siècle :
3. Dix-septième siècle
4. Dix-huitième siècle et Dix-neuvième siècle
5. Vingtième siècle

## Références Bibliographiques

1. Denis Buican, 2008- Darwin dans l'histoire de la pensée biologique. Ed. Ellipses, 232p.
2. Christophe Ronsin, 2005- Histoire de la biologie moléculaire. Ed. De Boeck, 106p.
3. Jean Théodoridès, 2000- Histoire de la biologie. Ed. Puf, 127p.
4. David Sénéchal, 2001-HISTOIRE DES SCIENCES. Ed., Université de Sherbrooke.246p

## **Introduction**

### **Définition de la science**

Il paraît logique, avant d'entreprendre **UNE HISTOIRE DES SCIENCES**, de définir ce qu'on entend par *science*. Le mot lui-même vient du latin *scientia* dont la racine est *scire*, qui veut dire "savoir".

Le Robert définit la science comme

**« Tout corps de connaissances ayant un objet déterminé et reconnu, et une méthode propre ; domaine du savoir, en ce sens. »**

La science a été définie comme tout corps de connaissances ayant un objet déterminé et reconnu, et une méthode propre ; domaine du savoir, en ce sens. Il n'y a donc pas une science, mais des sciences, chacune caractérisée par un ensemble de pratiques plus ou moins différenciées, des mathématiques à la sociologie en passant par la comptabilité !

La science est l'entreprise systématique pour acquérir des connaissances sur le monde, organiser et synthétiser ces connaissances en lois et théories vérifiables. Le succès et la crédibilité de la science prend sa source dans la volonté des scientifiques de :

1. Soumettre leurs idées et résultats à la vérification et la reproduction indépendante par d'autres scientifiques, ce qui nécessite l'échange complet et ouvert des données, procédés et matériel.
2. Abandonner ou modifier les conclusions acceptées lorsque confrontés à des évidences expérimentales plus complètes ou fiables.

### **Science, techniques et technologie**

Depuis environ deux siècles, les progrès de la science et des techniques s'influencent et se favorisent mutuellement. Il est donc impossible de séparer complètement science et techniques, car l'état de l'une dépend des progrès de l'autre. Les méthodes d'acquisition de connaissances pratiques sont de nos jours proches des méthodes utilisées dans l'acquisition de connaissances sur la nature. L'ensemble de ces méthodes peut sans trop d'erreur être qualifié de "méthode scientifique" et les connaissances pratiques résultant de l'application de ces méthodes sont, avec raison, qualifiées de "scientifiques". Ce mariage de science et de techniques porte le nom de **Technologie**.

### **Les origines**

Il est pratiquement impossible de dire à quelle époque sont apparues les premières formes d'activité scientifique, si par là on entend une connaissance pratique de la nature basée sur l'expérience. Les hommes de la préhistoire se livraient à des activités non instinctives, telles la fabrication d'outils rudimentaires, l'allumage du feu et, plus tard, l'agriculture ; ces activités demandaient la transmission, par l'éducation, d'une connaissance acquise par l'observation et l'expérience.

Ces connaissances ne s'inséraient pas, au départ, dans un *système rationnel*. Au contraire, elles étaient souvent associées à des "forces" ou "puissances" de la nature que les humains espéraient conjurer en respectant un certain rituel. Ces rites constituaient ce qu'on a appelé **la magie**.

## Chapitre I. La Préhistoire

Il est conventionnel de faire débiter l'histoire à l'époque de l'invention de l'écriture. Notre connaissance de la préhistoire est donc basée exclusivement sur l'analyse d'artefacts découverts lors de fouilles archéologiques.

La **Préhistoire** est généralement définie comme la période comprise entre l'apparition de l'humanité et l'apparition des premiers documents écrits. La définition classique de la Préhistoire pose un certain nombre de problèmes, notamment en ce qui concerne les critères retenus pour **son début** et **sa fin**, mais aussi pour la **datation** de **ses limites**. Elle se divise en différentes périodes caractérisées par des techniques particulières : **Le Néolithique** (l'âge de la pierre polie), et **le Paléolithique** (l'âge de la pierre taillée):

### 1. Le paléolithique

C'est l'époque la plus ancienne, caractérisée par la technique de la pierre taillée et un mode de vie nomade ignorant l'élevage ou l'agriculture. Les humains vivaient alors de chasse et de cueillette. Cette époque débute il y a trois millions d'années. Parmi les techniques développées au cours du paléolithique, signalons la domestication du feu, la fabrication de vêtements et de contenants à partir de peaux animales, la fabrication d'outils de chasse et de canots. La domestication du chien date probablement du paléolithique.



Figure 1 : les pierres taillées et les outils de chasse Paléolithique

### 2. Le néolithique

L'époque est définie à l'origine par l'utilisation de la pierre polie, mais est surtout caractérisé par l'apparition de l'élevage (domestication de la chèvre et des bovidés) et de l'agriculture, donc par une sédentarisation (au moins saisonnière) des populations. Les traces les plus anciennes d'une population néolithique se trouvent au Moyen-Orient et datent d'entre 9 000 et 6 000 ans avant notre ère. À cette époque furent aussi développés l'art de la poterie, du tissage, de la construction en pierre. L'invention de la roue remonte à cette période.

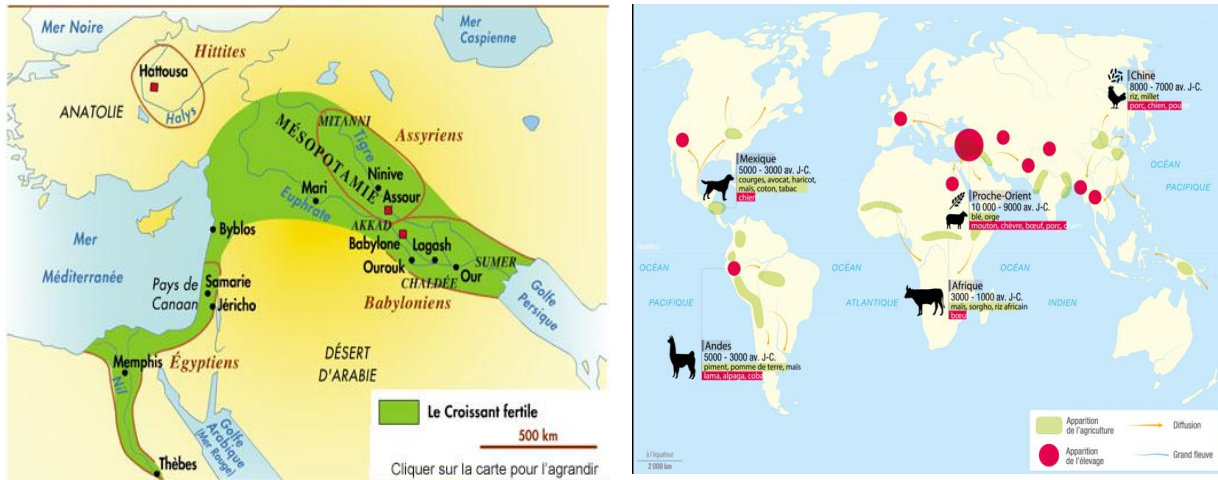


Figure 2 : les Foyers et la diffusion de l'agriculture et de l'élevage au néolithique

Outre la sédentarisation des populations, elle a aussi nécessité une planification à long terme du travail. Désormais les humains devaient travailler la terre à la sueur de leur front pour survivre, travail heureusement compensé par une relative stabilité dans l'alimentation.



Figure 2 : la pierre polie et les outils agricoles néolithiques

On trouve au Sahara algérien de très nombreuses tombes datant du néolithique (période s'étendant de l'apparition de l'agriculture, il y a environ 10 000 ans, jusqu'à l'invention de l'écriture il y a 5000 ans). Ce sont le plus souvent de simples sépultures recouvertes d'un amas de pierres homogènes, le tumulus. Dans le Tassili n'Ajjer, ces tombeaux à enclos sont particulièrement nombreux. Les plus anciens datent d'environ 5500 ans. Systématiquement creusés sur des collines, ils se repèrent de loin. Un premier cercle entoure le tumulus sous lequel se trouve la chambre funéraire ; un second encercle l'édifice tout entier.. Le Sahara est riche de milliers de documents gravés ou peints plusieurs millénaires avant notre ère, qui font du désert algérien, le plus grand musée à ciel ouvert de l'époque néolithique.



**Figure 3** : Tumulus en trou de serrure, ancien tombeau du néolithique au sud de Djanet, Tassili n'Ajjer, Algérie.

### 3. L'âge des métaux

L'apparition des premiers fourneaux coïncide avec le début de l'âge des métaux. Les premiers métaux furent natifs (or, argent et cuivre) et utilisés principalement à des fins décoratives. Le cuivre fut ensuite extrait de ses minerais, ce qui est plus difficile, et combiné en alliage avec l'étain pour former le bronze (ou airain), métal à la fois plus dur et ayant un point de fusion plus bas que le cuivre. Cet âge des métaux coïncide approximativement avec l'apparition des premières civilisations, mais n'est pas un prérequis technique obligé, car les outils de pierre sont encore prédominants à cette époque.

La métallurgie, même primitive, est une activité relativement sophistiquée demandant un sens aigu de l'observation et une forme évoluée de transmission des connaissances.

Cependant, elle ne nécessite pas une connaissance étendue, rationnelle et systématique de la nature : c'est une technique et non une science.

L'un des mystères de cette époque est le **Stonehenge** est un monument mégalithique composé d'un ensemble de structures circulaires concentriques, érigé à environ **3000 ans avant notre ère**, dans le Néolithique à l'âge du bronze. En Angleterre.



**Figure 4** : Stonehenge, sanctuaire préhistorique de l'âge néolithique.

## Chapitre II. L'Antiquité (Apparition de la civilisation)

### Introduction

Le mot “**Civilisation**” dérive du latin *civis* qui veut dire “citoyen”. Il sous-entend donc une société, un regroupement de populations dans lequel chaque personne a un rôle déterminé : les tâches y sont spécialisées et les rapports entre individus sont régis par des règles organisées autour d'un lien d'autorité. En particulier, il existe des *lois* et un système judiciaire (aussi arbitraire soit-il) qui a pour but de régler les différends entre individus en évitant autant que possible les règlements de comptes personnels.

On s'accorde à penser que les premières civilisations sont nées de l'organisation à grande échelle de l'agriculture, sur les rives des grands fleuves du Moyen-Orient (Nil, Euphrate, Tigre, Indus) et de la Chine.

La période historique comme telle débute avec l'invention de l'écriture, vers 3000 ans avant notre ère, en **Mésopotamie et en Égypte**.

### L'âge du fer

L'Égypte et la Mésopotamie étaient des civilisations de l'*âge du bronze*. Ces civilisations furent ébranlées au milieu du deuxième millénaire avant notre ère par l'arrivée de l'*âge du fer*, dont la signification historique fut immense. Le fer est plus difficile à travailler que le bronze, en raison de sa plus grande température de fusion, requérant des fours plus sophistiqués. Notons que le minerai de fer est beaucoup plus abondant que le minerai de cuivre, pendant l'âge du bronze, la rareté du métal en faisait un objet de luxe, apanage des nobles et des guerriers. Les paysans ne possédaient que des outils de pierre rendant difficile toute agriculture en dehors de zones étroites près des rivières, où la terre est facile à travailler, telles l'Égypte et la Mésopotamie.

