

## Chapitre 02 : La science dans les civilisations anciennes.

### I- La science dans la civilisation mésopotamienne

#### I-1- Historique de la civilisation mésopotamienne

La Mésopotamie est le “pays entre deux fleuves”, le Tigre et l’Euphrate. L’utilisation de briques plutôt que de pierres dans la construction des grands bâtiments a fait que la civilisation mésopotamienne n’a pas laissé de traces aussi durables que l’égyptienne. A partir du milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, les archéologues ont découvert les ruines de plusieurs cités enfouies, telles Our, Babylone (Babel), Ninive, qui ont progressivement révélé l’ampleur de la civilisation mésopotamienne. La plus ancienne civilisation de Mésopotamie s’est développée à proximité des embouchures des fleuves, vers -3000, dans la région qu’on appelle Sumer. La majeure partie des connaissances techniques de la Mésopotamie semble dater de l’époque des Sumériens, soit le troisième millénaire avant notre ère. On ignore l’origine du peuple sumérien, mais au deuxième millénaire, des peuples sémites venus de l’ouest s’installent dans la région et le pouvoir se déplace un peu vers le nord; la ville de Babylone (ou Babel) devient le centre le plus important. Au milieu du deuxième millénaire, des peuples connaissant l’usage du fer (les Hittites) envahissent la Mésopotamie et par la suite, au premier millénaire, le pouvoir se déplace vers le nord, dans la région connue sous le nom d’Assyrie. Les Assyriens, renommés pour leur cruauté, établirent une domination militaire sur tout l’Orient (incluant l’Égypte pendant un certain temps). Les Assyriens conservèrent la langue et l’écriture des Babyloniens. La majeure partie des documents écrits que nous possédons sur la Mésopotamie provient de fouilles effectuées en Assyrie. Au premier millénaire, un peuple installé en Syrie, les Araméens, finit par imposer sa langue dans tout l’Orient (l’araméen était la langue maternelle de Jésus). Dans cette langue, les peuples habitant la basse Mésopotamie s’appelaient eux-mêmes Kaldou, qui devint Kaldaïoi en grec et Chaldéens en français. Pour cette raison, la basse Mésopotamie est souvent appelée Chaldée et ses habitants Chaldéens, sans égard à la période historique envisagée. Dans l’Antiquité, le mot “chaldéen” désigne aussi un astrologue, car la pratique de l’astrologie est originaire de Mésopotamie.

A la suite de la destruction de l’empire assyrien par les Mèdes, un peuple indo-européen habitant l’Iran actuel, Babylone sera le centre, pendant environ un siècle, d’un empire puissant dont Nabuchodonosor sera le roi le plus connu. Cet empire sera finalement abattu en -538 par les Perses et les Mèdes, qui fondent un empire multinational dans tout l’Orient (des frontières de l’Inde à celles de la Grèce). Cet empire, souvent surnommé achéménide, du nom de la dynastie qui le gouverna, adopta l’araméen comme langue officielle. Il sera à son tour conquis par Alexandre le Grand vers -330.

Les connaissances chaldéennes nous sont parvenues principalement sous la forme de tablettes de terre cuite couvertes de caractères dits cunéiformes (en forme de coin), parce qu’imprimés avec un roseau taillé. Cette écriture a été utilisée pendant plus de 3000 ans, à partir de -3500. On possède des centaines de milliers de telles tablettes, trouvées lors de multiples fouilles archéologiques, en particulier à Ninive, capitale de l’Assyrie (l’un de ses rois, Assurbanipal, était célèbre pour la grandeur de sa bibliothèque). Les constructions mésopotamiennes en brique étaient moins durables que les monuments égyptiens en pierre, mais les tablettes en terre cuite sont beaucoup plus durables que les documents égyptiens écrits sur papyrus et nous disposons donc de beaucoup plus de documents mésopotamiens que de documents égyptiens.

