

République Algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université A.MIRA-BEJAIA
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Troncs Communs



Histoire Universelle des Sciences Biologiques

Dr. BOUREBABA Yasmina
Dr. Adjeroud Nawel
Dr. Nait Chabane Zohra

Cours destiné aux étudiants de 1^{ère} année Licence (SNV)

Préambule

L'histoire des sciences a sans-doute été le domaine de l'histoire le plus profondément renouvelé à côté de l'histoire des institutions scientifiques, de l'histoire des théories scientifiques ou de l'épistémologie, qui ont proposées des perspectives nouvelles.

Dans ces dernières, la production des savoirs n'est jamais séparé des conditions de possibilités et donc des lieux où était exercé le travail de découverte, des instruments ou machines qui les ont rendues possibles, des pratiques, des gestes des savants ou des formes de publication et de circulation des résultats.

Il est important de comprendre l'origine, les fondements ainsi que le développement des sciences biologiques afin de comprendre ce qu'elle représente à l'heure actuelle. De manière convaincante, avec le développement rapide de la science, l'essor de cette technologie a commencé il y'a de cela très longtemps avant même l'apparition de l'écriture, ce qui a ouvert des horizons plein d'espoir quant au future de l'humanité.

Ce cours met l'accent sur l'histoire de la biologie et la question de la vie à travers les ères et les civilisations. Il fait ressortir la place du progrès technique dans l'évolution de la biologie. **Public Cible** Ce cours est destiné aux étudiants de première année Licence (L1) Science de la Nature et de la Vie de l'Université de Bejaia.

Ce travail fournit aux lecteurs un support pédagogique destiné à les initier aux sciences biologiques et notamment à l'histoire de leur évolution. La pédagogie employée lors de la conception de ce cours repose sur l'utilisation d'un langage simple, accompagné d'exemples et de nombreuses illustrations afin de rendre les notions abordés plus accessible. Ce cours intitulé "*Histoire universelle des sciences biologiques*" est scindé en huit principaux chapitres abordant essentiellement une description de ce qu'est la biologie, un récit historique concis des découvertes sur le terrain et de l'évolution de cette discipline, de l'évolution chronologiques de l'humanité, et des plus importantes découvertes ainsi que les savants qui ont marqué l'histoire de la biologie.

***« On ne connaît pas
complètement une science tant
qu'on n'en sait pas l'histoire »***

Auguste Comte

Préambule

Table des Matières

Liste des figures

Objectifs généraux du cours

Chapitre I. Introduction à l'histoire des sciences

I.1. Quelques définitions	01
I.1.1. Science	01
I.1.2. Histoire universelle des sciences biologiques	01
I.1.3. Biologie	02
I.2. Objectifs de l'étude de l'histoire des sciences	02
I.3. Evolution des sciences à travers le temps et les civilisations	03
I.4. Périodisation de l'histoire	03
I.5. Moyens utilisés pour l'étude de l'histoire	04
I.6. Histoire de la vie (Big bang)	05
I.6.1. Chronologie de la vie	05

Chapitre II. Préhistoire (Premières traces)

II.1. Définition	07
II.2. Chronologie de la préhistoire	08
II.2.1. Paléolithique (âge de la pierre taillée)	08
II.2.2. Mésolithique (Epipaléolithique)	10
II.2.3. Néolithique	11
II.3. Premières traces de vie humaine	14
II.3.1. Traits communs à tous les êtres humains	15
II.3.1.1. Station verticale et la bipédie	15
II.3.1.2. Habilité manuelle	15
II.3.1.3. Développement du cerveau et l'importance de la vision	16
II.3.1.4. Vie en groupe	16
II.3.2. Types humains	16
II.3.2.1. Australopithèque	17
II.3.2.2. <i>Homo habilis</i>	17
II.3.2.3. <i>Homo erectus</i>	18

II.3.2.4. <i>Homo sapiens neanderthalensis</i>	18
II.3.2.5. <i>Homo sapiens sapiens</i>	19
II.4. Notion de Protohistoire	19
II.5. Pratiques préhistoriques liées à la biologie.....	19
II.6. Conclusion	21

Chapitre III. Antiquité (Apparition des premières civilisations)

III.1. Définition de l'antiquité	22
III.2. Ages de l'antiquité	22
III.3. Début de la période historique	22
III.4. Apparition des civilisations	22
III.4.1. Civilisation mésopotamienne (3000 avant J.C. à 200 avant J.C.).....	23
III.4.1.1. Pratiques scientifiques et biologiques	23
III.4.2. Civilisation de l'Égypte pharaonique (3110 avant J.C. – 324 Après J.C.).....	27
III.4.2.1. Pratiques scientifiques et biologiques	27
III.4.3. Civilisation Grecque (700 avant J.C. - 500 après J.C.)	32
III.4.3.1. Facteurs influents l'essor de la science grec	32
III.4.3.2. Philosophes et écoles philosophiques grecques connus	33
III.4.3.3. Médecine et biologie grecque.....	35
III.4.3.4. Astronomie Grecques	37
III.4.4. Civilisation Romaine (500 avant J.C. à 476 après J.C.).....	38
III.4.4.1. Pratiques scientifique et biologiques.....	39
III.4.5. Chine Antique (3468 avant J.C. - 1279 après J.C.).....	41
III.4.5.1. Pratiques scientifiques et biologiques	42
III.4.5.2. Inventions chinoises qui ont changé le monde.....	43
III.4.6. Civilisation Indienne (Vers 200 - vers 1200).....	44
III.4.6.1. Pratiques scientifiques et biologiques	44
III.4.7. Civilisation Maya (Vers 2600 av. J. C. à 1520 ap. J. C)	47
III.4.7.1. Société des Mayas	48
III.4.7.2. Pratiques scientifiques et biologiques	48

Chapitre IV. Moyen-âge (Période médiévale)

IV.1. Définition	51
IV.2. Périodes du Moyen-âge.....	52

IV.3. Moyen-âge en Occident	52
IV.3.1. Répartition du moyen âge en Occident	52
IV.3.1.1. Haut moyen âge (V ^e /X ^e siècle)	52
IV.3.1.2. Réveil (XI ^e / XII ^e siècle)	53
IV.3.1.3. Apogée (XIII ^e siècle / 1348)	54
IV.3.1.4. Déclin (vers 1348 / XV ^e siècle).....	55
IV.3.2. Biologie en Occident Médiéval.....	55
IV.4. Moyen-âge en Orient	56
IV.4.1. Civilisation Arabo-musulmane (800-1200)	56
IV.4.2. Principaux centres culturels et scientifiques du monde musulman au moyen âge	56
IV.4.2.1. Cap sur la ville de Bejaia	57
IV.4.3. Principaux personnages musulmans par domaines	58
IV.4.3.1. Médecine	58
IV.4.3.2. Biologie (Botanique et zoologie)	60
IV.4.3.3. Mathématiques	61
IV.4.3.4. Technologie.....	61
IV.4.3.5. Astronomie	63
IV.4.3.6. Physique	63
IV.4.3.7. Chimie	64
IV.5. Déclin de l'activité scientifique	64
IV.6. Conclusion	64

Chapitre V. 16^{ème} et 17^{ème} siècle (Renaissance et progrès scientifique)

V.1. Introduction	65
V.2. 16 ^{ème} Siècle : La renaissance	65
V.2.1. Caractéristiques principales de la renaissance	65
V.2.2. Raisons de cette renaissance.....	66
V.2.3. Exemples de travaux typiques effectués.....	67
V.2.4. Quelques figures de la renaissance	68
V.3. 17 ^{ème} Siècle : Le grand siècle des Sciences	71
V.3.1. Éléments justifiant les progrès scientifiques du 17 ^{ème} Siècle	71
V.3.2. Quelques-unes des principales réalisations du 17 ^{ème} Siècle en biologie et en médecine. 72	
V.3.3. Principales figures qui ont marqué la biologie du 17 ^{ème} Siècle	72
V.3.4. Autres domaines scientifiques.....	74

V.4. Conclusion	75
-----------------------	----

Chapitre VI. 18^{ème} Siècle (Siècle des Lumières)

VI.1. Définition	76
VI.2. Origine du terme "Lumière"	76
VI.3. Idées des lumières	77
VI.5. Diffusion des lumières	78
VI.6. Apport du siècle des lumières en Biologie.....	78
VI.6.1. Physiologie animale	79
VI.6.2. Botanique et biologie végétale.....	80
VI.6.3. Zoologie et biologie animale.....	81
VI.6.4. Origine des espèces ?	81
VI.7. Apport du siècle des lumières en médecine	84
VI.8. Conclusion	86

Chapitre VII. XIX^e siècle (Théorie cellulaire, Embryologie, Génétique et microbiologie)

VII.1. Définition.....	87
VII.2. Evolution de la microscopie et Théorie cellulaire	87
VII.2.1. Personnages ayant contribué à cette théorie	88
VII.3. Embryologie et reproduction	90
VII.4. Génétique.....	91
VII.5. Historique de la microbiologie et la découverte du monde microbien	95

Chapitre VIII. XX^e siècle (Thérapie génique et clonage)

VIII.1. Définition.....	96
VIII.2. Interactions et spécialisations	96
VIII.3. Biologie	97
VIII.3.1. Génétique et biologie moléculaire.....	97
VIII.3.2. Clonage.....	100
Références	101

Liste des figures

<i>N°</i>	<i>Titre</i>	<i>Pages</i>
1	Représentation de l'apparition de la vie.....	06
2	Schéma chronologique des différentes périodes de la préhistoire.....	08
3	Schéma chronologique des quatre périodes de l'histoire selon la plupart des historiens français.....	51
4	Répartition géographique de l'occident et de l'orient au moyen âge.....	52
5	Partage de l'empire Romain et les grandes invasions.....	53
6	Conquête et dissémination de l'Islam.....	56

Objectifs généraux du cours

Ce cours synthétise les plus grands événements relatifs aux différentes périodes historiques de l'humanité, afin de mieux comprendre l'histoire chronologique du savoir scientifique et en particulier le savoir biologique.

Par le biais de ce cours, il est donc voulu donner aux apprenants des bases solides sur l'historique, et la méthodologie scientifique. Ce cours a été conçu dans l'optique que des étudiants en Licence1 Sciences de la Nature et de la Vie mais aussi des étudiants venant d'horizons différents, ayant ou n'ayant pas eu au préalable des notions de biologie, puissent le suivre facilement.

Pré-requis

Afin de pouvoir suivre ce cours et d'en tirer profit, il n'est pas nécessaire d'avoir de pré-requis bien déterminé en terme de connaissances spécifiques à ce sujet, toutefois, il est préférable et avantageux d'avoir :

- Une culture générale assez développée ;
- Une curiosité d'apprendre d'où viennent les notions acquises dans les différentes disciplines traitées (Comprendre le pourquoi du comment).

À l'issue du cours, les apprenants devraient en théorie pouvoir répondre à la liste des objectifs suivants

Ce cours met l'accent sur l'histoire de la biologie et la question de la vie à travers les ères et les civilisations. Il fait ressortir la place du progrès technique dans l'évolution de la biologie.

La compétence visée par ce cours, dans son ensemble, est donc "d'être capable de relier et d'analyser l'évolution de la pensée scientifique en relation avec la discipline qui est la biologie en s'appuyant sur la chronologie historique des événements".

C'est une performance simple, que vous allez construire progressivement en maîtrisant des savoirs, en mettant en œuvre des savoir-faire et en le faisant avec un savoir-être. Le cours d'HUSB vise à :

- Apprendre les notions de base de l'évolution des sciences biologiques à travers les âges et les civilisations ;
- Initier à l'application des notions chronologiques des grands événements scientifiques en biologie afin d'apposer ces conceptions dans les différentes disciplines que compte la biologie indispensable à votre cursus ;
- Permet également de maîtriser le caractère cumulatif du savoir humain et de son esprit créatif ;
- Sensibiliser sur la nécessité d'avoir une culture scientifique globale dans la biologie mais aussi dans les autres domaines de la science (Spécificités en formation biologique, etc.) qui est utile à la construction de la connaissance scientifique.

Chapitre I

Introduction à l'histoire des sciences

Introduction à l'histoire des sciences

Objectifs spécifiques

Au terme de ce cours qui introduit l'histoire des sciences, vous devez être capable de :

- Comprendre certaines notions de bases telles que ce qu'est la science, la biologie,...
- Comprendre pourquoi étudier l'histoire des sciences et plus particulièrement celle des sciences biologiques ;
- Connaître la périodicité de l'histoire et quels sont les moyens utilisés pour retracer l'histoire de l'humanité ;
- Retracer l'histoire de la vie « Big bang » et la chronologie de la vie.

I.1. Quelques définitions

I.1.1. Science

Avant de commencer à vous exposer l'histoire des sciences et notamment celles des sciences biologiques, il paraît logique et important de définir ce qu'est la science. Donc d'après vous qu'est-ce que la science ? Qui signifie ce terme-là ?

Tout d'abord c'est un mot qui vient du latin « scientia » et qui veut dire savoir ou connaissance.

Définition stricte

La science est « la connaissance claire et certaine de quelque chose, fondée soit sur des principes évidents et des démonstrations, soit sur des raisonnements expérimentaux, ou encore sur l'analyse des sociétés et des faits humains ». Cette définition permet de distinguer les trois types de science (ou les 3 principaux axes de la science) à savoir :

1. *Les sciences exactes*, comprenant les mathématiques et les *sciences mathématisées* comme la physique théorique ;
2. *Les sciences physico-chimiques et expérimentales* tels que les sciences de la nature et de la matière, biologie, médecine,...
3. *Les sciences humaines*, qui concernent l'Homme, son histoire, son comportement, la langue, le social, la psychologie, la politique.

Et bien évidemment, elle s'est constituée de façon progressive depuis quelques millénaires et là on en vient à parler donc de l'histoire des sciences.

I.1.2. Histoire universelle des sciences biologiques

C'est l'étude de l'évolution de la connaissance scientifique au cours du temps. On peut dire aussi que c'est l'histoire de l'évolution d'une pensée.

Elle est intimement liée à l'histoire des sociétés et des civilisations. La science, par ses découvertes, a su marquer celles-ci.

I.1.3. Biologie

Comme nous allons plus se focaliser sur l'histoire des sciences biologiques on doit définir le terme de biologie. C'est quoi la biologie ?

Le terme de biologie est composé de deux mots grecs qui sont « bios » qui signifie « vie » et « logos » qui signifie « discours, paroles ».

La biologie comme on la définit actuellement, c'est la science de la vie qui a pour but l'étude des êtres vivants (C'est tout ce qui est animaux, végétaux, ... C'est donc la science du vivant).

Ce terme a été créé qu'à la fin du 18^{ème} siècle début du 19^{ème} par l'allemand *Theodor Gottfried Reinhold Treviranus* et le français *Jean-Baptiste Delamarck* en 1802.

*Theodor Gottfried
Reinhold Treviranus*



*Jean-Baptiste
Delamarck*

Cependant, à l'origine avant l'apparition de ce terme, on la connaissait sous le terme d'histoire naturelle faisant allusion à l'aspect descriptif de la biologie.

Bien que le terme de biologie n'a été créé qu'en 1802, l'étude de la vie et donc des êtres vivants avait connu un avancement de plusieurs siècles.

Exemples : dans l'antiquité

- Les égyptiens pratiquaient la chirurgie et l'embaumement.
- Les chinois avaient des notions sur divers animaux notamment sur les vers à soie qu'ils élevaient pour fabriquer les textiles en soie.

I.2. Objectifs de l'étude de l'histoire des sciences

Quelles sont les objectifs de cette discipline ? C'est-à-dire pourquoi on étudie l'histoire des sciences ? Cette discipline nous permet d'avoir :

- Connaissance chronologique des grands événements scientifiques ;

- Confirmation historique du caractère cumulatif du savoir humain et de son esprit créatif ;
- Acquisition d'une culture scientifique globale de ce fait l'histoire des sciences est directement utile à la construction de la connaissance scientifique.

I.3. Evolution des sciences à travers le temps et les civilisations

Si on devait retracer l'évolution des sciences à travers le temps et les civilisations, ceci nous permettra de mieux comprendre l'origine et le déroulement des recherches et événements scientifiques, de révéler les erreurs faites, les pistes explorées qu'elles soient bonnes ou mauvaises. Donc la science est passée par une évolution progressive à travers les siècles :

Préhistoire (vers 35000 avant JC - vers 3000 avant JC)

Mésopotamie (vers 3000 avant JC - vers 200 avant JC)

Egypte (vers 3000 avant JC - vers 330 avant JC)

Chine (vers 1300 avant JC - vers 1300 après JC)

Grèce (vers 700 avant JC - vers 500 après JC)

Mayas (vers 300 avant JC - vers 900 après JC)

Romains (vers 100 avant JC - vers 400 après JC)

Inde (vers 200 - vers 1200)

Arabie (vers 700 - vers 1400)

Europe (vers 900 - aujourd'hui)

Mondialisation (vers 1900 – aujourd'hui).

I.4. Périodisation de l'histoire

La datation ou la périodisation des temps et des civilisations est assez variable car c'est une approximation vue que les différentes périodes que constitue l'histoire ne débute ou ne se termine pas en même temps pour les différentes civilisations ou au niveau des divers continents.

I – La Préhistoire (8 millions d'années / 3 000 avant J.C.)

- a) – Le paléolithique
- b) – Le mésolithique
- c) – Le Néolithique

II – L'Antiquité (3000 avant J.C. / 476 après J.C.)

- a) – L'âge de bronze (3000 Av / 1 000 av. J.C.)

b) – L'âge de fer (1 000 av. / 476 après J.C.)

III – Le Moyen-Âge (476 après J.C. / 1492 après J.C.)

a) – Le Haut Moyen-Âge (Ve siècle après / 13^e siècle après J.C.)

b) – Le Bas Moyen-Âge (14^e siècle / 15 siècle après J.C.)

I.5. Moyens utilisés pour l'étude de l'histoire

D'après vous quels sont les moyens utilisés afin d'étudier ou de retracer l'histoire de l'évolution des sciences ? Quelles sont les sources d'information utilisées en histoire ? Pour reconstituer l'histoire de ces sciences on va faire appel aux :

- Fossiles (qui sont des débris d'animaux et de végétaux trouvés dans les couches de la terre) ;



- Peintures rupestres (ce sont les dessins que l'on retrouve sur les parois rocheuses)



- Les poteries et sculptures en terre cuite ;



- Les parois rocheuses (c'est les murs formés de rochers) ;



- Les ouvrages originaux se trouvant dans les grandes bibliothèques mondiales spécialisées en histoire des sciences.



I.6. Histoire de la vie (Big bang)

Si l'on doit se poser une question pour commencer à étudier l'histoire des sciences et de ce fait celle de l'humanité ce sera celle-ci comment c'est créé l'univers ?

Les scientifiques ont développé ce qu'on appelle « **LA THEORIE DU BIG BANG** » pour décrire l'origine et l'évolution de l'**Univers**. Mais c'est quoi cette théorie ? En quoi consiste-t-elle ?

Cette théorie décrit notre Univers comme issu d'une dilatation rapide faisant penser à une explosion, créant une époque dense et chaude qu'a connue l'Univers il y a 13,8 milliards d'années. Mais sans que cela préjuge de l'existence d'un « instant initial » ou d'un commencement à son histoire.

Donc l'Univers est né brusquement du néant suite au Big Bang, cela donna lieu aux galaxies, le soleil, la lune et la terre sur laquelle nous vivons. Les scientifiques expliquent cette théorie par la constante de l'expansion de l'Univers à savoir l'éloignement graduel des galaxies et des corps célestes les uns par rapport aux autres.

Pour mieux comprendre ce phénomène comparez l'Univers avec la surface d'un ballon qui est en train d'être gonflé. Tout comme les points sur la surface d'un ballon s'éloignent les uns des autres pendant que le ballon est gonflé, les objets dans l'espace s'éloignent les uns des autres pendant que l'Univers continue à se dilater.

I.6.1. Chronologie de la vie

Le big bang c'est produit il y'a plus de 13,8 milliards d'années, puis vers 4,55 milliards d'années les planètes (la terre) se formèrent. La vie apparait au niveau des océans vers 3,85 milliards d'années ; ces êtres vivants sont unicellulaires à savoir les procaryotes (bactéries) et vers 2,1 milliards d'année se sont les êtres vivants pluricellulaires (eucaryotes = Gabon) qui

font leurs apparitions. La faune de Burgess d'une diversité et d'une richesse étonnante apparaît vers -528 millions d'année.

La vie animale et végétale sort de l'eau : les plantes d'abord vers - 440 millions d'années puis les animaux (arthropodes) vers - 410 millions d'années. Les dinosaures font leurs entrées vers - 230 millions d'années pour un règne qui va durer pendant plus de 160 millions d'années.

Les hominidés viennent vers 8 millions d'années avant notre ère. Le premier spécimen fossile, surnommé « **Toumaï** » et dont l'âge est estimé à environ 7 millions d'années, a été découvert au Tchad par l'équipe de Michel Brunet en juillet 2001.

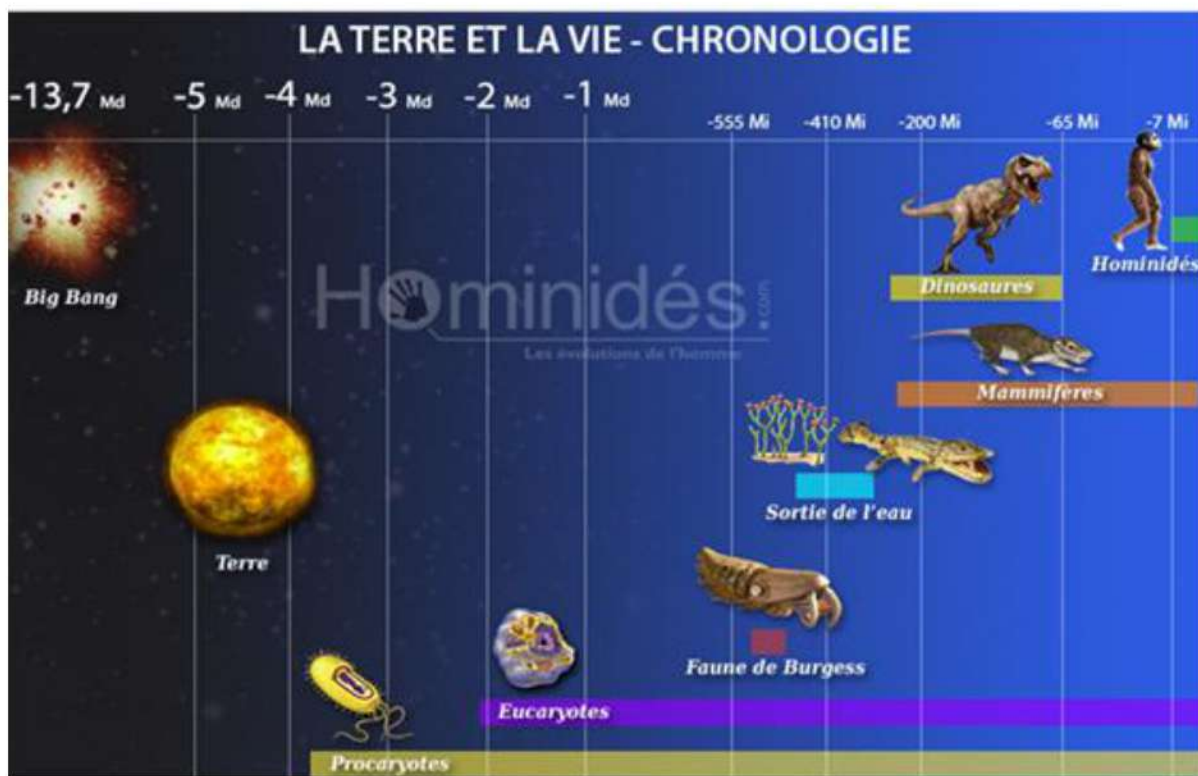


Figure 01: Représentation de l'apparition de la vie.

Chapitre II

Préhistoire (Premières traces)

Préhistoire (Premières traces) (8 millions d'années – 3000 av. J.C)

Objectifs spécifiques

Au terme de ce cours qui traite de la période préhistorique, vous devez être capable de :

- Définir ce qu'est la préhistoire ;
- Connaître la chronologie de cette période préhistorique ;
- Comprendre les grands événements qui ont marqué la préhistoire ;
- Retracer l'évolution des types humains.

La technique précède la science dans les premiers temps de l'humanité. En s'appuyant sur une démarche empirique, l'homme invente très tôt des outils. Durant cette période, on admet généralement que l'explication magique des phénomènes était la règle. Cependant, pour de nombreux paléontologues et préhistoriens comme Jean Clottes, l'art pariétal montre que l'homme d'alors possédait les mêmes facultés cognitives que l'homme moderne. Ainsi, l'homme préhistorique savait, intuitivement, calculer ou déduire des comportements de l'observation de son environnement, base du raisonnement scientifique.

II.1. Définition

La préhistoire recouvre 99% de l'aventure humaine, elle a commencé 03 millions d'années avant aujourd'hui et s'est terminée en 3000 avant Jésus Christ (av. J.C.). La préhistoire est donc la période correspondant au premier temps de l'humanité qui a précédé les temps historiques (l'histoire). Elle a commencé avec l'apparition des hominidés¹ et s'est terminée à des époques variables selon les populations avec l'usage de l'écriture. Cette période est aussi définie comme la période comprise entre l'apparition de l'humanité et l'apparition des premiers documents écrits.

Cette longue période est appelée préhistoire à cause de l'absence de documents écrits antérieurs à 3500 av. J.C. Les documents les plus anciens sont *matériels*, mais durant les derniers millénaires de la préhistoire, nos ancêtres ont aussi produit des documents *figurés*. La préhistoire se caractérise par les particularités des différents *types* d'êtres humains, chacun représentant une étape dans l'évolution vers l'homme moderne.

Donc, aucune science à proprement parler n'existe à cette époque et les témoins matériels constituent notre seul moyen d'étude grâce à l'archéologie².

¹ Primate fossile et récent ancêtre de l'homme.

² C'est la science des restes matériels de l'Antiquité et de la préhistoire.

En Afrique, la préhistoire est la plus longue période dans le sens qu'elle a commencé plus tôt et s'est terminée plus tard que celle des autres continents. Notons que la préhistoire n'a pas suivi la même évolution dans les différents continents.

II.2. Chronologie de la préhistoire

La préhistoire est divisée en différentes périodes caractérisées par des techniques particulières et qui sont au nombre de trois :

- **Paléolithique** (3MA – 12 000 ans).
- **Mésolithique ou l'Épipaléolithique** (12 000 – 7500 ans).
- **Néolithique** (7500 – 2500 ans) appelé préhistoire récente.

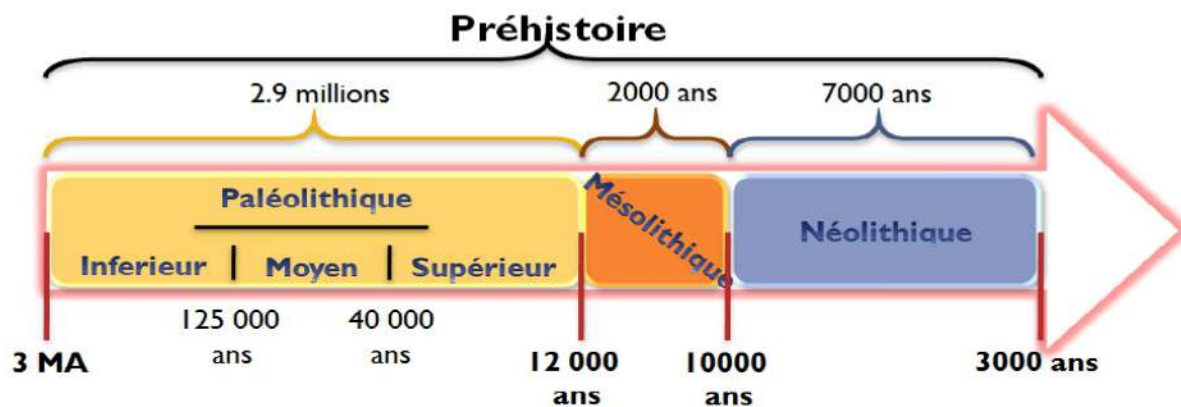


Figure 02 : Schéma chronologique des différentes périodes de la préhistoire.