L'introduction du fer a facilité l'accès aux outils métalliques et favorisé l'expansion de l'agriculture, notamment dans des régions forestières comme l'Europe. Toutefois, la diffusion d'armes en fer a aussi provoqué une période de violences et de conflits. Malgré cela, le fer a stimulé d'importantes innovations techniques et économiques, en particulier dans la navigation, contribuant à l'émergence de nouvelles civilisations telles que les Hittites, les Phéniciens et les Grecs.

### 1. Pré-Science Mésopotamienne et Babylonienne

#### 1.1 La Mésopotamie dans l'histoire

La Mésopotamie est le “pays entre deux fleuves” : le Tigre et l'Euphrate, il s'y développa une civilisation aussi ancienne que sur les rives du Nil. L'utilisation de briques plutôt que de pierres dans la construction des grands bâtiments a fait que la civilisation mésopotamienne n'a pas laissé de traces aussi durables que l'égyptienne. A partir du milieu du XIXe siècle, les archéologues ont découvert les ruines de plusieurs cités enfouies, telles Our, Babylone (Babel), Ninive, qui ont progressivement révélé l'ampleur de la civilisation mésopotamienne. La plus ancienne civilisation de Mésopotamie s'est développée à proximité des embouchures des fleuves, vers -3000, dans la région qu'on appelle **Sumer**.

C'est le **sumérien** qui devient pour la première fois une langue écrite, vers 3300 av. J.-C. Cette écriture fut utilisée au début pour le commerce. L'invention de l'écriture est une chose très importante pour la préservation et la transmission des idées. Le support d'écriture en Mésopotamie était l'argile présente sous de nombreuses formes, en tablettes ; La majeure partie des connaissances techniques de la Mésopotamie semble dater de l'époque des Sumériens, soit le troisième millénaire avant notre ère. La ville de Babylone (ou Babel) devient le centre le plus important.



Au milieu du deuxième millénaire, des peuples connaissant l'usage du fer (les Hittites) envahissent la Mésopotamie et par la suite, au premier millénaire, le pouvoir se déplace vers le nord, dans la région connue sous le nom d'*Assyrie*. Les Assyriens (El Achoriynes en arabe), conservèrent la langue et l'écriture des Babyloniens. La majeure partie des documents écrits que nous possédons sur la Mésopotamie provient de fouilles effectuées en Assyrie. Des preuves archéologiques irréfutables du *Déluge*, sorte d'inondation prolongée ayant affecté toute la basse Mésopotamie vers  $-3200$ , ont été mises à jour dans les années 1920. Au premier millénaire, un peuple installé en Syrie, les *Araméens*, finit par imposer sa langue dans tout l'Orient. Dans cette langue, les peuples habitant la basse Mésopotamie s'appelaient eux-mêmes *Kaldou*, qui devient *Chaldéens* en français. Pour cette raison, la basse Mésopotamie est souvent appelée *Chaldée* et ses habitants *Chaldéens*.

Les connaissances **chaldéennes** nous sont parvenues principalement sous la forme de **tablettes de terre cuite** couvertes de caractères dits **cunéiformes** (en forme de coin), parce qu'imprimés avec un roseau taillé. Cette écriture a été utilisée pendant plus de 3000 ans, à partir de  $-3500$ . On possède des *centaines de milliers* de telles tablettes, trouvées lors de multiples fouilles archéologiques.



### a. Les mathématiques

C'est sur des tablettes d'argile babyloniennes qu'on trouve la trace des premières mathématiques :

- La force des mathématiques chaldéennes réside dans leur système de numération positionnel, à base 60 (sexagésimal).
- La division du cercle en 360 degrés, du degré en 60 minutes et de la minute en 60 secondes (et pareillement pour les unités de temps) remonte aux Chaldéens, qui l'ont transmis aux Grecs.
- Les Chaldéens peuvent aussi être considérés comme les fondateurs de l'algèbre.

### b. L'astronomie

La magie et l'astrologie jouaient un rôle social important en Mésopotamie. Par conséquent les observations astronomiques des Chaldéens furent nombreuses :

- Les Chaldéens utilisaient un calendrier *lunaire*. Comme la période de la Lune (29 j., 12h., 44 min., ou 29,531 jours).

- Ils conclurent que l'année solaire est de 365,20 jours. Ceci est remarquablement proche de la réalité (365,26 jours).
- Ils pouvaient prédire les éclipses de Lune et les possibilités d'éclipse de Soleil.
- Ils sont les auteurs du Zodiaque et de sa division en douze constellations.
- Ils ont observé les positions des planètes, sans toutefois élaborer une théorie pour les expliquer ;

### c. La médecine :

- Les Mésopotamiens connaissaient plusieurs maladies et avaient des remèdes pour chacune d'entre elles.
- Des textes et manuels médicaux avaient même été écrits, mais il semblerait que l'expérience du médecin était la plus importante.
- Les remèdes, à base de drogues végétales comme des racines mais aussi de minéraux comme le sel, côtoyaient la magie

## 2. Sciences Egyptiennes

### 2.1. L'Égypte dans l'histoire

L'Égypte fut l'hôte, avec la Mésopotamie, de la première grande civilisation de l'Antiquité. Issue de la lointaine civilisation du **Néolithique**. Son existence et son maintien s'étendent sur plus de 3 000 ans.

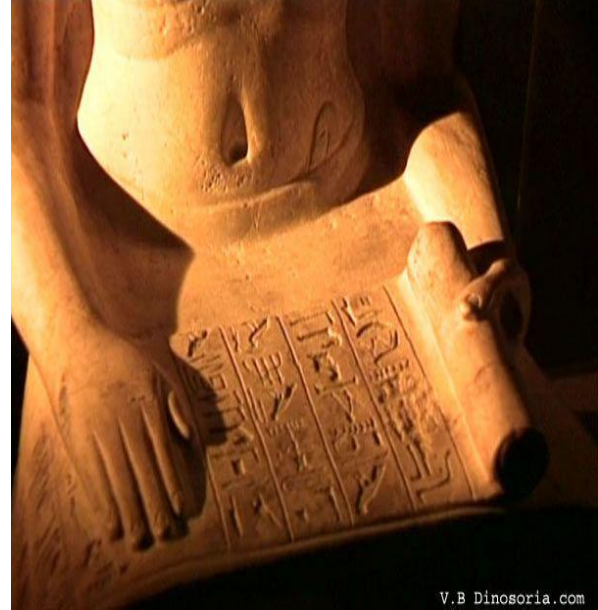
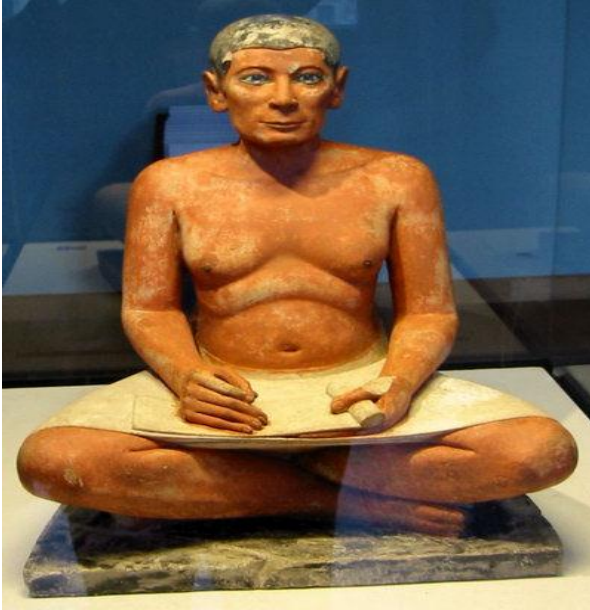
La **civilisation égyptienne** est liée à un lieu géographique unique qui la fonde entièrement : la vallée du Nil. Ce pays est entièrement dépendant de son artère, le Nil, et de ses crues annuelles qui fertilisent le sol. C'est le Nil qui, par sa crue, apporte l'eau et le limon, c'est-à-dire la vie. Les rois qui régnèrent sur l'Égypte (pharaons) furent classifiés par les historiens de l'Antiquité en trente *dynasties*.

### 2.2 Caractère des connaissances égyptiennes

L'Égypte ancienne était un état monarchique centralisé. Les *scribes*, sorte de fonctionnaires-comptables, étaient responsables de l'inventaire et de la distribution des récoltes et c'est entre leurs mains que reposait le savoir transmissible des égyptiens, en particulier en mathématiques.

Paradoxalement, l'époque la plus féconde en inventions techniques est l'*Ancien empire* (**l'époque des grandes pyramides**). Par exemple, les grandes pyramides de **Chéops** et de **Khéphren** ont leurs faces orientées vers les quatre points cardinaux avec une grande précision et nous ignorons comment les constructeurs y sont parvenus. Nous ignorons aussi comment les Égyptiens ont réussi à assembler ces monuments. L'historien grec *Hérodote* (-484/ - 425) écrit que 100 000 hommes travaillèrent pendant 20 ans à la construction de la pyramide de Chéops, mais celui-ci est souvent peu fiable quand il cite des nombres. **L'ingénierie** égyptienne atteint une impressionnante efficacité : les Égyptiens ne mettent que trente ans à construire chacune des grandes pyramides. Le nombre d'ouvriers nécessaires, le volume de pierres à amener, le transport depuis les carrières, l'infrastructure nécessaire à la réalisation (rampes), la quantité de nourriture à apporter aux ouvriers, tout est calculé. La précision de la technique de taille des pierres, aussi, est réellement impressionnante et on ne comprend toujours pas comment les 20 000 ouvriers de la **pyramide de Khéphren** sont parvenus à rendre parfaitement jointifs des blocs aussi énormes en les montant là où ils se trouvent. Les temples, les obélisques et les tombeaux sont tout aussi impressionnants. Les scribes calculaient vite et bien, les ouvriers travaillaient vite et bien.

*Platon* traite les égyptiens de "**peuple de boutiquiers**", caractérisé par un "**amour de la richesse**" et non un amour de la science. Les connaissances égyptiennes avaient en effet un caractère technique et utilitaire. Les égyptiens n'ont pas senti le besoin d'élaborer un système cohérent de la Nature.



### a. Les mathématiques

- Les Égyptiens ont un système de numération *juxta-positionnel* (analogue aux chiffres romains) ;
- Ils ont des signes pour l'unité, la dizaine, la centaine, etc.
- L'importance du nombre 10 provient vraisemblablement de nos dix doigts, utilisés pour compter depuis les temps préhistoriques.
- Les Égyptiens ne connaissent que les entiers, les fractions unitaires (de la forme  $1/n$ , où  $n$  est un entier). Toutes les autres fractions doivent être réduites à des combinaisons de ces dernières.
- **Hérodote** attribue aux Égyptiens l'invention de la géométrie. En fait, leurs connaissances géométriques sont purement pratiques et empiriques.
- Ils savent comment calculer l'aire d'un rectangle, d'un triangle.
- Ils savent que le volume d'une pyramide est  $\frac{1}{3} Bh$  ( $B$  : base,  $h$  : hauteur).
- Notons que la démonstration de cette dernière formule nécessite un raisonnement à la base du calcul intégral, mais nous ne savons pas comment les Égyptiens y sont parvenus. Ils adoptent la valeur  $\pi \approx 3,1605$ .
- En général, les Égyptiens sont plus forts en géométrie qu'en arithmétique.

