

Bescherelle



CHRONOLOGIE

L'HISTOIRE DES SCIENCES



Des origines à nos jours



Bescherelle

CHRONOLOGIE

L'HISTOIRE DES SCIENCES

Des origines à nos jours

Sous la direction de David Aubin et Néstor Herran

Santiago Aragon

Maître de conférences en biologie animale et histoire des sciences,
responsable de la collection de zoologie, Sorbonne Université

David Aubin

Professeur d'histoire des sciences, Sorbonne Université,
Institut de mathématiques de Jussieu-Paris Rive Gauche

Hélène Gaget

Maître de conférences en informatique et philosophie des sciences,
Sorbonne Université

Alexandre Guilbaud

Maître de conférences en histoire des sciences mathématiques,
Sorbonne Université, Institut de mathématiques de Jussieu-Paris Rive Gauche

Néstor Herran

Maître de conférences en histoire des sciences, Sorbonne Université,
Observatoire des sciences de l'univers Ecce Terra

Christophe Lécuyer

Professeur d'histoire des techniques, Sorbonne Université,
Laboratoire d'informatique LIP6



Santiago Aragon, David Aubin, Hélène Gaget, Alexandre Guilbaud, Néstor Herran et Christophe Lécuyer sont membres de l'Atelier Sciences – Histoire – Cité (ASHiC), de la faculté des sciences de Sorbonne Université.

Santiago Aragon : – 2600, – 500, – 450, 77, 250, 1158, 1241, 1543, p. 114, 1628, 1655, 1666, p. 138, 1735, 1739, 1768, 1796, 1799, 1804, 1809, 1859, p. 228 et p. 230, 1865, p. 232 et p. 234, 1888, p. 254, 1897, 1910, 1928, 1959, 1966, 1972, 1985.

David Aubin et Alexandre Guilbaud : 833, 1696.

Alexandre Guilbaud: – 300, 1751.

Christophe Lécuyer : – 25, 1448, 1556, 1620, 1769, p. 174 et 176, 1824, p. 210, 1856, 1876, 1956, 1969, p. 326, 1977, p. 332, 2012, 2017.

Les auteurs tiennent à remercier pour leur aide Andrea Bréard, Karine Chemla, Dylan Courtin, Tony Freeth, Isabel Iribarren, Leopoldo Iribarren et Marc Moyon, ainsi que Laurianne Geffroy et Christophe Vescovacci.

Relecture: Monika Gabay

Sous réserve des exceptions légales, toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite, par quelque procédé que ce soit, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit, est illicite et constitue une contrefaçon sanctionnée par le Code de la Propriété Intellectuelle. Le CFC est le seul habilité à délivrer des autorisations de reproduction par reprographie, sous réserve en cas d'utilisation aux fins de vente, de location, de publicité ou de promotion de l'accord de l'auteur ou des ayants droit.

Avant-propos

La chronologie est la science qui cherche à établir les dates des événements passés. C'est le guide qui nous permet de domestiquer les temps anciens et de nous y repérer. Cette conception qui date de la Renaissance reste d'actualité, même si le défi principal, pour ce qui concerne l'histoire des sciences, est aujourd'hui moins de dater les événements que de sélectionner les plus aptes à en faire comprendre les enjeux.

Ce que nous avons voulu faire

Nous vivons une période charnière de l'histoire de notre planète, qu'on nomme l'anthropocène, où l'espèce humaine prend conscience de l'impact global qu'elle a sur la Terre. Notre chronologie de l'histoire des sciences et des techniques, cherche donc, dans un sens large, à éclairer le chemin qui nous y a mené.

Les sciences et les techniques reflètent les enjeux culturels propres à chaque époque. Elles s'appuient sur des idées et des concepts, bien sûr, mais aussi sur des pratiques d'observation, des expériences, des instruments, des modes de communication dont nous avons essayé de rendre compte. Surtout, elles sont indissociables des hommes et des femmes aux prises avec le monde naturel, mais aussi avec les questions d'ordre social ou politique qui agitent leur vie.

Au-delà des «génies de la science» sur lesquels on insiste trop souvent, nous avons voulu dessiner l'aventure collective de la recherche scientifique, ainsi que les mécanismes de transmission et d'appropriation des savoirs, y compris au sein d'un large public. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur les recherches historiques les plus récentes et avons privilégié les sources de première main.