Il est à noter que les changements culturels de ces différentes périodes ne sont pas intervenus au même moment au Proche Orient (Asie), en Europe ou en Afrique.

II.2.1. Paléolithique (âge de la pierre taillée)

Du Grec *Palaios* (ancien) et *lithos* (pierre), désignant littéralement « **ancien âge de pierre** ». C'est la plus ancienne et la plus longue période de la préhistoire. Cette période est caractérisée par l'apparition de la première espèce du genre Homo qui est *Homo habilis* (homme habile), mais aussi caractérisée par la technique de la pierre taillée et un mode de vie nomade ignorant l'élevage ou l'agriculture.

Pierres taillées

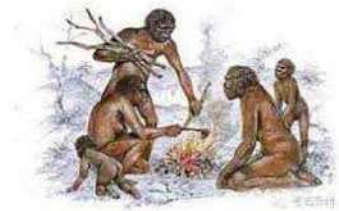
Les humains vivaient alors de chasse et de cueillette. Cette époque débute bien avant que l'espèce humaine ait atteint son apparence actuelle. Parmi les techniques



développées au cours du paléolithique, on retrouve :

- **Domestication du feu**

Considérée comme une vraie révolution, le feu est utilisé pour se défendre, se réchauffer, s'éclairer, cuir les aliments et durcir le bois.



Différents usages du feu

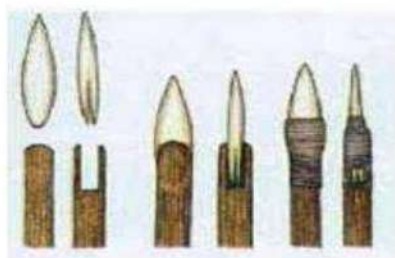
- **Fabrication de vêtements et de contenants**

A partir de peaux animales.



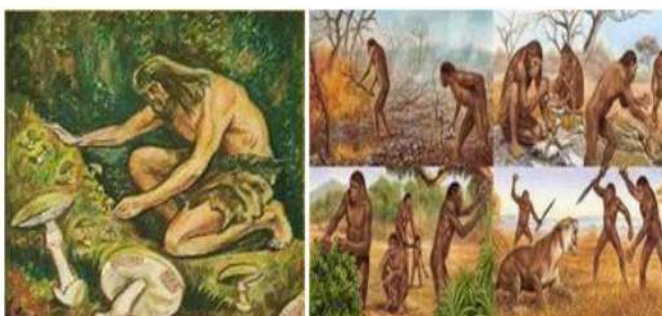
- **Fabrication d'outils de chasse et d'armes**

Les outils et les armes de cette période, sont en très grande majorité des outils en pierre taillée, mais il y'a u aussi utilisation d'outils en os et/ou en bois (Fabrication de bâtons, manches, pieux, lances, etc.).



- **Domestication du chien**

Le chien est l'un des tout premiers animaux domestiqué par l'homme préhistorique.



- **Cueillette**

La cueillette était aussi pratiquée même s'il est difficile de mettre en

évidence cette pratique à partir de vestiges archéologiques non périssables.

II.2.2. Mésolithique (Epipaléolithique)

Du grec *mesos*, « moyen » et *lithos*, « pierre », littéralement « âge moyen de la pierre ». Chronologiquement et culturellement intermédiaire entre le paléolithique qui le précède et le néolithique qui lui succède.

Cette période « intermédiaire » a été reconnue assez tard dans l'histoire de la recherche préhistorique, dans les classifications du XIXe siècle, comme celle de John Lubbock, on passant directement du paléolithique au néolithique.

Le mésolithique est caractérisé par un certain nombre de changements comportementaux des groupes humains, bien qu'ils aient conservé un mode de vie nomade. Certains de ces changements sont la vie en plus grandes communautés, la réduction des territoires de chasse (territoires de vie limités) et le développement de l'arc et des flèches dont l'emploi se généralise, en particulier, sur le continent européen et africain.

Ces changements sont fortement liés aux modifications de l'environnement qui sont une des conséquences du réchauffement climatique post-glaciaire (Reconquête forestière, disparition des grands herbivores migrateurs tels que le mammouth). Les conditions de vie étaient de ce fait plus favorables.

Ces populations ont laissé un grand nombre de vestiges qui prouvent qu'elles possédaient une culture complexe et qu'elles dominaient amplement le milieu dans lequel elles vivaient. Les populations développent très progressivement une agriculture sans domestication des espèces végétales, au côté des activités de pêche et de chasse-cueillette.

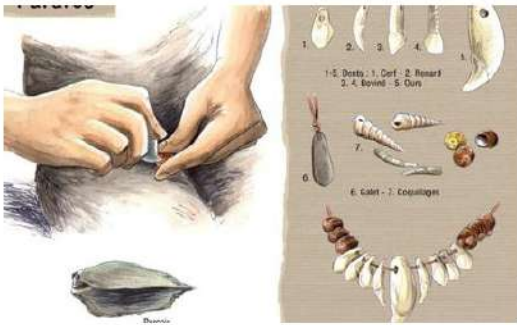
Le mésolithique se caractérise également par l'apparition et la prolifération d'instruments en pierre de très petites dimensions, *les microlithes*. Ces petits éléments sont en règle générale réalisés en fracturant des lames essentiellement débitées dans du silex, quartz sous différentes formes (pointues, triangulaires, en trapèze, rectangles, des demi-cercles, etc.).



La chasse de petits mammifères et la consommation de mollusques (escargots, coquillage) se développent. En milieu côtier, la récolte de coquillages est assez développée et donne parfois lieu à la formation d'amas coquilliers (Accumulation des déchets).

De nombreux vestiges montrent des préoccupations d'ordre esthétique (Comme les pendeloques en coquillage ou en dents animales), spirituelles (comme les sépultures), car ils ont adopté des pratiques funéraires qui ont induit l'émergence des premières nécropoles, les objets d'art mobiles et naturellement les célèbres peintures pariétales.

La fin du mésolithique est caractérisée par le passage d'une économie de chasse et de cueillette à une économie agro-pastorale résultant de la domestication.



Pendeloques



Sépultures



Art mobile

Peintures pariétales



II.2.3. Néolithique

Du grec *néos* (nouveau) et *lithos* (pierre) signifie « nouvel âge de pierre » ou « âge de la pierre polie ». Cette période, qui dure environ 7000 ans, est marquée par un climat plus doux et de meilleures conditions de vie. Au Proche-Orient, le néolithique débute vers 9 000 ans av. J.C. Il prend fin avec la généralisation de la métallurgie³ et l'invention de l'écriture, vers 3 300 ans av. J.C.

Pierre polie

Cette période est appelée « **révolution** », pourquoi ? Car cette période qui termine la préhistoire est assez riche en événements tels que :



³ Ensemble des procédés de fabrication des métaux.

- **Sédentarisation**

Progressivement, les hommes ne sont plus obligés de se déplacer pour se nourrir. Ils ne sont plus nomades ; ils deviennent *sédentaires*, vivant toute l'année au même endroit.



- **Formation de villages**

Cette période est surtout caractérisée par l'organisation de villages résultat de l'augmentation de la population suite à leur regroupement et à la sédentarisation. D'abord au Proche-Orient, il y a plus de 10 000 ans.



L'organisation en villages permet une nouvelle répartition des tâches : les *cultivateurs*, les *éleveurs*, les *artisans*, etc. Cela créa de meilleures conditions de vie et l'augmentation de la population.

- **Naissance de l'agriculture**

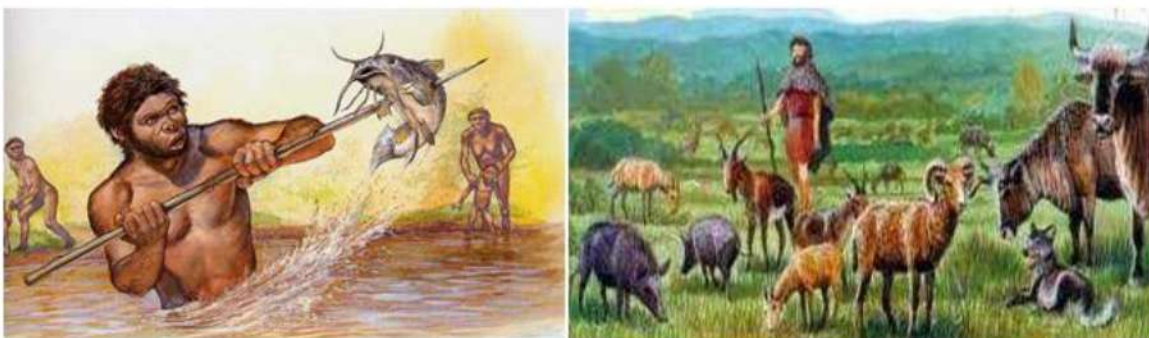
Les hommes du néolithique cultivent la terre pour se nourrir, c'est la naissance de l'agriculture. Ils cultivent des céréales (blé et orge) et des légumes. Pour travailler la terre, ils inventent de nouveaux outils.



En plus de l'alimentation, l'homme préhistorique a utilisé les plantes à des fins médicales, car il a pris conscience que les plantes possédaient un pouvoir guérisseur.

- **Domestication des animaux (élevage) et la pêche**

L'homme préhistorique apprend aussi à *élever les animaux* : chèvres, moutons, porcs et



bœufs, et les *techniques de pêche* s'améliorent grâce à l'invention de la pirogue, du harpon, etc.

- Premiers artisans et le commerce

Des artisans développent la technique de la *vannerie*, travaillent le *bois* ou la *céramique*, et les hommes savent *tisser* les fibres végétales et la laine pour fabriquer des *vêtements*.



Avec le développement de l'agriculture, des besoins nouveaux apparaissent pour stocker les récoltes et les transporter. Pour conserver les graines ou les liquides, on fabrique des *poteries* qui sont aussi utilisées pour cuisiner.

L'augmentation du nombre d'habitants, les productions artisanales et les progrès de l'agriculture encouragent les *échanges* ; c'est le début du *commerce*. Comme la monnaie n'existait pas encore, l'échange d'objets, *le troc*, était donc pratiqué.

- Construction en pierre ou Mégalithisme

Le mégalithisme est un phénomène culturel qui s'étend partout en Europe et se caractérise par la construction de grands blocs de pierre, appelés **mégalithes**. Ce sont des monuments funéraires, ou des monuments qui servent à certaines cérémonies religieuses ou encore à l'exécution de rituels. Les types de constructions mégalithiques les plus communs sont le menhir, le cromlech et le dolmen.

- **Dolmens**

Les dolmens, sont des constructions complexes, formées par différentes pierres ou dalles verticales qui soutiennent le poids d'autres pierres mises horizontalement sur elles. Normalement, on les couvre avec des pierres et de la terre, ce mélange s'appelle *tumulus*, pour ainsi obtenir une grotte superficielle. Les tumulus de terre (petits tas) ont pratiquement tous disparu à cause de l'érosion, en laissant à découvert la structure de pierre.



Dans les dolmens, on pratiquait des rituels d'inhumation ; on enterre les défunts de façon collective (nécropoles). L'emplacement des tumulus, visibles de très loin, éloignés de

tout endroit habité, permet de supposer qu'ils n'étaient pas seulement des tombes, mais aussi le lieu du culte des ancêtres, commun à plusieurs villages. Les habitants avaient su s'allier pour réaliser de tels monuments.



Les dolmens, étaient des tombeaux. On y a retrouvé des sépultures et de nombreux objets qui accompagnaient les morts : perles, haches, poteries.

- **Menhirs**

Le menhir consiste en une unique pierre/dalle clouée au sol de manière verticale et dont la fonction est sujette à de multiples interprétations. Toutefois, selon l'interprétation la plus défendue, les menhirs avaient pour fonction de marquer la frontière d'un territoire ou de délimiter des champs agricoles. On les associe également avec le culte de la fertilité ou avec des croyances de la vie d'outre-tombe.

Parfois les menhirs étaient regroupés en files, on dit que ce sont des alignements de menhirs. Il y en a un très connu à Carnac, en Bretagne, en France. Mais, ils peuvent aussi se présenter en forme de cercle, constituant ainsi un *cromlech*.



Le menhir est un édifice commémoratif ou votif, mais en aucun cas un monument funéraire. Si, on trouve parfois des tombes au pied de menhirs, elles sont le plus souvent postérieures à leur construction.



l'automne).

On suppose qu'un cromlech servait des sanctuaires pour réaliser des cultes au soleil. Un exemple très singulier, c'est le cromlech de Stonehenge, dans le sud de l'Angleterre, considéré comme une véritable montre astronomique. En effet, le cromlech de Stonehenge permet de prédire le solstice d'été et d'autres événements liés aux stations de l'année (l'hiver, le printemps, l'été et

II.3. Premières traces de vie humaine

En Afrique par exemple, la préhistoire est la plus longue période en ce sens qu'elle a commencé plus tôt et s'est terminée plus tard que celle des autres continents. Les débuts de

l'aventure humaine se sont déroulés en Afrique avec les Australopithèques (**4.2 et 2.5 MA**), apparus et disparus en Afrique. Ils représentent le premier groupe connu de notre lignée évolutive.

En l'état actuel de nos connaissances, on reconnaît trois grands schémas évolutifs :

- ❖ Le schéma africain qui a vu la naissance de l'humanité,
- ❖ Le schéma asiatique
- ❖ Le schéma européen,
- ❖ Le peuplement d'Amérique et d'Océanie qui s'est effectué par migration.

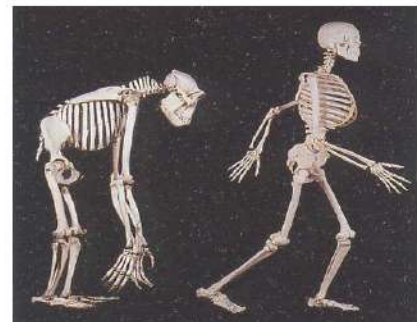
Du reste, nous savons que tous les progrès de l'humanité (l'art, la magie, les rites funéraires, etc.) tout comme l'évolution de la conscience humaine, ont pris origine dans le paléolithique qui rappelons-le représente 99 % des temps préhistoriques.

II.3.1. Traits communs à tous les êtres humains

II.3.1.1. Station verticale et la bipédie

La *station verticale* est la capacité pour un être humain à se tenir naturellement debout (Liée au développement de la vision).

La *bipédie* représente la faculté humaine à marcher sur deux jambes plutôt qu'à quatre pattes (Libérer les mains pour fabriquer des outils/armes et pour transporter des objets sans nuire à la marche).



II.3.1.2. Habileté manuelle

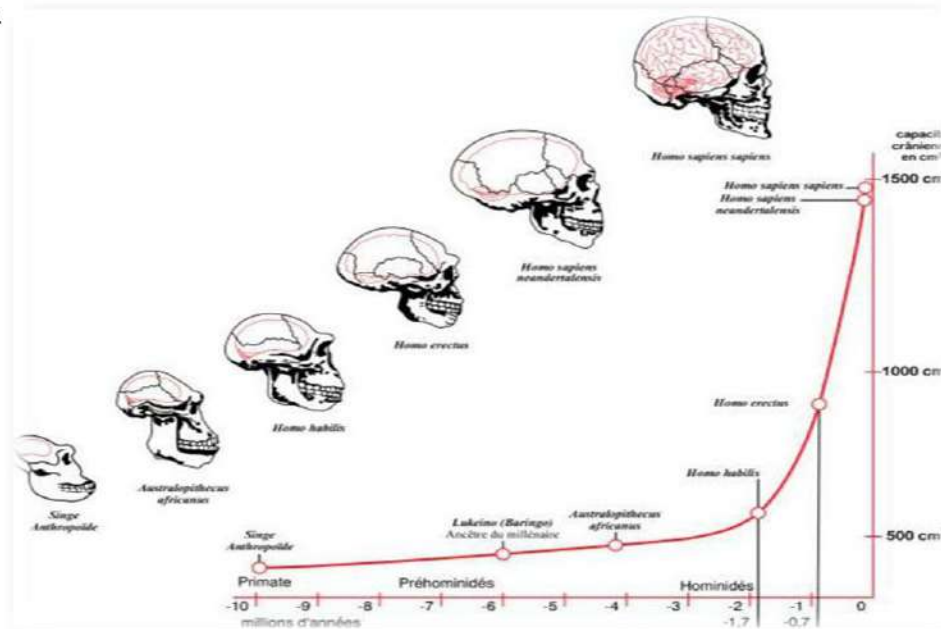
La capacité d'opposer complètement le pouce à chacun des quatre autres doigts (Permet la fabrication d'objets complexes).



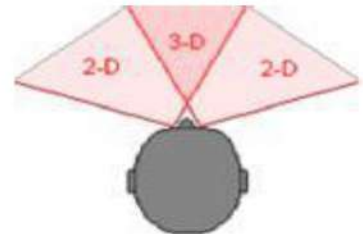
Développement de la main

II.3.1.3. Développement du cerveau et l'importance de la vision

Dès les origines, le volume du cerveau humain fut plus grand que celui des grands singes. La station verticale et la bipédie ont favorisé le développement de l'intelligence humaine.



L'être humain privilégie ce que ses yeux lui communiquent (Bien qu'il utilise les autres sens). Sa vision stéréoscopique (3 dimensionnelle) est liée à la station verticale et au développement du cerveau.





II.3.1.4. Vie en groupe


Elle est naturelle aux êtres humains. Les enfants dépendaient de leurs parents pour la *nourriture*, les *soins*, la *protection* et l'*éducation*. La solidarité entre les membres d'un groupe était essentielle à la survie de chacun (La *recherche de la nourriture* et la *défense de la communauté* contre des ennemis).

II.3.2. Types humains



Il y a cinq grandes étapes de l'évolution humaine et chacune correspond à un type humain à savoir l'*Australopithecus*, l'*Homo habilis*, l'*Homo erectus*, l'*Homo sapiens neanderthalensis* et l'*Homo sapiens sapiens* (homme de Cro-Magnon et Homme moderne).

II.3.2.1. Australopithèque

 <p>DOCUMENT 3.8</p>	<p>AUSTRALOPITHECUS</p> <p>« singe (pithèque) du sud (australo) »</p>	<p>DURÉE</p> <p>De 5 000 000 av. J.-C. à 1 700 000 av. J.-C.</p>	<p>CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES</p> <p>Taille moyenne : 1,30 m</p> <p>Crâne :</p> <ul style="list-style-type: none"> – front bas – mâchoire massive – dents fortes <p>Volume du cerveau : 450 cm³ à 500 cm³</p> <p>Posture :</p> <ul style="list-style-type: none"> – bipède – dos voûté – bon coureur, vu la longueur de l'os de la cuisse
 <p>DOCUMENT 3.9</p>			





<p>COMPORTEMENT</p> <p>Activités de subsistance : – cueillette – grappillage</p> <p>Abris : – à l'air libre – dans les arbres – caverne</p> <p>Groupement : petite bande familiale</p> <p>Mode de vie : nomadisme</p>	<p>HABILETÉS</p> <ul style="list-style-type: none"> – Aucun outillage de pierre fabriqué – Bâton 	 <p>DOCUMENT 3.14 Mâchoire d'Australopithecus</p>
--	---	---

II.3.2.2. Homo habilis

 <p>DOCUMENT 3.10</p>	<p>HOMO HABILIS</p> <p>« homme habile »</p>	<p>DURÉE</p> <p>De 2 500 000 av. J.-C. à 1 600 000 av. J.-C.</p>	<p>CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES</p> <p>Taille moyenne : 1,30 m</p> <p>Crâne :</p> <ul style="list-style-type: none"> – front bas – mâchoire massive – dents fortes <p>Volume du cerveau : 680 cm³ à 800 cm³</p> <p>Posture : – bipède – légèrement voûté</p>
 <p>DOCUMENT 3.11</p>			

<p>COMPORTEMENT</p> <p>Activités de subsistance : – cueillette – grappillage</p> <p>Abris : – à l'air libre près des cours d'eau – hutte ronde de branchages – caverne</p> <p>Groupement : petite bande familiale</p> <p>Mode de vie : nomadisme</p>	<p>HABILETÉS</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bâton – Galet éclaté 	 <p>DOCUMENT 3.15 Galet éclaté</p> <p>DOCUMENT 3.16 Technique primitive de taille de la pierre</p>
---	--	---

II.3.2.3. *Homo erectus*

HOMO ERECTUS		DURÉE	CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES
 <p>DOCUMENT 3.12</p>	« homme debout »	De 1 700 000 av. J.-C. à 200 000 av. J.-C.	Taille moyenne : 1,50 m Crâne : <ul style="list-style-type: none"> – front bas et fuyant – arcades sourcilières proéminentes – mâchoire massive – dents un peu plus petites Volume du cerveau : 850 cm ³ à 1200 cm ³ Posture : <ul style="list-style-type: none"> – bipède – même posture droite que nous – jambes quasi identiques aux nôtres
 <p>DOCUMENT 3.13</p>			
COMPORTEMENT		HABILETÉS	
Activités de subsistance : <ul style="list-style-type: none"> – cueillette – grappillage – chasse Abris : <ul style="list-style-type: none"> – à l'air libre – hutte – caverne Groupement : bande familiale Mode de vie : nomadisme	<ul style="list-style-type: none"> – Bâton – Biface de silex – Feu – Cuisson des aliments – Premiers langages 	 <p>DOCUMENT 3.18 Usage du biface</p>	 <p>DOCUMENT 3.17 Biface</p>

II.3.2.4. *Homo sapiens neanderthalensis*

HOMO SAPIENS NEANDERTHALENSIS		DURÉE	CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES
 <p>DOCUMENT 3.19</p>	« homme pensant » de la vallée de Neander, en Allemagne	De 200 000 av. J.-C. à 30 000 av. J.-C.	Taille moyenne : 1,67 m Crâne : <ul style="list-style-type: none"> – front fuyant – arcades sourcilières proéminentes – presque pas de menton Volume du cerveau : 1300 cm ³ à 1700 cm ³ Posture : <ul style="list-style-type: none"> – bipède – station verticale complète – trapu
 <p>DOCUMENT 3.20</p>			
COMPORTEMENT		HABILETÉS	
Activités de subsistance : <ul style="list-style-type: none"> – cueillette – chasse au gros gibier Abris : <ul style="list-style-type: none"> – à l'air libre – caverne – hutte – tente en peaux Groupement : bande familiale Mode de vie : nomadisme	<ul style="list-style-type: none"> – Outils en pierre taillée : grattoir, perçoir – Outils composés : lance, couteau – Tannage des peaux – Inhumation des morts 	 <p>DOCUMENT 3.23 Outil composé</p>	 <p>DOCUMENT 3.24 Tannage des peaux</p>

II.3.2.5. Homo sapiens sapiens

HOMO SAPIENS SAPIENS	DURÉE	CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES
 <p>Homme de Cro-Magnon et Homme moderne</p> <p>DOCUMENT 3.21</p>	<p>Depuis 130 000 années</p>	<p>Taille moyenne : – une femme : 1,70 m – un homme : 1,75 m</p> <p>Crâne : – front droit – menton – face très semblable à la nôtre</p> <p>Volume du cerveau : varie de 1000 cm³ à 1400 cm³</p> <p>Posture : – bipède – station verticale complète</p>
 <p>DOCUMENT 3.22</p> <p>Grottes de la Combe d'Arc Ces chevaux figurent parmi plus de 300 peintures et gravures découvertes le 24 décembre 1994, à environ 457 mètres sous terre. Exécutés par des hommes de Cro-Magnon, il y a environ 20 000 ans, ces chefs-d'œuvre se rangent aux côtés des célèbres peintures de Lascaux.</p>	<p>COMPORTEMENT</p> <p>Activités de subsistance : – cueillette – chasse</p> <p>Abris : – à l'air libre – hutte – grotte – tente</p> <p>Groupement : bande familiale élargie</p> <p>Mode de vie : nomadisme</p>	<p>HABILETÉS</p> <ul style="list-style-type: none"> – Pierre taillée de plus en plus raffinée – Os, corne, bois – Propulseur de lance, arc et flèches, hameçon, harpon, filet de pêche, aiguille – Premières œuvres d'art : <ul style="list-style-type: none"> • art portatif • art pariétal  <p>DOCUMENT 3.25 Vénus, déesse de la fécondité</p>  <p>DOCUMENT 3.26 Chasse à l'arc</p>

II.4. Notion de Protohistoire

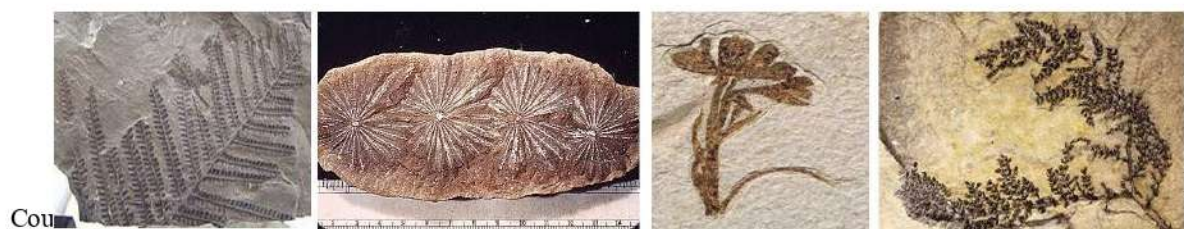
Le terme vient du grec « *proto* » qui signifie « premier ». C'est un terme qui signifie « Qui appartient aux débuts de l'histoire ».

Si l'histoire commence avec l'écriture (celle-ci n'apparaît toutefois pas simultanément dans toutes les régions du monde), la notion de protohistoire a été introduite pour nommer l'étape au cours de laquelle des populations ne possèdent pas elles-mêmes l'écriture, mais sont mentionnées par des textes émanant d'autres peuples contemporains : c'est le cas par exemple des Gaulois d'avant la conquête romaine, décrits par des auteurs grecs et latins.

II.5. Pratiques préhistoriques liées à la biologie

Différentes sources de données anciennes telles que les peintures rupestres sur les parois rocheuses ou les poteries en terre cuite, les dessins, etc. ont apportés d'importantes informations sur :

- La distribution géographique des plantes



- **Trépanation au Néolithique**

Durant la préhistoire, il y a eu les signes d'un début de réflexion scientifique représentée par les crânes trépanés. Les hommes primitifs ont cherché à observer directement les cerveaux malades en perforant les calottes crâniennes (Trépanation) pour éventuellement corriger les malformations, excroissances, lésions. Agissant ainsi, les hommes préhistoriques posaient les premiers fondements d'une étude biologique du corps humain.



- **Existence d'espèces animales**

Actuellement disparues tel que les chevaux préhistoriques. L'homme paléolithique a pu observer et représenté des animaux en train de marcher ou de courir, en position de chasse ou en état de combat.



Quels sont les animaux préhistoriques que vous connaissez ??

Rhinocéros



Smilodon



Mammoth



Bison

Mégacéros



Doedicurus

- Histoire des civilisations

En traitant de l'origine et des caractères distinctifs des ethnies et de leur culture.

- Biomagie

Outil ou pratique permettant à l'homme d'acquérir une puissance sur la nature.

- Utilisation des plantes

L'homme préhistorique a utilisé les plantes à des fins diverses :

- En alimentation ;
- En médecine (pouvoir guérisseur caché).

II.6. Conclusion

Pendant des millions d'années du paléolithique, l'homme n'intervenait pas sur la nature, car il vivait des bêtes, qu'il chassait et pêchait, des plantes qu'il cueillait etc. mais à partir du néolithique, il se sédentarise, et crée les villages, l'agriculture, l'élevage (Apparition des premières sociétés villageoises), il va vivre de plantes qu'il a cultivées et d'animaux à viande qu'il a lui-même domestiqués. Il va maîtriser la matière vivante, qu'elle soit végétale ou animale, il la transforme. Pour cela, Il est obligé d'avoir des champs qu'il obtient en exploitant et brûlant des forêts. Il modifie le paysage. Pour la première fois de sa longue existence, **il intervient sur la nature.**

L'apparition de ce nouveau mode de vie est appelée la « révolution néolithique ». Cette révolution commence 10000 ans avant J.-C. et dure environ 5000 ans. L'agriculture et l'élevage apparaissent dans différentes régions du monde. Le mode de vie néolithique s'est ensuite diffusé partout sur la planète. La construction de mégalithes dolmens et menhirs a certainement nécessité le travail de plusieurs centaines de personnes, sous la direction de chefs : elle montre que les hommes de cette époque sont ingénieux et bien organisés.