$1 =  $	$4 =     $
$10 = \cap$	$36 = \cap\cap\cap     $
$100 = \text{e}$	$7325 = \begin{matrix} \text{e} & \text{e} & \text{e} \\ \text{e} & \text{e} & \text{e} \end{matrix} \text{e} \cap\cap     $
$1000 = \text{hook}$	

### b. L'astronomie

- Les Égyptiens distinguent les planètes des étoiles.
- Ils disposent d'instruments de mesure rudimentaires des positions astronomiques.
- Le zodiaque, dont nous avons hérité, n'est autre que le calendrier des saisons égyptiennes, établi au départ du zodiaque mésopotamien.
- Ils disposent d'instruments de mesure rudimentaires des positions astronomiques. Ils disposent du meilleur calendrier de l'Antiquité : une année divisée en 12 mois de 30 jours, plus 5 jours dits *épagomènes*. Ce calendrier fut imposé par César en -47, d'où son nom de *calendrier julien*.
- Les Égyptiens mesuraient le temps à l'aide de **cadrons solaires** durant le jour et de *clepsydres* (horloges à eau) pendant la nuit.

### c. La médecine

- Notre connaissance de la médecine égyptienne, est basée surtout sur la découverte de nombreux papyrus où des diagnostics et des traitements sont consignés.
- Le fondateur légendaire de la médecine égyptienne est le médecin architecte au service du pharaon **Djôser**, qui vécut vers (-2800/ - 2700).
- La médecine égyptienne est hybride: d'une part elle contient une forte dose de magie ; des incantations prononcées par le médecin sont supposées apporter par elles-mêmes la guérison
- L'utilisation de drogues découvertes empiriquement semble également importante.
- Le médecin égyptien est un artisan, dont le savoir doit être transmis de façon héréditaire : on est médecin de père en fils. Il semble que la chirurgie égyptienne ait été supérieure à la médecine. .
- Ils pratiquent avec succès des opérations savaient comment recoudre des plaies ; ils procédaient à des obturations dentaires avec de l'or ; ils réparaient les fractures en remplaçant les os et en les maintenant à l'aide d'éclisses de bois.



Carte de l'Orient antique.

## Chapitre III. Sciences Grecques

### 1. Étendue de la civilisation grecque dans l'histoire

Ceux qu'on appelle les Grecs, mais qui s'appellent eux-mêmes **Hellènes**, sont d'origine indo-aryenne et ont peuplé la Grèce actuelle vers l'an (-2000). 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 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.

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, 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, durant l'époque **hellénistique**, celle de l'apogée de la science antique. La Grèce entre sous domination macédonienne mais sa civilisation se répand dans tout l'Orient par les conquêtes d'Alexandre le Grand. 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.

### 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, 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. 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 leurs prédécesseurs orientaux par ce goût de la philosophie spéculative et de la géométrie. 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**.

#### 2.1. La période archaïque (Les présocratiques)

##### ➤ 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.
- 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. Ils sont les inventeurs du concept de **Nature**, en grec **physis**, en tant que distincte du monde surnaturel.

- Le premier philosophe connu est **Thalès** de Milet, l'un des "sept sages" de la Grèce antique, il 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 mesura les Pyramides en calculant le rapport entre leurs ombres et celle de notre corps.
- **Anaximandre** D'une génération plus jeune que Thalès, aussi de Milet, en fut peut être l'élève et **Anaximène**, dernier représentant de l'école de Milet
- **Les Pythagoriciens**
- On sait peu de choses de **PYTHAGORE**, sinon qu'il naquit à Samos en (-572) et qu'il émigra à Crotona, en Italie du sud. Il fonda, à Crotona, une secte politico-religieuse, dont les disciples étaient soumis à une stricte discipline. La secte de Pythagore exerça un contrôle temporaire sur Crotona, mais bientôt les habitants se révoltèrent contre un ordre aussi rigide et forcèrent l'exil de Pythagore à Métaponte, où il mourut vers -500.
- Un disciple de Pythagore, **PHILOLAOS** (-470), quitta l'Italie pour la Grèce où il fonda une communauté pythagoricienne. Philolaos nous a laissé un modèle de l'Univers : La Terre est sphérique. Tous les astres tournent autour d'un foyer central.
- La doctrine pythagoricienne impliquait une croyance en la réincarnation des âmes, elle place les mathématiques au coeur de la philosophie. Les pythagoriciens connaissaient le théorème dit "de Pythagore", apparemment sans démonstration, adoptèrent progressivement l'exigence d'une preuve dans l'étude des mathématiques, intégraient la *musique* aux mathématiques ; Le fait que les sons produits par des cordes vibrantes soient en rapport harmonieux lorsque les longueurs de ces cordes ont des rapports entiers (à tension et densité égales) avait une importance capitale pour eux. Ce fait tendait à démontrer que "les nombres sont les modèles des choses"

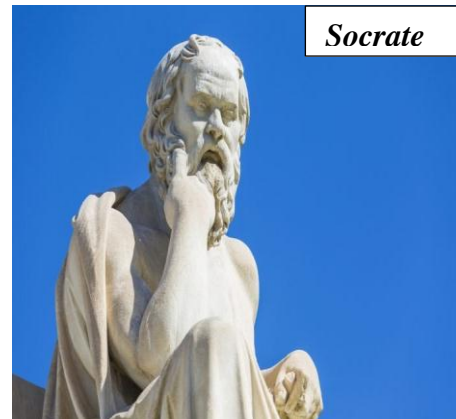
## 2.2. La période classique

### ➤ Socrate

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 et son école

**Platon** Au contraire de Socrate, dont il est le plus important disciple, Platon s'intéresse au monde physique et aux moyens de le connaître, Platon est avant tout un idéaliste au sens fort du terme : il



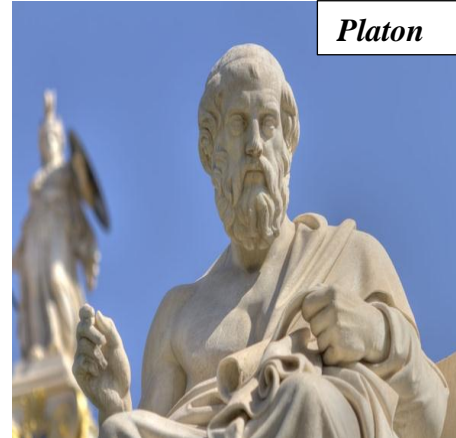
Socrate

distingue le monde *sensible* (celui des sensations) du monde *intelligible* (celui des *idées*). Remarquons qu'en grec, *eidōs* peut se traduire à la fois par *idée* et par *forme*. Il accorde cependant une grande importance à l'étude de la géométrie et des astres.

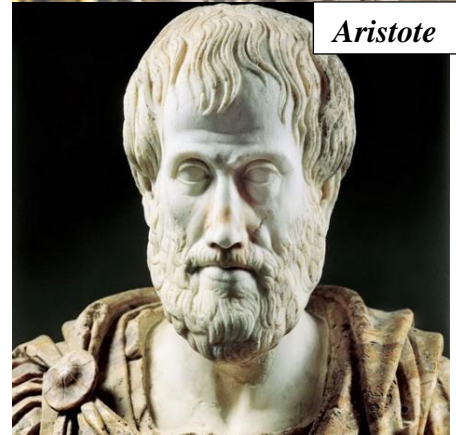
#### ➤ Aristote

Aristote (–384/–322) fut un disciple de Platon. Il fonda sa propre école à Athènes qui fut appelée *Lycée*, en raison de son emplacement sur un site consacré à Apollon Lycien. 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).

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. Aristote est le fondateur de l'histoire naturelle (biologie) et y consacre au moins le quart de ses traités.



Platon



Aristote

### 2.3. La période hellénistique

La période hellénistique fut encombrée des guerres se termina par la conquête romaine du monde grec, 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.

#### ➤ Alexandrie et le Musée

- Alexandrie fut non seulement la capitale du royaume d'Égypte, mais la métropole effective du monde grec et des sciences jusqu'au Ve siècle de notre ère, c'est-à-dire pendant sept siècles.
- Ptolémée I est le fondateur du *Musée* d'Alexandrie qui était un 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, il était flanqué d'une immense *bibliothèque*, qui a compté plusieurs centaines de milliers de volumes (sous forme de rouleaux de papyrus).

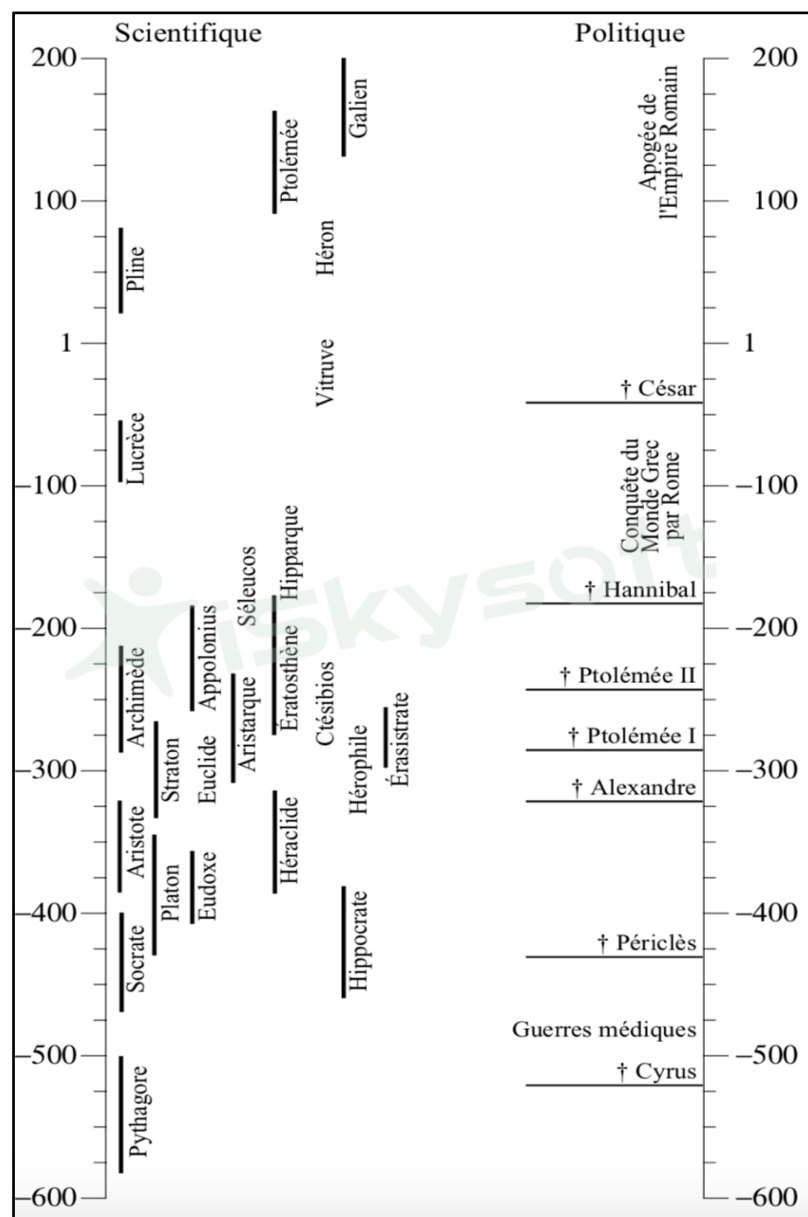
### 3. La fin de l'Antiquité et le déclin de la science antique

Progressivement, à partir du –IIe 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 (VIIe 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 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.