C'est le sumérien qui devient pour la première fois une langue écrite, vers 3300 av. J.-C. Cette écriture fut utilisée au début pour le commerce. Des pictogrammes représentaient des objets et petit à petit, le besoin s'est fait sentir d'étendre le système. L'étape suivante, qui fut le début de l'établissement d'une véritable langue écrite, fut d'associer les sons à des pictogrammes et enfin de ne les associer qu'à des sons, offrant ainsi l'équivalent écrit d'une langue parlée. L'invention de l'écriture est une chose très importante pour la préservation et la transmission des idées. Le support d'écriture en Mésopotamie était l'argile présente sous de nombreuses formes, en tablettes bien sûr, mais aussi en forme de cylindres ou de prismes.

### **I-2- Les Mathématiques**

C'est sur des tablettes d'argile babyloniennes qu'on trouve la trace des premières mathématiques. Les quatre opérations de base se faisaient à l'aide de tables et la résolution de problèmes pratiques à l'aide de mots détaillant toutes les étapes. Bien que ces méthodes n'étaient pas pratiques à l'usage, elles avaient le mérite de fonctionner et de permettre de résoudre des équations allant jusqu'au troisième degré. Pas plus qu'en Égypte il ne semble y avoir eu de théorisation de ces algorithmes. On ne donnait que des exemples empiriquement constitués, certainement répétés par les élèves et les scribes. À ce titre, il s'agit donc d'un *savoir-faire* empirique, transmis comme tel, et non d'une science mathématique rationnelle. Cependant, cette algèbre ne sera pas étendue et il faudra attendre les travaux des mathématiciens musulmans pour développer cet aspect des mathématiques. Toujours pour le commerce, il était nécessaire de nommer les animaux et les plantes. Mais ils ne se limitèrent pas à une simple énumération, ils les classifièrent et cela dépassait le domaine simplement marchand. C'est ainsi que des centaines d'animaux et plantes sont classifiés en « règnes » (les poissons, les crustacés, les serpents, les oiseaux).

### **I-3- La médecine**

Les Mésopotamiens connaissaient plusieurs maladies et avaient des remèdes pour chacune d'entre elles. Des textes et manuels médicaux avaient même été écrits, mais il semblerait que l'expérience du médecin était la plus importante. Les remèdes, à base de drogues végétales comme des racines mais aussi de minéraux comme le sel, côtoyaient la magie. À cette époque, on pensait par exemple que certaines plantes devaient être cueillies à certaines dates, administrées un certain nombre de fois (des chiffres comme le 3, le 7 et leurs multiples étaient très prisés). La récitation d'incantations faisait aussi partie du remède. Tout cela s'explique très logiquement par le fait qu'en ces temps, on pensait que les maladies étaient d'origine divine. Ainsi, si l'on désirait soigner le malade, il fallait apaiser les dieux.

### **I-4- L'astronomie**

Des cartes géographiques sont également 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 même retrouvée, plaçant Babylone au centre et les distances représentées par la durée du voyage et non par les distances réelles.

L'astronomie, la magie et l'astrologie jouaient un rôle social important en Mésopotamie. Par conséquent les observations astronomiques des Chaldéens furent nombreuses. Les savants du temps d'Alexandre le Grand disposaient des observations babyloniennes faites 1900 ans auparavant!

- Les Chaldéens utilisaient un calendrier lunaire. Comme la période de la Lune (29 j., 12h., 44 min., ou 29,531 jours) est incommensurable avec l'année et que la rotation de la Lune autour de la Terre présente certaines irrégularités, il était très important pour les Chaldéens de posséder des éphémérides précises sur la position de la Lune. Ils conclurent que l'année solaire est de 12 (22/60) mois lunaires, soit 365,20 jours. Ceci est remarquablement proche de la réalité (365,26 jours).
- Ils pouvaient prédire les éclipses de Lune et les possibilités d'éclipse de Soleil (c'est-à-dire qu'ils pouvaient dire quand une éclipse de Soleil avait de bonnes chances de se produire, sans nécessairement réussir à tous les coups). Rappelons que les éclipses ne se produisent pas à tous les mois car l'orbite lunaire est légèrement inclinée (5°) par rapport à l'écliptique.
- Ils sont les auteurs du Zodiaque et de sa division en douze constellations.
- Ils ont observé les positions des planètes, sans toutefois élaborer une théorie pour les expliquer.