Chapitre III

Antiquité (Apparition des premières civilisations)

Antiquité (Apparition des premières civilisations) (3000 nt J.C. /479 après J.C.)

Objectifs spécifiques

Au terme de ce cours qui traite de la période antique, vous devez être capable de :

- Définir se qu'est l'antiquité ;
- Connaitre la chronologie de l'apparition des différentes civilisations ;
- Comprendre les grands événements de chacune des civilisations antiques ;
- Retracer l'évolution des sciences durant cette époque.

III.1. Définition de l'antiquité

L'antiquité est une époque de l'histoire. Son nom dérive du latin « *antiquus* » signifiant **antérieur** ou **ancien**. L'Antiquité désigne la période commençant avec l'histoire et finissant au début de l'ère chrétienne.

C'est par le développement ou l'adoption de l'*écriture* que l'antiquité succède à la préhistoire. Le passage de la préhistoire à l'antiquité s'est donc produit à différentes périodes pour les différents peuples. Cette période va être caractérisée par l'apparition des premières civilisations.

III.2. Ages de l'antiquité

L'antiquité a été divisée en trois âges à savoir :

- L'âge de cuivre (vers 3800 av. J.-C. jusqu'à 2500) ;
- L'âge de bronze (de 2500 jusqu'à 1200) ;
- L'âge de fer (à partir de 1200 av. J.-C. à 476 après J.C.).

Cette répartition est due aux découvertes des techniques métallurgiques qui caractérisent cette période.

III.3. Début de la période historique

Elle a débuté avec l'invention de l'écriture, vers 3000 ans avant J.C., en Mésopotamie et en Egypte (hiéroglyphes). L'écriture est née du besoin de tenir un inventaire des produits agricoles ce qui était liée directement avec les premiers systèmes de numération.

III.4. Apparition des civilisations

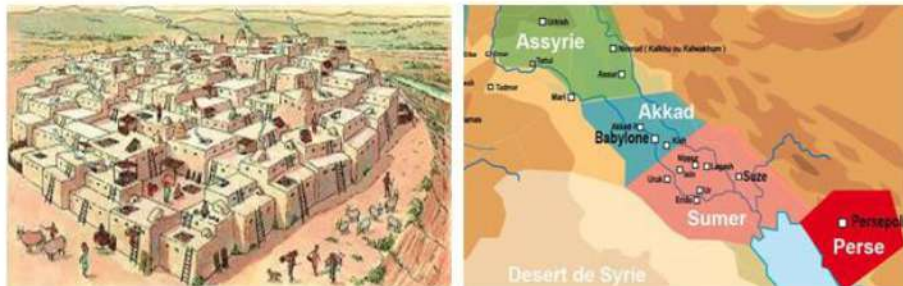
Une civilisation, est un regroupement de populations dans lequel chaque personne a un rôle déterminé : les tâches y sont spécialisées et les rapports entre individus sont régis par des règles organisées autour d'une autorité. Il existe des *lois* et un système judiciaire qui a pour but de régler les disputes entre individus en évitant 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. L'agriculture à proximité des grands fleuves bénéficie d'une terre facile à travailler, cette terre est exploitée grâce à des travaux d'irrigation considérables.

III.4.1. Civilisation mésopotamienne (3000 avant J.C. à 200 avant J.C.)

L'aube des civilisations commence en Mésopotamie (Irak et Syrie), en particulier dans la région de Djézireh en Syrie. Les sumériens sont le peuple ayant vécu en Mésopotamie entre 4000 – 3000 av. J.C. La civilisation sumérienne est la première et la plus ancienne civilisation de la Mésopotamie, suivie de la civilisation Akkadienne puis de la civilisation Babylonienne.

La Mésopotamie est un terme qui vient du grec, composé de deux mots *Mesos* (au milieu) et *Potamos* (Fleuve), et qui signifie "Terre entre les fleuves". Ces fleuves sont le Tigre et l'Euphrate. Elle faisait partie d'une région connue comme « le croissant fertile », où se trouvait quelques uns des premiers villages agricoles dans l'histoire de l'homme.



C'est à cet endroit que prend forme une des premières civilisations de l'histoire. Avec l'agriculture et la sédentarisation, l'homme s'établit sur un territoire et fonde les premières cités. Celles-ci tirent leurs ressources des terres fertiles. Les habitants s'organisent et mettent sur pied des structures sociales, politiques, religieuses et économiques.

III.4.1.1. Pratiques scientifiques et biologiques

La Mésopotamie fut le berceau des anciennes civilisations dont les pratiques biologiques étaient diverses.

- ***Ecriture en Mésopotamie***

L'innovation la plus importante des sciences est l'invention de l'écriture cunéiforme (Forme de clous) par les sumériens qui est représentée par des pictogrammes (Animaux, dieux, Hommes, etc.) vers 3300 av. J.C. et permet de reproduire des textes. Ils ont inventé

des centaines de signes difficiles à comprendre. Les scribes sont les spécialistes de cet art, car eux seuls maîtrisaient l'écriture. Le support d'écriture était l'argile crue présent sous de nombreuses formes, en tablettes, mais aussi en forme de cylindres ou de prismes, puis elle se perfectionna à la période Akkadienne.



Écriture cunéiforme

Scribe

En Mésopotamie, quelqu'un, un scribe⁴, devait écrire ce qui se passait chaque jour : le prix des produits, les guerres, l'observation des étoiles et l'agriculture. Son activité consistait à écrire à la main des textes administratifs, religieux et juridiques ou des documents privés, et à en faire des copies. Il peut alors être assimilé à un copiste ou à un écrivain public. Ces renseignements étaient consignés dans les cahiers de Babylone.

• **Numération**

La numération était aussi la première méthode scientifique à voir le jour, permettant de réaliser des calculs de plus en plus complexes, et ce même si elle reposait sur des moyens matériels rudimentaires. La civilisation mésopotamienne aboutit ainsi à la constitution des premières sciences.

𐎶 1	𐎶𐎶 11	𐎶𐎶𐎶 21	𐎶𐎶𐎶𐎶 31	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 41	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 51
𐎶𐎶 2	𐎶𐎶𐎶 12	𐎶𐎶𐎶𐎶 22	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 32	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 42	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 52
𐎶𐎶𐎶 3	𐎶𐎶𐎶𐎶 13	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 23	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 33	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 43	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 53
𐎶𐎶𐎶𐎶 4	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 14	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 24	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 34	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 44	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 54
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 5	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 15	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 25	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 35	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 45	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 55
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 6	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 16	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 26	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 36	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 46	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 56
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 7	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 17	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 27	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 37	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 47	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 57
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 8	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 18	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 28	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 38	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 48	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 58
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 9	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 19	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 29	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 39	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 49	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 59
𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 10	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 20	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 30	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 40	𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶𐎶 50	

• **Religion et pouvoirs du roi en Mésopotamie**

Le pouvoir du roi est absolu et héréditaire. Il dirige l'armée et la cité et gère l'utilisation des surplus agricoles. Ils ont une religion **polythéiste** qui signifie que les personnes croient en plusieurs dieux.

⁴ Au sens historique, une personne qui pratique l'écriture.

- **Commerce en Mésopotamie**

Les Mésopotamiens établissent un important réseau commercial avec les peuples voisins, les surplus agricoles sont abondants et les Mésopotamiens désirent échanger leurs marchandises contre des matières qu'ils ne retrouvent pas en grande quantité sur leur territoire, comme les métaux et le bois.

- **Mathématiques**

La division du temps en 60 minutes et de la minute en 60 secondes remonte aux Chaldéens (Les Chaldéens sont, à l'origine, une tribu qui vivait au sud-ouest de Babylone, du IX^e siècle au VI^e siècle av. J.C.). Ainsi, pour écrire un nombre en écriture babylonienne, il faut le décomposer en une somme de multiples de : 1 ; 60 ; $60 \times 60 (= 3600)$; $60 \times 60 \times 60$, etc. Il existe deux symboles chez les babyloniens pour écrire les nombres : le 1 et le 10.

Ils se sont intéressés à l'Algèbre (Multiplication, division, puissance, racine carrée, racine cubique, équations de premier degré à une et deux inconnues) et la Géométrie (Calcul des surfaces). Cette science est utilisée à plusieurs fins, à savoir :

- Aide à tracer des limites de terrain ;
- Permet une meilleure gestion de la production ;
- Permet de comptabiliser les échanges.

- **Astronomie**

Les Mésopotamiens se sont intéressés à la mécanique céleste⁵. Cette science a permis aux Mésopotamiens de déterminer les saisons afin de mieux planifier la production agricole.



Ils ont utilisé un calendrier lunaire, et conclurent que l'année solaire est de 365,20 jours. Ce qui est remarquablement proche de la réalité (365,26 jours). Ils pouvaient prédire les éclipses lunaires et solaires.

- **Médecine**

Les fouilles ont mis à jour des tablettes d'argiles, donnant la composition de décoctions et de suspensions buvables (Les remèdes étaient à base de drogue végétales comme les racines, mais aussi de minéraux comme le sel) et qui apportent la preuve indiscutable de l'existence d'un art de guérir. Certaines remontent à 2250 av. J.C., et constituent les premiers

⁵ Etude des mouvements des objets astronomiques tels que les étoiles, les planètes, grâce à des théorèmes physiques et mathématiques.

documents médicaux connus de l'humanité, bien antérieurs aux papyrus égyptiens qu'ils précèdent, dans le temps, de plus d'un millénaire.

Elle a un statut particulier; elle est la première science "pratique", héritée d'un savoir-faire tâtonnant.

- **Agriculture**

Les agriculteurs creusent des canaux d'irrigation pour cultiver des terres. L'agriculture est l'activité économique principale de la Mésopotamie antique. En raison des conditions naturelles défavorables à cette pratique sur une grande partie de ce territoire, les hommes ont eu recours à l'irrigation pour pouvoir faire pousser des plantes. Au prix de ces aménagements, ils purent atteindre des rendements très élevés.

Cela s'est fait vers 6000 av. J.C., où les premières communautés agricoles se développent en basse Mésopotamie. Leur survie n'est possible que grâce à la mise en place d'un système d'irrigation, sans lequel la surface agricole de cette région serait limitée aux abords des grands cours d'eau. Les deux cours d'eau principaux de la Mésopotamie, auxquels la région doit son nom, sont le Tigre et l'Euphrate.

- **Biologie**

Depuis des temps très anciens, sans doute même avant l'apparition de l'homme moderne, les êtres humains se sont transmis leurs connaissances à propos des animaux et des plantes afin d'augmenter leurs chances de survie.

De ce fait, la biologie précède l'écriture de l'histoire de l'Homme, car il savait distinguer entre les différentes plantes et animaux, et reconnaître entre eux les venimeux et les comestibles. Ils ont nommé les animaux et plantes due au commerce. Ils les ont aussi classés et c'est ainsi que des centaines d'animaux et plantes sont classifiés en « règnes » (les poissons, les crustacés, les serpents, les oiseaux ou encore les quadrupèdes).



Ils avaient des connaissances approximatives en biologie générale et fonctionnelle, mais très précises en anatomie : ils fabriquaient des organes en terre cuite de divers viscères (notamment le foie) ce qui prouve qu'ils pratiquaient la dissection des animaux.

L'agriculture requiert des connaissances précises sur les plantes et les animaux. Méthode de croisement sélectif : croisement entre chevaux et ânes. Distinction de diverses

rares de chevaux. Les anciennes populations orientales eurent très tôt des connaissances à propos de la pollinisation des palmier-dattiers. En Mésopotamie, la population savait que le pollen pouvait être utilisé dans la fertilisation des plantes. Un contrat commercial datant de la période Hammurabi (XVIII^e siècle av. J.C.) mentionne les fleurs de datte, palmier-dattier comme un article de commerce. La levure était utilisée par les Sumériens pour la fabrication de la bière et du vin.

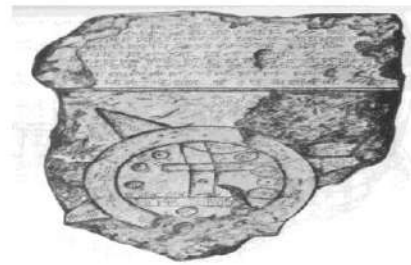
- **Cartographie**

Des cartes géographiques ont été réalisées, comme celle de la ville de Nippour (qui fut même utilisée par les archéologues explorant les vestiges de la cité).

Une carte du monde fut retrouvée, plaçant Babylone au centre et les distances représentées par la durée du voyage et non par les distances réelles.



Carte du monde



Plus ancienne carte de Mésopotamie

III.4.2. Civilisation de l'Égypte pharaonique (3110 avant J.C. – 324 Après J.C.)

L'Égypte ancienne est issue de la lointaine civilisation. Son existence et son maintien s'étendent sur plus de 3 000 ans avant J.C (de - 3110 avant J.C à 324 après J.C). Elle va développer l'héritage mésopotamien, néanmoins, en raison de son unité culturelle spécifique, la civilisation égyptienne donnera une certaine continuité dans la tradition scientifique de l'époque, et au sein de laquelle les éléments anciens restent très présents.

III.4.2.1. Pratiques scientifiques et biologiques

Tout comme la Mésopotamie, l'Égypte antique est l'une des civilisations qui à marqué le développement des sciences ainsi que ces pratiques.

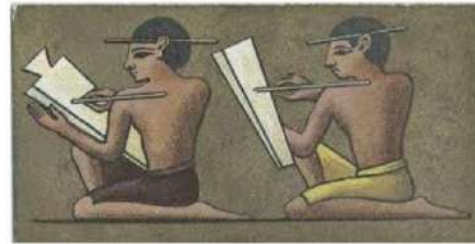
- **Écriture égyptienne**

L'écriture **hiéroglyphique** est une écriture figurative, les caractères qui la composent représentent des objets divers naturels ou produits par l'Homme, tels que des plantes, des figures de dieux, d'humains et d'animaux. Vu leurs complexité, les hiéroglyphes écrits

seulement par des scribes, étaient utilisées pour les monuments religieux, car leurs maniement était trop compliqué pour une utilisation quotidienne.

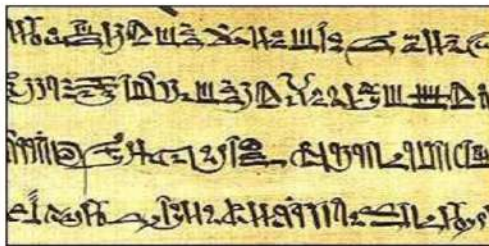


Hiéroglyphes



Scribes

L'écriture *hiératique* succéda et simplifia l'écriture hiéroglyphique, elle permettait aux scribes d'écrire rapidement en simplifiant les hiéroglyphes et était utilisée dans l'administration. Les caractères hiératiques, eux, ne représentent plus des objets, mais uniquement des signes à la manière des lettres d'un alphabet. C'est une écriture horizontale qui se lie de droite à gauche.



L'écriture (hiéroglyphes) a permis à l'État de s'organiser à partir de nombreux fonctionnaires (scribes, prêtres) formés dans des écoles (l'école d'élite du *kep* fournissait un enseignement de haut niveau).

- **Papyrus égyptiens**

Le papyrus, plante du Nil, servait de support pour l'écriture. Il a fourni l'un des plus anciens et des plus extraordinaires supports végétaux souples destinés à l'écriture et au dessin. C'était un support léger, maniable, idéal pour les textes administratifs, les comptes, les textes juridiques ou médicaux.

Papyrus

Cela dit, le plus ancien dessin peint sur support souple retrouvé en Egypte n'est pas réalisé sur papyrus mais sur une toile de lin. La toile (lin) apparaît donc antérieure comme support du signe. Les égyptiens ont continué à écrire sur toile, mais aussi sur d'autres



supports, comme les éclats de pierre calcaire, les fragments de poterie, les tablettes de bois ou de cire, mais le plus connu reste le papyrus.

- **Irrigation**

La position géographique stratégique de l'Égypte qui est située au niveau de la vallée du Nil a permis l'apparition de l'irrigation dans l'agriculture.

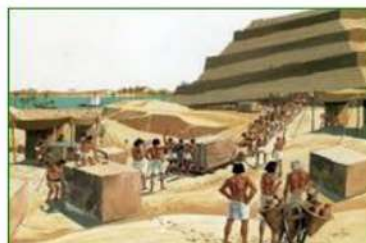
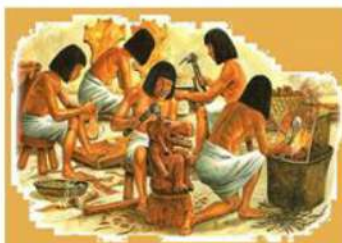


- **Ingénierie et Construction**

Les anciens Égyptiens étaient très efficaces en matière de construction. Ils ne mettaient que 30 ans à construire chacune des grandes pyramides. Les temples, les obélisques et les tombeaux sont tout aussi impressionnants.



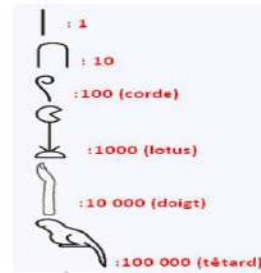
Le nombre d'ouvriers, le volume de blocs de pierre à sculpter, le transport de ces blocs depuis les carrières, l'infrastructure nécessaire à la réalisation (rampes), la quantité de nourriture à apporter aux ouvriers, tout est calculé. Ils maîtrisaient la précision de la technique de taille des pierres.



- **Numération et mathématiques**

Les égyptiens maîtrisaient avec brio la science mathématique. De la géométrie indispensable à la construction des édifices monumentaux, jusqu'au calcul qui trouve ses applications concrètes dans tous les domaines de la vie quotidienne.

$1 = 1$ $\bar{1} = 10$ $\bar{2} = 100$ $\bar{3} = 1000$ $\bar{4} = 10000$
 $\bar{1} \bar{2} \bar{3} \bar{4} = 11457$
 $11000 + 400 + 50 + 7$



La géométrie fut très développée ; utilisée pour calculer la surface du rectangle, triangle, utilisent le nombre pi, ce qui les a aidé à réaliser les pyramides.

Le bornage des terres agricoles était refait chaque année. La crue du Nil bouleversait chaque année les repères, et les limites de chaque parcelle devaient donc être rétablies.

Il est indispensable aux architectes d'évaluer les dimensions des bâtiments qu'ils construisent. Le système le plus utilisé est celui qui a pour étalon la grande coudée⁶ royale. Celle-ci sert à noter, les largeurs, longueurs et hauteurs des constructions.

- **Astronomie**

Le calendrier égyptien compte 365 jours, le temps est mesuré à partir d'une horloge stellaire (Selon la position des étoiles).

- **Médecine**

Les médecins égyptiens ont acquis une connaissance approfondie de l'intérieur du corps humain grâce à l'embaumement.

Les procédés d'embaumement ou de momification répondaient à la conviction religieuse d'immortalité après la mort. Selon les Égyptiens, pour que l'âme d'un homme accède à la vie éternelle après sa mort, il fallait conserver sa dépouille. C'est pourquoi leurs cadavres étaient momifiés.



Embaumement dans l'Égypte antique



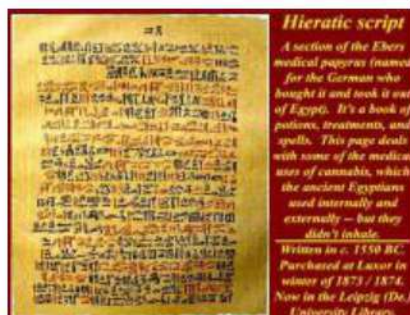
Mumie Ramsès II

L'**embaumement** désigne l'ensemble des techniques visant à conserver les corps des personnes mortes dans un état plus ou moins proche de celui qu'ils avaient étant vivants. Hérodote nous en a laissé un témoignage très détaillé :

⁶ Représente la distance entre le bout du majeur et la pointe du coude.

« Tout d'abord à l'aide d'un crochet de fer, ils retirent le cerveau par les narines ; ils en extraient une partie par ce moyen, et le reste en injectant certaines drogues dans le crâne. Puis avec une lame tranchante en pierre d'Éthiopie, ils font une incision le long du flanc, retirent les viscères, nettoient l'abdomen et le purifient avec du vin de palme et, de nouveau, avec des aromates broyés. Ensuite, ils remplissent le ventre de myrrhe pure broyée, de cannelle et de toutes les substances aromatiques qu'ils connaissent, sauf l'encens, et le recousent. Après quoi, ils salent le corps en le couvrant de natron pendant soixante-dix jours ; ce temps ne doit pas être dépassé. Les soixante-dix jours écoulés, ils lavent le corps et l'enveloppent tout entier de bandes découpées dans un tissu de lin très fin et enduites de la gomme dont les Égyptiens se servent d'ordinaire au lieu de colle. Les parents reprennent ensuite le corps et font faire un sarcophage de bois, taillé à l'image de la forme humaine, dans lequel ils le déposent ; et quand ils ont fermé ce coffre, ils le conservent précieusement dans une chambre funéraire où ils l'installent debout, dressé contre un mur. »

Ils ont ainsi pu identifier et décrire un grand nombre de maladies par l'analyse des symptômes et traitements dès 2300 avant J.C. Les textes médicaux précisent les étapes de l'examen clinique, du diagnostic, du pronostic et les traitements qui étaient souvent rationnels et appropriés.



Un papyrus qui a été découvert à Louxor en 1862, datant de 1600 avant J.C., où sont rédigées maladies, dentisteries, contraception, chirurgie, premières références au cancer. 875 substances ont été décrites : opium, extrait de foie (Riche en vitamine A), extrait de ricin, saule (Pour soulager les douleurs).

Parmi les plantes utilisées dans la médecine on retrouve :

- Le pavot à opium qui servait d'antidouleur et de somnifères.
- Les épis de blé qui servaient à soigner les problèmes de peau appliqués sous forme de pâtes ou d'onguents (Pommades).
- Le miel pour ses vertus antiseptiques (Supprimer ou empêcher le développement des bactéries ou virus).

Ils étaient compétents en médecine cardiologique, gynécologique (dont la contraception), ophtalmologie, en gastro-entérologie et en examens urinaires. Ils pratiquaient avec succès des opérations même chirurgicales.

Les médecins égyptiens pratiquaient une petite chirurgie, non invasive, la réduction des fractures, disposaient d'une riche pharmacopée et se servaient de formules magiques (et toujours en relation avec le divin).

- **Biologie**

En 4000 av. J.C., les Egyptiens découvrent comment faire du pain au levain en utilisant de la levure. Il est probable que la levure et les ferments lactiques ont été découverts accidentellement bien plus tôt.

Ils ont également mis en œuvre des méthodes de croisement sélectif : croisements entre chevaux et ânes ainsi que l'utilisation de la sélection pour les animaux.

III.4.3. Civilisation Grecque (700 avant J.C. - 500 après J.C.)

La civilisation Grecque de l'antiquité apparue environ 8 siècles avant J.C., a marqué durablement le monde entier, y compris de nos jours, par ces découvertes scientifiques (Mathématiques, physique, philosophie, politique, médecine, etc.).

Historiquement, c'est dans la Grèce antique que les sciences en tant que pensée rationnelle naissent, sous l'élan de philosophes en même temps penseurs et physiciens, ou même chefs religieux. Toutefois, il n'y a pas de frontière nette entre la science et la philosophie.

Un raisonnement est rationnel s'il utilise des concepts clairement définis et procède selon un enchaînement démonstratif, c'est-à-dire dont l'aboutissement est nécessaire si l'on applique des règles de logique. Les concepts sur lesquels porte le raisonnement doivent être réalistes, cohérents entre eux et adaptés à la situation.

Les grecs sont d'excellents **dialecticiens** c'est-à-dire qu'ils s'efforcent de convaincre leurs interlocuteurs. Les philosophes grecques étaient des experts en persuasion. Ils étaient, en quelque sorte, les publicitaires de l'époque.

III.4.3.1. Facteurs influents l'essor de la science grec

- *Cause économique et sociologique*, le commerce, l'artisanat et la navigation ont tenu une place importante dans l'économie grecque ;

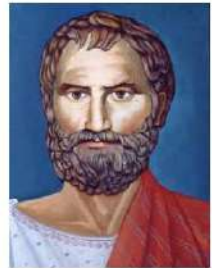
- *Utilisation d'une écriture alphabétique*, contrairement aux égyptiens. Ce type d'écriture s'apprend plus facilement et est donc plus largement répandu dans la population, au lieu d'être réservé à une classe de scribes ;
- *Ouverture de la société grecque* envers les autres cultures et les idées nouvelles ;
- Conquête et assimilation des autres cultures, en effet, les grecs ont fini par dominer tout l'ancien orient par les conquêtes d'Alexandre et ont efficacement assimilé les cultures scientifiques antérieures à la leur (Egypte et Mésopotamie).

III.4.3.2. Philosophes et écoles philosophiques grecques connus

La philosophie grecque est caractérisée par l'usage de raisonnements logiques. Les premiers philosophes grecs connus n'habitaient pas la Grèce proprement dite, mais la périphérie du monde grec. Ils sont les inventeurs du concept de **Nature**. La philosophie constituait une activité majeure dans la Grèce antique. Elevée au rang de pensée, elle a été influencée par divers courants.

- **Thalès de Milet** (de -640 à -548)

Le premier philosophe connu est Thalès de Milet, l'un des "sept sages" de la Grèce antique. Il vivait au VII^e siècle avant notre ère. On lui attribue la découverte des phénomènes électriques (Electricité statique et aimantation) et en géométrie, le théorème stipulant qu'un triangle inscrit dans un demi-cercle est nécessairement rectangle, il fut le premier à calculer l'apparition de l'éclipse par les mathématiques.



Thalès ne s'intéressa pas seulement aux nombres, mais essaya aussi d'expliquer le monde par le principe de l'observation, il avança l'idée que la vie trouvait son origine dans l'eau (L'eau est à l'origine de toute vie).



- **Anaximandre** (de – 610 à -546)

D'une génération plus jeune que Thalès, Anaximandre, aussi de Milet, en fut peut-être l'élève. Il pensait que la terre était placée au milieu du monde et en était le centre et qu'elle était sphérique ; que la lune ne donnait pas de lumière propre mais réfléchissait la lumière du soleil qui était un feu absolument pur.

Premier physiologue Grec, il pense que les animaux sont nés dans la mer, que l'homme viendrait d'une autre espèce et que l'origine de la vie viendrait de l'eau et aurait évolué pour s'adapter à la vie terrestre.

- **Anaximène** (-585 à -525)

C'est un philosophe grec, dernier représentant de l'école de Milet et peut-être disciple d'Anaximandre, Anaximène croit que la matière, n'est autre que l'air, qui donne la terre et l'eau par condensation.

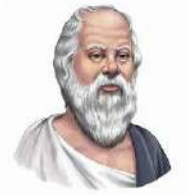


- **Pythagore** (vers -530)

Il a étudié le changement du niveau des mers.

- **Socrate** (-470/-399)

C'est à cette époque que vivait l'Athénien Socrate, l'un des philosophes les plus connus de l'histoire. Socrate ne s'intéresse pas aux sciences pures, il s'intéresse beaucoup à l'humain, à la morale et au processus de connaissance, et à la raison. On le surnomma « **l'accoucheur de la raison** » pour sa méthode dialectique qui consiste à guider son interlocuteur vers une conclusion rationnelle plutôt que lui exposer directement ses idées.



- **Platon**



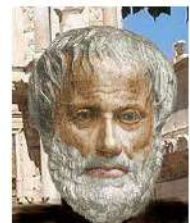
Au contraire de Socrate, dont il est le plus important élève, Platon s'intéresse au monde physique et aux moyens de le connaître. Il est avant tout un idéaliste ; il distingue entre le monde sensible (Celui des sensations) du monde intelligible (Celui des idées). Selon Platon, les idées précèdent les sensations.