Cette époque a été remarquable par :

- ❖ Peu de contributions « romaines » aux sciences, sauf
- ❖ En médecine : Galien (immense influence)
- En géographie : Strabon
- ❖ Désintérêt / hostilité du christianisme
  - 412 : Meurtre d'Hypatie à Alexandrie
  - 529 : Fermeture de l'École païenne d'Athènes par Justinien ; fuite des philosophes en Perse
- ❖ A Byzance : théologie, politique, droit, mais peu de sciences naturelles ou mathématiques.



Chronologie sommaire de la science grecque.

## IV. Le Moyen Age: (Oriental et Occidental)

### 1. L'Oriental et le Moyen-âge

#### 1.1. La Chine

##### 1.1.1. La Chine dans l'histoire

La Chine a été l'hôte d'une civilisation organisée d'es la plus haute antiquité. Quoiqu'elle n'ait pas toujours été unifiée, elle a connu tout de même moins de bouleversements que le monde méditerranéen et a joui d'une stabilité ethnique et culturelle beaucoup plus grande.

##### 1.1.2. Caractère de la science chinoise

Les Chinois n'ont pas pratiqué de philosophie spéculative et déductive comme les Grecs. Leur science est à la fois plus pratique et plus basée sur l'observation. Le terme chinois pour "science", *kexue*, signifie "connaissance classificatrice". Les techniques de la Chine ancienne étaient en général supérieures à celles des Européens jusqu'au XVe siècle. Des astronomes, horlogers et géographes étaient au service du gouvernement.

La plus grande poussée culturelle et scientifique chinoise remonte à la période des royaumes combattants (–Ve/–IIIe siècles) et coïncide curieusement avec la période de plus grand progrès de la science grecque. La période suivante, pendant laquelle un empire bureaucratique s'installe (comme l'empire romain en Occident), marque aussi un ralentissement du progrès. On attribue ce ralentissement à la doctrine sociale confucianiste, qui tend à favoriser un régime stationnaire en réprimant l'égoïsme individuel et la concurrence, ce qui empêche l'émergence d'une bourgeoisie marchande, au profit d'une caste de fonctionnaires. Or, il semble que l'existence d'une bourgeoisie marchande soit très favorable au développement rapide des sciences et des techniques.

##### 1.1.3. Innovations techniques des Chinois

Même si nous ne faisons pas ici une histoire des techniques, signalons au passage quelques innovations chinoises qui ne se sont retrouvées en Occident que plus tard :

- L'imprimerie (sans caractères mobiles).
- La boussole. La première forme de boussole tire probablement son origine (vers le IIe siècle) de la géomancie pratiquée avec une cuiller de magnétite dont la partie convexe repose sur une surface de bronze. La boussole flottante est apparue avant 1125.
- Le joint universel (dit de Cardan en Occident).
- L'horlogerie mécanique.
- La poudre à canon.
- La fonte (c'est-à-dire du fer fondu et non simplement forgé).
- Les étriers et les harnais pour les chevaux.
- Les écluses.
- Les navires à voiles multiples

Parmi les scientifiques les plus importants de la Chine citons **Shen Kuo** (1031-1095) et **Zhang Heng** (78-139).

#### 1.2. L'Inde

##### 1.2.1. Les Indiens védiques

- ✚ Au milieu du deuxième millénaire avant notre ère, au début de l'âge du fer (–1500), des peuples de langue aryenne envahissent progressivement l'Iran et le nord de l'Inde.
- ✚ Les envahisseurs de l'Inde sont dits *aryens védiques* et leur langue est le *sanskrit*, de nos jours encore langue sacrée de l'Inde.
- ✚ Ces peuples élaborent des textes sacrés appelés *Vedas* (qui signifie "savoir"), dont le principal est le Rig-Veda (Veda des hymnes).

- ✚ Les Veda contiennent par allusion certaines conceptions du monde matériel, en particulier sur un certain ordre normal du monde.
- ✚ Au cours du premier millénaire avant notre ère, des compléments aux Vedas, les Brâhmana, sont rédigés.
- ✚ Le système du monde védique est décrit dans l'un d'eux. L'immense influence de la religion védique se fait sentir dans toutes les connaissances "scientifiques" des Indiens.
- ✚ En fait, le savoir astronomique et mathématique est difficilement dissociable de la religion pour eux.

### 1.3. Le monde arabe

#### 1.3.1. Panorama de la civilisation arabe

Le prophète Mohammed « salla Allahu alaihi wa sallama » (né en 570 mort en 632), sa religion, est l'Islam (« soumission à Dieu ») a été fondée au début du VII<sup>e</sup> siècle en Arabie. En un siècle (jusqu'en 750), les Arabes ont conquis tout le Proche-Orient, l'Afrique du Nord et l'Espagne, un rythme de conquête jamais vu. Ils s'emparèrent ainsi de plus de la moitié de l'Empire romain d'Orient (empire byzantin) et de la totalité de la Perse sassanide, contrées hautement civilisées. En fait, les Arabes imposèrent leur religion aux peuples conquis, mais assimilèrent à leur profit les connaissances de ces mêmes peuples.

**Tableau 1. Chronologie sommaire de la civilisation arabe.**

<b>622/750</b>	Période des conquêtes. Califat des Omeyyades (Damas).
<b>750/936</b>	Califat des Abbassides (Bagdad). Califes Mansur, Harun al- Rashid, Al-Ma'mun. Développement des arts et des sciences.
<b>936/1055</b>	Domination des shi'ites iraniens (dynastie des Buyides).
<b>909/1171</b>	Règne des Fatimides en Afrique et en Égypte (Le Caire). L'Égypte reconquise par Saladin (1171).
<b>756/XI<sup>e</sup> siècle</b>	Califat Omeyyade de Cordoue. Apogée de l'Espagne musulmane. Prise de Cordoue par les Chrétiens (1236).
<b>1055/v. 1258</b>	Règne effectif des Turcs Saljûqides en Orient (le sultan règne au nom du calife). Dernier calife exécuté par les Mongols (1258).
<b>XIII<sup>e</sup>- XIV<sup>e</sup> siècle</b>	Domination des Mongols en Orient. États Saljûqides vassalisés.
<b>XIV<sup>e</sup> siècle/1918</b>	Formation de l'empire Ottoman (Turcs): Balkans, Iraq, Afrique du Nord. Prise de Constantinople (1453). Sièges de Vienne (1682).

#### 1.3.2. Caractère de la Science arabe

Premièrement, la science arabe n'est pas seulement la science des peuples arabes, mais la Science écrite en arabe. **La religion islamique fut, dans une certaine mesure, plus favorable au développement des connaissances scientifiques que la religion chrétienne à la même époque.**

Non seulement les connaissances astronomiques sont-elles importantes pour déterminer précisément le début du ramadan et la direction de la Mecque, mais le prophète Mohammed encourage l'étude de la Nature :

*« Celui qui chemine à la recherche de la science [ilm], Dieu chemine avec lui sur la voie du Paradis »*

Les Grecs ont énormément inspiré les Arabes. On peut considérer, grosso modo, que la science Arabe est le prolongement logique de la science grecque. Citons Al-Biruni :

**« Nous devons nous en tenir aux sujets étudiés par les Anciens et apporter des améliorations là où c'est possible »**

Cependant, les Arabes ont une mentalité plus pratique que les Grecs et ne pratiquent pas la **« Science pour la science »**: les applications pratiques sont toujours présentes à leur esprit.

Immédiatement après leur conquête du Proche-Orient, **les Arabes se sont montrés ouverts aux cultures existantes (grecque-byzantine et persane)** et ont pu ainsi assimiler les connaissances accumulées depuis des siècles par ces civilisations, sans pour autant remettre en question leur religion. Les textes scientifiques de l'Antiquité furent traduits du grec vers

l'arabe, souvent par l'intermédiaire du syriaque (l'une des formes tardives de l'araméen). Le calife Al-Ma'mun (814/833) fonda `à Bagdad la Bayt al-Hikma ("**Maison de la Sagesse**"), institution chargée entre autre de traduire les textes grecs. Beaucoup de traducteurs `étaient chrétiens et le calife importait les manuscrits de Constantinople quand il ne les avait pas en sa possession.

6

#### IX<sup>e</sup> SIÈCLE. LA DESCRIPTION DE BAGDAD SELON AL-YA'QÛBI

« [en 762] Al-Mansur en fit une ville ronde, la seule ville au monde connue dans le monde entier.

La ville fut pourvue de **quatre portes** [avec] porte en fer à deux battants, haute et épaisse..

**Le mur d'enceinte** était entouré d'un **avant-mur** protégé [...] par une **digue** [...] bordée d'un **fossé**, dans lequel l'eau était amenée par un **canal**.

[...] Au centre de la grande place s'élevait **le palais**, à côté duquel se trouvait **la grande mosquée**. Le palais n'était entouré **d'aucune construction** [...].

Tout **autour de la grande place** se trouvaient les demeures des jeunes enfants d'Al-Mansûr, des esclaves noirs [...], le trésor, l'arsenal, le ministère des correspondances. [...]. les officiers supérieurs, [...]. Les extrémités de chaque rue étaient fermées par de solides portes. [...].»