Comment l'ouvrage est organisé

Les six grandes parties de cet ouvrage correspondent aux phases de la mondialisation et de l'industrialisation des sociétés humaines, comme autant d'étapes sur le chemin de l'anthropocène. Chaque section débute par une brève introduction et une frise chronologique illustrée. Évoqué de manière vivante, chacun des événements est mis en perspective de façon que le lecteur en perçoive les enjeux. Des documents visuels ainsi que des encadrés viennent compléter ce récit. En fin de section, les dossiers permettent d'approfondir des aspects fondamentaux de l'histoire des sciences et des techniques et de les replacer dans une perspective culturelle ou sociale plus large.

À vous qui partez à la découverte des sciences passées et présentes, nous offrons cette chronologie comme un guide de voyage... en espérant qu'elle vous aide parfois à sortir des sentiers battus.

Les auteurs

Sommaire



Aux origines des sciences 3000 av. notre ère-700

INTRODUCTION ET FRISE CHRONOLOGIQUE	12
– 3000 À Uruk, les scribes tiennent leurs comptes	16
– 2600 Une impératrice domestique le ver à soie	18
– 687 Un astronome copie un catalogue d'étoiles	20
– 540 Anaximandre soustrait la Terre aux mains des Dieux	22
– 500 Alcméon expérimente la médecine	24
– 450 Les contours de l'embryon humain se dessinent	26
– 430 Démocrite imagine un monde d'atomes	28
– 300 Euclide rédige ses <i>Éléments</i> de mathématiques	30
– 240 À Alexandrie, un bibliothécaire mesure la taille de la Terre	32
– 60 La machine d'Anticythère sombre en mer	34
– 25 Vitruve consigne l'art de bâtir à la romaine	36
77 Pline l'Ancien compile l' <i>Histoire</i> de son époque	38
80 La boussole se cherche un inventeur	40
127 Ptolémée observe Saturne d'un nouvel œil	42
132 Zhang Heng convoque des dragons pour détecter les séismes	44
250 Un fabuleux bestiaire donne des leçons aux chrétiens	46
415 Assassinée, Hypatie devient immortelle	48
597 Une arme chinoise fait tomber Thessalonique	50
636 Isidore de Séville sauvegarde l'héritage antique	52
Dossier Les sciences et le temps	54
Dossier Les savoir médicaux en Europe	56



Des savoirs qu'on s'échange 700-1500

INTRODUCTION ET FRISE CHRONOLOGIQUE	60
833 Al-Khwarizmi invente l'algèbre.....	64
999 Un pape est inspiré par les chiffres arabes.....	66
1021 Alhazen offre une nouvelle vision de l'optique.....	68
1154 Un géographe dessine le monde pour le roi de Sicile.....	70
1158 Une sainte célèbre la pharmacie du Bon Dieu.....	72
1166 Averroès achève son encyclopédie médicale.....	74
1230 Villard de Honnecourt croque avec passion les cathédrales.....	76
1241 L'empereur Frédéric II consacre la fauconnerie.....	78
1269 Pierre de Maricourt est attiré par l'aimant.....	80
1277 L'évêque de Paris croise le fer avec l'université de Paris.....	82
1280 L'empereur de Chine accorde les saisons.....	84
1304 L'arc-en-ciel se révèle dans une goutte d'eau.....	86
1368 L'horloge mécanique se dévoile avec poésie.....	88
1417 À l'aube de la Renaissance, le Pogge redécouvre Lucrèce.....	90
1448 Gutenberg crée le premier atelier d'imprimerie.....	92
1482 Léonard de Vinci innove sur tous les fronts.....	94
Dossier Traduire les sciences	96
Dossier Dénombrer, compter, calculer	98