De plus, Platon accorde une grande importance à l'étude de la géométrie et des astres. En ceci, il a été fortement influencé par l'école pythagoricienne. On raconte qu'il voulut apposer l'inscription « **Que nul n'entre ici s'il n'est géomètre** » à la porte de son école, l'*Académie*. Platon associait à chacun des 4 éléments un polyèdre régulier : le tétraèdre au feu, le cube à la terre, l'octaèdre à l'air et l'icosaèdre à l'eau. Ainsi, les propriétés des substances étaient réduites à des formes géométriques.

- **Aristote** (-384/-322)

Il fut un élève de Platon, il a développé le concept de métaphysique. Sa curiosité l'a mené vers les sciences (Physique, biologie), il émit des théories et des expérimentations pour en confirmer la vérité.

Il fonda sa propre école à Athènes (En concurrence avec l'Académie de

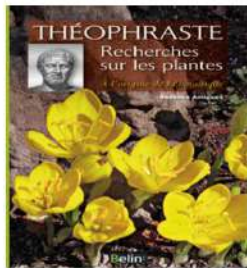
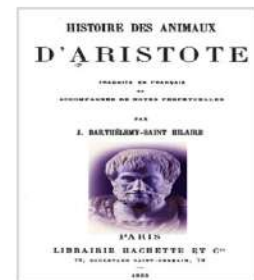


Platon) qui fut appelée *Lycée*, en raison de son emplacement sur un site consacré à Apollon Lycien. L'école d'Aristote est qualifiée de *péripatéticienne*⁷.

Pour Aristote, les objets inanimés (immobiles) et les êtres vivants sont constitués par les mêmes éléments naturels, par la même matière ; la nature constitue un tout. Par ailleurs, la vie se caractérise par le mouvement (mobilité et transformation) autonome. Les êtres vivants sont donc animés, c'est-à-dire qu'ils possèdent une âme (*Anima* en latin).

Contrairement à la matière inerte, l'âme permet le mouvement et la transformation de la matière pour aboutir à la forme finale de l'adulte.

Bien que philosophe, toutefois, la biologie constitue le tiers des œuvres d'Aristote. La zoologie a été fondée par Aristote mais après son disciple Théophraste, elle tomba pour ainsi dire dans l'oubli. Aristote écrit « Histoire des animaux », une biologie générale des animaux et une anatomie et physiologie comparatives des animaux. Il distingue dans ce livre deux grandes catégories : les animaux qui ont du sang (Enaima) et les animaux qui n'en possèdent pas (Anaima). Les premiers représentent les Vertébrés, les seconds les Invertébrés.



Il avait eu pour élève *Théophraste* (372-287 av. J.C.), à qui il a fait découvrir les secrets du monde vivant. C'est l'auteur de la première « Histoire des Plantes » écrite en 360 av. J.C. et qui traite de la morphologie et de la classification des végétaux. Il est le premier à faire la distinction entre le règne animal et le règne végétal. Il est considéré comme le père de la botanique. Sa classification botanique est artificielle. Il distingue quatre groupes principaux : les herbes, les sous arbrisseaux, les arbrisseaux et les arbres. Il y range 500 plantes.

III.4.3.3. Médecine et biologie grecque

Pendant l'antiquité, deux types de médecine s'opposent en Grèce : la médecine des temples et celle des différentes écoles de médecine. Les médecins les plus célèbres sont :

- *Empédocle* (de – 483 à – 423)

Médecin Grec, étudie les organismes dans leur milieu. Il émet l'idée de transmission des caractères et pense à la sélection des espèces. Il est



⁷ Lycée où Aristote donnait ses cours en marchant en compagnie de ses étudiants.

également le précurseur de l'écologie en tant que science qui étudie les êtres vivants en relation avec leurs milieux.

Pour lui, tous les phénomènes biologiques seraient régis par des causes mécaniques et des changements des conditions du milieu qui ont imposé à l'être vivant à une adaptation par des organes appropriés. Il a aussi tenté de classer quelques 400 espèces animales qu'il connaissait.

- **Hérophile** (330-320 av. J.C. - vers 260-250 av. J.C.)

Célèbre pour ses contributions à l'anatomie. Ces progrès furent facilités du fait que les dissections d'humains, impossibles en Grèce, étaient tolérées à Alexandrie (Egypte). Ses principales contributions sont :



- L'étude du système nerveux. Il distingua les nerfs⁸ des ligaments⁹ et des vaisseaux sanguins.
- Il plaça le siège de l'âme et des sensations dans le cerveau, contrairement à Aristote qui le plaçait dans le cœur ;
- Il distingua les veines¹⁰ des artères¹¹ ;
- Il est le premier médecin connu à avoir pris le pouls de ses patients ;
- Il est aussi le découvreur des trompes de Fallope, en avance de 1800 ans sur *Fallope* lui-même.
- Enfin, comme il était courant dans le monde grec, il considérait que la diététique et l'exercice physique (gymnastique) sont des facteurs importants dans le maintien de la santé.



- **Érasistrate** (-304 à - 258)

Il fut le premier médecin à pratiquer des autopsies dans le but de connaître la cause de la mort. Il a étudié le métabolisme.

Il distingua les nerfs sensitifs des nerfs moteurs. Il affirma que toutes les parties du corps sont tissées de veines, d'artères et de nerfs. Érasistrate enseigne que le cœur agit comme une pompe.

⁸ Ensemble de fibres et de relais qui conduisent l'influx nerveux d'un endroit à un autre du corps. Ils font partie du système nerveux périphérique.

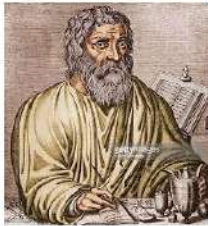
⁹ C'est une courte bande de tissu conjonctif fibreux très solide qui relie un os à un autre dans une articulation.

¹⁰ Ce sont des vaisseaux qui transportent du sang pauvre en oxygène de la périphérie (tissus, organes) vers le cœur.

¹¹ Ils conduisent le sang riche en oxygène du cœur vers les tissus (organes).

- **Claude Galien** (129 / ~ 200)

Il pratiqua pendant quelques années la chirurgie. Cependant, il semble qu'il préférât de beaucoup la médecine à la chirurgie. Les conceptions de Galien sur le système vasculaire sont particulières et méritent d'être mentionnées. Comme Aristote, Galien pense que c'est le sang qui nourrit et conserve le corps.



- **Hippocrate de Cos** (de -560 à -477)

C'est un médecin mais aussi un philosophe, considéré traditionnellement comme le « *père de la médecine* ». Il a fondé l'école hippocratique qui a révolutionné intellectuellement la médecine en Grèce antique. Il rend la médecine distincte et autonome des autres domaines de la connaissance, comme la théurgie et la philosophie, pour en faire une profession à part entière.

C'est l'initiateur d'un style et d'une méthode d'observation clinique, et le fondateur des règles éthiques pour les médecins, à travers le *serment d'Hippocrate*, toujours en vigueur aujourd'hui.

Il a écrit plusieurs traités médicaux sous le nom de « *Corpus Hippocratis* » à propos d'embryologie, pathologie, physiologie et gynécologie. Selon lui :

- Le cœur est le centre de l'intelligence ;
- Les nerfs servent de tendons¹² pour les organes ;
- La respiration a pour rôle de refroidir le cœur qui serait le lieu de rencontre du sang et de l'air ;
- Le cerveau est humide et froid et dont le mucus est évacué par le nez ;
- Les mouches et les moustiques naissent par *génération spontanée*¹³.
- Le corps humain est composé de 4 éléments (feu, air, eau, terre).

III.4.3.4. Astronomie Grecques

- **Eratosthène** (-275 à -175)

C'est un touche-à-tout, à la fois géographe, philosophe, astronome, poète, mathématicien. Il est célèbre pour avoir donné la première estimation du diamètre de la Terre.



¹² Cordon fibreux qui relie un muscle à un os

¹³ Notion aristotélicienne tombée en désuétude, supposant l'apparition, sans ascendant, d'êtres vivants à partir de la matière inanimée. Cette notion est apparentée au concept moderne d'abiogenèse.

- **Hipparque** (-161 à - 127)

Il fut le plus grand astronome de l'Antiquité. Il effectua des observations astronomiques précises et méthodiques, à l'aide d'instruments perfectionnés pour l'époque.

Il construisit un catalogue d'au moins 800 étoiles. A partir de la périodicité des éclipses connues des Babyloniens, Hipparque estime la durée du mois à 29 jours, 12 heures, 44 minutes et 31 secondes, soit moins d'une demi seconde de plus que la valeur présentement admise !

- **Claude Ptolémée** (85 à 165)

Il vécut au II^e siècle de notre ère, à Alexandrie, c'est un astronome, mathématicien et géographe grec. On sait qu'il procéda à des observations astronomiques entre 127 à 141. Son ouvrage principal, l'un des traités scientifiques les plus remarquables que nous ait laissé l'Antiquité, est intitulé « *Composition mathématique* ». Dans ce livre, il expose la théorie mathématique de l'astronomie, dont la principale partie consiste en un système destiné à décrire et prévoir la position des astres (lune, soleil et planètes).



III.4.4. Civilisation Romaine (500 avant J.C. à 476 après J.C.)

Au moment de leur apogée¹⁴, les Romains dominaient tous les pays autour de la mer Méditerranée. Les apports proprement romains sont *plus technologiques* que scientifiques. Donc on en déduit que pendant l'empire romain, les sciences biologiques commencent à décliner.



Rome a eu de nombreux ingénieurs qui ont édifié des ouvrages dont l'ampleur nous surprend encore. Par contre, ces savants étaient le plus souvent des esclaves d'origines grecques ou orientales. La mentalité romaine s'intéressait plus au domaine pratique, qu'au domaine intellectuel. Au moment où Rome est devenue une grande puissance, elle a reçu au travers des royaumes conquis tout ce dont elle a besoin des sciences pour les emplois pratiques.

¹⁴ Point le plus élevé, plus haut degré, plus puissant.

Mais fort heureusement, l'empire romain n'a pas totalement délaissé tout ce qui n'avait pas un caractère strictement utilitaire. L'empire romain forma aussi ses propres savants, ses écrivains, ses poètes, et ses sculpteurs.

III.4.4.1. Pratiques scientifique et biologiques

Les Romains ont pu contribuer au développement des mathématiques, et des sciences en général. Ils utilisèrent les connaissances des peuples conquis (Phéniciens, Grecs, etc.).

- **Architecture**

Ils étaient de grands architectes, on connaît les temples, thermes, ports, aqueducs ainsi que les villas, notamment retrouvées à Pompéi. On leur doit le développement de la **voûte** qui a permis de remarquables réalisations, par exemple de gigantesques *aqueducs*.



→ **Marcus Vitruvius Pollio**

C'est un ingénieur architecte. Il a écrit en - 25 un ouvrage « *De l'architectura* » où il a expliqué les principes théorique et esthétiques de l'architecture mais aussi les bases de la physique et la mécanique connus à l'époque.



Pour Vitruve, l'architecte doit avoir de nombreuses connaissances en géométrie, en dessin, en histoire, en mathématiques, en optique. Ils nous ont laissé un système de numération et des unités de mesure qui ont longtemps perdurées.

- **Médecine**

Au départ, elle ne marque aucun progrès. La médecine de la Rome antique hérite directement de la **Médecine de la Grèce antique**. Les premiers médecins apparus à Rome étaient des Grecs, capturés et amenés comme prisonniers de guerre.

Pour les romains, les médecins Grecques exerçaient une médecine invasive et brutale (saignées, cautérisation, chirurgie ou opération d'abcès, de la cataracte) au point que certains étaient surnommés ***carnifex***, « bouchers »).

Les médecins utilisaient des techniques variées faisant appel à différents instruments et pratiquaient aussi, comme les Grecs, divers rituels religieux pour obtenir la guérison, car ils croyaient à l'origine surnaturelle de nombreuses maladies. Contrairement aux Grecques où la santé était une affaire personnelle, les romains encourageaient l'amélioration de la santé publique. Aussi, à côté d'une médecine privée, s'était instituée une communauté médicale publique et les autorités croyaient à la prévention des maladies en améliorant les conditions sanitaires par la construction d'aqueducs pour amener l'eau dans les villes, la construction de bains publics et de réseaux d'évacuation des eaux usées.

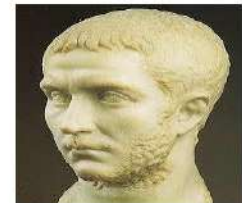
La médecine était spécialisée, comme l'ophtalmologie et l'urologie¹⁵ et les chirurgiens romains disposaient d'une trousse à outils contenant des pinces, des scalpels, des cathéters et des extracteurs de flèche. Ces instruments avaient différents usages et étaient mis à bouillir dans l'eau chaude avant emploi. Pour les interventions, les chirurgiens utilisaient des analgésiques comme l'opium¹⁶ et l'acide acétique était utilisé pour laver les plaies.



Les principaux médecins sont :

→ **Gallien** (de 131 à 201)

C'était un empereur romain, qui a réalisé beaucoup de planches anatomiques à partir d'animaux (due à la religion). C'était un physiologue expérimentateur qui a compris que les artères véhiculent le sang et non l'air.



→ **Dioscoride** (40 à 90 apr. J.C.)

C'est un médecin, pharmacologue et botaniste grec, qui exerçait à Rome. Dioscoride est célèbre pour avoir écrit un livre en cinq volumes de « *Materia Medica* » qui est le précurseur de toutes les pharmacopées modernes et est l'un des livres de botanique médicale les plus importants de l'histoire.

- **Travail de la pierre**

Les romains ont compris l'intérêt des routes utilisables pour l'acheminement des troupes, et pour faciliter le commerce. Elles ont été construites par des légions. Rome utilisait pour cela la pierre taillée.

¹⁵ C'est une spécialisation médico-chirurgicale s'intéressant aux maladies des organes et des voies génito-urinaires.

¹⁶ Issu du latex du pavot, C'est un opiacé comme la morphine, la codéine et l'héroïne.

- **Fabrication des machines**

Aux instruments simples comme le levier, s'ajoute celle des inventions des ingénieurs Grecs comme le treuil¹⁷ et la poulie¹⁸.



- **Emploi de la force animale et naturelle**

Ils inventent la lanière à traction pour les chevaux (pour trainer la marchandise, guerre), certains autres animaux sont utilisés pour tirer les marchandises avec les cornes. L'utilisation de la force naturelle se manifeste par l'invention des moulins à eau et à vent.



- **Géométrie romaine**

La géométrie romaine a repris les connaissances des peuples conquis. Les Romains appliquèrent ces connaissances dans l'arpentage et dans la construction de voies, des thermes. Les Romains appliquèrent aussi leurs connaissances en géométrie pour, par exemple, calculer la pente des aqueducs pour permettre à l'eau transportée de s'écouler régulièrement.

- **Sciences naturelle**

→ **Caius Pline l'Ancien** (de 23 à 79)

C'est un naturaliste, chef romain (procureur puis amiral) nous laissa une compilation intéressante des connaissances de son époque sur la biologie intitulé « *Histoires naturelles* ». Cet ouvrage servira de référence bien que son écrit soit influencé par les croyances.



III.4.5. Chine Antique (3468 avant J.C. - 1279 après J.C.)

La civilisation chinoise est la civilisation actuelle dont les origines directes sont les plus anciennes. Depuis plus de 4000 ans, des dynasties successives ont développé un système

¹⁷ Appareil de levage qui commande l'enroulement et le déroulement d'un câble.

¹⁸ Pièce en forme de roue qui transmet les mouvements, utilisée avec une corde, chaîne, grue, etc.

bureaucratique élaboré, donnant aux paysans chinois un avantage important par rapport aux nomades et aux montagnards voisins.



III.4.5.1. Pratiques scientifiques et biologiques

- ***Écriture***

Le bambou a joué un rôle capital dans le développement de la culture et de la civilisation chinoise. Les jeunes tiges de bambou étaient utilisées pour faire de la pâte à papier.



Bambou support d'écriture avant l'invention chinoise du papier

Le papier fut certainement l'une des grandes découvertes de la Chine. Dès le III^e siècle av. J.C., on fabrique en Asie des papiers à toute petite échelle avec les matériaux les plus divers. Le papier à écorce de mûriers daterait du II^e siècle av. J.C. La soie, le bambou, le lin, la paille de riz ou de blé furent employés indifféremment.

Le papier élaboré avec la soie devient ainsi le premier papier de luxe. On a retrouvé dans la tombe d'une marquise morte vers 168, à Mawangdui (Hunan), des preuves de l'écriture sur soie dès cette époque. Le matériau était certes plus onéreux, mais aussi plus pratique que le bambou.

- ***Biologie et médecine***

Déjà à cette époque, les chinois avaient des connaissances biologiques très importantes sur divers animaux tels que les Vers à soie qu'ils élevaient pour fabriquer de précieux textiles. La pratique de la sériciculture (élevage du ver à soie) montre que les Chinois avaient déjà d'importantes connaissances en biologie à cette époque.

Ils s'intéressaient également très tôt à d'autres insectes (cochenilles de la laque, grillons utilisés dans les combats) à des oiseaux employés pour la pêche et la chasse, aux poissons et

aux mammifères domestiques.

Ils ont donnés les plus vieux schémas connus de l'anatomie humaine. Pour eux l'organisme se résumait en 5 organes (Poumons, cœur, foie, rate et reins) en rapport avec les 5 éléments cosmiques (Bois, terre, métal, eau et feu). La pratique de l'Acupuncture¹⁹ est l'un des aspects spécifiques de la médecine chinoise.

De nombreux animaux et plantes ont été cités par les chinois en médecine, en raison de leurs propriétés thérapeutiques. La croyance populaire chinoise veut que la consommation de certains animaux et insectes permette l'absorption de leurs attributs. Par exemple :

- **Écureuil volant** : Les matières fécales étaient utilisées pour dynamiser les vaisseaux sanguins s'ils étaient consommés crus et arrêter les saignements si c'était séché ou frit.
- **Serpent** : On les retrouve dans des bocaux, trempés d'alcool à consommer. Il est utile pour traiter de la rigidité comme l'arthrite.

Ils étaient également les premiers à avoir recouru à la vaccination. Ils ont compris qu'en contractant une maladie sans en succomber, on pouvait s'en immuniser.

- **Mathématique**

En 200 avant J.C., ils ont inventé la numération à bâtons.



La numération "en bâtons" chinoise.

- **Physique**

La physique chinoise repose sur deux principes : le Yin²⁰ et le Yang²¹ et sur cinq éléments : la terre, le feu, le métal, l'eau et le bois. Les deux principes sont en opposition constante et la nature cherche toujours à en restaurer l'équilibre.

- **Astronomie**

L'astronomie chinoise voit aussi un développement. Elle porte sur l'interprétation symbolique associée aux différents astres mentionnés. Ils comprennent la périodicité des éclipses.



III.4.5.2. Inventions chinoises qui ont changé le monde

Les quatre grandes inventions qui avaient changé le monde sont : la poudre à canon, le compas magnétique, l'horlogerie mécanique et l'imprimerie.

¹⁹ Désigne la stimulation de points précis du corps (les points d'acupuncture) dans un but thérapeutique.

²⁰ Tout ce qui est obscur, froid, humide, féminin, impair.

²¹ Tout ce qui est clair, chaud, sec, masculin, pair.



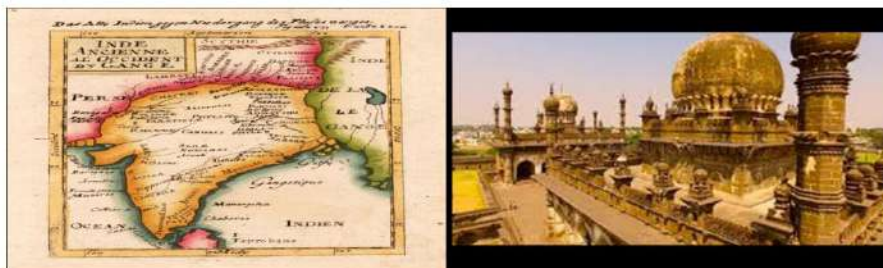
Ces techniques sont toutes héritées de l'empire chinois. Si la science moderne est née dans l'Europe du XVII^e siècle, bon nombre d'inventions et découvertes scientifiques ont été faites en Chine et font aujourd'hui partie de notre quotidien.

Les fruits de près de trente siècles de développements technologique et scientifique chinois, ont été transmis de l'Orient à l'Occident via la civilisation islamique. Bon nombre d'autres inventions ont été faites par les chinois tels que :

- 132 après J.C., l'invention du premier sismographe²² par **Zhang Heng** qui invente aussi le premier globe céleste rotatif ;
- 600 après J.C., Boussole (Instrument de navigation) ;
- 1044, Poudre à canon faite à partir de nitrate de K, de soufre, et du charbon de bois ;
- Les chinois découvrent ce que l'on nomme habituellement les théorèmes de Pythagore ;
- Inventent la fonte de fer que l'Europe ne connaît qu'au 18^{ème} siècle ;
- Apparition de l'arbalète²³.

III.4.6. Civilisation Indienne (Vers 200 - vers 1200)

L'histoire de l'Inde est l'une des plus anciennes du monde. Précisons tout d'abord que le territoire "historique" de l'Inde ne se limite pas aux frontières actuelles mais englobe le sous-continent dans son ensemble c'est-à-dire l'Inde, le Pakistan et le Bangladesh.



III.4.6.1. Pratiques scientifiques et biologiques

Chez les anciens indiens, les notions de biologie humaine rappellent celles des chinois,

²² C'est un appareil qui enregistre et mesure les tremblements de terre.

²³ Arme formée d'un arc monté sur un fut.

ils considèrent que le corps humain est composé de 5 éléments : terre, eau, feu, vent et espace, qui se trouvent dans la nature et les phénomènes physiologiques sont expliqués en fonction de ces éléments. La science de la vie est à la fois philosophie, spiritualité, médecine, art de vivre.

- **Mathématiques**

Connue en histoire des sciences en raison de l'émergence des mathématiques complexes (Ganita). La numération décimale de position, et les symboles numériques indiens, d'où deviendront les chiffres arabes, vont influencer considérablement l'Occident.

Les Indiens ont maîtrisé le zéro, les nombres négatifs, les fonctions trigonométriques ainsi que le calcul différentiel et intégral, les limites et séries, les chiffres arabo-indiens et l'écriture décimale positionnelle, autant d'innovations aujourd'hui universellement adoptées. Les principaux mathématiciens hindous furent :

→ **Âryabhata**

Qui calcula les quatre premières décimales de π et qui utilisa le *sinus* en trigonométrie.

→ **Brahmagupta**

Qui travailla sur les séries de nombres et la définition du zéro.

Ces mathématiciens développèrent une série de mots pour exprimer les très grands nombres, jusqu'à 10^{12} , et maîtrisèrent les nombres irrationnels et les racines carrées de 2 et 3 avec plusieurs décimales. Ils découvrirent également ce que l'on appelle le théorème de Pythagore.

- **Chimie**

Ils réalisèrent de remarquables travaux dans la fusion du fer, ce qui leur permit notamment de fondre de grands objets comme le pilier de fer de Delhi, qui mesure plus de 7 mètres de haut pour un poids de plus de 6 tonnes. La particularité de ce pilier est qu'il ne présente aucune altération ou trace de rouille.



- **Médecine**

Ils découvrirent que certaines maladies étaient dues à des changements dans l'environnement (Changement de saisons, mauvaise hygiène, etc.), mais ils ne cherchèrent pas à classer les maladies. Le traité fondamental de la médecine hindoue est l'**Ayurveda** (Science de la longue vie).

L'*Ayurveda* expliquait que les maladies sont dues à un déséquilibre et qu'ainsi pour guérir un malade, il faut remplacer les éléments nuisibles par ceux qui sont harmonieux. En plus de l'ayurveda, des explications sur diverses opérations chirurgicales sont également présentes ce qui nous amènent à conclure que la chirurgie était avancée.

→ *Sushruta* (600 ou 800 Av JC)

C'était un médecin indien et l'un des premiers chirurgiens de l'histoire. Il est le premier à avoir décrit des méthodes de chirurgie plastique. Il enseigna ses méthodes de chirurgie à de nombreux étudiants qui s'entraînèrent d'abord sur des légumes.



Le *yoga* est une école de philosophie indienne qui se pratiquait en Inde dès 2000 avant J.C., une médecine douce par ses effets bénéfiques sur la santé mentale et physique du pratiquant. On retrouve d'ailleurs un **proverbe indien** qui dit « *Fais du bien à ton corps pour que ton âme ait envie d'y rester* ».

- **Astronomie**

Les indous accordaient une grande importance à l'astronomie, en raison de leur croyance profonde au cyclisme c'est-à-dire la répétition cyclique de la course du monde et des événements. Leur calendrier utilise une année de 12 mois de 30 jours (soit 360 jours) et chaque jour était divisé en 15h (ou moment) de jour et 15h de nuit.

- **Biologie**

Ils avaient des connaissances empiriques sur la biologie entre autre sur les animaux à savoir :

- Adaptation des poissons d'eaux douces à leurs habitats et observation de leurs périodes de reproduction ;
- Exigence écologique de certains insectes tels que la cochenille ;
- Croisement de différents animaux domestiques ;
- Description de certains aspects de la vie des oiseaux.

III.4.7. Civilisation Maya (Vers 2600 av. J. C. à 1520 ap. J. C)

La civilisation maya (Actuellement le Sud du Mexique, Belize, au Guatemala, Honduras et Salvador) est l'une des plus anciennes civilisations principalement connue pour ses avancées dans les domaines de l'écriture, de l'art, de l'architecture, de l'agriculture, des mathématiques et de l'astronomie. C'est l'une des civilisations précolombiennes les plus étudiées.



On situe le début de la civilisation Maya vers 2600 avant J.C. Son apogée est atteinte vers le III^{ème} siècle après J.C. Contrairement à sa voisine Inca, elle ne constitue pas un empire au sens où nous l'entendons, avec à sa tête, un seul souverain. En réalité, la population Maya se répartit en plusieurs villes, gouvernées chacune par sa propre hiérarchie, régnant sur un territoire de taille variable. Toutes ces villes ne parlaient pas automatiquement la même langue.

Le monde ne savait presque rien des Mayas, il y a deux cents ans. La forêt avait repris ses droits sur la plupart de leurs cités, et peu après la conquête espagnole, aux XVI^e et XVII^e siècles, les prêtres européens avaient brûlé la quasi-totalité des livres en écorce de figuier laissés par les Mayas. Seuls quatre d'entre eux ont été retrouvés.

L'étendue géographique de la civilisation maya recouvre dans sa plus grande partie des terres situées en milieu tropical. Cet environnement sauvage et peu hospitalier n'a pas aidé à la conservation des ruines léguées par les anciens Mayas. Bien au contraire, la jungle envahissante a systématiquement repris possession des espaces dégagés. Les racines s'immisçant entre les blocs, la poussée végétale a fait exploser les bâtiments, réduisant souvent temples et palais en amoncellements de pierres. De surcroît, le climat chaud et humide a semblablement contribué à faire disparaître les constructions en matériaux organiques et autres objets périssables qui auraient pu considérablement donner plus de renseignements.

III.4.7.1. Société des Mayas

Les Mayas est un groupe de populations d'Amérique Centrale à l'époque des civilisations précolombiennes. On retrouve dans la société Maya, les ordres suivants : noblesse, clergé (prêtres) et peuple. La noblesse et les prêtres vivent dans la cité, qui était également le centre religieux. Le peuple, fait de paysans, vivait dans les environs.



III.4.7.2. Pratiques scientifiques et biologiques

- *Écriture Maya*

Elle apparue il y a 400 avant J.C. (IV^e siècle avant notre ère), chaque mot est représenté par un dessin (Principe idéographique). Puis elle évolue progressivement vers une forme mixte (idéographique et syllabique).