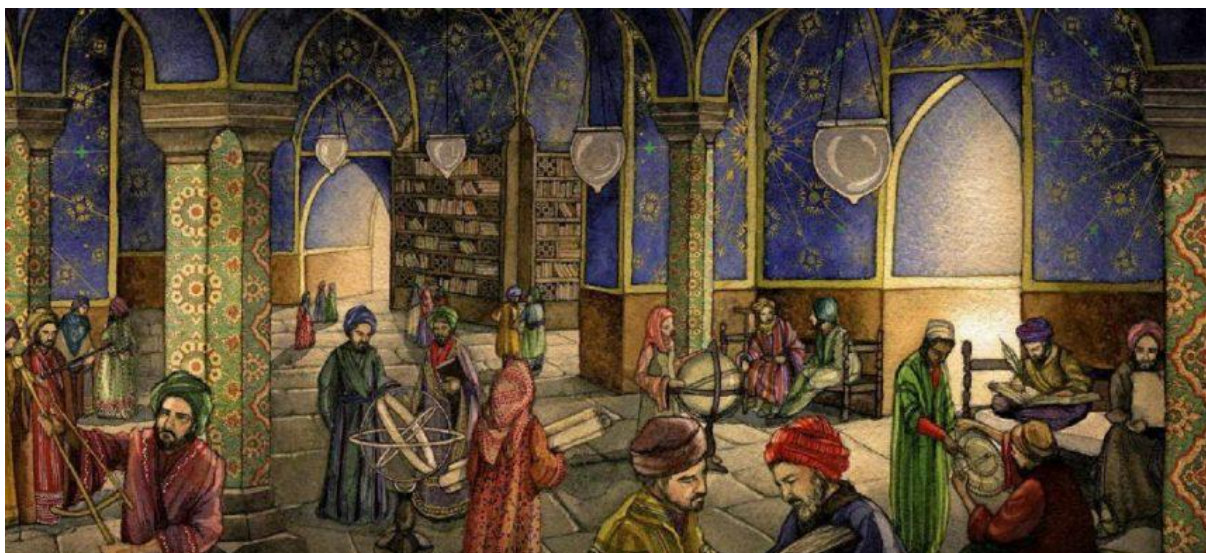
Al-Ya'qûbi, *Livre des pays*, (891 ?) traduction de G. Wiet, Le Caire, 1937 (*Al Ya'Kûbi est un historien et géographe arabe mort en 897, [...] Descendant d'un affranchi du calife al-Mansûr.*)



Le développement de la science arabe est important surtout du VIII<sup>e</sup> au XI<sup>e</sup> siècle autour de Bagdad et du Xe au XII<sup>e</sup> siècle autour de Cordoue. La science arabe stagne et décline `à partir du XIV<sup>e</sup> siècle. Les catastrophiques invasions mongoles sont en partie responsables de ce déclin, mais aussi un changement d'attitude religieuse, qui insiste plus sur le respect de l'autorité des auteurs anciens.

**Par rapport `à l'Occident, les Arabes ont joué un double rôle sur le plan scientifique :**

- Transmettre les connaissances grecques (et indiennes), qu'ils avaient assimilées.
- Commenter ces connaissances antiques, en plus de les transmettre.
- `Établir des résultats nouveaux et originaux, surtout en mathématiques et en médecine.



### 1.3.3. Les principales de la science arabe

Les contacts avec l'Occident se firent surtout par les zones frontalières : plusieurs occidentaux allèrent étudier en Espagne musulmane ou en Sicile.

Il est impossible de rendre justice à la science arabe en si peu de lignes. Nous nous contenterons d'en indiquer, au tableau 02, les représentants les plus marquants par leurs innovations.

**Tableau 2. Figures principales de la science arabe.**

Jabir Ibn-Hayyan [Geber] (VIII <sup>e</sup> siècle)	Figure dominante de l'alchimie arabe et occidentale. Exercé une énorme influence sur la chimie jusqu'au XVIII <sup>e</sup> siècle.
Al-Khwarizmi (v.800/v.847)	Auteur du Précis sur le calcul d'al-jabr et d'al-muqabala (algèbre). Introduit la numération décimale indienne en Islam. Solution des équations quadratiques. Son nom latinisé a donné le mot algorithme.
Abu Kamil (IX <sup>e</sup> siècle)	Disciple d'Al-Khwarizmi. Manipulation d'expressions irrationnelles.
Al-Battani [Albatagnius] (IX <sup>e</sup> siècle)	Astronome et mathématicien. Introduit les sinus et les cosinus dans les mathématiques arabes.
Al-Razi [Rhazes] (v.854/925-935)	Médecin. Auteur des Supercherries des prophètes. Attaqua la religion et les dogmes (scientifiques ou non). Croyait au progrès continu de la science.
Abu al-Husayn al-Sufi [Azophi] (fin Xe siècle)	Astronome : Livre des constellations des étoiles fixes. Constructeur d'instruments (astrolabe).
Al-Biruni (fin Xe siècle)	Astronome, géographe, mathématicien. Auteur de 13 000 pages de textes techniques.
Ibn-Al-Haytham [Alhazen] (965/1040)	Le plus célèbre physicien du monde arabe. Théorie sur la lumière et la vision : l'Optique.
Ibn-Sina [Avicenne] (980/1037)	Médecin et philosophe. Auteur du Canon de la médecine.
Al-Khayyam [Omar Khayyam] (1048/1131)	Médecin, astronome et poète, auteur des robaiates. Théorie géométrique (par sections coniques) des équations cubiques. Réforme du calendrier persan.
Al-Karagi (XI <sup>e</sup> siècle)	Auteur du livre suffisant sur la science de l'arithmétique. Étudie l'algèbre des polynômes.

Al-Samaw'al (?/1174)	Disciple de Al-Karagi. Utilise le symbolisme des tableaux pour l'algèbre des polynômes. Précurseur des fractions décimales. Nombres négatifs. Approximation d'un irrationnel par une suite de rationnels.
Ibn Rushd [Averroès] (1126/1198)	Philosophe et commentateur d'Aristote. Version de la théorie des sphères d'Eudoxe avec 47 sphères (au lieu des 55 du temps d'Aristote). Notion de double vérité (rationnelle vs révélée).
Al-Kashi (?/1429)	Mathématicien. Énonce la pratique des fractions décimales. Donne $2\pi$ à 16 décimales. Étudie les approximations numériques et la trigonométrie.

**a. Ibn Sīnā**

**Abu' Ali al-Husayn Ibn Abd Allah Ibn Sina**, dit **Avicenne**, ou **Ibn Sīnā** (en persan : ابن سینا), ne le 7 aout 980 a Afshéna, près de Boukhara, dans la province de Grand Khorasan (actuellement en Ouzbekistan) et mort en juin 1037 a Hamadan (en Iran), est un philosophe et médecin médiéval persan, de religion musulmane. Rédigeant principalement en arabe classique, il s'intéressa a de nombreuses sciences, comme l'astronomie, l'alchimie, et la psychologie.

Ses disciples l'appelaient « Cheikh el-Rais », prince des savants, le plus grand des médecins, le Maître par excellence, le troisième Maître (après Aristote et Al- Fārābī).

**Les œuvres d'Ibn Sīnā**

**a) Le Canon de la médecine**

L'œuvre majeure d'Avicenne est l'encyclopédie en cinq volumes *Al-Quantum fi al-Tibb* (« **Le Canon de la médecine** »), achevée en **1025**. Cet ouvrage couvre les différents champs de la médecine avec une précision et une minutie grâce auxquelles il a fait autorité et constitue la base de l'enseignement médical durant plus de **700 ans**, y compris dans les écoles de médecine d'Europe, et même en 1909, un cours de la médecine d'Avicenne fut donné à Bruxelles. Le chirurgien **Antoine Lambert** le cite comme l'un des plus grands médecins de l'Histoire et le surnomme « prince des Arabes ».

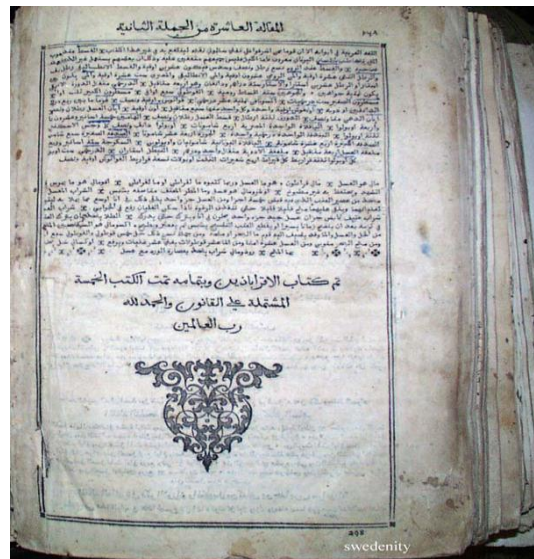




Figure : Exemple du livre « Le Canon de la médecine »

Le Canon de la médecine est écrit en arabe et traduit ensuite en latin, l'ouvrage était influence par Hippocrate, Galien et Aristote. Comme Rhazès, son célèbre prédécesseur, Avicenne insistait sur l'importance, en clinique, de l'observation et de l'expérimentation.

Dans le Canon, Avicenne envisage la chirurgie du cancer et avance l'origine infectieuse de certaines maladies (en particulier la tuberculose) et l'utilité de l'isolement.

Il professait que les tests thérapeutiques devaient utiliser des produits purs et porter sur de nombreux patients, pour juger de l'efficacité médicale du produit et différencier ses effets courants des effets « accidentels ».

Naturellement, le Canon contient des erreurs. Par exemple, Avicenne écrit que le cœur possède trois ventricules, au lieu de deux.

**b) Livre de la guérison de l'âme**

Le Kitab al-shifa ou « Livre de la guérison [de l'âme] » est consacré à la cosmogonie, physique, métaphysique et logique.

**c) Livre de Science**

Le Danesh Nâma ou « Livre de Science », est le seul grand ouvrage d'Avicenne rédigé directement en persan.

Ces deux dernières livres traitent de la classification des sciences et des principes de chaque domaine du savoir.



Figure : Expansion de l'islam et les foyers scientifiques arabo-musulmans.

## 2. Le moyen-âge occidental

### 2.1. Qu'est-ce que le moyen-âge?

Les préjugés 'élémentaires envers le moyen-âge le décrivent comme une période d'ignorance, sinon de barbarie et de fanatisme religieux, s'étendant de la chute de l'Empire romain d'Occident (476) à la renaissance littéraire du milieu du XVe siècle. Rien n'est plus injuste et exagère. Une vision moins grossière permet de distinguer quatre périodes principales pendant cette époque :

**1. Le Haut moyen-âge (Ve / Xe siècle)** est plus conforme aux préjugés classiques. Le système économique romain s'est écroulé. Les routes, canaux et aqueducs sont laissés à l'abandon. L'Occident est divisé en royaumes barbares, parmi lesquels celui des Francs est le plus puissant. L'Eglise, par ses monastères, sauvegarde une petite quantité de manuscrits antiques. L'enseignement est dominé par la pensée de Saint-Augustin (354/430) qui, sans abandonner l'usage de la raison, juge que la foi doit prédominer. Saint-Augustin appelle les chrétiens à construire **la Cité de Dieu** plutôt que **la Cité des Hommes**, ce qui contribue à dévaloriser les innovations techniques et scientifiques. L'Eglise n'est cependant pas la seule responsable du déclin des sciences pendant cette période : au contraire, elle préserve les connaissances qui lui tombent sous la main. La principale cause de l'oubli des sciences est avant tout **économique et politique** : les guerres féodales fréquentes, les nouvelles invasions (Vikings et Magyars au IXe siècle), la misère généralisée. La brève renaissance carolingienne (sous Charlemagne et son fils) n'a pas d'effets durables.

**2. Le réveil (XIe / XIIe siècle)**. Pendant cette période la structure féodale se stabilise et la population augmente considérablement, grâce notamment à plusieurs innovations techniques : la charrue lourde avec verseur, le harnais d'épaule pour le cheval de trait, les moulins à eau, l'assolement triennal, etc. On croit que la population européenne double entre l'an mil et l'an 1200. Le commerce se développe. Le centre de gravité européen se déplace vers le nord (Nord de la France, Flandres). C'est l'époque des Croisades. C'est de cette époque que datent les premières traductions en latin des ouvrages arabes, principalement à Tolède, en Espagne, la principale voie de communication entre la civilisation arabe et l'Occident. Gardons cependant à l'esprit que, pendant cette période et la suivante, aucune ville d'Occident (Paris, Londres ou Rome) n'arrivait à la cheville de la splendeur et de la richesse de Constantinople ou même de Cordoue ou de Bagdad.