De nouveaux mondes, de nouvelles sciences 1500-1770

INTRODUCTION ET FRISE CHRONOLOGIQUE	102
1493 Les épidémies colonisent l'Amérique	106
1503 La Couronne espagnole organise l'exploration du Nouveau Monde	108
1527 À Bâle, Paracelse critique la médecine de Galien	110
1543 Copernic place la Terre en orbite	112
1543 André Vésale étudie l'anatomie des meurtriers	114
1556 Agricola décrit l'art de la métallurgie	116
1600 Les applications militaires fortifient la géométrie	118
1610 Galilée se fait messager céleste	120
1614 John Napier invente les logarithmes	122
1620 Un chancelier anglais imagine la science du futur	124
1626 Des missionnaires font découvrir la lunette aux Chinois	126
1628 Harvey dissipe les croyances sur la circulation sanguine	128
1633 Descartes imagine un nouveau Monde	130
1644 Torricelli n'a pas horreur du vide	132
1655 Un médecin danois expose la nature du monde	134
1659 Boyle et Hooke expérimentent le vide	136
1666 Le roi réunit les savants dans sa bibliothèque	138
1666 Marie Meurdrac publie <i>La Chymie charitable et facile</i>	140
1684 La machine de Marly alimente les fontaines de Versailles	142
1687 Newton pose les principes mathématiques de la physique	144
1696 L'Hospital analyse les infiniment petits	146
1735 Linné met de l'ordre dans la nature	148
1736 Des astronomes mesurent la Terre au bout du monde	150
1739 Buffon cultive le Jardin du roi et le savoir	152
1745 Euler se lance dans la balistique	154
1751 L' <i>Encyclopédie</i> devient l'étendard des Lumières	156
1756 Une marquise explique Newton aux Français	158
1761 Un horloger anglais sauve la Navy	160
1768 James Cook dessine les contours du Pacifique	162
Dossier La «découverte» des longitudes	164
Dossier Les nouveaux instruments de la science	166



Des sciences pour l'industrie 1770-1870

INTRODUCTION ET FRISE CHRONOLOGIQUE	170
1769 Watt dépose un brevet pour une machine à vapeur	174
1769 Un perruquier anglais brevète un métier à filer	176
1774 Turgot dirige un gouvernement «éclairé par la science»	178
1784 Les académiciens rejettent le magnétisme animal	180
1785 Coulomb «pèse» l'électricité	182
1789 Lavoisier révolutionne la chimie	184
1791 La Terre donne naissance au mètre	186
1794 Sophie Germain fait des maths sous un pseudo	188
1796 Un jeune garçon échappe à la variole grâce à une vache	190
1799 Un naturaliste se fait écologue	192
1800 Volta invente la pile électrique	194
1801 Gauss minimise les erreurs et retrouve une planète	196
1804 Une faune éteinte reprend vie à Montmartre	198
1809 Pour Lamarck, les espèces sont plastiques	200
1810 Une université moderne voit le jour à Berlin	202
1814 Laplace décrit un monde où tout est joué d'avance	204
1816 Une jeune anglaise imagine une créature artificielle	206
1820 Un apothicaire fait tourner les aiguilles d'une boussole	208
1824 Un inventeur élabore le «système américain de production»	210
1824 Justus Liebig enseigne la chimie sur la paille	212
1830 Auguste Comte donne des cours d'astronomie populaire	214
1833 Charles Lyell vieillit la Terre de centaines de millions d'années	216
1835 Adolphe Quetelet invente l'homme «moyen»	218
1843 Un brasseur associe mouvement et chaleur	220
1847 Un obstétricien hongrois se lave les mains	222
1856 Un étudiant fabrique de la mauvéine	224
1859 Bunsen et Kirchhoff décodent les messages de la lumière	226
1859 Pasteur met fin à la génération spontanée	228
1859 La théorie de Darwin fait évoluer les idées sur la vie	230
1865 Un prêtre dévoile les secrets de l'hérédité	232
1865 Un vent nouveau souffle sur la vie	234
1869 Mendeleïev met en ordre les éléments	236
Dossier L'avènement de l'énergie	238
Dossier Les publics de la science	240