## **II- La science dans la civilisation Égyptienne**

### **II-1- L'Égypte dans l'histoire**

L'Égypte fut l'hôte, avec la Mésopotamie, de la première grande civilisation de l'Antiquité. Ce pays est entièrement dépendant de son artère, le Nil, et de ses crues annuelles qui fertilisent le sol.

Les rois qui régnèrent sur l'Égypte (pharaons) furent classifiés par les historiens de l'Antiquité en trente dynasties. Le premier pharaon (première dynastie) fut Ménès (ou Narmer) qui unifia la Haute Égypte et la Basse-Égypte.

### **II-2- Caractère des connaissances égyptiennes**

L'Égypte ancienne était un état monarchique centralisé. Les scribes, sorte de fonctionnaires comptables, étaient responsables de l'inventaire et de la distribution des récoltes et c'est entre leurs mains que reposait le savoir transmissible des égyptiens, en particulier en mathématiques. Paradoxalement, l'époque la plus féconde en inventions techniques est l'Ancien empire (l'époque des grandes pyramides). Par exemple, les grandes pyramides de Chéops et de Chéphren ont leur faces orientées vers les quatre points cardinaux avec une précision de 202800 et nous ignorons comment les constructeurs y sont parvenus.<sup>3</sup> Nous ignorons aussi comment les égyptiens ont réussi à assembler ces monuments. L'historien grec Hérodote (-484/ - 425) écrit que 100 000 hommes travaillèrent pendant 20 ans à la construction de la pyramide de Chéops, mais celui-ci est souvent peu fiable quand il cite des nombres. Platon traite les égyptiens de "peuple de boutiquiers", caractérisé par un "amour de la richesse" et non un amour de la science. Les connaissances égyptiennes avaient en effet un caractère technique et utilitaire. Les égyptiens n'ont pas senti le besoin d'élaborer un système cohérent de la Nature.

### **II-3- Les mathématiques**

Les documents parvenus jusqu'à nous démontrent une absence de raisonnement dans les mathématiques égyptiennes. Ils sont remplis d'exemples d'applications de règles pratiques de calcul. Les égyptiens ont un système de numération juxtapositionnel (analogue aux chiffres romains): ils ont des signes pour l'unité, la dizaine, la centaine, etc. et répètent les symboles le nombre de fois requis. L'importance du nombre 10 provient vraisemblablement de nos dix doigts, utilisés pour compter depuis les temps préhistoriques. Les égyptiens ne connaissent

que les entiers, les fractions unitaires (de la forme  $1/n$ , où  $n$  est un entier) ainsi que la fraction  $2/3$ . Toutes les autres fractions doivent être réduites à des combinaisons de ces dernières. Les égyptiens peuvent résoudre des équations linéaires, par la méthode dite des “fausses positions”, qui consiste à deviner une solution et à la corriger au besoin. Hérodote attribue aux égyptiens l’invention de la géométrie. En fait, leurs connaissances géométriques sont purement pratiques et empiriques. Ils savent comment calculer l’aire d’un rectangle, d’un trapèze, d’un triangle. Ils savent que le volume d’une pyramide est  $1/3Bh$  ( $B$ : base,  $h$ : hauteur). Notons que la démonstration de cette dernière formule nécessite un raisonnement à la base du calcul intégral, mais nous ne savons pas comment les égyptiens y sont parvenus. Ceux-ci adoptent la valeur  $\pi = (16/9)^2 = 3,1605$ . En général, les égyptiens sont plus forts en géométrie qu’en arithmétique, en raison de leur système de numération déficient.