**3. L'apogée (XIIIe siècle/v. 1348)**. C'est l'époque des grandes cathédrales gothiques. Les villes se développent, ainsi que le commerce. Le royaume de France compte peut-être autant d'habitants (près de 20 millions) qu'à l'époque de Louis XIV. Saint-Louis assure la stabilité et la paix intérieure de son royaume et envoie une ambassade auprès des Mongols. Marco Polo accomplit son voyage en Chine. Les Universités (Paris, Oxford, Bologne, Naples, Cambridge, etc.) se développent : la scolastique y domine. À cette époque, on peut affirmer que l'Occident prend la relève du monde arabe dans le progrès des sciences.

**4. Le déclin (v. 1348/XVe siècle)**. La peste noire, maladie contagieuse provenant d'Asie (13 millions de victimes en Chine en 1337/1339), fit son apparition en Europe vers 1348. On estime qu'elle fit 25 millions de victimes en Europe, soit environ le tiers de la population.



Figure : L'Europe médiévale des universités.

Certaines terres agricoles furent abandonnées pendant deux siècles et il fallut attendre le XVI<sup>e</sup> ou le XVII<sup>e</sup> siècle pour que la population retrouve son niveau précédent. L'enseignement des Universités devient figé et rigide, mais, paradoxalement, les techniques progressent, peut-être sous la pression des contraintes imposées par la population : progrès de l'exploitation des forces motrices naturelles (moulins à vent et à eau) et animales; de la navigation (cartographie et navires); perfectionnement de l'imprimerie, etc. Certaines de ces innovations semblent venir de Chine, alors gouvernée par une dynastie mongole et ouverte aux voyageurs occidentaux.

## 2.2. Pénétration en Occident de la science gréco-arabe

Vers l'an mil, l'Occident est manifestement très en retard sur les Byzantins et sur les Arabes sur le plan économique et scientifique. Plusieurs occidentaux se déplacèrent vers les centres de culture arabe (Sicile, Espagne) pour y parfaire leur éducation. Ceux-ci en rapportèrent des œuvres écrites en Arabe qui furent ensuite traduites en latin pour l'usage occidental.

Parmi ces Occidentaux qui étudièrent dans le monde arabe, le plus illustre est le Français **Gerbert d'Aurillac (v.940/1003)**. Il séjourna en Espagne (967/969) et dévora les textes scientifiques disponibles. Il introduisit l'abaque et les chiffres arabes en Occident. Il écrivit un traité de l'astrolabe et construisit une sphère représentant le mouvement des astres. Il devint pape (Sylvestre II) en 999. Il est aussi réputé avoir possédé ou construit divers automates, dont un orgue à vapeur.

Signalons aussi l'Anglais **Adélarde de Bath (1090/1160)**, qui voyagea en Orient (Damas, Bagdad, Jérusalem). Il traduisit de l'arabe en latin les *Eléments d'Euclide*, l'*Almageste* de Ptolémée et le *Liber ysagogarum* (traité d'arithmétique) d'Al-Khwarizmi.

L'un des problèmes de la traduction, est que plusieurs mots arabes n'avaient pas leur équivalent en latin. C'est ainsi que la langue latine et plus tard la langue française importèrent un certain nombre de mots arabes. Et la traduction à cette époque procède souvent par l'intermédiaire d'un **Juif** qui connaît à la fois l'arabe et le latin, ou qui du moins connaît à la fois l'arabe et la langue vulgaire (castillan, français).

Tolède, à la frontière de l'Espagne chrétienne et de l'Espagne musulmane, est au XIIe siècle le principal centre de traduction des œuvres arabes en latin. Parmi les œuvres traduites, signalons :

- Liber Algorismi de numéro Indorum ("le livre d'Al-Khwarizmi sur les chiffres indiens") et l'algèbre d'Al-Khwarizmi.
- La Planisphère de Ptolémée (l'original grec est aujourd'hui perdu) et l'Almageste.
- De mensura circuli (la mesure du cercle) d'Archimède.
- Le Canon d'Avicenne.
- Des œuvres d'Aristote, dont la plupart des traités physiques.

En général, les connaissances scientifiques de l'antiquité nous sont parvenues par l'intermédiaire des Arabes, avant le XIIe siècle. Fait significatif, les ouvrages grecs à caractère non scientifique (métaphysique, histoire ou littérature) intéressaient beaucoup moins les Arabes et ne sont parvenus en Occident que plus tard, à l'aube de la Renaissance.

### 2.3. Les universités

A partir de l'an mil, l'Occident voit apparaître quelques écoles, la plupart centrées autour d'un évêché. La plus célèbre est l'École de **Chartres**, fondée au début du XIe siècle par un disciple de Gerbert d'Aurillac, l'évêque Fulbert. Les membres de cette école croient non seulement à la valeur des auteurs anciens (même païens), mais aussi à la possibilité de progrès. Citons **Bernard de Chartres** :

*« Nous sommes comme des nains montés sur les épaules des géants, si bien que nous pouvons voir plus de choses qu'eux et plus loin, non pas que notre vision soit plus perçante et notre taille plus haute, mais parce que nous nous élevons grâce à leur taille de géant »*

Le XIIIe siècle voit le développement des universités. Une université est au départ une école relevant d'une cathédrale ou d'un monastère qui reçoit une charte du pape confirmant son autonomie par rapport aux autorités locales. Le mot *universitas*, en latin médiéval, désigne une communauté, un rassemblement, une union. Les plus anciennes universités d'Europe sont :

1. Bologne (1119), spécialisée en Droit.
2. Paris (Universitas magistrorum et scholarium), fondée vers 1170 ; des écoles importantes existaient avant cette date.
3. Oxford (1133), fondée par des étudiants insatisfaits de l'enseignement des écoles de Paris.
4. Cambridge (1209), fondée par des maîtres et des étudiants chassés d'Oxford.
5. Montpellier (1289). Des écoles de médecine et de droit y existaient déjà au XIIe siècle.

L'université typique compte quatre facultés : les Arts, le Droit, la Médecine et la Théologie. Le jeune homme entre à l'université vers **l'âge de 14 ans**, pour y faire un **baccalauréat** en Arts, suivi s'il le désire d'une **maîtrise**, qui peut durer de deux à trois ans, suivi enfin d'un **doctorat**, qui peut être très long (une dizaine d'années en théologie, la faculté ou les études sont les plus longues).

L'étudiant (ou escolier) devait premièrement maîtriser les matières de base, divisées en deux groupes : le trivium et le quadrivium. Le trivium, comme son nom l'indique, comportait trois éléments : la grammaire, la logique et la rhétorique. L'étudiant devait donc maîtriser la langue latine (grammaire), ensuite les règles de raisonnement qui mènent à la vérité (logique) et enfin apprendre à s'exprimer de manière rigoureuse et élégante (rhétorique). L'adjectif trivial, qui désigne en français une chose simple et banale, et en anglais une chose évidente

et facile, est tiré du mot trivium, en raison du caractère ´élémentaire de son contenu. Le quadrivium comportait quatre ´éléments : l'arithmétique, la géométrie, l'astronomie et la musique, avec un peu de physique (un mélange pythagoricien).

#### **2.4. La révolution scientifique**

Le terme révolution scientifique désigne l'ensemble des progrès scientifiques réalisés aux XVIe et XVIIe siècles. C'est à cette époque que la science occidentale prit son envol et dépassa tout ce qui avait été accompli par les Grecs ou par d'autres civilisations.

L'une des caractéristiques principales de cette révolution scientifique est l'utilisation croissante des mathématiques en physique et la certitude, la précision que les démonstrations mathématiques apportent. C'est l'origine de l'expression **sciences exactes** pour désigner les sciences physiques et mathématiques. Une autre caractéristique est la plus grande précision des observations, surtout en astronomie. Enfin, la méthode expérimentale y sera progressivement développée, quoiqu'elle n'y atteigne pas la maturité qu'elle aura aux siècles suivants.

## Chapitre V. La science de la vie du Seizième et Vingtième siècle

### 1. La Renaissance

La Renaissance est une période qui se situe à la fin du Moyen Âge et au début des Temps modernes. Dans le courant du XVe siècle et au XVIe siècle, cette période permit de se lancer de nombreuses innovations furent popularisées, comme la boussole ou le sextant ; la cartographie se développa, ainsi que la médecine, grâce notamment au courant de l'humanisme. Selon l'historien anglais **John Hale**, ce fut à cette époque que le mot Europe entra dans le langage courant et fut doté d'un cadre de référence solidement appuyé sur des cartes et d'un ensemble d'images affirmant son identité visuelle et culturelle. La science comme discipline de la connaissance acquit ainsi son autonomie et ses premiers grands systèmes théoriques.

La médecine antique, principalement celle du corpus hippocratique et des œuvres de Galien, en y prenant une forme dogmatique repoussant l'expérience et l'innovation. Au moyen-âge avec les œuvres d'Avicenne la médecine a beaucoup évolué grâce à son esprit expérimental. Cependant, comme les autres domaines du savoir, la médecine avait besoin d'une révolution plus importante.

Par ailleurs, du XVème au XIXème siècle, on connaît des découvertes de **nouveaux mondes**. Afrique (contournement par les Portugais au XVème s.), Amérique donnant des nouvelles faunes et flores plantes d'Amérique : manioc, maïs, pomme de terre, tomate, courgette, tabac, etc. Cependant, pendant le **Seizième et dix-septième siècle** naît la science moderne et expérimentale, et sont identifiés à la renaissance, transformation sociale plus large incluant aussi des changements dans la société, la culture et en particulier l'art.

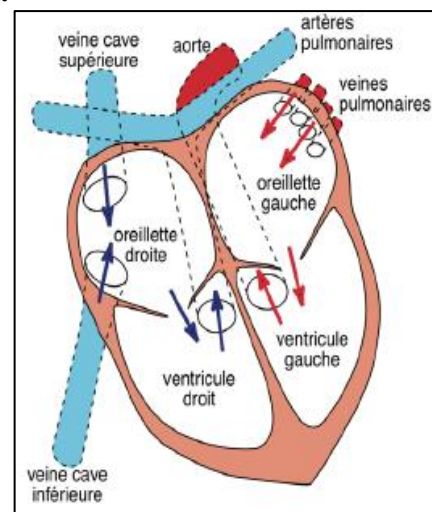
Nous distinguerons deux périodes aux caractéristiques assez différentes.