Différents matériaux d'écriture ou supports étaient utilisés par les Mayas :

- **La pierre** : Le calcaire est la pierre la plus fréquemment employée. Facile à travailler à l'extraction, elle se durcit ensuite. Mais le calcaire employé était de mauvaise qualité et les inscriptions, victimes de l'érosion, sont maintenant pratiquement illisibles ;
- **La céramique** : Généralement des vases dont le texte nous renseigne sur l'artiste, le propriétaire du vase ou encore son contenu ;
- **Le bois** : Ce matériau étant extrêmement périssable, il n'en reste que de rarissimes exemplaires en bois ;
- **La paroi des grottes** : Les fouilles ont livré des inscriptions, peintes ou gravées ;
- **Le papier** : Les glyphes étaient peints sur des feuilles de papier, larges d'une vingtaine de centimètres et longues de plusieurs mètres. Le manuscrit était replié en accordéon, chaque pli déterminant une « page » et écrite des deux côtés ce que l'on appelle le « codex ».



Le **codex** est un assemblage de feuilles en écorce d'arbres, sont d'abord religieux. Rédigés en écriture Maya, essentiellement des calendriers comportant des indications astrologiques et des dessins qui témoignent du grand sens artistique des Mayas.

- **Architecture**

L'architecture maya est marquée par l'emblématique forme des pyramides en escalier pouvant atteindre 60 mètres. Elles étaient peintes en rouge (couleur du sang), et représentent les montagnes depuis lesquelles rois et prêtres accèdent au monde surnaturel qui leurs permet de dialoguer avec les dieux.



- **Art Maya**

L'art est très raffiné, la sculpture orne l'architecture jusqu'à la recouvrir complètement. On y trouve des fresques dans les temples et palais qui représentent des scènes de rituels religieux, de tortures, de sacrifices humains, etc.



Ils maîtrisent la technique de la céramique qui est utilisée dans la vie quotidienne et les cérémonies religieuses. Les motifs représentent des femmes, des animaux, des dieux peints avec des couleurs vifs.



- **Astronomie**

En découvrant la culture maya, on est frappé par le fossé énorme qu'il y a entre les connaissances générales peu développées (Les Maya ignorent la roue et le système de pesage) et leurs connaissances astronomiques extraordinaires. Les Mayas étaient des adorateurs du Soleil, ils ont rédigé le Codex comme un traité d'astronomie.

Ils ont développés le concept de l'année solaire (Le temps que met la terre pour faire un tour autour du soleil et qui dure 365 jours) du calendrier Maya est exacte, plus précis que le calendrier Grégorien introduit en Europe en 1582 (Pape Grégoire).

C'est pour calculer les mouvements du ciel, par exemple, qu'ils ont développé leurs connaissances en mathématiques. Les Mayas ont parfaitement maîtrisé le concept du chiffre zéro – au contraire des Grecs ou des Romains. Selon les éminents astronomes mayas, la fin du monde était prévue pour le 21 décembre 2012.



- **Médecine**

Les Mayas utilisèrent les plantes hallucinogènes pour des besoins rituels et pour soulager les douleurs. Les plantes étaient administrés par les prêtres (la région équatoriale très riche en plantes). La médecine Maya s'exprimait aussi sous forme de traitements psychologiques et spirituels accompagnés de manipulations corporelles.



- **Agriculture**

Les Mayas inventèrent les cultures en terrasses sur les flancs de montagnes, difficiles à exploiter. Ils cultivaient le maïs dont les rendements étaient suffisants pour éviter les famines.



Chapitre IV

Moyen-âge (Période médiévale)

Moyen-âge (Période médiévale) (476 à 1492 après J.C.)

Objectifs spécifiques

Au terme de ce cours qui traite du moyen âge, vous devez être capable de :

- Définir ce qu'est cette période de l'histoire ;
- Connaître la chronologie de cette période du moyen âge ;
- Distinguer entre le moyen âge en Orient et en Occident ;
- Comprendre les grands événements qui ont marqué le moyen âge.

IV.1. Définition

Le moyen âge est la période de l'histoire comprise entre 476 après J.C. et 1492. C'est une période qui a duré près de mille ans, elle est comprise entre la prise de Rome par les Barbares (chute de l'empire romain ; tous les territoires de l'ancien empire romain d'Occident étaient alors occupés par les peuples « Barbares »), et la prise de Constantinople par les Turcs (1453 Prise de Constantinople, capitale de l'Empire byzantin par les Ottomans). On peut dire aussi qu'elle se termine par la renaissance et les grandes découvertes.



Figure 03 : Schéma chronologique des quatre périodes de l'histoire selon la plupart des historiens français.

Il convient de remarquer, par ailleurs, que le choix des dates de début et de fin du Moyen-âge est arbitraire dans la mesure où l'on ne peut évoquer aucune rupture nette dans le développement culturel de l'Europe.

Le moyen-âge est le temps des chevaliers et des châteaux forts, des seigneurs et des vassaux²⁴, de la paysannerie et des premières villes, des églises et des cathédrales, des tournois et des croisades, des rois et des héros, etc. C'est aussi le temps des invasions barbares, des grandes épidémies, des guerres et des famines.



²⁴ Sous le système féodal, Homme lié personnellement à un seigneur.

IV.2. Périodes du Moyen-âge

Le moyen-âge est subdivisé entre le haut Moyen Âge (VI^e – X^e siècle), le Moyen Âge central (XI^e – XIII^e siècle) et le Moyen Âge tardif (XIV^e – XV^e siècle). Dans ce chapitre, le moyen-âge sera abordé dans deux régions du monde à savoir en Occident et en Orient.

Le moyen-âge à travers ces régions s'est caractérisé par un dogmatisme occidental et l'effort de traduction à l'orient Musulman.



Figure 04 : Répartition géographique de l'occident et de l'orient au moyen âge.

IV.3. Moyen-âge en Occident

Le moyen âge occidental s'étend de la chute de l'empire romain d'occident (476) à la renaissance littéraire du milieu du XV^e siècle. Il est divisé en 04 grandes périodes qui sont :

- Le haut moyen-âge,
- Le réveil,
- L'apogée,
- Le déclin.



IV.3.1. Répartition du moyen âge en Occident

IV.3.1.1. Haut moyen âge (V^e/X^e siècle)

En plus de l'Eglise, les causes économiques et les guerres sont responsables du déclin des sciences pendant cette période.

- Le système économique romain s'est écroulé.
- Les routes, canaux et aqueducs sont laissés à l'abandon.
- L'occident est divisé en royaumes barbares.

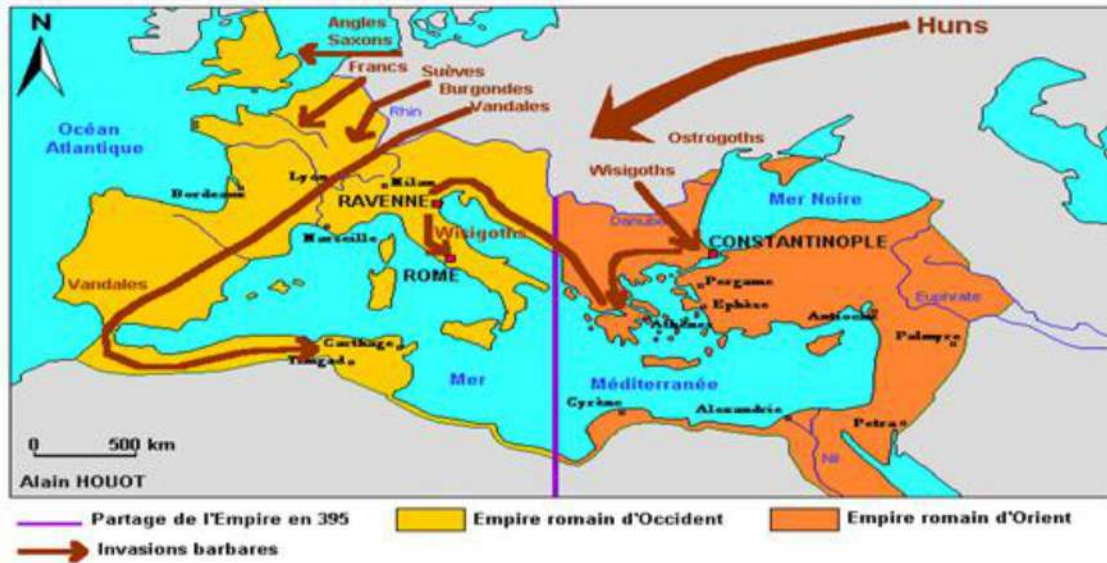


Figure 05 : Partage de l’empire Romain et les grades invasions.

- L’Eglise, par ses monastères, sauvegarde une petite quantité de manuscrits antiques.
- L’usage de la raison, juge que la foi doit prédominer ce qui contribue à dévaloriser les innovations techniques et scientifiques.

IV.3.1.2. Réveil (XI^e / XII^e siècle)

C’est l’époque des Croisades. Ce sont les expéditions militaires menées au moyen-âge par des armées chrétiennes au nom de la foi. Les croisades les plus connues sont celles contre les musulmans en Palestine et en Espagne.



Pendant cette période la structure féodale²⁵ se stabilise et la population augmente considérablement, grâce notamment à plusieurs innovations techniques :

- La charrue lourde avec verseur ;
- Le harnais d’épaule pour cheval de trait ;
- Les moulins à eau.



Charrue



Harnais



Moulins

²⁵ Système politique, ayant notamment existé en Europe, dans lequel l’autorité centrale s’associe avec les seigneurs locaux et ceux-ci avec leur population, selon un système complet d’obligations et de services.

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, Rome) n'arrivait à la cheville de la splendeur et de la richesse de Bagdad (Irak), Damas (Syrie), Constantinople (actuel Istanbul en Turquie) ou même de Cordoue (Espagne).

IV.3.1.3. Apogée (XIII^e siècle / 1348)

C'est l'époque des grandes cathédrales gothiques (médiévales). Les villes se développent, ainsi que le commerce.



Les universités se développent, une université est au début 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, une union.



- **Plus anciennes universités d'Europe** : ce sont
 - *Bologne* (1119), spécialisée en Droit.
 - *Paris* (université *magistorum* et *scolarium*), fondée vers 1170 et fut dissoute en 1793.
 - *Oxford* (1133), fondée par des étudiants insatisfaits de l'enseignement des écoles de Paris.
 - *Cambridge* (1209), fondée par des maîtres et des étudiants chassés d'Oxford ;
 - *Montpellier* (1289), des écoles de médecine et de droit y existaient déjà au XII^e siècle.

IV.3.1.4. Déclin (vers 1348 / XV^e siècle)

Le déclin de cette période en Europe vient avec la **peste noire**, maladie contagieuse provenant d'Asie (13 millions de victimes en Chine entre 1337-1339). Elle 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.



Certaines terres agricoles furent abandonnées pendant deux siècles et il a fallu attendre le XVI^e ou le XVII^e siècle pour que la population retrouve son niveau précédent.

IV.3.2. Biologie en Occident Médiéval

Puisqu'en occident, le Moyen Âge est caractérisé par une évolution religieuse très marquée (Conquête chrétienne, apogée et déclin de l'église) ainsi qu'une influence prépondérante de l'église pendant 10 siècles.

Les rares auteurs ayant contribué à la biologie sont ceux qui échappent à la scolastique²⁶ ; elle vise à rapprocher l'apport de la philosophie grecque avec la théologie²⁷ chrétienne ; et notamment à la dictature d'Aristote et qui sont :

- **Albert le Grand ou Albertus Magnus** (1193-1280)



C'est un évêque originaire d'Allemagne. Il est l'auteur d'un traité sur les animaux en 26 livres dont 21 sont consacrés à l'anatomie comparée de l'homme et des animaux.

Ses idées en embryologie sont inspirées d'Aristote et sa philosophie d'Hippocrate. Pour lui le cœur est le siège de la chaleur vitale.

- **Frédéric II de Hohenstaufen** (1194-1250)

C'est le roi de Sicile puis empereur d'Allemagne. Il est l'auteur d'un remarquable traité de Fauconnerie (Encyclopédie Ornithologique sur la morphologie, la physiologie, etc. de divers oiseaux).

Passionné par la recherche scientifique, il promulgua en 1241 une loi autorisant la dissection des cadavres humains qui fut malheureusement réinstauré par l'église après sa mort.



²⁶ Philosophie et théologie développée et enseignées au Moyen Âge par l'Université.

²⁷ Relatif à la religion.

IV.4. Moyen-âge en Orient

IV.4.1. Civilisation Arabo-musulmane (800-1200)

La religion islamique est venue au début du V^e siècle en Arabie (Pays jusque-là secondaire). En un siècle (jusqu'en 750), les arabes ont conquis tout le Proche-Orient, l'Afrique du Nord et l'Espagne, à un rythme de conquête jamais vu.

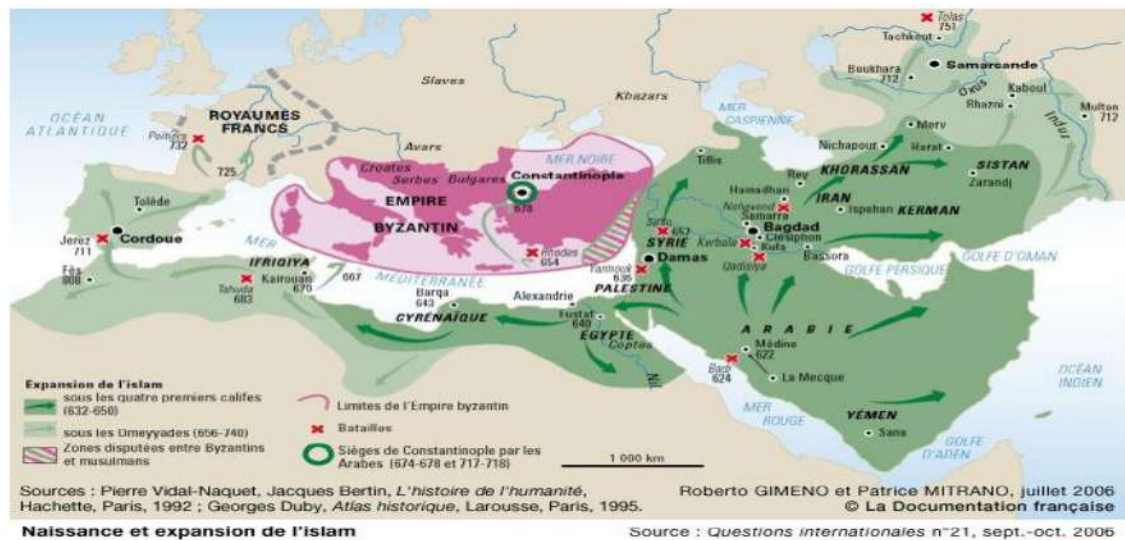


Figure 06 : Conquête et dissémination de l'Islam.

Les arabes imposèrent leur religion aux peuples conquis, mais assimilèrent à leur profit les connaissances de ces mêmes peuples. Les Grecs ont énormément inspiré les arabes, la science arabe est le prolongement logique de la science grecque, ou du moins, de ce qui en restait à l'époque romaine.

La religion islamique fut plus favorable au développement des connaissances scientifiques que la religion chrétienne à la même époque. La place particulière que tient le savoir, ou la science, dans la tradition islamique trouve ses racines dans le Coran. Par conséquent, la quête du savoir est assimilée à un devoir religieux.

IV.4.2. Principaux centres culturels et scientifiques du monde musulman au moyen âge

- *Andalousie* (Tolède, Cordoue, Saragosse (Espagne), C'est à Cordoue qu'est né Averroès; Ibn Rochd ;
- *Fès et Marrakech* (Maroc) ;
- *Bejaia* (Algérie) ;
- *Kairouan* (Tunisie) ;
- *Caire* (Egypte) ;

- *Damas* (Syrie), capitale de la dynastie omeyyade ;
- *Bagdad* (Irak), capitale de la dynastie abbasside. La maison de la sagesse était une institution destinée à développer l'enseignement et la recherche. La traduction d'ouvrages grecs était l'une de ses principales activités ;
- *Maragha, Shiraz et Ispahan* (Iran), Avicenne ou Ibn Sīnā, y résida à la fin de sa vie ;
- *Samarcande* (Ouzbékistan), célèbre pour son Observatoire.

IV.4.2.1. Cap sur la ville de Bejaia

Vous qui êtes nés et vivez à Bejaia, que connaissez vous d'elle ? Qu'en est-il de Bejaia pendant le moyen-âge !

- ***Nom de la ville***

Le nom de Bougie est apparu vers le moyen âge et issu de son nom kabyle "Bgayet". Ce nom représente aussi la Chandelle fabriquée à Bejaia à l'origine avec de la cire d'abeille et qui était exporté vers Gênes (en Italie), où se trouvaient d'importantes fabriques de chandelles. Réputée en Europe pour la qualité de ses chandelles, auxquelles elle a donné son nom : les bougies.

La ville est passée par plusieurs appellations entre autres :

- *Saldae* : nom romain ;
- *El Naciriya* à l'époque des rois Hamadites.



Mais on sait de façon claire que depuis l'époque d'Ibn khaldoun (14^{ème} siècle après J.C.) que ses habitants l'appelaient Bgayet. Selon Ibn Khaldoun : Bedjaïa est une localité habitée par une tribu berbère du même nom. Chez eux Bedjaïa s'écrit Bekaïa et se prononce Begaïa. Une autre origine aurait été citée, ce nom viendrait de Tabgayet qui serait issu des mots tabegga, tabeyayt, signifiant « Ronces et mûres sauvages ».

- ***Savoir et science à Bejaia au moyen-âge***

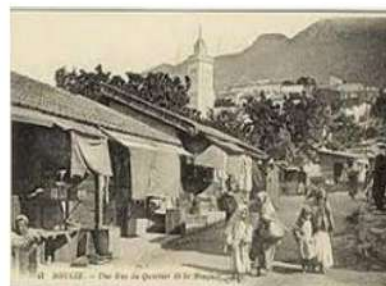
Au début du Moyen Âge, la ville de Bejaia n'est qu'une modeste bourgade (village), vestige de l'antique de *Saldae*. Cependant, elle prend progressivement de l'importance comme port débouché de la Qal'a des Béni Hammad (Première capitale de la dynastie berbère des hammadides) au X^e siècle.



Les chroniqueurs rapportent déjà l'activité culturelle notoire de la cité. Plusieurs savants y résident dont un certain Abū'Abd Allāh b, 'Ubayd Allāh b, al-Walīd al-Ma'īī al-Madani.

Les Hammadides vont en faire leur capitale au XI^e siècle, la ville va prendre le statut de port méditerranéen rayonnant. La ville devient un centre politique majeur, elle occupe une place stratégique, Ibn Tumart y rencontre Abd al-Mu'min, et son compagnon al-Baydaq y décrit « Une ville riche et prospère ».

La ville est alors cosmopolite et mêle Arabes, Kabyles, Andalous, Chrétiens et Juifs. Une culture andalouse se mêle à l'inspiration orientale traditionnelle, les sciences profanes se développent comme les sciences sacrées. Elle fait figure de ville culturelle et « Moderne » pour son époque ; une « Cité berbère vivant à l'orientale ».



Des centaines d'étudiants, dont certains d'origine européenne se pressent alors dans les écoles, les mosquées où enseignent les théologiens, juristes, philosophes et savants. Le juriste Al Ghobrini (1246-1314), qadi de la ville, décrit les savants de Bejaia comme « Princes de la science », parmi lesquels Sidi Boumedienne, Abd al-Haq al-Isbili, al-Qurashi et Abu Tamim Ben Gebara. Ces savants se réunissent dans des audiences où ils se consultaient sur divers sujets.

Bejaia a également joué un rôle important dans la diffusion des chiffres arabo-indiens en Occident. C'est en effet, à partir de Bejaia que le savant italien **Leonardo Fibonacci** importe les chiffres arabes en Europe, en particulier dans une Italie médiévale encore dominée par la numération romaine.



IV.4.3. Principaux personnages musulmans par domaines

IV.4.3.1. Médecine

C'est une médecine inspiré du coran et du hadith. L'empire musulman dominait la médecine au Moyen âge grâce à des personnages comme :

- **Avicenne (ou Ibn Sina)**

Auteur de la monumentale encyclopédie médicale (Qanûn).

Né à Boukhara (Iran), Avicenne est un génie précoce. en Perse la philosophie et la médecine et voyage dans tous les

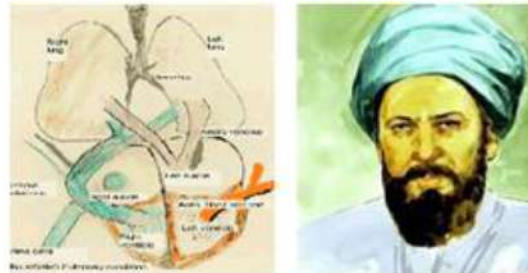


Etudia

territoires arabes d'Orient. Il eut une très grande renommée. Il est comparé à Galien – la référence insurpassable pour les arabes.

- **Ibn Nafis** (ابن نفيس)

Il décrit la circulation sanguine pulmonaire.



- **Al-Razi** (854/925-935)

Initiateur de l'usage de l'alcool et du fil chirurgical en médecine. Il fut le fondateur du premier hôpital.

Les hôpitaux servaient à la fois d'école de médecine et de lieux de soins, ce qui correspond à l'invention de la médecine hospitalière.



- **Abu-el Qasim al-zahrawi**

Au XI^e siècle, l'Andalou Abu-el Qasim al-zahrawi (appelé Abulcassis en Occident) écrit un ouvrage de référence sur la chirurgie.

- **Mansour ibn Ilyas** (c. 1390)

Auteur du Tashrih al-Badan (Anatomie du corps) qui contient des planches détaillées représentant la structure du corps, le système nerveux et la circulation sanguine.



L'ophtalmologie est une des principales branches de la médecine islamique médiévale. Des instruments spéciaux ont été mis en œuvre pour les opérations.

Les innovations telles que la seringue à injection, l'aiguille creuse utilisée pour l'extraction par aspiration douce des cataractes, ont été très nombreuses.

Les médecins musulmans méritent bien des éloges pour leur description de la pathologie ophtalmologique. Ils ont été les premiers à décrire plusieurs affections (Pannus cornéen, glaucome, kératite phlycténulaire, etc.).



Manuscrit arabe, datant de 1200 CE, intitulé Anatomie de l'œil, auteur : al-Moqtadir; calife abbasside

Il est à noter également que l'ouverture de la première officine pharmaceutique (Laboratoire d'un pharmacien) s'est faite à Bagdad (754), ce qui a permis la distinction entre la médecine et la pharmacie à partir du XII^e siècle et la découverte d'au moins 2000 médicaments et substances chimiques.

IV.4.3.2. Biologie (Botanique et zoologie)

Les arabes traduisent les traités de Dioscoride (De Materia Medica) et font progresser la pharmacopée (Ouvrages de plantes à usage thérapeutique).

Le mot sirop est d'origine arabe. L'utilisation des alambics²⁸, permet de distiller les substances telles que l'essence de rose. Ils ont également pu cultivé de la canne à sucre et du coton.



Grâce à la maîtrise de l'hydraulique et de la botanique, les agronomes arabo-musulmans auront permis à l'agriculture méditerranéenne de sortir de l'antique triade de la culture blé-vigne-olivier.

À partir du travail de sélection, ils créeront les chevaux arabes, les alezans, qui étonneront tant les premiers croisés par leur agilité. La création de races originales de

²⁸ Appareil de distillation.

chameaux de bât (Plus faciles à monter), sera un atout essentiel pour la maîtrise de leur espace de vie et environnement. Quelques ouvrages peuvent être cités :

- *Ibn Bakhtishu*, livre de la propriété des animaux.
- *Al-Qazwini*, les merveilles de la création.

IV.4.3.3. Mathématiques

La civilisation arabo-musulmane a joué un grand rôle dans l'histoire des mathématiques en sauvegardant mais aussi en approfondissant l'héritage antique. Ce rôle a été particulièrement novateur en algèbre, grâce à l'adoption à la fin du VIII^e siècle du système décimal et des chiffres arabo indiens (Incluant, à la différence des chiffres romain, le zéro).

- *Al-Khawarizmi* (800 / 847)

Auteur du Précis sur le calcul d'al-jabr et d'al-muqabala (algèbre). Il introduit la numération décimale indienne en Islam. Le mot al-jabr est devenu "*algebra*" en latin et "algèbre" en français. Le nom latinisé d'al-Khawarizmi est *algorismus*, à l'origine du mot français algorithme. Avec Al-Khawarizmi, les arabes sont auteurs de la désignation par « x » de l'inconnue dans les équations.



- *Al-battani* (Albategnius IX^e siècle)

Astronome et mathématicien qui introduit les sinus et les cosinus dans les mathématiques arabes.

Les mathématiques ont été utilisées par les savants arabes comme auxiliaires d'autres disciplines telles que l'astronomie, les techniques de constructions géométriques (Mosaïque, coupole, etc.). Mais aussi à des fins purement religieuses pour calculer les coordonnées géographiques et indiquer la direction de la Mecque.

IV.4.3.4. Technologie

La civilisation arabo-musulmane a su assimiler les techniques découvertes en Orient et dans les pays conquis, les perfectionner et les enrichir puis les transmettre à l'occident. On leur doit notamment :

- De remarquables automates, comme ceux des trois frères *Banou Moussa*.

- De nombreuses **machines hydrauliques** décrites par le savant (*Al-Djazari*) dans son traité « Recueil utile sur la théorie et la pratique de l'art des procédés ingénieux ».

Premier inventeur du robot mécanique humanoïde et l'un des plus grands ingénieurs et inventeurs de l'histoire. Il a conçu plusieurs machines dont beaucoup n'étaient pas connues du reste du monde.

Les savants musulmans se sont intéressés aux problèmes de l'irrigation et ont développé de nombreux types de moulins.

En matière d'hydraulique, on leur doit sans doute l'exploitation des nappes profondes en Afrique du Nord, Sicile et Espagne car la technique était déjà maîtrisée en Iran.

En générant des techniques affluentes, elle conduira à quelques évolutions sociales caractéristiques d'un nouveau système technique (Travail des femmes dans les ateliers, création de corporations et de nouveaux métiers).

Dans le domaine **militaire**, ils ont développé des techniques découvertes en Chine et ont mis au point de nouveaux engins qui en font des précurseurs dans l'usage de la poudre. Notamment ce qui semble être une des premières conceptions de missiles, appelé l'œuf qui bouge lui-même et brûle, l'arquebuse apparaît au XIII^e siècle.

Ils ont contribué à développer les techniques sur les engins de sièges comme les trébuchets à contrepoids et des mangonneaux.

La vie religieuse de l'Islam exigeait la ville et on assistera à la création d'une vingtaine de centres urbains. On leur doit aussi le perfectionnement des systèmes à engrenage notamment dans le domaine de la mesure du temps.

Dans le domaine de l'**aviation**, *Abbas Ibn firnas* (810-887) en 880 construisit la première machine volante faite d'étoffe et de plumes.



Le domaine de l'**industrie du papier** est le plus emblématique de l'expression technique arabo-musulmane



avec l'apparition de moules en bambou et l'utilisation de l'énergie hydraulique pour la fabrication de la pâte. Cette industrie conduira à quelques évolutions sociales (Travail des femmes dans les ateliers, création de corporations "Travail fonctionnaire" et de nouveaux métiers).

- **Harun ar-Rachid** (Calife de 786 à 809)

C'est le 5^{ème} calife abbasside, il imposa l'usage du papier dans toutes les administrations de l'empire. Bagdad devint la capitale intellectuelle de son époque.

IV.4.3.5. Astronomie

L'astronomie arabe s'est attachée à résoudre des problèmes concernant la pratique de l'Islam à savoir :

- Déterminer les dates du ramadan ;
- Calculer l'heure des cinq prières quotidiennes ;
- Fixer la direction de la Mecque.

Il ne faut pas perdre de vue que la civilisation musulmane se fonde sur un calendrier lunaire et sur les échanges commerciaux lointains.

- **Al-Biruni** (Fin X^e siècle)

C'est un astronome, géographe, mathématicien et un auteur de 13000 pages de tests techniques.

IV.4.3.6. Physique

- **Ibn-al-haytham** (Alhazn 965/1040)

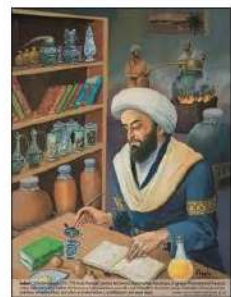
C'est le plus célèbre physicien du monde arabe (Prince de la Lumière). Il a étudié le processus de la vision et a critiqué les suggestions de Ptolémée basées sur le fait que la vision se faisait par rayonnement émis par l'œil.



