

L'EMPIRE ROMAIN

FIN DE LA DYNASTIE DES PTOLÉMÉES

Les derniers représentants de la dynastie des Ptolémées sont Cléopâtre et son frère Ptolémée XIII qu'elle épousa et avec lequel elle régna à partir de 51. En 48, Ptolémée chasse Cléopâtre d'Alexandrie et fait assassiner Pompée, rival de César pour se concilier les faveurs de celui-ci. Mais ce dernier qui était devenu l'amant de Cléopâtre, impose le retour de la Reine et Ptolémée s'enfuit de la capitale. Il mourra en combattant les armées de César. La population d'Alexandrie voit d'un mauvais oeil la présence des romains en Égypte et César qui cantonnait dans la ville avec une petite garnison décide de fuir la populace hostile tout en mettant le feu à la ville pour protéger sa fuite. Le feu se propage à la Grande Bibliothèque et près d'un demi-million de manuscrits, accumulés patiemment pendant trois siècles seront détruits.

Devenue seule maîtresse de l'Égypte, Cléopâtre se montre capable d'administrer et de poursuivre l'oeuvre entreprise. Elle décide de restaurer la Grande Bibliothèque et de donner au Musée sa gloire d'antan pour attirer à nouveau les savants qui avaient quitté sous le règne sanglant de ses prédécesseurs. Elle réussit à récupérer la collection complète de la bibliothèque de Pergame, plus de 200 000 manuscrits pour regarnir la bibliothèque d'Alexandrie. Elle accroît la protection des savants en les rétablissant dans leur dignité d'antan et voyage pour recruter du personnel compétent.

À la mort de César, elle rencontre Antoine à Tarse en Cilicie et réussit à le séduire. Elle l'entraîne dans son grand rêve d'un Empire oriental. Mais cette politique menace l'hégémonie de Rome sur la Méditerranée. Octave est dépêché pour contrer ce projet. Il sera victorieux à Actium en 31. Après le suicide d'Antoine, la Reine tente d'obtenir la clémence d'Octave qui se révèle inflexible. Elle se donne la mort en se faisant mordre par un aspic.

À la mort de Cléopâtre en 31, la dynastie des Ptolémés prend fin et l'Égypte devient une province de l'Empire romain dont les structures politiques vont permettre de restaurer la paix et l'ordre dans la Cité. Les Romains vont poursuivre l'oeuvre de Cléopâtre.

LES ORIGINES DE ROME

Ce sont des historiens et poètes comme Tite-Live et Virgile, qui, huit siècles après la fondation de la ville, ont imposé la légende des origines de Rome. Ceux-ci voulaient célébrer l'essence divine des origines de Rome. Ils font remonter la légende à la fuite de Troie par le prince Troyen Énée après la capture de la ville par les Grecs. Dans son poème *L'Énéide*, Virgile raconte le périple d'Énée qui parti de Troie va parcourir la Méditerranée pour parvenir au Latium.

Durant son voyage, Énée s'arrêtera à Carthage qui, selon Virgile a été fondée par la reine Didon. Elle avait fui sa patrie avec des partisans de Chypre et de la Phénicie pour échapper à son frère qui voulait la faire tuer afin d'être seul à régner. En abordant en Afrique du Nord, Didon aurait demandé que lui soit concédé la portion de terrain qu'elle pourrait délimiter avec une peau de boeuf. Cette requête lui ayant été accordée, elle découpa la peau en une fine lanière continue à l'aide de laquelle elle délimita un terrain en forme de demi-cercle sur le bord de la mer pour y construire Carthage. C'est le premier problème pratique d'optimisation de l'aire d'un terrain ayant un périmètre fixe.

Didon tombe amoureuse d'Énée, mais celui-ci se doit de remplir sa mission. Il quitte l'Afrique du Nord pour aborder en Italie. Il y épouse Lavinia, fille du roi Latinus, et fonde Lavinium. Son fils Ascagne fonde Albe d'où sortira une dynastie de douze rois. La fille du dernier, Numitor, qui s'appelle Rhéa Silvia s'unit avec le dieu Mars et donne naissance à des jumeaux, Romulus et Rémus. Ceux-ci seront recueillis, nourris et élevés par une louve.