### 2. Seizième siècle

A cette époque, il n'y avait pas de distinction entre médecin et biologiste ou naturaliste. En fait, beaucoup de scientifiques de cette époque avaient une formation médicale, même ceux surtout célèbres pour leurs contributions aux sciences, Les sciences biologiques et médicales connaissent à cette période, trois évolutions majeures :

#### A. Des progrès dans la description de l'anatomie humaine :

1. La dissection par anatomiste flamand, **Andre Vésale** (1514-1564) en 1543 parut son ouvrage capital 1 : « *De Humani corporis fabrica* » (de la fabrique du corps humain).
2. L'un des problèmes les plus importants de la physiologie après Vésale était de comprendre la fonction du cœur, la solution à ce problème fut apportée par l'Anglais **William Harve** (1578/1657), dans son ouvrage « *De motu cordis* » (sur le mouvement du cœur), paru en 1628.
3. Vésale est de brillants successeurs, dont **Gabriel Fallope** (1523/1562), connu pour son étude du système reproducteur et du développement du fœtus. Il étudia également des structures aussi fines que l'oreille interne. Fallope fut peut-être un observateur encore plus précis que Vésale. Il publia ses « *Observations anatomicae* » en 1561.



## B. La rencontre entre l'alchimie et la médecine.

## C. La publication de très nombreux ouvrages illustrés de zoologie et de botanique.

L'histoire naturelle est, à proprement parler, l'étude du monde vivant dans sa variété et sa complexité. Bref, il s'agit de zoologie et de botanique. Les praticiens d'histoire naturelle sont appelés naturalistes. Le premier problème auquel fait face le naturaliste devant l'énorme diversité des êtres vivants en est un inventaire et de *classification*. Nous avons vu qu'Aristote, excellent zoologiste, avait répertorié environ 495 espèces animales. Ce travail d'observation et de classification occupera les naturalistes longtemps avant qu'ils soient en mesure de proposer une théorie rationnelle sur l'origine de la diversité des espèces. Le classificateur le plus connu de l'histoire de la biologie est certes le Suédois Carl von Linné ou Linneaus (1707/1778).

Linné essayait de classifier les espèces de la manière «la plus naturelle possible», en se basant principalement sur les ressemblances anatomiques. La hiérarchie des catégories est la suivante, de la plus particulière à la plus générale :

Individu → variété → race → espèce → genre → famille → ordre → classe → embranchement → règne

La classification systématique de Linné repose sur le principe fondamental selon lui, que les espèces et les genres ont une existence objective, qu'ils sont bien déterminés et différenciés.

La définition moderne d'une *espèce* est la suivante : « tout groupe de populations (animale ou végétale) pouvant se reproduire et engendrer des individus féconds. L'espèce est donc une « communauté de reproduction ».

## 3. Dix-septième siècle

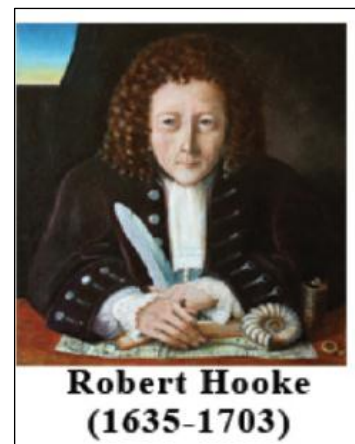
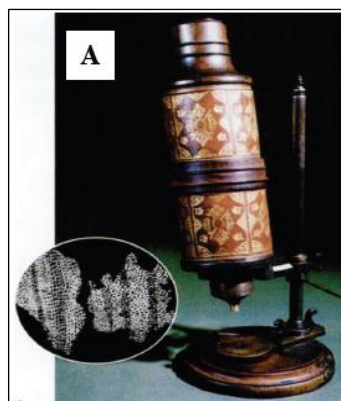
### A. La microscopie

De même que la lunette et le télescope ont permis de multiplier les sens de l'être humain vers les objets éloignés, la mise au point du microscope a permis de sonder le monde vivant comme jamais il ne l'avait été. Dans la 2ème moitié du XVIIème (et malgré la qualité médiocre des instruments), le microscope permet le développement ou l'apparition de nouvelles disciplines, et la découverte de nouvelles espèces. Le tout premier **microscope** a été créé en 1595. C'est Zacharias Janssen, un fabricant de lunettes hollandais, qui a eu l'idée de superposer deux verres de lentille (les lunettes de l'époque) dans des tubes coulissants, afin de grossir de très petites choses. 80 ans plus tard, des ont été apportées pour observer des choses qui étaient invisibles à l'œil nu ! Par :

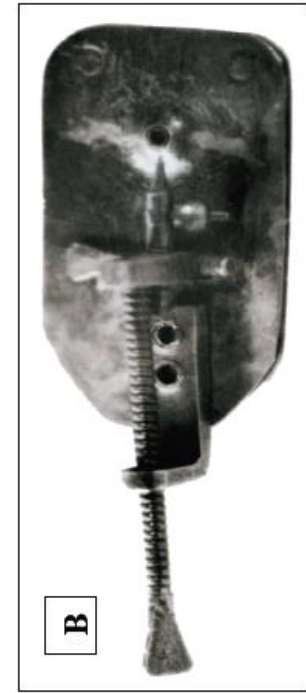
#### 1. Robert Hooke

(Micrographia, 1665) :

Son instrument (A) était couplé à une source d'éclairage concentré par une lentille et n'offrait qu'un agrandissement modeste (quelques dizaines de fois), Hooke l'utilisa pour étudier le monde des insectes et des végétaux, notamment yeux de la mouche ; (cellules) du liège.



**2. Antoine van Leeuwenhoek** (1632-1723) : Malgré la simplicité de ce dispositif (**B**), Leeuwenhoek parvint à des agrandissements de 270×, Il a construit plus de 250 petits microscopes dans ce genre. Il a pu ainsi observer pour la première fois les globules rouges du sang, des bactéries provenant du tartre des dents, des spermatozoïdes (aussi appelés *animalcules* à l'époque), etc. En raison de cette contribution extraordinaire à la microbiologie, il est considéré comme le « père de la bactériologie et de la protozoologie »



#### 4. Dix-huitième siècle et Dix-neuvième siècle

Le siècle des Lumières, le XVIII<sup>e</sup> siècle (18<sup>e</sup>), est un période de l'époque moderne caractérisée par un grand développement intellectuel et culturel en Europe et aux Etats-Unis. Il est à l'origine d'un grand nombre de découvertes, inventions et aussi de révolutions. C'est un période fondamental pour l'étude et la connaissance du monde vivant.

La physique a commencé dans les temps anciens, les mathématiques encore plus tôt, mais la Connaissance des petits êtres vivants, de leur biologie et de leur impact sur la vie humaine n'existe que depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

##### A. La théorie cellulaire

Les premiers microscopes souffrent cependant des mêmes maux que les premières lunettes astronomiques : l'aberration chromatique, en plus de la mauvaise qualité du verre de l'époque.

Il faut attendre les travaux de l'opticien **Giovanni Battista Amici** (1786/1863) pour que les aberrations soient corrigées (1827) et qu'un microscope plus puissant soit disponible. Des lors, les progrès sont plus rapides. Le botaniste allemand **Mathias Schleiden** (1804/1881) découvre en 1837 que les plantes sont entièrement formées d'unités qu'il appelle **cellules**, d'après Hooke.

Deux ans plus tard, son collègue zoologiste **Theodor Schwann** (1810/1882) arrive à la même conclusion en observant des tissus animaux.

- La **théorie cellulaire**, selon laquelle la cellule est l'« atome du vivant », l'unité de base, s'établit surtout avec les travaux de **Rudolf Virchow** (1821/1902), qui affirme que toute cellule provient d'une autre cellule (*omnis cellula e cellula*).

- La distinction entre cytoplasme et noyau (**Brown**, 1831)

- 1830-1840 divisions cellulaires « mitose » durant le développement de l'embryon (**von Baer**, **Reichert**).

## B. Cytologie, embryologie

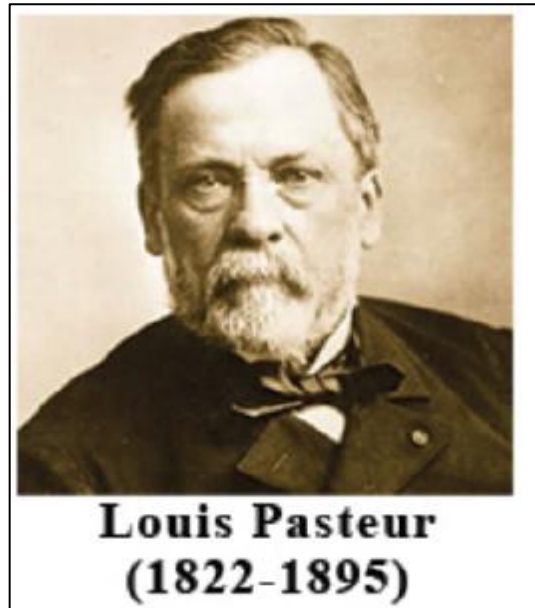
- Les spermatozoïdes sont nécessaires a la fécondation de l'ovule
- Les gamètes (ovule et spermatozoïde) sont donc ensemble à l'origine de la formation de l'œuf 1875 : observation directe de la pénétration du spermatozoïde dans l'ovule (oursin)
- v. 1875-1885 : lors de la division cellulaire, fractionnement de la matière du noyau en chromosomes (**Van Beneden**, 1846-1910), en nombre pair caractéristique de chaque espèce
- 1887 : ovule et spermatozoïde comportent un nombre moitié de chromosomes (haploïdie) : réduction chromatique lors de la division des cellules mères des gamètes, la méiose (**Van Beneden**) ; l'œuf reconstitue la diploïdie.
- Des lors, noyau et chromosomes sont reconnus comme siège de l'hérédité.

## C. La microbiologie

### (1) L'œuvre de Pasteur

**Louis Pasteur** (1822/1895) était le fils d'un tanneur et poursuivit une formation de chimiste. Il fut professeur de chimie a l'Université de Strasbourg, puis de Lille, puis enfin à l'École Normale Supérieure de Paris, ainsi qu'à la Sorbonne. Après 1888, il fut directeur de l'institut qui porte son nom et qui encore aujourd'hui est un joueur majeur en microbiologie.

✚ Pasteur étudia premièrement la fermentation lactique, au cours de laquelle les hydrates de carbone du lait sont transformés en acide lactique et en alcool amylique (pentanol). Il découvre que le processus est l'œuvre d'êtres vivants.



Par la suite Pasteur distingue les processus *aérobies* et *anaérobies* : les micro-organismes impliqués dans la fermentation ont besoin d'oxygène ; s'ils ont accès à l'oxygène de l'atmosphère, ils se multiplient sans produire d'alcool (processus aérobie). Cependant, s'ils sont coupés de l'atmosphère, ils peuvent extraire l'oxygène des sucres environnants, les transformant ainsi en alcool (processus anaérobie).

✚ Pasteur découvre même qu'il existe un type de bactérie essentiellement anaérobie, qui meurt en présence d'oxygène.

✚ Les travaux ultérieurs de Pasteur sur la vaccination, travaux qui ont mené à la fondation de l'Institut Pasteur. Il a créé son premier vaccin contre la rage en 1885. Mais les tous premiers vaccins étaient celui du médecin **Edward Jenner (1749-1823)** qui a utilisé du pus provenant de croûtes de vache pour vacciner les gens contre la variole en 1796.