L'empire des sciences

1870-1945

INTRODUCTION ET FRISE CHRONOLOGIQUE	244
1871 Une mission japonaise étudie les sciences occidentales	248
1876 Edison se lance dans la recherche industrielle.....	250
1888 Hertz émet de bonnes ondes	252
1888 Un médecin espagnol peint des neurones.....	254
1895 Wilhelm Röntgen effectue la première radiographie.....	256
1895 Svante Arrhenius annonce le réchauffement de la planète.....	258
1897 Pavlov fait baver les chiens.....	260
1898 Pierre et Marie Curie découvrent des éléments radioactifs	262
1900 À la Sorbonne, un mathématicien pose problèmes.....	264
1905 Einstein vit une année extraordinaire	266
1908 Le mathématicien Painlevé fait décoller l'aviation	268
1909 Fritz Haber invente un procédé chimique explosif.....	270
1910 Thomas Morgan regarde les mouches dans les yeux.....	272
1915 L'État prend la recherche scientifique en main	274
1919 Une éclipse de Soleil consacre la relativité d'Einstein.....	276
1928 Fleming découvre la pénicilline par hasard	278
1929 Edwin Hubble observe l'Univers en expansion.....	280
1932 Le cyclotron accélère la recherche nucléaire	282
1934 Bourbaki naît dans un café parisien.....	284
1944 L'économie devient un jeu	286
Dossier La théorie synthétique de l'évolution	288
Dossier La nouvelle physique de l'infiniment petit.....	290