#### **II-4- L’astronomie**

Les égyptiens distinguent les planètes des étoiles. Ils disposent d’instruments de mesure rudimentaires des positions astronomiques.<sup>8</sup> Ils savent que la crue du Nil coïncide avec le lever héliaque de Sirius (Sothis). Ils disposent du meilleur calendrier de l’Antiquité : une année divisée en 12 mois de 30 jours, plus 5 jours dits épagomènes. Ce calendrier sous-estime d’environ 6 heures la durée de l’année et mène à des “solstices flottants” (année errante), c’est-à-dire à un décalage progressif des saisons (une saison de recul à tous les 360 ans, environ). Ce sont les rois lagides qui demanderont la mise au point d’un nouveau calendrier, avec une année bissextile tous les quatre ans pour corriger la situation. Ce calendrier fut imposé par César en  $-47$ , d’où son nom de calendrier julien. Les égyptiens mesuraient le temps à l’aide de cadrans solaires durant le jour et de clepsydres (horloges à eau) pendant la nuit. Ces dernières étaient très imprécises, car les égyptiens ne connaissaient pas la relation entre le niveau de l’eau et la pression exercée au fond du récipient. Les clepsydres furent améliorées à l’époque gréco-romaine, en particulier par le Grec Ctésibios, et furent la forme d’horloge la plus utilisée sous l’empire romain.

#### **II-5- La médecine**

Notre connaissance de la médecine égyptienne, comme des autres volets de cette civilisation, est basée surtout sur la découverte de nombreux papyrus où des diagnostics et des traitements sont consignés. Le fondateur légendaire de la médecine égyptienne est le médecin-architecte Imhotep, au service du pharaon Djôser, qui vécut vers  $-2800/ - 2700$ . Ce personnage fut plus tard divinisé et reconnu comme le dieu de la médecine. La médecine égyptienne est hybride : d’une part elle contient une forte dose de magie; des incantations prononcées par le médecin sont supposées apporter par elles mêmes la guérison, même si elles sont souvent accompagnées de cataplasmes ou de potions. D’autre part, l’utilisation de drogues découvertes empiriquement semble également importante. Fait significatif, le médecin égyptien n’est pas un prêtre, mais un artisan, dont le savoir doit être transmis de façon héréditaire : on est médecin de père en fils, comme on est scribe, ou armurier, ou cordonnier de père en fils. Il semble que la chirurgie égyptienne ait été supérieure à la médecine. Les égyptiens savaient comment recoudre des plaies; ils procédaient à des obturations dentaires avec de l’or; ils réparaient les fractures en remplaçant les os et en les maintenant à l’aide d’éclisses de bois.

### **III- La science dans la civilisation Chinoise**

#### **III-1- La Chine dans l'histoire**

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

#### **III-2- Caractère de la science chinoise**

Les Chinois n'ont pas pratiqué de philosophie spéculative et déductive comme les Grecs. Leur science est à la fois plus pratique et plus basée sur l'observation. Le terme chinois pour "science", *kexue*, signifie "connaissance classificatrice". Les techniques de la Chine ancienne étaient en général supérieures à celles des Européens jusqu'au XV<sup>e</sup> siècle. Des astronomes, horlogers et géographes étaient au service du gouvernement. La plus grande poussée culturelle et scientifique chinoise remonte à la période des royaumes combattants (–Ve/–III<sup>e</sup> siècles) et coïncide curieusement avec la période de plus grand progrès de la science grecque. La période suivante, pendant laquelle un empire bureaucratique s'installe (comme l'empire romain en Occident), marque aussi un ralentissement du progrès. On attribue ce ralentissement à la doctrine sociale confucianiste, qui tend à favoriser un régime stationnaire en réprimant l'égoïsme individuel et la concurrence, ce qui empêche l'émergence d'une bourgeoisie marchande, au profit d'une caste de fonctionnaires.

#### **III-3- Innovations techniques des Chinois**

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

1. L'imprimerie.
2. La boussole. Sa forme de tire probablement son origine (vers le II<sup>e</sup> siècle). La boussole flottante est apparue avant 1125.
3. Le joint universel (dit de Cardan en Occident).
4. L'horlogerie mécanique.
5. La poudre à canon.
6. La fonte (c'est-à-dire du fer fondu et non simplement forgé).
7. Les étriers et les harnais pour les chevaux.
8. Les écluses.
9. Les navires à voiles multiples.