Il a étudié les phénomènes de réfraction et de réflexion de la lumière en détail et a défini les principes de base d'autopsie sur l'œil.

IV.4.3.7. Chimie

- **Jabir Ibn Hayyan** (جابر بن حيان) (Geber VIII^e siècle)



C'est une figure dominante de l'alchimie arabe et occidentale « Père de la chimie ». Il exerça une énorme influence sur la chimie jusqu'au XVIII^e siècle.

Il a introduit la méthode expérimentale à la chimie. Ses nombreux écrits ont été traduits en latin vers 1187.

Ses travaux ont eu un impact significatif dans le développement de la chimie moderne.

Il a créé une grande terminologie scientifique en chimie, encore utilisée dans les différentes langues européennes.

IV.5. Déclin de l'activité scientifique

Le déclin des sciences arabes est un long processus qui n'a pas été uniforme. L'étendue de l'empire a donné lieu à des situations contrastées. Les raisons à l'origine du ralentissement des activités sont nombreuses.

Dès le XIII^e siècle, les vagues successives des invasions mongoles ont eu des conséquences désastreuses sur le mouvement scientifique du Moyen Âge islamique. Le développement de l'imprimerie (1438) élargira encore un peu plus ce fossé.

En Orient, le pouvoir politique interdit toute impression de textes en arabe ou en turc, alors que l'imprimerie jouera un rôle essentiel en Occident dans la diffusion et le développement des connaissances scientifiques.

IV.6. Conclusion

Pendant 10 siècles, la culture persista en Orient, et la médecine Islamique se propagera en Occident par l'Italie, l'Espagne et la France. Les arabes ont fait plus que transmettre la science, ils ont contribué au :

- Développement de l'esprit critique en confrontant les concepts grecs à l'expérience et en commentant des tests antiques.
- Grandes contributions en Médecine (Développement de grands hôpitaux et formation de jeunes médecins), Astronomie, Chimie, Mathématiques, etc.

Chapitre V

16^{ème} et 17^{ème} siècle (Renaissance et progrès scientifique)

16^{ème} et 17^{ème} siècle

Renaissance et progrès scientifique

Objectifs spécifiques

Au terme de ce cours qui traite du 16^{ème} et 17^{ème} siècle, vous devez être capable de :

- Définir ce qu'est la renaissance ;
- Connaître les caractéristiques ainsi que les raisons de cette époque historique ;
- Comprendre les grands événements qui ont marqué cette époque ;
- Connaître les plus importantes figures qui ont marqué cette époque.

V.1. Introduction

La Biologie préhistorique, antique et Moyenâgeuse est caractérisée par la dominance quasi-totale du savoir empirique²⁹ (à l'exception de l'époque grecque), des pensées philosophiques, et un dogmatisme et une autorité des bio-philosophes.

Cependant, une nouvelle ère émerge à l'aube du 16^{ème} siècle. Sur le plan chronologique le 16^{ème} et le 17^{èmes} siècles correspondent à l'époque moderne qui coïncide avec la fin du moyen-âge et se serait prolongé tout au long des 15^{ème} et 16^{ème} siècles, pour fonder le début des temps modernes.

V.2. 16^{ème} Siècle : La renaissance

La Renaissance est une période de **l'époque moderne** associée à la **redécouverte** de la **littérature**, de l'**art**, de la **philosophie** et des **Sciences** de l'Antiquité, et qui a pour point de départ la Renaissance italienne.

Ce changement prit place par la diffusion de nouvelles connaissances parmi les intellectuels, elle est liée à la **naissance d'un nouvel état d'esprit**.

En un siècle, des années 1450 aux années 1550, en Italie d'abord, puis dans l'ensemble de l'Europe, commence une rupture avec la période précédente. Les hommes veulent faire renaître une version nouvelle de l'homme. L'esprit de la renaissance consiste en **une foi nouvelle centrée sur l'homme**.

En remplaçant l'homme au centre du monde, l'humanisme provoque une **véritable révolution culturelle**. La confiance en la raison, la volonté de mieux comprendre le monde et de diffuser le savoir stimulent les progrès scientifiques.

V.2.1. Caractéristiques principales de la renaissance

La période dite de renaissance se caractérise par divers changement qui sont :

²⁹ Qui manque de rigueur scientifique, qui procède par tâtonnements.

- **Débats** et **aspects** contradictoires des idées, ce qui a conduit à l'effondrement du dogmatisme.
- Recours systématique à l'**observation**.
- Apparition de travaux sur la base de la **méthode scientifique expérimentale**.
- Proposition d'**idées audacieuses** qui défient la scolastique et l'autorité historique des savants (Hippocrate, Aristote, Galien, etc.). La renaissance scientifique grâce à la confrontation de diverses philosophies, grecque, islamique, chrétienne et juive a donné naissance à une **démarche de réflexion et de comparaison** entre les idées de Platon, Aristote et Avicenne.
- La technique fait des progrès significatifs qui permettront de faire éclore la révolution industrielle à la fin du XVIII^e siècle.

Ainsi, de véritables révolutions scientifiques ont lieu notamment en biologie, astronomie, physique, et chimie.

V.2.2. Raisons de cette renaissance

Plusieurs raisons font qu'ont voix apparaitre la renaissance et un nouvel état d'esprit qui sont les suivantes :

- La diffusion de la connaissance s'améliore ce qui conduit à redécouvrir les anciens textes (Aristote) conservé et enrichis par les arabes.
- Utilisation du papier importé de Chine.
- Développement de l'imprimerie, celle-ci permis la diffusion et l'accessibilité des ouvrages anciens comme jamais auparavant.
- Progrès en géographie et en cartographie (1457).
- Progrès techniques autour de la navigation et du positionnement (boussole, sextant, etc).
- Expansion de l'exploration maritime autour du continent africain (Portugais), puis vers le nouveau monde.



V.2.3. Exemples de travaux typiques effectués

Beaucoup de travaux ont été mené au 16^{ème} siècle et parmi cela on à :

- En **zoologie**, les spécialistes ont apporté un perfectionnement dans la classification des animaux en corrigeant beaucoup d'erreurs de l'antiquité.

- Amélioration des **schémas anatomiques** humains et animaux (Léonard de Vinci, André Vésale, Michel Servet).



- Comme pour la zoologie, la **botanique** devient une discipline vraiment scientifique.

- La **fondation des jardins botaniques** (Padoue, 1545; Pise, 1547; Bologne, 1567; Montpellier, 1593).

Afin de cultiver les plantes médicinales qui constituaient à l'époque la plupart des "**simples**", c'est-à-dire les médicaments qui venaient directement de la nature. Pour cette raison les premiers Jardins Botaniques s'appelaient Jardins des Simples (*Hortus Simplicium*).

A l'époque, il y avait une grande incertitude sur l'identification des plantes utilisées en thérapie par les célèbres médecins du passé, ce qui causait des dommages très graves à la santé publique. L'institution des Jardins aurait donc aidé les étudiants de l'Université à **reconnaître les véritables plantes médicinales**.

- La **dissection du corps humain** s'est progressivement développée à Salerne, Bologne, Padoue et Montpellier au XVI^e siècle.

La dissection de cadavres n'a vraiment commencé qu'après le Moyen Age car l'Eglise était hostile à cette pratique et l'interdisait. Le principal argument de l'Eglise contre la dissection était qu'il est impossible de toucher un corps sans détériorer son âme.



L'église autorisera progressivement les dissections, tout d'abord dans un but médico-légal, puis viendront celles des condamnés, des corps non réclamés, etc. Dès que son pouvoir a commencé à décliner, la dissection s'est développée et la connaissance du corps humain s'est considérablement étendue. La dissection des cadavres humains est réhabilitée pour la première fois par l'Université italienne de Bologne dans la seconde moitié du XIII^e siècle.

V.2.4. Quelques figures de la renaissance

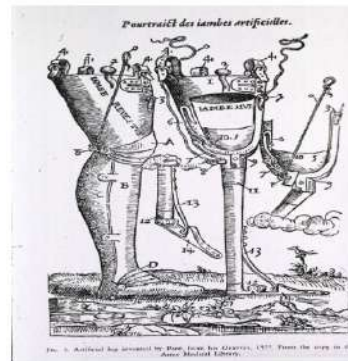
- **Ambroise Paré** (1510-1590)

Il est né vers 1510 au Bourg-Hersent, près de Laval, et mort le 20 décembre 1590 à Paris. C'est un chirurgien et anatomiste français.

Il était le chirurgien du roi et des champs de bataille, et est souvent considéré comme le père de la chirurgie moderne.



Paré met au point la ligature des artères, qu'il substitue à la cautérisation, dans les amputations par la suppression de l'huile bouillante dans le traitement des plaies par armes à feu. En anatomie, on lui doit des descriptions nouvelles ou améliorées. Il inventa des prothèses pour les amputés.



- **Léonardo de VINCI** (1452-1519)

Né en Italie en 1452 à Vinci (près de Toscane), très jeune, il manifeste un intérêt aux arts et activité artistique (grammaire, musique, peinture, etc.).

C'est un peintre florentin et un homme d'esprit universel, à la fois artiste, organisateur de spectacles et de fêtes, scientifique, ingénieur, inventeur, anatomiste, peintre sculpteur, architecte, urbaniste, botaniste, musicien, poète, philosophe et écrivain.



Il a su développer des idées très en avance sur son temps tant dans les sciences que la technologie et les arts. Il est à l'origine de nombreuses peintures comme la Joconde, la cène ou encore son dessin de l'homme de Vitruve.



Après une formation initiale de Léonard à l'anatomie du corps humain comme artiste, il est rapidement devenu maître de l'anatomie

topographique (cartographie), en s'inspirant de nombreuses études des muscles, des tendons et d'autres caractéristiques anatomiques visibles.

Il pose les bases de l'anatomie scientifique, disséquant notamment des cadavres de criminels dans la plus stricte discrétion, pour éviter l'inquisition à cause d'un dogmatisme religieux fort. Puis comme artiste connu, il a reçu l'autorisation de disséquer des cadavres humains à l'hôpital de *Santa Maria Nuova* à Florence et, plus tard, dans les hôpitaux de Milan et de Rome.

Il réalise ainsi une vingtaine de dissections à partir de 1487 pour composer un traité d'anatomie qui ne verra jamais le jour. Il fait l'un des premiers dessins scientifiques d'un fœtus dans l'utérus et la première constatation scientifique de la rigidité des artères suite à une crise cardiaque.

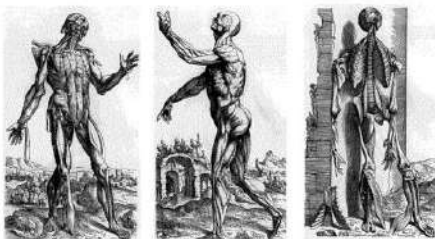


Comme artiste, Léonard observa de près les effets de l'âge et de l'émotion humaine sur la physiologie, en étudiant en particulier les effets de la rage. Il a aussi étudié et dessiné l'anatomie de nombreux animaux. Il a disséqué des vaches, des oiseaux, des singes, étudié le mouvement des chats, etc. comparant la structure anatomique de ces animaux avec celle de l'homme.

- **André Vésale** (1514-1564)

D'origine Belge (Bruxelles), c'est un médecin et le plus grand anatomiste du siècle. Il révolutionne l'anatomie (Planches gravées de toutes les parties du corps).

Il révèle et corrige les erreurs de Galien (Refuse par exemple l'hypothèse des pores inter ventriculaires).



Illustrations tirées de la *Fabrica de Vésale*.

Padoue était l'endroit idéal pour pratiquer l'anatomie : Vésale bénéficiait de la collaboration de la justice locale, qui lui cédait les cadavres des condamnés exécutés et retardait même parfois les exécutions en fonction des besoins de l'anatomiste.

En effet, certains savants comme *Vésale* ou *De Vinci* n'ont pas hésité à braver l'interdiction de la dissection dans le but de faire progresser la médecine.

- **Michel Servet** (1511-1553)

En espagnol Miguel Servet ou Serveto, né le 29 septembre 1511 à Villanueva de Sigena dans le Royaume d'Aragon et mort le 27 octobre 1553 à Genève.



C'est un théologien et médecin français d'origine espagnole. C'est l'un des hommes les plus savants de son temps. Il s'intéresse à toutes les branches du savoir, de la géographie aux mathématiques, de l'alchimie à l'astrologie, de la médecine à la théologie. Il perfectionne la description de la **circulation pulmonaire**.



- **Gabriel Fallope** (1523-1562)

Gabriele Falloppio a étudié la médecine à l'université de Ferrare, qui était à l'époque l'une des meilleures écoles de médecine d'Europe.

C'était l'âge d'or de l'anatomie, il a étudié le système nerveux et l'appareil reproducteur (Les trompes de Fallope).

- **François Rabelais** (1494-1553)

C'est un écrivain français humaniste de la renaissance. Né à la Devinière à Seully, près de Chinon (Touraine, France) en 1494 et mort à Paris le 9 avril 1553.



Chrétien, il est considéré par certains comme libre penseur, médecin et ayant l'image d'un bon vivant, il est à l'origine de la fameuse citation « **SCIENCE SANS CONSCIENCE N'EST QUE RUINE DE L'ÂME** ».

- **Nicolas COPERNIC** (1473-1543)

C'est un savant polonais, il étudie en Italie où il acquiert des connaissances en médecine, mathématique et en Astronomie.



Son audace scientifique lui permet de revoir et de mettre en question le système géocentrique (Terre prise comme centre) pour le système Héliocentrique (Soleil comme centre) (théorie copernicienne), ce fut la *révolution copernicienne*. Il bouleverse la vision du monde en exposant l'hypothèse révolutionnaire selon laquelle la terre tourne autour du soleil (système héliocentrique).

Sa théorie construisant son propre système du monde fut publiée l'année de sa mort (on raconte qu'il reçut un exemplaire de son livre imprimé sur son lit de mort), avec le titre "Des révolutions des orbes célestes", en six livres.

- **Galilée** (1546-1642)

Né à Pise en Italie, c'est un mathématicien, géomètre, physicien et astronome du XVII^e siècle.

Sa plus grande contribution à l'astronomie survint en 1609, lorsqu'il construisit une lunette astronomique (télescope à lentilles) et qu'il la pointa vers les cieux.



- **René DESCARTES** (1596-1650)

Né en 1596 à Touraine en France, c'est un mathématicien, physicien et philosophe français.

Il est considéré comme le fondateur de la philosophie moderne. Il reste célèbre pour sa phrase « **je pense, donc je suis** ».

En physique, il a apporté une contribution à l'optique. En mathématique, il est célèbre par sa théorie des coordonnées cartésiennes en géométrie analytique.

V.3. 17^{ème} Siècle : Le grand siècle des Sciences

Le 17^{ème} siècle va connaître une confirmation de la renaissance, donc comme une suite logique aux événements du 16^{ème} siècle, et va connaître des progrès scientifiques considérables.

V.3.1. Éléments justifiant les progrès scientifiques du 17^{ème} Siècle

Beaucoup d'éléments et de faits ont contribué de façon directe ou indirecte au développement du progrès scientifique au 17^{ème} siècle.

- Dépassement de la **scolastique** et de la spéculation pure ;
- Recours systématique à l'**expérimentation** ;
- Perfectionnement progressive des **moyens techniques** de la recherche ;
- En biologie, l'invention du **microscope** à la fin du 16^{ème} siècle et son perfectionnement au cours du 17^{ème} siècle va contribuer à la **Révolution scientifique**.

Le terme « révolution scientifique » désigne l'ensemble des progrès scientifiques réalisés aux XVI^e et XVII^e 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.

V.3.2. Quelques-unes des principales réalisations du 17^{ème} Siècle en biologie et en médecine

Le 17^{ème} siècle est une époque de descriptions des **observations microscopiques**. L'émergence des biologistes microscopistes tels que : *Francesco Stelluti*, *Robert Hooke*, *Antonio Van Leeuwenhock*, *Jan Swammer Dam* et *Marcello Malpighi*.

La mise en cause de la « **génération spontanée** » : *Francesco Redi* (1626 – 1697) mena une guerre contre la génération spontanée des insectes et des vers et démontra expérimentalement la fausseté de cette théorie.

La **formation du fœtus** a constitué une problématique scientifique : L'épigenèse est une théorie qui stipule qu'un embryon se développe en devenant de plus en plus complexe. Cette théorie est historiquement opposée à la théorie de la préformation qui voit l'embryon comme un être vivant « miniature » où tous les organes sont déjà présents.

L'épigenèse est mentionnée par Aristote, qui la préfère déjà à la préformation. Pourtant, la préformation est la théorie dominante jusqu'à la fin du XVIII^e siècle. Un débat opposera Wolff, Maupertuis ou Buffon, partisans de l'épigenèse, à Bonnet ou Spallanzani, partisans de la préformation. Aujourd'hui, toutes les observations confirment l'épigenèse.

Création de grandes **Sociétés** et **Académies Scientifiques**

- Royal society, Londres, 1660 ;
- Académie des sciences, Paris, 1666 ;
- *Academia naturae curiosorum*, Allemagne, 1652, appelée plus tard *Leopoldina*.

V.3.3. Principales figures qui ont marqué la biologie du 17^{ème} Siècle

- *William Harvey* (1578 – 1657)

Né à Folkestone en 1578 et mort à Roehampton à Londres en 1657, est un médecin anglais. On lui attribue la découverte et la démonstration de la circulation sanguine générale (1628), dans son ouvrage majeur *de Motu Cordis*. Une démarche révolutionnaire dans le domaine de la biologie à cette époque.



- **Antoni Von Leeuwenhoek** (1632–1723)

Drapier néerlandais intéressé par la science. C'est le précurseur de la biologie cellulaire et de la microbiologie. Il est le véritable inventeur du microscope.



Il développe la technique de fabrication des lentilles de microscope de qualité inconnues ailleurs dans le monde scientifique de son époque. Dans les années 1660, il observe et dessine pour la première fois de nombreuses cellules vivantes, des protozoaires, microorganismes (bactéries) ainsi que des spermatozoïdes (vers 1677) qu'il appela « animalcules ».



Microscope de Leeuwenhoek



Leeuwenhoek's drawings of animalcules he observed in different liquids and media.

Ses observations sont faites grâce à des microscopes de sa fabrication. Ces microscopes sont simples et de toute petite taille qui permettent des grossissements de l'ordre d'une centaine de fois (300X, 275X).

Il fait part de ses observations à la Royal Society de Londres, mais il faudra plus de 3 ans pour que l'ampleur de ces découvertes soit reconnue du fait que ces lettres étaient rédigées en néerlandais.

- **Robert Hooke** (1635-1703)

Homme de science anglais pluridisciplinaire. Il est considéré comme l'un des plus grands scientifiques expérimentaux du 17^{ème} siècle et l'une des figures clés de la révolution scientifique de l'époque moderne.



Il utilise à partir de 1660 un microscope de son invention. Ce dernier peut paraître plus perfectionné que les premiers microscopes de Leeuwenhoek ; ce n'est plus un microscope simple mais un microscope composé.

On lui attribue ainsi (1665) la première description (fragment de liège), d'une cellule biologique (petites cavités) faite à partir de l'observation de végétaux.

Sa contribution la plus importante fut la publication de son livre *Micrographia* en 1664. C'est une collection de dessins d'objets observés au microscope photonique. C'est ce qui a rendu le microscope populaire.



V.3.4. Autres domaines scientifiques

- **Isaac NEWTON** (1642-1727)

C'est un philosophe, mathématicien, physicien, alchimiste, astronome et théologien anglais.

Newton est placé très haut, sinon au plus haut rang, dans le temple de la renommée scientifique. Il a lui-même affirmé que s'il avait accompli beaucoup, c'est parce qu'il s'appuyait sur les épaules de géants.



Newton est surtout reconnu pour sa théorie de la gravitation universelle (force responsable de la chute des corps et de l'attraction entre les corps ayant une masse).

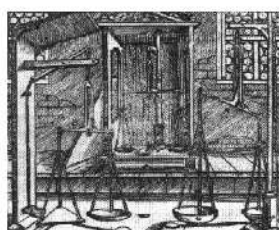
- **Antoine Laurent LAVOISIER** (1743-1794)

Né en 1743 à Paris, est un chimiste, philosophe et économiste français. Il est souvent considéré comme le père de la chimie moderne.

Il démontre en 1787 que l'eau est une combinaison d'hydrogène et d'oxygène.



Il découvre également le phénomène de l'oxydation, des composants de l'air. Il détermine que la révolution chimique est à la fois technique, expérimentale et épistémologique « étude critique des sciences et de la connaissance scientifique ».



Il introduisit l'usage d'une multitude d'instruments lors de ses expériences permettant de quantifier les phénomènes observés.

La balance fut l'instrument qui bien qu'existant déjà, n'avait

jamais été employé dans la recherche chimique. Son utilisation systématique avant et après expérience lui permit de mettre au point la **loi de conservation de la masse** ou loi de Lavoisier :

La masse totale d'un système fermé reste constante, quelque soient les phénomènes qui s'y déroulent et en particulier les transformations chimiques qui se produisent entre les constituants. Sa célèbre citation : « **Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme** ».

- **Alessandro VOLTA** (1745-1827)

Né à Côme en 1745, Italie. C'est un physicien lombard (qui habite en Lombardie, province du Nord de l'Italie).

Il est connu pour ses travaux sur l'électricité. Il est l'inventeur de la première pile électrique, appelée pile voltaïque.



V.4. Conclusion

Les 16^e et 17^e siècles impliquent :

- La naissance d'un nouvel état d'esprit.
- La critique des anciennes conceptions qui ont dominés la biologie.
- Le recours systématique à l'observation, à l'expérimentation et à la quantification.
- L'utilisation des outils techniques.
- De grands problèmes ont été posés.
- L'apparition de multiples théories donnant un sens à la vie.

Chapitre VI

18^{ème} Siècle (Siècle des Lumières)

18^{ème} Siècle (Siècle des Lumières)

Objectifs spécifiques

Au terme de ce cours qui traite du 18^{ème} siècle, vous devez être capable de :

- Définir ce qu'est le siècle des lumières ;
- Connaître l'origine de cette appellation 'siècle des lumières' et de leur idées ;
- Connaître les caractéristiques ainsi que les raisons de cette époque historique ;
- Comprendre les grands événements qui ont marqué cette époque.

VI.1. Définition

Le siècle des lumières, terme qui désigne le XVIII^e siècle, est une période durant laquelle va naître un grand mouvement **philosophique, culturel et scientifique** initié par des intellectuels dans les pays de culture européenne. Le but étant de reformer la société et de faire progresser les connaissances en encourageant la science et l'échange intellectuel en s'opposant à la superstition³⁰.

Le 18^{ème} siècle voit **croître les connaissances** de manière tout à fait significative, avec un **renforcement de la place des sciences** dans la société par le biais par exemple de la diffusion de leur enseignement, l'augmentation du nombre de personnes ayant des activités scientifiques, et une spécialisation un peu plus accrue que précédemment.

Les domaines issus du 17^{ème} siècle et de la Révolution Scientifique continuent sur leur lancée, tandis que de **nouveaux domaines sont explorés** (telle que l'électricité). L'**apport à la biologie** est assez important par exemple depuis Aristote, la classification des êtres vivants n'avait pas évolué.

VI.2. Origine du terme "Lumière"

Les nouvelles idées au XVIII^e siècle sont drainées par les *philosophes* qui se regroupent autour de l'appellation : les Lumières.

Les Lumières défendent des idées de libertés. Ils veulent diffuser les savoirs auprès des populations. Cette idéologie s'est construite grâce à des philosophes et leurs idées.

Les philosophes des Lumières sont des **écrivains français** du XVIII^e siècle. Ils désirent « éclairer » le monde par la raison et la science. Ils critiquent l'absolutisme et l'Eglise qui s'appuient, selon eux sur l'ignorance et ne respectent pas les droits de l'homme.

Ces philosophes admirent le modèle anglais et les penseurs anglais comme **John Locke** (1632-1704). Pour Locke, il est important de comprendre que la connaissance vient de la

³⁰ Comportement irrationnel vis-à-vis du sacré ; attitude religieuse considérée comme vaine.

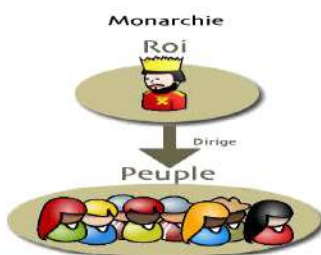
réflexion. Il défend les libertés et l'idée qu'aucun gouvernement ne peut exister sans avoir passé un contrat avec le peuple.

VI.3. Idées des lumières

La philosophie des lumières s'appuie donc sur la méthode scientifique. A partir du 18^{ème} siècle, les philosophes rejettent toutes les croyances. Selon eux, une croyance qui ne peut être prouvée par une expérience scientifique devait être rejetée. C'est pour cette raison qu'ils rejetèrent la **religion** et la **monarchie**.

- **Religion**

A cette époque-là, la religion (le christianisme) dictait la façon de penser et d'agir aux gens, elle était très liée à la politique, le clergé³¹ avait beaucoup de pouvoir. Les philosophes vont rejeter ces dogmes religieux.



- **Monarchie**

Le roi avait le pouvoir absolu. L'Europe est dominée par de puissantes monarchies. Les philosophes pensent que les gouvernements doivent respecter les droits et les libertés fondamentales, comme celle de « s'exprimer ».

VI.4. Philosophes des lumières

- **Montesquieu** (1689-1755)

C'est un écrivain et philosophe Français. Il va critiquer les institutions françaises. Il propose la séparation des pouvoirs (Législatif, exécutif et judiciaire). Les pouvoirs doivent être séparés et non réunis dans les mains d'un seul homme (Cas de la monarchie absolue).



- **François Marie Arouet, dit Voltaire** (1694-1778)

C'est un écrivain et philosophe Français. Il n'est pas contre la monarchie, mais il souhaite que le roi renonce à son droit divin³².

Il souhaite lui aussi la tolérance.



La majorité des philosophes croient en Dieu, mais ils souhaitent que l'homme puisse choisir sa croyance.

³¹ C'est le terme qui désigne les différentes institutions d'une religion.

³² Droit qui viendrait de dieu.

- **John Locke** (1632-1704)

C'est un Anglais. Il est défenseur de la tolérance religieuse, donc il faut respecter les autres peut importe leurs religion. Il affirme que le peuple a des droits naturels : la vie, la liberté et la sécurité. Donc le roi n'a pas tous les pouvoirs sur le peuple.



- **Jean-Jacques Rousseau** (1712-1778)

C'est un Suisse, qui suggère dans son livre « *Du Contrat Social* » que les hommes sont libres et demeurent égaux en droit.

VI.5. Diffusion des lumières

Le « Siècle des Lumières » est un temps de grands débats et d'échanges d'idées fructueux. Pour sortir de l'ignorance et ainsi améliorer la société, il faut diffuser les savoirs. Pour cela, il y'avait plusieurs moyens :

- L'*Encyclopédie* de **Diderot** diffuse ces nouvelles idées et les progrès scientifiques du moment expliqués sous forme de planche décrivant les procédés scientifiques ;
- La *littérature* (Romans, essais, contes, théâtre, fables, etc.) ;
- Les *bibliothèques* ;
- Les *Universités*, Les *Académies*³³ ;
- *Journaux* et *revues* propageant les idées (Les rois essayaient de censurer les idées mais sans succès) ;
- Les *Cafés* (Les philosophes aimaient se retrouver dans les cafés pour échanger leurs idées) ;
- Les nobles et les grands bourgeois discutaient dans des *Salons* ;
- Les *voyages* à travers l'Europe et le monde (Ils s'inspiraient des idées trouvés dans les différents pays).



VI.6. Apport du siècle des lumières en Biologie

L'incessant questionnement philosophique qui caractérise le XVIII^e siècle, introduisit aussi, dans les sciences de la nature et de la vie, une lente remise en cause des méthodes et des concepts de « *l'histoire naturelle* », aboutissant finalement à ce que la biologie expérimentale

³³ Société qui regroupe des écrivains, artistes, etc.

se substitue progressivement aux sciences descriptives et classificatoires chères aux naturalistes.