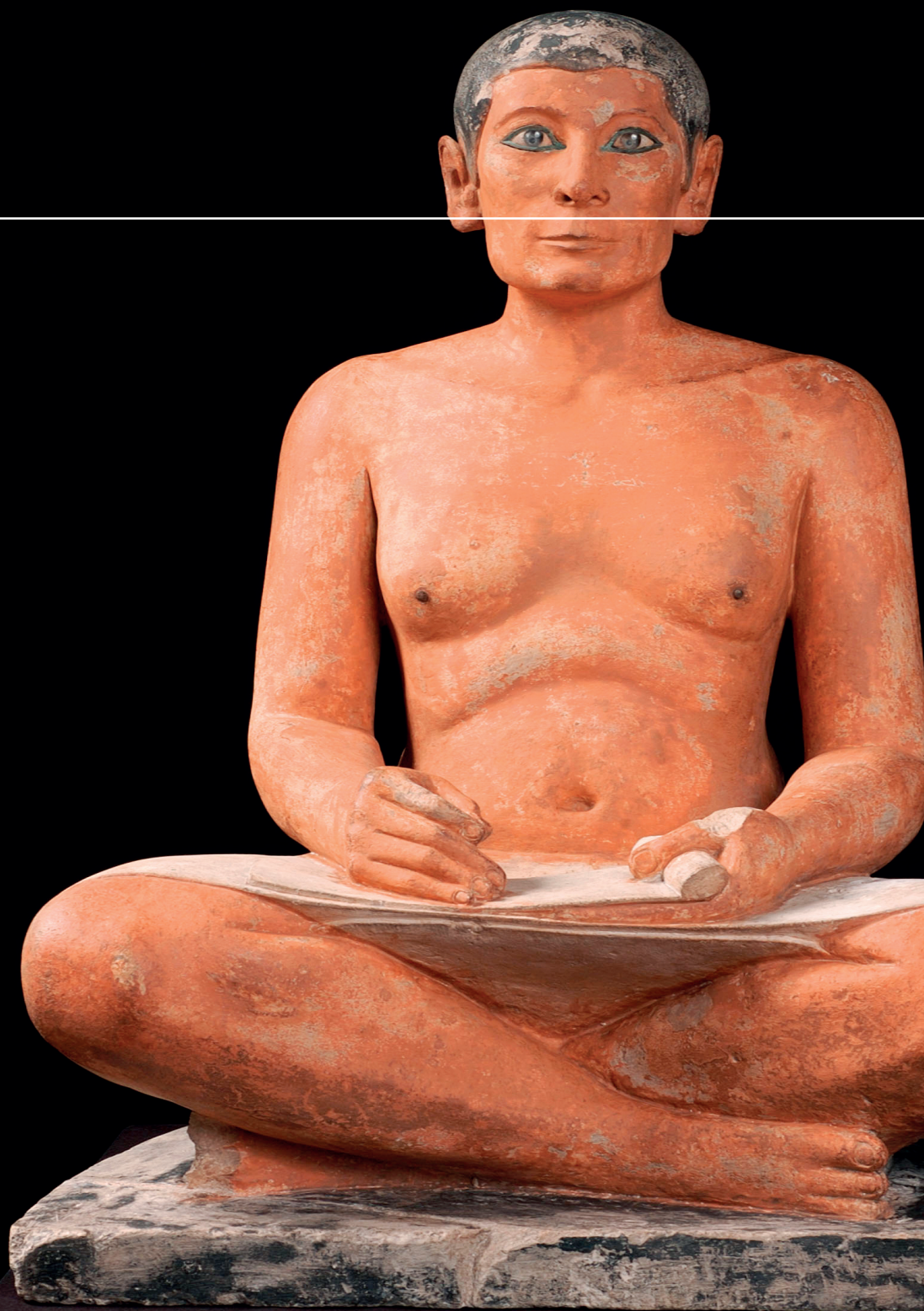


La grande accélération

De 1945 à nos jours

INTRODUCTION ET FRISE CHRONOLOGIQUE	294
1945 L'architecture de l'ordinateur se dessine	298
1945 Une bombe atomique explose en plein désert	300
1947 La compagnie Bell Telephone invente le transistor	302
1949 La radioactivité dévoile l'âge des momies	304
1953 Les biologistes décryptent l'alphabet du vivant	306
1954 La pilule contraceptive est créée en toute discrétion	308
1956 Les conteneurs bouleversent les transports	310
1957 L'année géophysique internationale lance la conquête de l'espace	312
1958 Georges Mathé sauve des physiciens irradiés	314
1959 Un crâne et quelques traces de pas changent l'histoire de l'humanité	316
1962 Rachel Carson annonce un printemps silencieux	318
1963 Edward Lorenz découvre le chaos dans les ailes d'un papillon	320
1966 Lynn Margulis fait rimer évolution avec coopération	322
1968 La tectonique des plaques fait dériver les continents	324
1969 Les militaires américains créent ARPANET	326
1969 Deux hommes marchent sur la Lune	328
1972 La médecine traditionnelle chinoise offre un cadeau au monde	330
1977 Avec l'Apple II, les micro-ordinateurs se popularisent	332
1977 Deux sondes voguent jusqu'aux confins du Système solaire	334
1983 Le CERN détecte les bosons W et Z	336
1985 Dian Fossey est assassinée au Rwanda	338
1986 Le réacteur nucléaire de Tchernobyl explose	340
1990 La Terre se réchauffe... vraiment	342
1992 Un pulsar révèle ses propres planètes	344
2001 L'encyclopédie collaborative Wikipédia voit le jour	346
2012 CRISPR révolutionne la biotechnologie	348
2017 AlphaZero bat Stockfish aux échecs	350
Dossier L'ordinateur décode le monde	352
Dossier Les utopies de la technoscience	354

Pour aller plus loin	358
Index des noms, des notions et des lieux	359



Aux origines des sciences

3000 av. notre ère–700



Homo sapiens, homo faber : l'être humain pense et façonne le monde depuis qu'il foule la Terre. Avec l'agriculture et l'élevage apparaissent des civilisations urbaines qui inventent l'écriture, l'architecture, la médecine, les mathématiques, la guerre, etc. En certains lieux, comme en Mésopotamie, en Égypte ou en Chine, des écoles où l'on cherche à organiser et à transmettre ces savoirs et savoir-faire sont créées. Puis avec les penseurs grecs, vers le ^{vi}^e siècle avant notre ère, naît une soif inextinguible d'expliquer rationnellement le monde. Poursuivi pendant des siècles, repris par les Romains, cet héritage est le socle des sciences modernes.

Le scribe accroupi, environ 2400 av. notre ère.

Aux origines des sciences

3000 av. notre ère–700

Au début était la technique

D'après les archéologues, des êtres humains taillaient déjà la pierre il y a près de 3 millions d'années pour en faire des outils. Ces gestes étaient-ils conscients ? Difficile à dire. Mais, dès cette époque, l'évolution biologique de l'être humain s'accompagne d'un progrès technique qui ne s'arrêtera plus. Si la domestication du feu constitue évidemment une étape déterminante de cette évolution, les sculptures et les peintures rupestres, plus tardives, laissent entrevoir les manifestations d'un esprit désireux de représenter le monde qui l'entoure afin de mieux le comprendre et de mieux le contrôler. N'est-ce pas là, déjà, les prémices des sciences et des techniques ?