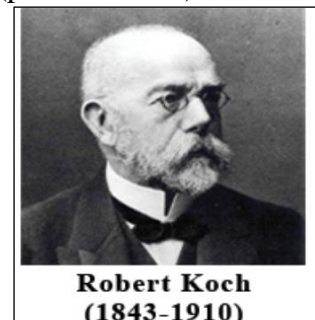
✚ Pasteur était l'inventeur de plusieurs procédés de stérilisation (pasteurisation).

### (2) L'œuvre de Robert Koch (1843-1910)

A peu près au moment où Pasteur faisait ses expériences, un médecin du nom de **Robert Koch** cherchait les causes de certaines maladies animales très désagréables (d'abord l'anthrax, puis la tuberculose).

✚ Il a donné la première démonstration directe du rôle des bactéries dans la maladie.

✚ C'est un médecin allemand qui a tout d'abord isolé le bacille du charbon (*Bacillus anthracose*, la cause du charbon) en 1876.



Les efforts combinés de nombreux scientifiques et surtout de Louis Pasteur et de Robert Koch ont établi la **théorie du germe sur la maladie.**

#### D. La génétique

##### (1) Gregor Mendel (1822-1884) :

✚ Il a fait le croisement de pois en (1865). Lois probabilistes, s'expliquant par l'indépendance des caractères (a choisi des caractères portés par des chromosomes différents), le type étant déterminé par la combinaison des gamètes des parents ; distinction des facteurs dominant et récessif.

(2) En 1900, « redécouverte » des lois de Mendel par **De Vries** (1848-1935), et indépendamment par **von Tschermak** et par **Correns** : depuis Mendel, le contexte a fort évolué.

(3) A partir de 1910, L'Américain **Thomas Hunt Morgan** (1866-1945) montre (mutations de la drosophile) que les « facteurs mendéliens » (les gènes) sont portés par les chromosomes : repérage de gènes sur les chromosomes.

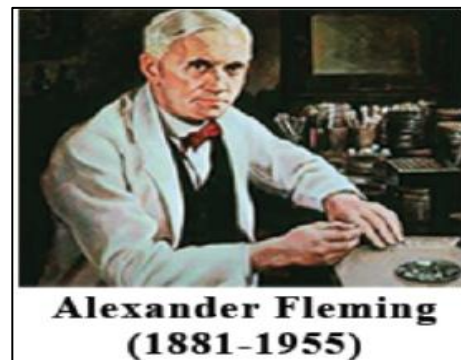


#### 5. Vingtième siècle

##### (1) Alexander Fleming (1881-1955)

Le mérite de la découverte du premier antibiotique en 1929 revient à Sir **Alexander Fleming**, d'Angleterre, médecin et bactériologiste. Fleming était en fait intéressé à rechercher quelque chose qui tuerait les agents pathogènes depuis qu'il travaillait sur les infections des plaies pendant la première guerre mondiale (1914-1918).

De cette façon, Sir Alexander Fleming a découvert en 1929 le premier antibiotique appelé pénicilline.



##### (2) Le microscope électronique

Après 1945, avec la mise au point du *microscope électronique*. Cet appareil, révèle des détails auparavant insoupçonnés et a permis d'étudier en détail la morphologie interne des cellules.

##### (3) La Biochimie

A partir de la moitié du **XIX<sup>ème</sup>** et début du **XX<sup>ème</sup>** siècle, développement considérable :

✚ **Des techniques physiques et physico-chimiques** : ultracentrifugation, microscopie électronique, marquage radioactif, électrophorèse, chromatographie

✚ **Des techniques biologiques et génétiques** : cultures in vitro, construction de lignées mutées, génie génétique

✚ **La biochimie de la cellule (métabolisme)**: enzymes (fermentation) ; protéines, reconnues comme macromolécules par centrifugation (1920) ; cycles énergétiques (ATP 1929).

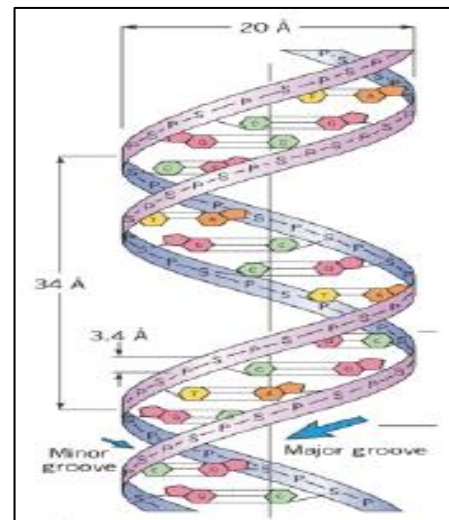
#### (4) Biologie moléculaire

En 1869, **Friedrich Miescher** isole la substance chimique dont est principalement constitué le noyau et l'appelle *nucléine*. Plus tard, on distinguera des variétés chimiques de cette substance : l'acide désoxyribonucléique (ADN) et l'acide ribonucléique (ARN), sans toutefois en connaître les fonctions.

Il restait à comprendre comment la molécule d'ADN peut emmagasiner de l'information génétique et la transmettre lors de la division cellulaire. Cet important problème occupait une grande partie des chercheurs en biologie moléculaire au début des années 1950. On savait, par analyse chimique, que l'ADN était composé, en plus d'une partie phosphate et d'une partie désoxyribose, de quatre *bases* ou nucléotides : l'adénine (A), la cytosine (C), la guanine (G) et la thymine (T).

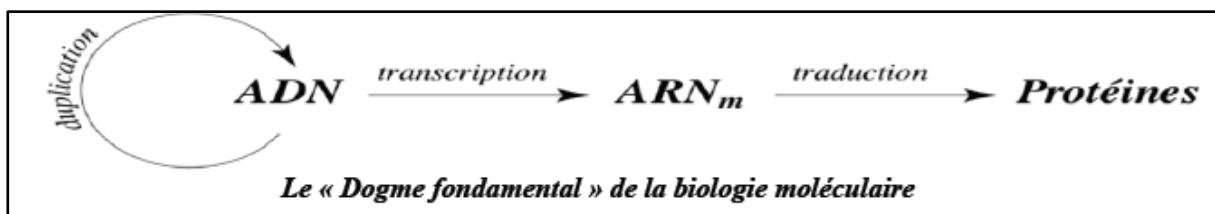
Le physicien **W.L. Bragg** fonda à Cambridge un laboratoire spécialisé en biologie moléculaire où les structures de nombreuses protéines furent découvertes. C'est dans ce laboratoire que **Maurice Wilkins** et la jeune **Rosalind Franklin (1920/1958)** préparèrent les cristaux d'ADN et effectuèrent les clichés qui démontraient que la molécule avait 1,0 nm de rayon et qu'elle comportait deux périodes sur sa longueur : une de 3,4 nm et l'autre de 0,34 nm.

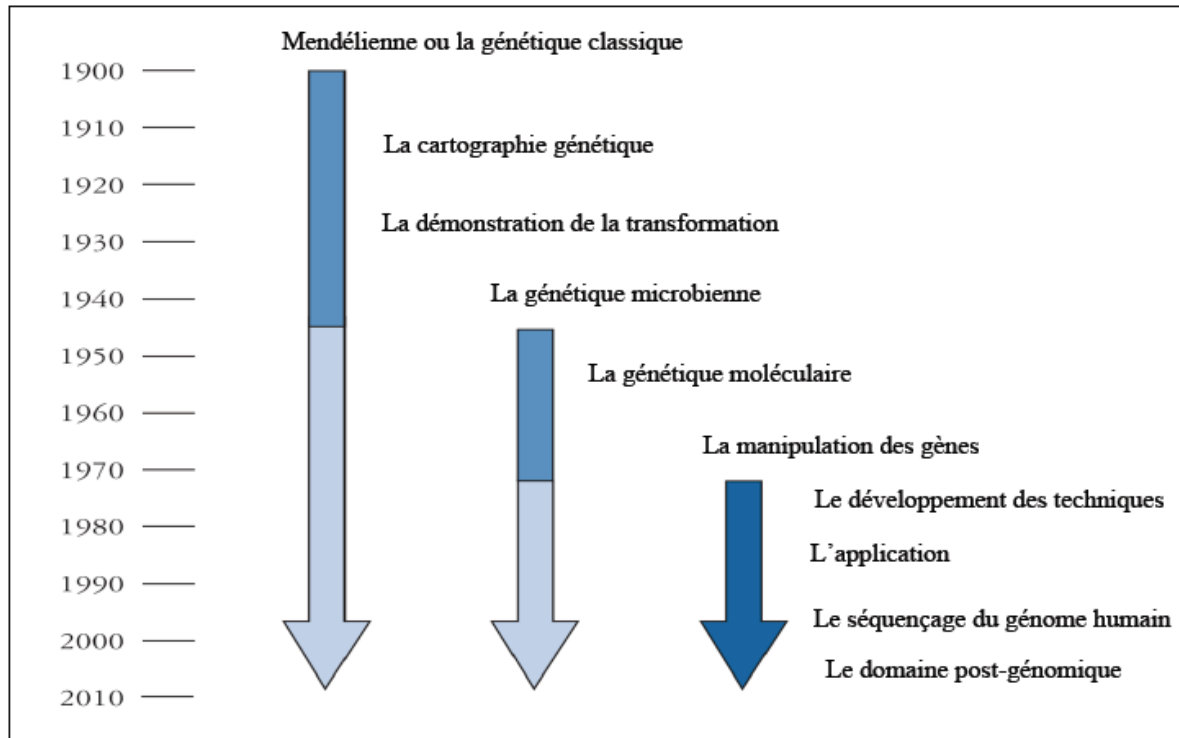
Une partie importante du mystère de l'ADN fut levée par **James Watson** et **Francis Crick** en 1953, dans leur court article, *A Structure for Désoxyribose Nucleic Acid*. Ces auteurs travaillaient à Cambridge et avaient de ce fait un accès direct aux travaux de **Rosalind Franklin**. Ils imaginèrent plusieurs modèles moléculaires de l'ADN compatibles avec sa composition et les liaisons chimiques possibles, jusqu'à ce qu'ils en trouvent un qui soit aussi compatible avec les résultats de l'analyse en rayons X. Dans ce modèle final, la molécule a une structure en double hélice, et l'ADN agit comme un code (triplets de base correspondent à l'un des 20 acides aminés)



Vers le début des années 1960 depuis les expériences de **Beadle** et collaborateurs, on comprit comment s'effectue la synthèse des protéines à partir du code génétique.

La découverte fondamentale de **François Jacob, André Lwoff** et **Jacques Monod** est que l'information relative à la synthèse des protéines est transcrite à partir de l'ADN sur une molécule d'ARNm (ARN-messenger).





**L'histoire de la génétique depuis 1900. Les zones ombrées représentent les périodes de développement majeur dans chaque branche du sujet.**

*La première décade du XXIe siècle se caractérise par les progrès fulgurants des sciences numériques. Les champs d'applications se multiplient et s'étendront probablement dans toutes les sphères de la science et de technologies de plus en plus sophistiquées et L'évolution biologique n'est du reste qu'un cas particulier de l'universelle évolution, car rien n'est stable : nébuleuses, étoiles, continents et mers, climats, sociétés, moeurs, religions, tout est en perpétuelle transformation....*