#### **III-4- Mathématiques**

Les Chinois ont utilisé, dès le -XIV<sup>e</sup> siècle, un système de numération positionnel à base 10. Leur langue comportait des mots monosyllabiques pour tous les nombres de 1 à 10, en plus de 100 et 1000. Ces mots sont toujours les mêmes aujourd'hui. Les calculs étaient donc relativement simples en Chine, par rapport à la Grèce, ce qui explique leurs plus grandes prouesses en algèbre, mais aussi leur faiblesse en géométrie. Le zéro ne fut introduit qu'au VIII<sup>e</sup> siècle, en provenance de l'Inde. L'abaque (ou boulier) a été inventé entre les III<sup>e</sup> et VI<sup>e</sup> siècles et permit de faire rapidement des calculs arithmétiques compliqués. La géométrie chinoise était beaucoup moins développée que celle des Grecs. Les Chinois connaissaient cependant le théorème de Pythagore, dont une preuve ingénieuse fut donnée par Tchao Kiun king au II<sup>e</sup> siècle. Leur valeur de  $\pi$  est remarquablement précise : au III<sup>e</sup> siècle, Lieou Houei,

obtient  $\pi \approx 3, 14159$ . Tsou Tchong Tche, un peu plus tard, obtient  $3, 1415926 < \pi < 3,1415927$ . Les connaissances algébriques des Chinois apparaissent dans un livre de l'époque Han : L'art du calcul en neuf chapitres. On y trouve notamment :

1. La solution d'équations linéaires à une variable par la méthode de la fausse position.
2. La solution d'équations linéaires à plusieurs variables en faisant appel à des tableaux similaires aux matrices.
3. La solution d'équations quadratiques.

Ces techniques de calcul étaient cependant toujours appliquées à des problèmes pratiques.

### **III-5- Astronomie**

Les Chinois ont utilisé une année de 365,25 jours dès les premiers siècles de leur histoire. Ils ont constitué des catalogues d'étoiles importants (un catalogue de l'époque des royaumes combattants compte 1464 étoiles) et ont minutieusement observé les novae et les comètes. Ces observations anciennes rendent encore service aux astrophysiciens. Les Chinois utilisaient un système de coordonnées célestes équatoriales, comme est d'usage aujourd'hui en astronomie.

### **III-6- Physique**

La physique chinoise repose sur deux principes (le yin et le yang) et sur cinq éléments (ou agents): 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. On associe les qualités suivantes aux deux principes :

1. Yin : obscur, froid, humide, féminin, impair.
2. Yang : clair, chaud, sec, masculin, pair.

Quant aux cinq éléments, ils correspondent aussi aux :

1. cinq saveurs (aigre, amer, doux, astringent, salé),
2. cinq endroits (nord, est, sud, ouest, centre),
3. cinq couleurs (bleu-vert, rouge, jaune, blanc, noir),
4. cinq notes de la gamme chinoise (pentatonique).

## **IV- La science dans la civilisation Indienne**

### **IV-1- Les Indiens védiques**

Au milieu du deuxième millénaire avant notre ère, au début de l'âge du fer (environ -1500), des peuples de langue aryenne envahissent progressivement l'Iran et le nord de l'Inde. Les envahisseurs de l'Inde sont dits aryens védiques et leur langue est le sanskrit, de nos jours encore langue sacrée de l'Inde. Ces peuples élaborent des textes sacrés appelés Vedas (qui signifie "savoir"), dont le principal est le Rig-Veda (Veda des hymnes). Les Veda contiennent par allusion certaines conceptions du monde matériel, en particulier sur un certain ordre normal du monde (arta). Au cours du premier millénaire avant notre ère, des compléments aux Vedas, les Brâhmana, sont rédigés. L'immense influence de la religion védique se fait sentir dans toutes les connaissances "scientifiques" des Indiens. En fait, le savoir astronomique et mathématique est difficilement dissociable de la religion pour eux.