Pendant l'époque classique, ils faisaient une description des principaux caractères morphologiques de tous les animaux ou végétaux connus. Le siècle des lumières (1715-1815) inventa le mot *biologie*, simultanément en France par *Jean-Baptiste Lamarck* et en Allemagne par *Treviranus* en 1802.

La réflexion théorique s'approfondit mais c'est avant tout l'avènement de la méthode expérimentale. Pour les **sciences de la vie** ce sont surtout les progrès :

- Des méthodes de classification des êtres vivants ;
- Des études de la physiologie animale et végétale ;
- Des recherches sur les grands problèmes de l'origine et de la génération des êtres vivants.

VI.6.1. Physiologie animale

Le modèle mécanique (Ensemble de rouages inertes et passifs) subsiste mais le modèle chimique permet peu à peu d'expliquer les phénomènes.

Les physiologistes sont d'abord des médecins (Première moitié du siècle), ce n'est qu'ensuite, qu'ils s'affranchissent de la médecine.

→ **Lavoisier 1790** : Ecrit un mémoire sur la respiration des animaux.

→ **Haller 1747** : *Primae lineae physiologiae*.

- ***Pour la digestion***

On retrouve deux écoles, ceux qui la réduisent à une trituration et ceux qui la réduisent à une action de sucs chimiques.

La synthèse est faite ensuite par *Boerhaave* puis *Réaumur* (1752) : *digestion des oiseaux* (Travaux sur la régurgitation de la buse qui pour la première fois amène à des travaux assimilables à de la digestion *in vitro*). *Spallanzani* (1729-1792) reprend les travaux de *Réaumur* et généralise la notion de sucs gastriques quelque soit le régime alimentaire.

- ***Pour la fonction circulatoire***

Les seuls travaux importants dans ce domaine sont ceux de *Stephen Hales Hemastatic* (1733) qui met en évidence les propriétés fondamentales de la circulation sanguine comme la différence de tension entre artère et veine.

- **Pour la contraction musculaire**

C'est **Haller** en 1753 qui à partir d'expériences sur des animaux décapités démontre les propriétés de contractilité, de sensibilité des muscles et des tendons. Il distingue ainsi les propriétés des muscles de celles des nerfs.



- **Pour le système nerveux**

Pas de grandes avancées. **Haller** a trop raisonné en dissociant muscles et nerfs ce qui a "obscurci" le débat. Mais peu à peu la notion de mouvement réflexe s'est construite.

Jean Astruc (1684-1766) construit un modèle mécanique où certaines zones du cerveau commandent certains mouvements.

Robert Wyatt d'Edimbourg (1714-1766) bâtit un modèle où il y a l'âme inconsciente qui est logée dans le cerveau et commande certains mouvements.

Mais les premiers progrès décisifs apparaissent avec **Barthez**, **Galvani** et **Lavoisier**.

VI.6.2. Botanique et biologie végétale

Comme mentionné depuis Aristote, la classification des êtres vivants n'avait pas évolué.

Carl Von Linné (1707-1778), botaniste Suédois, grand systématicien, il est le plus connu de l'histoire de la biologie et va dominer le siècle. La classification se basait sur la disposition des organes reproducteurs des plantes (Les étamines et le pistil), nombre et soudure des étamines.



Linné est aussi l'inventeur d'une nomenclature binominale rigoureuse et simple en latin, toujours en vigueur pour désigner les espèces. Ce système permet de désigner avec précision toutes les espèces animales et végétales et, plus tard, les minéraux grâce à une combinaison de deux noms latins (Le binôme), qui comprend :

- Un nom du genre dont la première lettre est une majuscule ;
- Une épithète spécifique, (Adjectif ou un attribut). Il est écrit entièrement en minuscules.

L'**anatomie** et la **physiologie** firent peu de progrès. En 1711, **Geoffroy** confirme que les fleurs fabriquent des semences s'il y a fécondation.

Needham observe les grains de pollens. **Hales** (1727) réalise 140 expériences et démontre l'action du soleil sur la montée de sève.

Les flores lointaines commencent à être étudiées grâce aux expéditions.

VI.6.3. Zoologie et biologie animale

Buffon (1707-1788), commence en 1749 la publication de son traité "Histoire Naturelle".



Daubenton, médecin, collabore à ce traité en tant qu'anatomiste. Il décrit près de deux cents mammifères en utilisant une méthode comparative.

Geoffroy Saint-Hilaire, professeur de zoologie au Muséum (1793) étudie particulièrement les Vertébrés. Il participe à l'expédition de **Bonaparte** en Egypte où il recueille des observations sur diverses espèces animales. Dans son œuvre du début du 19^{ème} siècle, il montre le rôle de l'embryologie pour comprendre la structure de l'être vivant.

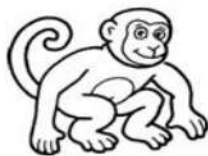


Cuvier, professeur au Muséum (1795) réalise de nombreuses observations sur les animaux. Son œuvre se situe essentiellement au début du 19^{ème} siècle. Il tente d'établir une classification zoologique (1800-1805).

Il a pu reconstituer des vertébrés fossiles (1812-1813) prouvant l'existence d'espèces disparues. C'est le fondateur de la paléontologie.

VI.6.4. Origine des espèces ?

Selon **Linné**, le groupe des primates comprend l'homme et certaines espèces animales. Plus précisément, il est divisé en quatre genres : *Homo* (Homme), *Simia* (Singes), *Lemur*, et *Vespertilio* (Chauves-souris).



La classification de Linné a été revue par la suite et les chauves-souris ne font plus partie du groupe, mais le mot primate demeure. La classification de Linné entraînait une vision **fixiste** du monde vivant : chaque espèce était une entité immuable. La nature comportait autant d'espèces que celles créées à l'origine (1736).

Cette vision domina pendant plus d'un siècle, dès lors on s'intéresse à l'origine des espèces et on voudrait expliquer les variations au sein même d'une espèce.

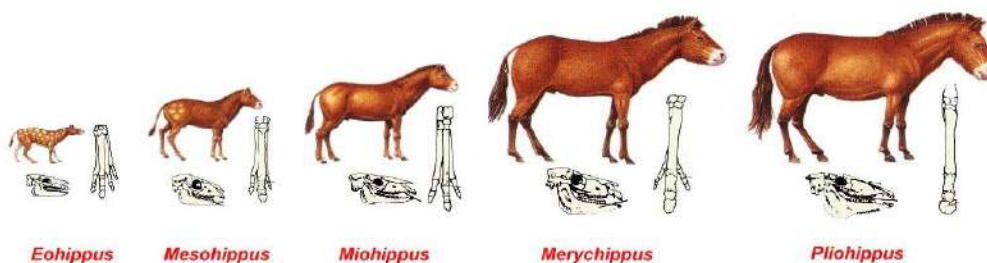
Georges-Louis Leclerc De Buffon (de 1707 à 1788) parlent du **transformisme** qui décrit en gros la manière d'évoluer des animaux. Participant à l'esprit des Lumières, parallèlement à l'Encyclopédie. Ses théories ont influencé deux générations de naturalistes, en particulier *Jean-Baptiste de Lamarck* et *Charles Darwin*.

- **Transformisme de Lamarck**

Lamarck (de 1744 à 1829) pense que les animaux peuvent se "transformer" au cours du temps. Il est le premier à pouvoir expliquer l'adaptation des espèces à leur milieu et les archives géologiques. La théorie est basée sur deux principes: l'usage et le non-usage ainsi que l'hérédité des caractères acquis. Ses deux hypothèses :



- *"Dans tout animal qui n'a pas dépassé le terme de son développement, l'emploi plus fréquent et soutenu d'un organe quelconque fortifie peu à peu cet organe, le développe, l'agrandit et lui donne une puissance proportionnelle à la durée de cet emploi tandis que le défaut constant d'usage de tel organe l'affaiblit insensiblement, le détériore, diminue progressivement ses facultés et finit par le faire disparaître."*
- *"Tout ce que la nature a fait acquérir ou perdre aux individus par l'influence des circonstances où leur race se trouve depuis longtemps exposée, et par conséquent par l'influence de cet emploi prédominant de tel organe ou par celle d'un défaut constant d'usage de tel partie, elle le conserve par la génération aux nouveaux individus qui en proviennent pourvu que les changements acquis soient communs aux deux sexes ou à ceux qui ont produit cette génération."*

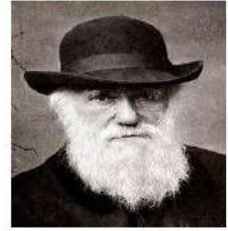


C'est la thèse de l'hérédité de l'acquis. Elle aura beaucoup d'influence.

- L'hérédité est acquise : **Diderot** pense que l'environnement influence l'hérédité, c'est-à-dire que l'utilisation ou l'inactivation d'un organe entraîne son hérédité ou sa disparition.

- **Evolutionnisme de Darwin**

Charles Darwin (de 1809 à 1882) publie un ouvrage « *l'origine des espèces* » en 1859 et y propose une explication scientifique de l'évolution, sous la forme d'un mécanisme simple, avec le principe de sélection naturelle ou la lutte pour l'existence dans la nature : seuls les plus adaptés survivent. Cette théorie est développée durant le 19^{ème} siècle, cependant, il est cité ici afin de donner une certaine continuité des idées et des différentes théories de l'évolution des espèces.



La sélection naturelle correspond à l'inégalité des chances de reproduction entre membres d'une population. Ces inégalités existent grâce à la variabilité des phénotypes entre les individus. Les mécanismes de l'évolution sont :

- La survie de tous les individus d'une génération est impossible ;
- Les organismes présentent des différences qui peuvent être avantageuses pour la survie ;
- Les différences avantageuses s'accumulent au fil des générations ;
- L'accumulation des différences avantageuses aboutit à l'apparition d'espèces nouvelles.

Il pense que toutes les espèces actuelles sont issues du lot initial, et certaines ont ensuite dégénéré, par exemple le cheval serait devenu âne.

La dégénération n'est pas exactement identique à la dégénérescence en ceci qu'elle est réversible ; si on replaçait l'animal dégénéré dans un environnement favorable, il reprendrait, au fil de plusieurs générations, son aspect normal.

→ *Darwinisme social et eugénique* :

Darwin n'avait pas refusé la théorie de l'hérédité de l'acquis. Il est à l'origine du Darwinisme social³⁴. Avec le temps, la théorie originelle de Darwin a été affinée avec les résultats des expériences et observations que les biologistes ont effectuées.

La communauté scientifique a depuis très largement admis l'évolutionnisme de la vie comme un fait démontré par l'expérience et l'observation à maintes reprises notamment par : l'examen des fossiles qui montre l'évolution des formes de vie à travers le temps, l'anatomie comparée qui met en évidence les similitudes morphologiques entre des animaux pourtant différents.

³⁴ Lutte entre différentes espèces pour leur survie.

Denis Diderot (de 1713 à 1784), a rédigé en partie "l'Encyclopédie", grand inventaire scientifique et philosophique. Il a commenté les origines de la vie ; la génération spontanée est toujours présente ; l'évolution ; l'homme est l'animal le plus évolué par l'apparition de la sélection naturelle.



Moreau de Maupertuis, émet l'idée d'évolution généralisée de la nature ; pour lui, chaque animal évolue par "sauts" de génération spontanée.

Baumann, pense que l'évolution a suivi le chemin humain, animal, végétal, et minéral.



Remarque

Il est à noter que les théories de l'évolution font leur entrée à partir du 18^{ème} siècle et s'étendent jusqu'au 19^{ème} siècle avec Darwin.

VI.7. Apport du siècle des lumières en médecine

La pratique médicale d'alors (Précédemment) était basée sur la théorie humorale d'Hippocrate, vieille de vingt siècles. On peut la résumer ainsi :

- Le corps humain est composé de quatre humeurs : le sang, la bile, la pituite, qui comprenait tous les fluides séreux et muqueux, et la mélancolie ou bile noire ;
- La maladie provenait d'un déséquilibre entre les quatre humeurs naturelles.

L'art du médecin consistait à rétablir entre elles le mélange harmonieux nécessaire à l'état de santé. Purges³⁵, saignées³⁶ et lavements³⁷ étaient des traitements traditionnels.



Les choses commencent à changer au 18^{ème} siècle et au début du 19^{ème}, le microscope, le stéthoscope, la pratique de la percussion acoustique viennent aider au diagnostic.

Corvisart, cherche à donner des bases scientifiques à la médecine clinique en la fondant sur l'anatomie pathologique.



³⁵ C'est une pratique traditionnelle basée sur l'utilisation de certaines plantes médicinales dont le but est de débarrasser le corps, à titre préventif ou curatif, des substances nocives qui le rendent ou qui pourraient le rendre malade.

³⁶ Correspond à l'incision d'une veine, afin d'extraire du sang.

³⁷ C'est un liquide que l'on injecte dans le rectum. Il évacue les selles (excréments) qui se sont accumulées dans l'intestin.



Bichat, connu par son traité d'*Anatomie générale* où il précise la notion de tissu et contribue aux progrès de l'embryologie.

Boerhaave, médecin hollandais dont les travaux ont une réputation qui attire des étudiants de toute l'Europe.



Les nouvelles méthodes rencontrent beaucoup d'opposition et ne seront généralisées qu'au 19^{ème} siècle. La chirurgie exercée jadis par les barbiers, ne réclamait pas des étudiants. La culture de base exigée des étudiants en médecine.

C'est **François Gigot de La Peyronnie** (1678-1747), premier chirurgien du roi, soutenu par Louis XV, qui, par paliers successifs, à partir de 1731 avec la création de l'**Académie Royale de chirurgie**, réussit à mettre en route le processus qui devait aboutir à faire des chirurgiens les pairs des médecins.



La première opération de la **cataracte** par ablation du cristallin est réalisée en 1745 par **Jacques Daviel**.

La première appendicectomie est réalisée par **Claudius Amyand** en 1735 (Opération).



C'est l'époque où paraissent pour la première fois des ouvrages exclusivement consacrés à la question des maladies mentales. Le 18^{ème} a ouvert les yeux sur la situation épouvantable où se trouvait l'aliéné et l'on commence à considérer les fous avec compassion.

Le plus célèbre de ces médecins philanthropiques fut **Philippe Pinel** en France. Il abolit les méthodes thérapeutiques brutales et jeta les premiers jalons de la **psychothérapie**.



Le même mouvement se produit en Espagne, en Italie et en Allemagne.

La seconde moitié du 18^e siècle a vu la publication de nombreux ouvrages de vulgarisation médicale. Ils révèlent des soucis d'**hygiène** publique. *Le Dictionnaire portatif de santé* décrit très minutieusement plusieurs dizaines de **maladies professionnelles**. Il propose des remèdes adaptés, recommande des régimes alimentaires et étend ses préconisations dans

le domaine vestimentaire et dans celui de l'hygiène de vie. Témoinnant de sensibilité à l'égard de la souffrance sociale, le dictionnaire portatif de santé constitue, au siècle des Lumières, un ouvrage précurseur de la médecine du travail.

D'importantes découvertes en **immunologie** fut faite pendant le 18^{ème} siècle. En effet, **Edouard Jenner** invente la vaccination (Appelée à l'époque variolation). Pour immuniser les gens de la variole, il les contaminait avec un virus proche de celui de la variole (*smal pox*) mais inoffensif sur l'homme.



VI.8. Conclusion

Remplacement des idées issues du « Catastrophisme » par des idées d'évolution linéaires.

Des classifications nouvelles apparaissent du fait de nouveaux critères basées sur la morphologie externe.

Apparitions de plusieurs idées spéculatives précurseur de futures théories.

De nombreuse et divers inventions qui nous sont toujours utiles de nos jours ont vues le jour.

Chapitre VII

XIX^e siècle (Théorie cellulaire, Embryologie, Génétique et microbiologie)

XIX^e siècle

(Théorie cellulaire, Embryologie, Génétique et microbiologie)

Objectifs spécifiques

Au terme de ce cours qui traite du 19^{ème} siècle, vous devez être capable de :

- Définir ce qu'est cette période ;
- Comprendre ce qu'est la théorie cellulaire ;
- Connaître les personnages ayant contribué à la théorie cellulaire ;
- Connaître les événements les plus importants et les figures qui y ont contribué.

VII.1. Définition

Au 19^{ème} siècle la science se développe à un rythme encore plus soutenu que les siècles précédents. Le progrès des sciences et des techniques (Electricité, médecine microbienne, chimie industrielle, etc.) donne crédit à une philosophie positiviste (Claude Bernard, Auguste Comte) et évolutionniste, dans laquelle la science s'affirme contre la vaine métaphysique.

C'est aussi le temps de la naissance des sciences humaines en tant que discipline à part entière.

VII.2. Evolution de la microscopie et Théorie cellulaire

La théorie cellulaire est une théorie scientifique centrale et principale de la biologie cellulaire. Cela désigne une théorie selon laquelle tous les êtres vivants sont constitués de cellules.

C'est le fondement le plus reconnu de la biologie en général décrivant les propriétés des cellules. Les trois principes élémentaires de la théorie sont :

- Tout organisme vivant est composé d'une ou plusieurs cellules, unité de base de la structure des organismes. Cette définition exclut à priori les virus du monde du vivant (Hors de la cellule vivante, un virus ne peut ni se reproduire ni croître) ;
- La cellule est élémentaire de la vie. La cellule est une unité vivante et l'unité de base du vivant, c'est-à-dire qu'une cellule est une entité autonome capable de réaliser un certain nombre de fonctions nécessaires et suffisantes à sa vie ;
- Toute cellule provient d'une autre cellule, par biogénèse (Division cellulaire), unité de base de la reproduction.

 **La cellule est l'unité structurale, l'unité fonctionnelle et l'unité reproductrice.**

Le concept de cellule est un moyen commode qu'ont trouvé les scientifiques pour décrire la plus petite partie **vivante** d'un organisme ou la plus petite structure vivante.

VII.2.1. Personnages ayant contribué à cette théorie

Plusieurs personnes ont contribué de façon directe ou indirecte à la construction de cette théorie cellulaire. Nous allons en citer certains :

- **Marcello Malpighi (1628-1694)**

C'est un médecin et naturaliste italien du 17^{ème} siècle. Il est considéré comme le fondateur de l'anatomie microscopique ou histologie.

Malpighi fait paraître en 1671 un travail intitulé *Anatome plantarum* sur l'anatomie cellulaire des végétaux. Il montre que le tissu cellulaire est constitué de vésicules de forme variable qu'il nomme « utricules ». En comparant les tissus de divers végétaux, il voit que les utricules sont soudés entre eux par une substance qu'il nomme « cystoblastème ».

Malpighi propose une analogie entre les tissus osseux et ligneux. Il devine ainsi que tous les êtres vivants reposent sur une structure analogue de base.



- **Antoni Von Leeuwenhoek (1632 –1723)**

Il observe et dessine pour la première fois de nombreuses cellules vivantes, qu'il appela « animalcules ». Leeuwenhoek est le véritable inventeur de la terminologie « cellule » et du microscope, et fait une description détaillée de la cellule (Voir chapitre 16^{ème} et 17^{ème} siècles).



- **Robert Hooke (1635-1703)**

On lui attribue ainsi (1665) la première description d'une cellule biologique (petites cavités). C'est le premier à utiliser le terme « cellule » en 1667 (Voir chapitre 16^{ème} et 17^{ème} siècles).

Toutefois, ni Robert Hooke ni ses contemporains comme le médecin et naturaliste italien **Marcello Malpighi**, ne comprirent l'importance de cette notion de « cellule », et s'est seulement au 19^e siècle qu'elle s'imposera.



- **Theodor Schwann et Matthias Schleiden**

Theodor Schwann (1810-1882), physiologiste, zoologiste, histologiste et cytologiste allemand. Parmi ses nombreuses contributions scientifiques, il faut noter

- Le tout premier énoncé de la **théorie cellulaire** ou tout au moins l'emploi du mot en **1839**. « *Il existe un principe général pour la production de tous les corps organiques, et que ce principe*



est la formation de cellules, aussi bien que les conclusions qu'on peut tirer de cette proposition, peut être compris sous le terme de théorie cellulaire » ;

- La découverte des cellules de Schwann dans le système nerveux périphérique.
- La découverte de la pepsine et de son rôle dans la digestion.
- La découverte du rôle de la levure dans la fermentation alcoolique ainsi que l'invention du terme « métabolisme ».

Matthias Jakob Schleiden (1804-1881), professeur de Botanique à l'université d'Iéna (Allemagne). En 1837, il observe que, chez les végétaux, les noyaux des nouvelles cellules sont issus des noyaux des anciennes cellules.



Faisant part de ces observations à Schwann, ce dernier fait le rapprochement avec ces propres observations sur les animaux (Notochorde) et détermine l'importance de relier les deux observations.

La ressemblance entre les noyaux des cellules végétales et ceux des cellules animales est rapidement confirmée par les deux chercheurs. Le résultat apparaît dans le célèbre article intitulé « *Recherches microscopiques sur la similarité de structure et de développement des cellules animales et végétales* ».

La théorie cellulaire est définitivement établie. L'histoire a donc associé **M.J. Schleiden** à l'énoncé de **T. Schwann**.

- **Rudolf Ludwig Karl Virchow** (1821-1902)

Médecin pathologiste et homme politique, considéré comme l'un des fondateurs de l'anatomie pathologique moderne. Il effectua l'essentiel de sa carrière à l'hôpital de la Charité de Berlin. Il fit le promoteur d'une médecine strictement orientée vers les sciences naturelles.



En 1855, il suggère que toute cellule provient d'une autre cellule « *Omnis cellula e cellula* ». C'est le troisième axiome de la théorie cellulaire.

Il est connu pour sa théorie de la pathologie cellulaire d'après laquelle les maladies ont leurs origines dans des altérations des cellules du corps. Il était très sceptique face à la microbiologie du fait qu'elle semblait contredire sa pathologie cellulaire, car la microbiologie prétendait expliquer les causes des maladies (Due à des microorganismes pathogènes). En 1858, le médecin **Louis Pasteur**, en démontrant que la théorie de la génération spontanée est erronée, va dans ce sens.

VII.3. Embryologie et reproduction

C'est une discipline scientifique qui englobe la description morphologique des transformations de l'œuf fécondé en organisme. Elle est devenue expérimentale au XIX^{ème} siècle.

- **Carl Friedrich Wolff** (1734 - 1794)

Médecin et physiologiste allemand et l'un des fondateurs de l'embryologie.



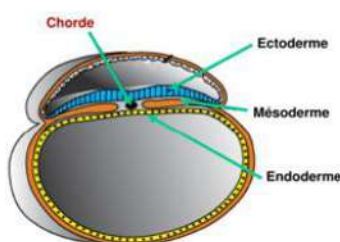
En 1759, dans sa thèse intitulée « *Theoria generationis* », Wolff étudie le développement du poulet et présente en remettant au goût du jour le concept de l'épigénèse déjà avancé par Aristote.

Il introduit la théorie des couches germinales en montrant que le matériel à partir duquel est fabriqué l'embryon se présente, au début du développement, sous forme de couches ayant l'apparence de feuilles. Il constate le développement progressif des organes des animaux.

Il faut attendre le début du XIX^{ème} siècle pour entrer véritablement dans l'embryologie moderne avec *Von Baer*.

- **Christian Heinrich Von Pander** (1794-1865)

C'est un embryologiste, zoologue et paléontologue germano-balte. Il imposa l'hypothèse de feuillet embryonnaire comme principe de base de l'embryologie en 1817, qui demeure l'un des fondements de l'embryologie moderne.



Cette hypothèse revient à considérer l'embryogenèse comme la croissance de trois feuillets : l'ectoderme, le mésoderme et l'endoderme appelé par Pander : enveloppe séreuse, enveloppe à liquide et enveloppe à mucus.

Pour élaborer cette hypothèse, il déposa 2000 œufs de poule dans un incubateur, pour en extraire certains à des durées précises et décrit systématiquement leur contenu. Chacun de ces feuillets a pour rôle de constituer les organes du futur individu :

- L'ectoderme produit l'épiderme et le système nerveux ;
- L'endoderme produit le tube digestif et ses glandes annexes (pancréas) ;
- Le mésoderme produit les muscles, le squelette et les vaisseaux sanguins.

- Le més ectoderme c'est une partie des muscles et du squelette de la tête provient de l'ectoderme via les cellules de la crête neurale.

- **Karl Ernst Von Baer** (1792-1876)

Biologiste germano-balte, professeur de zoologie et d'anatomie à l'université Königsberg (Allemagne). C'est le père de l'embryologie.



Il étudie l'embryologie des mammifères. Sa découverte la plus célèbre est celle de l'ovule, jusque-là confondu avec le follicule ovarien, chez les mammifères en 1827, venant après la mise en évidence, en 1824, du rôle fécondant des spermatozoïdes par **Prevost** (1790-1850) et **Dumas** (1800-1884).

En 1828, il passe d'une embryologie descriptive à une embryologie comparée. Il est à l'origine de la loi de **Von Baer** spécifiant que les caractères embryonnaires qui sont communs à plusieurs taxons animaux apparaissent plus précocement que les caractères distinctifs de ces taxons.

- **Robert Remak** (1815 1865)

C'est un embryologiste, physiologiste et neurologue allemand. Il obtient son diplôme de médecine en 1838 de l'université de Berlin et se spécialisa en neurologie.



Il explore la différenciation des différentes couches germinales de l'embryon en tissus et des organes. Il restera célèbre en embryologie pour avoir réduit le nombre des quatre couches embryonnaires primitives décrites par **Karl Ernst Von Baer** à seulement trois : ectoderme, mésoderme et endoderme.

Il découvrit les fibres nerveuses amyéliniques et les cellules nerveuses du cœur encore appelées *ganglions de Remak*.

VII.4. Génétique

La génétique du grec « *genno* » qui signifie « donner naissance » est la science étudiant l'hérédité et les gènes. C'est une sous discipline de la biologie.

L'invention du terme « génétique » revient au biologiste anglais **William Bateson** (1861-1926), qui l'utilise pour la première fois en 1905. Sa date officielle de naissance est **1865** ; elle correspond à la publication des travaux de **Mendel** mais la valeur de ces travaux n'était pas reconnue avant **1900**.

- **Travaux de Gregor Mendel** (1822-1884)

Mendel est un moine autrichien, qui appartenait à la Communauté des Augustins de Brunn et botaniste germanophe de nationalité autrichienne.



Il est connu pour être le père fondateur de l'hérédité et donc de la génétique. Il effectua de vastes expériences sur l'hérédité et la génétique qui ne seront connus que 50 ans plus tard. Il est à l'origine de ce qui est actuellement appelé les « **lois de Mendel** », définissant la manière dont les gènes se transmettent de génération en génération.

En 1865, dans le jardin de la cour de son monastère, il décide de travailler sur les pois comestibles présentant sept phénotypes dont chacun peut se retrouver sous deux formes différentes :

- Forme et couleur de la graine ;
- Couleur de l'enveloppe ;
- Forme et couleur de la gousse ;
- Position des fleurs et longueur de la tige.



Graine		Fleur	Cosse		Tige	
Forme	Coloration	Coloration	Forme	Coloration	Emplacement	Taille
Gris & ridée	Jaune	Blanc	Plein	Jaune	Croisante Flourbale long	Long (~3m)
Blanc & lisse	Vert	Violet	Étroit	Vert	Cosse terminales Fleurs en haut	Court (~30 cm)
1	2	3	4	5	6	7

Il avait eu l'idée de commencer par rechercher ce qui se passerait si l'on venait à féconder artificiellement des pois à graine lisse par le pollen venant de pois à graine ridée et vice-versa (Croisements). Il publie en 1866 sous l'autorité de la Société des sciences naturelles de Brunn, un article « *Recherche sur les hybrides végétaux* » où il énonce les lois de transmission de certains caractères héréditaires. Toutefois, ces recherches n'ont suscité aucun intérêt de la communauté scientifique de l'époque.