Des champs, des villes et des écoles

Il y a environ 12 500 ans, autre étape décisive : la révolution néolithique. Dans le Croissant fertile, de la Mésopotamie à l'Égypte, l'agriculture et l'élevage naissants permettent le développement de techniques comme la céramique et le travail des métaux. En Chine, on domestique le ver à soie (► – 2600). Partout où éclot la civilisation, de grandes villes sont construites et des systèmes d'écriture se développent (► – 3000). Les savants compilent minutieusement les observations astronomiques (► – 687) et, peu à peu, les savoirs se structurent et sont transmis de génération en génération dans les écoles de scribes. Une quête de la connaissance scientifique a définitivement commencé.

Un monde intelligible

Entre le VII^e et le V^e siècle avant notre ère, dans plusieurs civilisations, le savoir s'incarne à travers des figures semi-mythiques. Thalès de Milet, Confucius, Pythagore ou le Bouddha développent ainsi, chacun à sa manière, des règles de vie, mais aussi une pensée théorique qui s'interroge sur l'origine du monde. À Milet, Anaximandre abandonne les mythes et propose des explications rationnelles (► – 540). D'autres, comme Démocrite, imaginent que tout est constitué de petits bouts de matière insécables, les atomes (► – 430). Le monde serait donc intelligible, et la raison humaine pourrait, à partir d'un petit nombre de principes fondamentaux, en percevoir les mystères.

Le foisonnement des savoirs de l'Antiquité

Deux siècles plus tard, à Athènes, Platon et Aristote produisent des œuvres philosophiques complexes, inspirées de cet héritage et parvenues presque intactes jusqu'à nous. Les écrits de l'Antiquité grecque puis romaine permettent de dessiner les contours d'une civilisation où le savoir rationnel est valorisé et prend des formes de plus en plus sophistiquées. L'exemple le plus accompli en est sans doute les mathématiques, organisées par Euclide (► – 300), puis mises au service de la géographie (► – 240) et de l'astronomie (► – 60 et 127). Mais les savoirs naturels sont aussi mis en forme, comme en témoigne l'œuvre de Pline l'Ancien (► 77). Cette rationalité s'applique aussi, avec plus ou moins d'efficacité, à la médecine (► dossier, p. 56-57), au génie civil (► – 25), à la construction de machines de guerre (► 597), ou même à la gouvernance des États.

Vers – 3000
Des calculs sur
des tablettes à Uruk



– 687
Catalogue d'étoiles
en Mésopotamie



– 3000 – 2500 – 2000 – 1500 – 1000

– 2900 à – 2340 Dynasties archaïques (Uruk)

– 1793 à –1750
Règne d'Hammourabi à Babylone

– 2700 à – 2600 Huangdi, l'empereur jaune

– 1301 à –1236 Ramsès II

Vers – 2600
Domestication du
vers à soie en Chine



Vers – 540
Nouvelle conception du
monde par Anaximandre

Vers – 500
Dissection du corps
humain par Alcmeon

Vers – 450
Description
de l'embryon humain



Vers – 430

Vision atomiste du monde
par Démocrite

Vers – 300

Euclide, *Éléments*

– 240

Calcul de la circonférence
de la Terre par Ératosthène



Vers 80

Invention de
la boussole

415

Hypatie, femme
de sciences



636

Isidore de Séville,
Étymologies



– 500

An 0

500

1000

– 206 à 220 Dynastie des Han (Chine)

– 626 à – 539 Empire néo-babylonien

Chute de Troie 1184

– 495 à – 429 Périclès : apogée d'Athènes

– 356 à – 323 Alexandre le Grand

753 Fondation de Rome

– 100 à – 44 Jules César

– 5 à 30 Jésus-Christ

– 27 à 476 Empire romain d'Occident

Vers – 60

Machine
d'Anticythère

– 25

Traité d'architecture
de Vitruve

77

Pline l'Ancien,
Histoire naturelle



250

Publication
du bestiaire
Physiologus

132

Détection de
séismes à distance



597

Diffusion
du trébuchet

127

Première observation
astronomique par Ptolémée

À Uruk, les scribes tiennent leurs comptes



Des milliers de tablettes d'argile, produites vers 3000 avant notre ère, ont été retrouvées à Uruk, en Mésopotamie. Gravées par des scribes et leurs élèves, elles portent les traces du système de numération et témoignent d'un savoir mathématique élaboré.