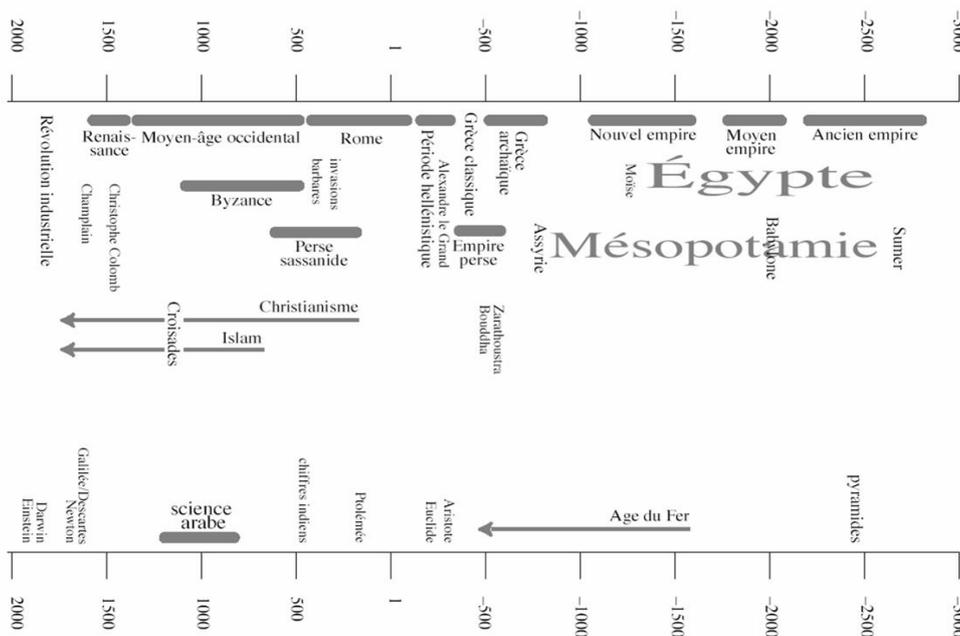
### **IV-2- Astronomie**

Les indiens védiques 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. La connaissance de la période de révolution des astres était donc importante. La grande longueur de certains cycles a forcé les indiens à développer un système de numération pouvant décrire de très grands nombres. Le calendrier védique utilise une année de 12 mois de 30 jours (soit 360 jours). Un mois intercalaire de 25 ou 26 jours est ajouté à tous les cinq ans. Chaque jour est divisé en 15 “heures” (ou moments) de jour et 15 moments de nuit. Le nombre de ces moments dans une année est donc 10 800, qui est aussi le nombre d’unité métriques (vers) dans le Rig-Veda! Une certaine mystique des nombres semble caractériser la philosophie védique. Les Indiens ont procédé, pour des raisons religieuses, à des observations minutieuses du mouvement de la Lune et du Soleil. On y fait vivre les dieux au pôle nord et les démons au pôle sud, de sorte qu’une journée pour les dieux équivaut à une année pour les hommes. Signalons aussi l’astronome âryabhata (né en 476), qui perfectionna le système des épicycles emprunté aux Grecs et qui croyait en la rotation de la Terre. Il utilisait la valeur  $\pi = 3, 1416$ . En trigonométrie, âryabhata est aussi l’inventeur du sinus (~510), par opposition à la corde utilisée par les Grecs. Le mot qui désigne le sinus en sanskrit est jiva, qui veut précisément dire “corde”. Les arabes ont simplement adopté une translittération du même mot dans leur langue, ce qui a donné jaib, qui est aussi, par hasard, le mot désignant une cavité. Les auteurs occidentaux ont donc traduit la notion par le mot latin signifiant “cavité”, soit sinus.

### IV-3- Mathématiques

Nous ne disposons d’aucun traité de mathématiques datant des périodes védique et brahmanique. Cependant, la langue de l’époque peut nommer toutes les puissances de 10 jusqu’à 108. Dans la période classique qui suit, toutes les puissances jusqu’à  $10^{23}$  ont un nom particulier! Les mathématiques indiennes sont subordonnées à l’astronomie : il n’existe pas de traité de mathématiques pures et les connaissances mathématiques sont exposées dans les traités d’astronomie. D’autre part, aucune importance ne semble être accordée aux preuves, ce qui constitue un recul majeur par rapport aux Grecs. L’héritage le plus durable que la science indienne a laissé à l’humanité est sans conteste le système de numération décimal de neuf chiffres plus le zéro.



Chronologie sommaire de l'histoire de l'humanité