Ces conclusions, correspondent, aujourd'hui encore, à quelques-unes des lois fondamentales de la génétique, qui sont voici :

- Disjonction des caractères : Un caractère possède deux allèles, l'un paternel, l'autre maternel ;
- Indépendance des caractères : Chaque paire d'allèle est indépendante des autres. (Attention, cela ne marche pas s'ils sont sur le même chromosome).

- **Johann Friedrich Miescher** (1844-1895)

Médecin et biologiste suisse. En 1869, il découvre dans le noyau des cellules une substance non protéique et non lipidique riche en phosphore qu'il nomma « **nucléine** ». En 1872, il démontre la présence de la nucléine dans les spermatozoïdes de plusieurs espèces.



Il émet l'hypothèse que cette substance joue un rôle dans la transmission de l'hérédité.

- **Walther Flemming** (1843-1905)

Biologiste allemand et l'un des fondateurs de la biologie cellulaire. Il introduit la notion de « **chromatine** » (chroma = couleur) pour désigner la substance nucléaire qui se colore avec un colorant à base d'aniline.

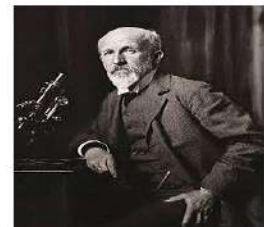


En 1879, il décrit pour la première fois la mitose du grec mitos = filament. Il faut savoir que la mitose avait déjà été décrite 40 ans auparavant par **Carl Nageli**. Cependant, il la décrivit comme étant une anomalie.

Flemming invente les termes **prophase**, **métaphase** et **anaphase** pour décrire la division cellulaire. Il remarque que lorsque la cellule se divise, la chromatine se transforme en filaments. Son travail fut publié en 1882.

- **Oskar Hertwig** (1859-1932)

C'est un embryologiste allemand. Il a travaillé sur la reproduction chez l'oursin. En 1876, il publie un article montrant que la fécondation est l'union du noyau d'un gamète mâle avec un gamète femelle.



- **Eduard Adolf Strasburger** (1844-1912)

Botaniste allemand. Il se consacre à l'étude de l'embryologie végétale. En 1880, ils découvrent que la fusion du noyau de l'ovule et du spermatozoïde est l'élément essentiel de la fécondation.

- **Heinrich Wilhelm Gottfried Waldeyer Hartz** (1836-1921)

Anatomiste allemand. Il est connu pour avoir contribué à la théorie neuronale de l'organisation du système nerveux. Il a proposé les noms de neurone. En 1888, il créa le terme de « chromosome » pour désigner les filaments colorés lors de la division cellulaire.



- **Theodor Boveri** (1862-1915)

Biologiste allemand. Ces travaux se situent à la frontière de la cytologie, de l'embryologie et de la génétique. Il est l'auteur en 1887, de la loi de réduction chromatique (phase de la méiose). En 1891, il démontre et affirme que les chromosomes sont indispensables à la vie.



- **Redécouverte et extension des travaux de Mendel** (1900-1910)

En faisant connaître les données précédentes, Mendel croyait sincèrement soulever un vif intérêt, or, il se trompait. Au cours des années suivantes, personne n'avait l'idée de reprendre ses expériences ou, au moins, de les commenter.

Il fallait donc attendre 1900 pour que les données en question soient enfin prises en considération. Trois noms, cette fois, sont à citer : ceux de **Carl Correns** en Allemagne, de **Hugo De Vries** en Hollande et de **Erich Von Tschermak** en Autriche.

Rediscovery of Mendel's Work



Carl Correns



Hugo de Vries



Tschermak

Séparément, mais dans le même temps, ces trois auteurs découvraient, avec surprise, que les lois fondamentales relatives à l'hybridation dont ils étaient eux-mêmes en quête avaient déjà été formulées à ce qu'avait dit trente-cinq ans plus tôt Mendel, il n'y avait manifestement rien à ajouter, rien à reprendre.

- **Walter Stanborough Sutton** (1877-1916)

C'est un médecin et généticien américain. Ces travaux portaient sur l'étude de la méiose chez la sauterelle. Il observa pour la première fois la méiose en 1902. Il est connu pour sa contribution à la théorie des chromosomes (Théorie chromosomique³⁸ de **Sutton et Boveri**) en 1902.



En 1903, il propose que les chromosomes soient le support de l'information génétique.

³⁸ Théorie fondamentale de la génétique. Elle identifie les chromosomes comme étant les porteurs de l'information génétique.

VII.5. Historique de la microbiologie et la découverte du monde microbien

La microbiologie est l'étude des organismes vivants de très petite taille qui ne peuvent être perçus par l'œil nu. On les appelle pour cela microorganisme. L'existence même du monde microbien était insoupçonnée de l'homme avant l'invention du microscope par **Leeuwenhoek** vers la fin du 17^{ème} siècle.

- **Louis Pasteur** (1822-1895)

Etudie l'immunologie et (c'est nouveau) la microbiologie. Il observe le monde des microorganismes, et étudie en particulier les pathogènes.



Découverte des microbes

Pasteur réussit à prouver que l'air est plein de microbes. Cette découverte va révolutionner la médecine.

Grâce aux recherches de Pasteur, on comprend que les maladies sont causées par des microbes.

Il soigne beaucoup de maladies : maladie du charbon, choléra, etc. En 1885, il effectue la première vaccination sur un humain (Contre la rage). Cette vaccination va devenir systématique.



Vaccin contre la rage

Jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, la rage est une maladie mortelle pour l'homme. On peut l'attraper en se faisant mordre par un chien malade.

Pasteur étudie cette maladie à partir de 1880 et teste des vaccins sur les chiens.

En 1885, un enfant de 9 ans, Joseph MEISTE, est mordu par un chien enragé. Pasteur accepte de tester son vaccin sur lui.

Il démontre que la génération spontanée n'existe pas. Il apporta la preuve définitive que tout processus de fermentation est le résultat d'une activité microbienne.



Pasteurisation

En 1865, Louis Pasteur cherche un moyen de conserver le vin plus longtemps. Il découvre qu'en chauffant le vin à 57°C, on tue les germes.

Ce procédé, appelé « pasteurisation », est très vite utilisé pour conserver la bière.

Aujourd'hui, cette technique sert à conserver certains aliments, comme le lait ou les jus de fruits.

Pasteur prépara des solutions nutritives dans des flacons à col de cygne sans empêcher le passage de l'air qui était ni filtré ni traité, il chauffa les bouillons et les laissa reposer. **Aucun microorganisme n'y apparut.** Pasteur montra ainsi que ceci suffisait pour éliminer les microorganismes nuisibles.

L'institut Pasteur a été fondé en 1888. L'œuvre de Pasteur entraîna la création d'une nouvelle discipline, la **Microbiologie**.

Chapitre VIII

XX^e siècle (Thérapie génique et clonage)

XX^e siècle (Thérapie génique et clonage)

Objectifs spécifiques

Au terme de ce cours qui traite du 20^{ème} siècle, vous devez être capable de :

- Définir se qu'est cette période ;
- Comprendre ce qu'est la biologie moléculaire ;
- Connaître les personnages ayant contribué à la l'évolution de la biologie ;
- Connaître les événements les plus importants qui y ont contribué.

VIII.1. Définition

Au XX^e siècle, la recherche scientifique explose. Les découvertes se succèdent à un rythme sans cesse croissant, encore accéléré par la Seconde Guerre mondiale. Les conditions de vie des populations en sont profondément transformées. On peut citer plusieurs raisons à cela :

- L'amélioration de la précision des instruments, notamment grâce à l'application de certaines découvertes ;
- La mondialisation des échanges, entraînant ainsi une mise en commun (autant intellectuelle que financière) des efforts scientifiques ;
- La science devient ainsi de moins en moins une affaire d'homme seul et de plus en plus un travail d'équipe ;
- Le développement rapide de l'informatique à partir des années 1950 (Aux États-Unis), avec un décalage en Europe dû à la reconstruction (Années 1960).

Ces technologies permettent un meilleur traitement d'une masse d'informations toujours plus importante.

VIII.2. Interactions et spécialisations

Plus les sciences avancent dans la compréhension du monde qui nous entoure, plus elles ont tendance à se « nourrir » les unes des autres. C'est ainsi que, par exemple, la biologie fait appel à la chimie et à la physique, tandis que cette dernière utilise l'astronomie pour confirmer ou infirmer ses théories, entraînant au passage une meilleure compréhension de l'Univers.

La somme des connaissances devient telle qu'il est impossible pour un scientifique de connaître parfaitement plusieurs branches de la science. C'est ainsi que les gens de science se spécialisent de plus en plus et que, pour contrebalancer cela, le travail en équipe devient la norme.

Cette complexité rend la science de plus en plus abstraite pour ceux qui ne participent pas aux découvertes scientifiques.

VIII.3. Biologie

Tout ce qui touche à la biologie a connu de spectaculaires avancées. Une meilleure compréhension du cycle de vie des cellules, le rôle des gènes et autres éléments de base de la vie ont permis de grandes avancées et ouvert des perspectives totalement nouvelles.

VIII.3.1. Génétique et biologie moléculaire

En 1901, *Clarence E. McClung* et *Edmund Wilson* découvrent les chromosomes sexuels et en 1905 leur rôle dans la détermination du sexe.



Clarence E. McClung



Edmund Wilson

En 1902, *Hugo de Vries* (1848 à 1935), *Carl Correns* (1864 à 1933) et *Erick Von Tschermack* (1871 à 1962) redécouvrent les lois de Mendel chez les végétaux. Ces lois rendent compte d'une répartition statistique des caractères héréditaires.

Elles ne rendent pas compte d'un mécanisme d'évolution mais ne s'y opposent pas.

En 1905, *Lucien Cuénot* découvre les gènes létaux (Gène qui entrave le développement normal d'un individu et qui provoque sa mort).



En 1909, *Wilhelm Ludvig Johannsen* invente le terme « gène ». En 1911, il fait la différence entre l'aspect d'un être (phénotype) et son gène (génotype). Il découvre le crossing-over en observant des séquences d'ADN répétées.

En 1910, *Thomas Hunt Morgan* (1866 à 1945) confirme génétiquement les lois de Mendel et découvre que les gènes sont portés par les chromosomes et qu'ils sont porteurs de l'information héréditaire.



Le premier hybride expérimental de maïs est mis au point par *William James Beal*, professeur de botanique à l'Académie des sciences du Michigan.

En 1913, **Morgan** et **Alfred Sturtevant** publient la première carte génétique du chromosome X de la drosophile, montrant l'ordre et la succession des gènes le long du chromosome.

En 1921, le vaccin du BCG (Bacille Calmette Guérin) contre la tuberculose est mis au point par **Albert Calmette** et **Camille Guérin**.



Albert Calmette
(1863-1933)



Camille Guérin
(1872-1961)



En 1927, chez la drosophile, **Hermann Müller** démontrait qu'il était possible d'élever de façon considérable le taux des mutations en soumettant les mouches aux effets de radiations ionisantes.

Une quinzaine d'années plus tard, on savait aussi provoquer des mutations artificielles par action de substances chimiques.

En 1928, **Frederick Griffith** découvre la transformation³⁹ génétique des bactéries, grâce à des expériences sur le pneumocoque. Toutefois, il ne connaît pas la nature de ce *principe transformant*.



En 1929, le médecin britannique **Alexander Fleming** découvre la pénicilline. La substance découverte par Fleming se composait d'une moisissure de la taille d'une épingle appelée *Penicillium*. Il s'agit du premier antibiotique, une substance capable de tuer les microbes. De nombreux autres antibiotiques ont été découverts depuis et ont sauvé des millions de vies humaines.

En 1933, le premier maïs hybride issu d'un croisement est disponible aux États-Unis.

En 1941, **George Beadle** et **Edward Tatum** émettent l'hypothèse qu'un gène code une (et uniquement une) enzyme en étudiant *Neurospora crassa*.

En 1943, la diffraction au rayon X de l'ADN par **William Astbury** permet d'émettre la première hypothèse concernant la structure de la molécule : une structure régulière et périodique qu'il décrit comme une pile de pièces de monnaie.

En 1944, l'Américain **Oswald Avery**, **Colin McLeod** et **Maclyn McCarty** découvrent que l'ADN est responsable de la transformation génétique des bactéries et que ce serait bien le support de l'hérédité.

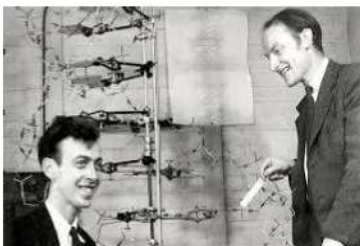
³⁹ Permet un transfert d'information génétique entre deux cellules.

Barbara McClintock montre que les gènes peuvent se déplacer et que le génome est beaucoup moins statique que prévu (1944). Elle reçoit le prix Nobel de Médecine en 1983.



En 1950, la structure chimique de l'ADN a été définie par **Phoebus Levene** et **Alexander Robert Todd**.

En 1952, **Alfred Hershey** et **Martha Chase** découvrent que seul l'ADN d'un virus a besoin de pénétrer dans une cellule pour l'infecter. Leurs travaux renforcent considérablement l'hypothèse que les gènes sont faits d'ADN support de l'information génétique.



En 1953, **James Watson** et **Francis Crick** présentent le modèle en double hélice de l'ADN, expliquant ainsi que l'information génétique puisse être portée par cette molécule. Watson, Crick et Wilkins recevront en 1962 le prix Nobel de médecine pour cette découverte.

1954 : **Georges Gamow** découvre que l'ADN obéit à un code génétique.

1955 : **Joe Hin Tjio** fait le premier compte exact des chromosomes humains : 46.

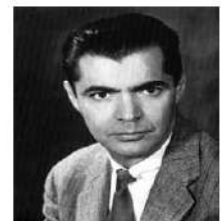
Arthur Kornberg découvre l'ADN polymérase, une enzyme permettant la réplication de l'ADN.

1957 : Le mécanisme de réplication de l'ADN est mis en évidence.

1958 : Le P^f **Raymond Turpin** de l'hôpital Trousseau, **Marthe Gautier** et **Jérôme Lejeune** réalisent une étude des chromosomes d'un enfant dit « mongolien » et découvre l'existence d'un chromosome en trop sur la 21^e paire. Pour la première fois au monde est établi un lien entre un handicap mental et une anomalie chromosomique.

Par la suite, **Jérôme Lejeune** et ses collaborateurs découvrent le mécanisme de bien d'autres maladies chromosomiques, ouvrant ainsi la voie à la cytogénétique et à la génétique moderne.

1959 : **George Palade** détermine que les ribosomes sont des molécules qui lient l'ARN lors de la synthèse des protéines.



1961 : **François Jacob**, **Jacques Monod** et **André Lwoff** avancent conjointement l'idée de programme génétique (gènes régulateurs).

1968 : **Marshall W. Nirenberg** et **Har Gobind Khorana** se voient attribuer un prix Nobel pour avoir déchiffré le code génétique des 20 acides aminés. Par la suite, les chercheurs ont pu conclure que le code génétique est universel chez toutes les créatures vivantes.

1972 : **Charles Sibley** et **Jon Alquist** démontrent qu'un même phénotype n'est pas synonyme d'un même génotype.

En 1978, un gène humain codant pour l'insuline est introduit dans la bactérie *Escherichia coli*, afin que cette dernière produise l'insuline humaine.

1989 : Il a été décidé de décoder les 3 milliards de paires de bases du génome humain pour identifier les gènes afin de comprendre, dépister et prévenir les maladies génétiques et tenter de les soigner.

1993-1996 : Les premières cartes génétiques du génome humain sont publiées par **Jean Weissenbach** et **Daniel Cohen** dans un laboratoire du Généthon.

2000 : Nombreux sont les organismes vivants dont l'ADN a été décrypté au cours des années 2000. La première plante, la petite arabe des dames (*Arabidopsis thaliana*) dévoile son génome en 2000. Suivie par la souris de laboratoire (*Mus musculus*) en 2002.

2003 : La course effrénée pour le séquençage du génome humain, sur plus de dix ans, prend fin en 2003, soit cinquante ans après la découverte de la structure de l'hélice d'ADN par **James Watson** et **Francis Crick**.

VIII.3.2. Clonage

Le clonage est la reproduction à l'identiques d'une cellule ou d'un organisme vivant, d'une de ses parties ou de l'un de ses gènes. Cette technique a permis de cloner les animaux suivants :

1952 : Clonage de grenouille à partir de cellules de blastula.

1962 : Clonage de Xénope à partir de cellules intestinale de têtard.

1963 : Poisson rouge, premier clone artificiel issu de cette technique.

Dolly, une brebis, premier mammifère cloné en **1996** (Née le 5 juillet 1996) à partir d'une cellule spécialisée. Elle est euthanasiée en 2003 (à 7ans) à la suite d'une maladie pulmonaire qu'ont les brebis normalement à 11 ou 12 ans.

« Cumulina », une **souris** clonée en **1997**.

« Marguerite », une **vache**, clonée par l'INRA en **1998**.

« Millie », « Christa », « Alexis », « Carrel » et « Dotcom », 5 petits **cochons**, clonés en mars 2000.

« Noah », un **Gayal** (Une espèce de bœuf sauvage, premier clone d'animal en voie d'extinction), en janvier 2001.

Références

Aissani Djamil (1993). Bougie à l'époque médiévale. Les mathématiques au sein du mouvement intellectuel. Association Gehimab, Université de Béjaia. Groupe de travail franco-maghrébin sur les mathématiques arabes Groupe rattaché à l'IREM de Rouen. Edition IREM, Rouen, France.

Arnott Robert et Finger Stanley (2003). Trepanation. History, discovery, theory, Psychology Press, p. 148.

Aron Jean-Paul (1962). Biologie, histoire et histoire de la biologie. Annales. Histoire, Sciences Sociales.

Azéma Marc, Brasier Laurent (2016). Le beau livre de la préhistoire, Dunod. p.392.

Barrière CI, Daniel R, Delporte H, Escalon de Fonton M, Parent R, abbé J, Rozoy J-G, Tixier J, Vignard Ed (1969). Epipaléolithique-Mésolithique. Les microlithes géométriques. Bulletin de la Société préhistorique française, p. 355-366.

Beyneix Alain (2003). Traditions funéraires néolithiques en France méridionale, Errance, p. 288.

Billard Jules B. (1978), Ancient Egypt: Discovering its Splendors, Washington, National Geographic Society, p. 109.

Blay Michel (2017). Critique de l'histoire des sciences. CNRS.

Bon François (2016). « La vie quotidienne au Paléolithique », L'Histoire, no 420. p. 38-39.

Bouchon Geneviève, Gaborieau Marc, Jaffrelot Christophe, Markovits Claude, Meyer Eric, Pouchepadass Jacques, Weber Jacques (1994). Histoire de l'inde moderne p.1480-1950, Fayard.

Bouville, C (1991). « Chalcolithique de Provence et trépanations », L'Anthropologie, t. 95, no 1, p. 293-306.

Brian Stringer Christopher (2016). « The origin and evolution of Homo sapiens », Philosophical transactions of the Royal Society.

Brioist Pascal (2007). Les sciences et l'expérimentation à la Renaissance. « Sciences et techniques, Modalités de l'innovation, Enjeux de la diffusion », Centre d'études supérieures de la renaissance, Revue ATALA, Tours, France.

Broadbent, T.A.A. (1968). "Reviewed work(s): The History of Ancient Indian Mathematics by C. N. Srinivasiengar", The Mathematical Gazette, 52 (381): 307-308.

Cabanes Pierre (2019). Introduction à l'histoire de l'Antiquité, Paris, Armand Colin, coll. « Coursus - Histoire », 5^{ème} édition.

Chandelier Joël (2021). *L'Occident médiéval : D'Alaric à Léonard (400 - 1450)*, Éditions Belin, coll. « Mondes anciens », p.700.

Chopra Ananda S. (2003). « Āyurveda », dans Selin, Helaine, *Medicine Across Cultures: History and Practice of Medicine in Non-Western Cultures*, Norwell, MA, Kluwer Academic Publishers, p.75-83.

Clottes Jean (1995). « L'originalité de la grotte Chauvet-Pont-d'Arc, à Vallon-Pont-d'Arc (Ardèche) », *Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, no 2. p.565.

Dan Anca, Queyrel François, Gehrke Hans-Joachim, Snodgrass Anthony, Ritter Stefan (2015). *Les concepts en sciences de l'Antiquité : mode d'emploi*. Presses Universitaires de Franche-Comté « Dialogues d'histoire ancienne ».

de Morant Henry (1957). *Aspects sociaux de l'Égypte pharaonique*. *Annales. Histoire, Sciences Sociales*, Volume 12, Issue 3, pp. 467 - 473.

Dodson Aidan Mark et Hilton Dyan (2004). *The Complete Royal Families of Ancient Egypt*, p. 46.

Dupuis Jacques (2005). *Histoire de l'Inde*, 2e édition., éditions Kailash, p. 406.

Foster, V (2002). *Handbook to Life in the Ancient Maya World*, Oxford University Press, p. 80.

Genet Jean-Philippe, Balard Michel (2005). *Le Monde au Moyen Âge : espaces, pouvoirs, civilisations*, Hachette Éducation, Paris.

Gwenc'hlan Le Scouëzec & Jean-Robert Masson (1987). *Bretagne mégalithique*, édition.

Hachet Pascal (2004). *DERRIÈRE LES DINOSAURES, NOS AÏEUX ET LEURS SECRETS*, *L'Esprit du temps*, « Imaginaire & Inconscient », no 13, pages 131-139.

Harmand, S., Lewis, J.E., Feibel, C.S., Lepre, C.J., Prat, S., Lenoble, A., Boës, X., Quinn, R.L., Brenet, M., Arroyo, A., Taylor, N., Clément, S., Daver, G., Brugal, J.-Ph., Leakey, L., Mortlock, R.A., Wright, J.D., Lokorodi, S., Kirwa, Ch., Kent, D.V. et Roche, H. (2015). « 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya », *Nature*, vol. 521. p. 310-315.

Helge Kragh (2014), *Masters of the Universe. Conversations with Cosmologists of the Past*, OUP Oxford. p. 210.

Hubble Edwin P. (1929), « A relation between distance and radial velocity among extra-galactic nebulae », PNAS, vol. 15, no 3. p. 168-173.

Joussaume Roger (1985). Des dolmens pour les morts, éditions Hachette.

Kristiansen K., Larsson Th. (2005), L'âge du Bronze, une période historique. Les relations entre Europe, Méditerranée et Proche-Orient, Annales HSS, n. 5, pp. 975-1007.

Laberche Jean-Claude (1999). Biologie végétale, coll. « Sciences sup », éditions Dunod, Paris, p. 3.

Lafont Bertrand, Tenu Aline, Clancier Philippe et Joannès Francis (2017). Mésopotamie : De Gilgamesh à Artaban (3300-120 av. J.-C.), Paris, Belin, coll. « Mondes anciens », p. 1040.

Leclant Jean (2011). Dictionnaire de l'Antiquité, Paris, Presses Universitaires de France, coll. « Dictionnaires Quadrige ».

Leften Stavros Stavrianos, A Global History from Prehistory to the Present, Prentice Hall (1991). p. 9-13

Marage Pierre (2006-2007) Histoire des Sciences. Université libre de Bruxelles, Belgique.

Matthews R. (2003). The Archaeology of Mesopotamia: Theories and Approaches, Routledge, p. 93-125.

Meyer Matthias, Arsuaga Juan-Luis, de Filippo Cesare, Nagel Sarah, Aximu-Petri Ayinuer, Nickel Birgit, Martínez Ignacio, Gracia Ana, Bermúdez de Castro José María, Carbonell Eudald, Viola Bence, Kelso Janet, Prüfer Kay & Pääbo Svante (2016). « Nuclear DNA sequences from the Middle Pleistocene Sima de los Huesos hominins », Nature, 7595e série, vol. 531, p. 504-507.

Micollier, E. (2011). Un savoir thérapeutique hybride et mobile. Eclairage sur la recherche médicale en médecine chinoise en Chine aujourd'hui, in L. Pordié éd. « Savoirs thérapeutiques asiatiques et globalisation », Revue d'Anthropologie des Connaissances (5)1 : 41-70.

Mistriotis Georges (1894). Les causes de la civilisation grecque dans l'antiquité et dans les temps modernes. Revue des Études Grecques. p. 393-396 .

Morange Michel (2008). A quoi sert l'histoire des sciences ? p.65.

Otte Marcel (2009). La Préhistoire, Bruxelles/Paris, De Boeck Supérieur. p.303.

Otte Marcel (2001), La Protohistoire, De Boeck. p.396.

- Otte Marcel, Pierre Noiret, Patrick Plumet, Denis Vialou (2009). La préhistoire, 3^{ème} édition, De boeck.
- Parrot (1934). « La civilisation mésopotamienne », Revue d'Assyriologie et d'archéologie orientale, vol. 31, no 4, p. 180-189.
- Poucet Jacques (1985). Les origines de Rome : tradition et histoire, Publications Fac St Louis, p.360.
- Pourtaud Jean-Sébastien et Olivet Yves (2015). Dolmens, menhirs, tumulus et pierres de légendes de Charente-Maritime. Edition Le Croît vif.
- Raven, Peter H., Kenneth A. Mason, Jonathan B. Losos, Susan R. Singer, and George B. Johnson (2014). Biology. 10th ed. Dubuque, IA: McGraw-Hill.
- Reebs Stéphan (2017). C'est quoi la science. Université de Moncton, Canada. Département de biologie.
- Riba Daniel (1984). Dolmens & menhirs de Provence, Nice, Équilibres, Éditions Serre, p.141.
- Roche, H., Delagnes, A., Brugal, J-P., Feibel, C., Kibunjia, M., Mourre, V. et Texier, P-J (1999). « Early hominid stone tool production and technical skill 2.34 Myr ago in West Turkana, Kenya », Nature, vol. 399. p. 57-60.
- Salah Ould Moulaye Ahmed (2004). L'apport scientifique arabe à travers les grandes figures de l'époque classique. Edition Unesco. Publié par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture, 7, place de Fontenoy, 75007 Paris, France.
- Salvatore Piccolo (2013). Ancient Stones: The Prehistoric Dolmens of Sicily. Abingdon/UK: Brazen Head Publishing.
- Sartre Maurice (1991). Le Haut-Empire romain : Les provinces de Méditerranée orientale d'Auguste aux Sévères, Paris, Le Seuil, coll. « Points Histoires », p. 248.
- Sauvage Jean (1945). Histoire de l'Orient islamique au Moyen Âge. Annales de l'École pratique des hautes études.p. 86-89.
- Semaw, S., Renne, P., Harris, J.W.K., Feibel, C.S., Bernor, R.L., Fesseha, N., Mowbray, K., (1997). 2.5-million-year-old stone tools from Gona, Ethiopia. Nature 385, 333-336.
- Sénéchal David (2004). Histoire des Sciences. Notes de cours, Université de Sherbrooke, faculté des Sciences, Canada.

Sénéchal David (2004). Histoire des sciences. Université de Sherbrooke, Faculté des Sciences. p. 255.

Serres Michel (1989). Eléments d'histoire des sciences. Paris, Bordas.

Siret L. (1925). A propos de l'Age du Cuivre. Bulletin de la Société préhistorique de France. No. 5. p. 195-203.

Taton René (1957). La science antique et médiévale. Presses universitaires de France.

Taton René (1958). La science moderne. Presses universitaires de France.

Taton René (1961). La science contemporaine I : Le XIX siècle. Presses universitaires de France.

Tinland Franck (2002). De la diversité des êtres à l'être-humain. Revue philosophique de Louvain, Vol. 100, No. 3, p. 385-417.

Waldschmidt Michel (2001). Les Mathématiques en Inde

Wang, Y. (2018). L'écriture et le problème de l'ancienne histoire chinoise. Le Monde français Du Dix-huitième siècle, 3(1).

Les apports scientifiques du XVIIIe siècle. Livre de Gérard Hartmann. Lien URL: https://www.hydroretro.net/etudegh/les_apports_scientifiques_du_18e_siecle.pdf.

Sciences, techniques, pouvoirs et sociétés à l'époque moderne (du XVIe siècle au XVIIIe siècle). Agrégation d'histoire, agrégation de géographie et CAPES d'histoire-géographie, sessions 2017 et 2018. Faculté des lettres et civilisations, Université Jean Moulin Lyon 3, France.