Pour ne pas perdre la mémoire

À la fin du Néolithique, une révolution transforme le visage de la Mésopotamie. Les premières grandes villes fleurissent dans cette région fertile traversée par le Tigre et l'Euphrate, dans le sud de l'actuel Irak. Ces grands centres urbains, à l'organisation sociale et politique complexe, sont des lieux d'intenses échanges de biens et de marchandises.

C'est dans ce contexte que les premières traces écrites de calculs sont produites sur de petites tablettes en argile, sans doute pour garder la mémoire d'opérations comptables. Les scribes, hauts fonctionnaires de l'époque, y notent par exemple combien de *gu* (environ 30 kilos) ou de *ban* (environ 10 litres) de produits céréaliers et laitiers ont été achetés pour une fête, établissent des inventaires de troupeaux ou encore réalisent des calculs prévisionnels de rendements.

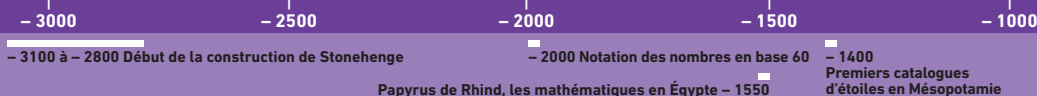
Aux sources des mathématiques

Quelque 5000 tablettes d'argile ont ainsi été exhumées à Uruk, agglomération majeure de la Mésopotamie, mais aussi à Nippur vers 3000 avant notre ère. À l'aide de roseaux, les chiffres sont notés par des encoches et les noms (de personnes, d'animaux ou de denrées) sont figurés par des dessins ou des pictogrammes. Un système de graphies qui évoluera peu à peu vers l'écriture cunéiforme.

Ces tablettes nous apprennent que les scribes calculent en base 60 et maîtrisent les quatre opérations. En outre, elles révèlent l'existence de traditions mathématiques élaborées : on sait résoudre des équations du 1^{er} et 2^e degré ou encore extraire des racines carrées avec une grande précision.

La découverte de nombreuses tablettes scolaires atteste également de la multiplication des écoles de scribes, nécessaires à la normalisation et à la diffusion des signes, des unités de mesure et des procédés de calculs. On constate en effet une remarquable continuité des traditions mathématiques à travers les régions et le temps, et ce, malgré l'histoire mouvementée des cités-États de Mésopotamie au cours du III^e millénaire.

vers – 3000 Tablettes comptables à Uruk





La numération des Babyloniens

Le système abstrait de notation en base 60 utilisé par les scribes d'Uruk est hérité de celui des Sumériens. Deux signes sont utilisés :

le 1 **T** et le 10 **<**. Les 59 « chiffres » sont écrits en répétant ces signes. Par exemple 21 s'écrit **<<T**.

Les soixantaines s'écrivent par ajout de chiffres à gauche.

Ainsi **T<<<T** vaut $2 \times 60 + 2 \times 10 + 1 = 141$. Le zéro n'existe pas. L'ordre de grandeur se déduit du contexte, ce qui fait que le signe **T** peut signifier 1, 60 ou $\frac{1}{60}$. Cette numération est dite sexagésimale positionnelle relative.

Tablette Plimpton 322 représentant 15 triplets de nombres entiers a , b et c qui vérifient la relation $a^2 + b^2 = c^2$, vers 1800 av. notre ère.

À l'école des scribes

La découverte, à Nippur, de nombreuses tablettes de textes scolaires, de listes métrologiques, de tables numériques... permet non seulement de reconstituer les savoirs de l'époque mais également de comprendre comment leur transmission s'effectuait dans les écoles ou « Maisons des tablettes ». Les restes de milliers de « brouillons » d'argile nous apprennent ainsi que, vers 2000 avant notre ère, le cursus de formation des scribes était divisé en deux niveaux de compétences. Au niveau élémentaire, les élèves s'entraînaient à la copie de listes de mots et au calcul. Au niveau avancé, ils rédigeaient en sumérien et résolvaient des problèmes numériques élaborés (extraction de racine, factorisation, etc.).