Romulus va fonder la ville de Rome en 753 av. J.-C. La République est fondée en 509. La conquête du bassin méditerranéen va débuter en 264 et se poursuivre jusqu'en 118. La richesse du butin accumulé lors de ces campagnes profite à un petit nombre de nobles, ce qui va susciter une période de guerre civile qui va entraîner le déclin de la République et la fondation de l'Empire. Les guerres de conquête vont se poursuivre pour augmenter la puissance de Rome, la Gaule, l'Espagne, l'Arabie, la Dacie seront tour à tour annexés à l'Empire. La décadence de Rome serait due en partie à l'empoisonnement par le plomb contenu dans les ustensiles utilisés par les classes dirigeantes.

L'Empire Romain à l'époque d'Auguste, 27 av. J.-C.



100 à 0 av. J.-C.

0 à 100

Événements historiques

En 47 av. J.-C., Alexandrie est dévastée par la garnison romaine qui en fuyant la populace hostile met le feu à la ville sur ordre de César. La Bibliothèque est détruite. L'empire romain est fondé par Auguste qui régnera de 27 av. J.C. à 14 après. J.-C. La durée de son règne lui permettra d'effectuer les réformes pour redonner à la patrie une structure sociale stable. Cependant, la grande diversité des peuples conquis rend la tâche difficile. Durant la *Pax Romana* qui s'installe, les guerres se tiendront surtout aux frontières qui sont soumises aux attaques des Parthes et des Germains.

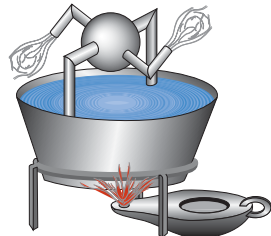
Cette période marque le début du christianisme. Les adeptes de cette religion seront persécutés pour leurs croyances, mais l'augmentation du nombre d'adeptes durant les trois cent ans à venir va forcer l'Empire à reconnaître le christianisme comme religion d'État.

L'Empire éprouve des difficultés à sécuriser ses frontières malgré la multiplication des garnisons disséminées sur le territoire. Les attaques des Germains et des Parthes sont particulièrement difficiles à contenir.

Personnages célèbres

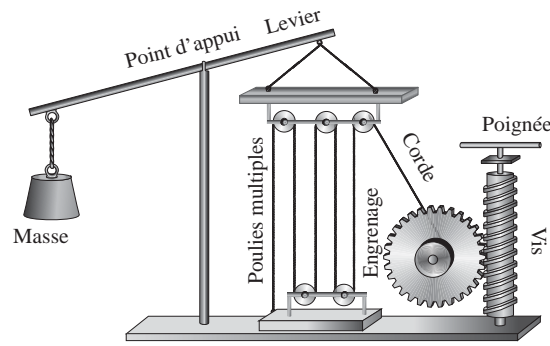
ZÉNON DE SIDON (150-70 av. J.-C.) ■

GEMINUS (130-70 av. J.-C.) ■



Machine à vapeur de Héron

On ne sait si toutes les machines conçues par Héron ont été réalisées, mais ses dessins permettent de constater qu'il comprenait le principe de la machine à vapeur, des engrenages, des leviers, des vis sans fin et des poulies.



Dispositif imaginé par Héron pour soulever de grandes charges

■ MENELAUS D'ALEXANDRIE ■

■ HÉRON D'ALEXANDRIE (75 à 150)

■ ZHANG HENG (78-139)



Zhang Heng

Développements scientifiques

Zénon de Sidon fait une sévère critique des axiomes d'Euclide et tente de prouver le postulat des parallèles.

On croit que Géménius a travaillé à Rhodes car il utilise les montagnes de Rhodes comme points de repère. Dans un ouvrage d'astronomie, il écrit : « .. on ne doit pas supposer que les étoiles sont toutes sur une même surface, mais plutôt que certaines sont plus hautes et d'autres plus basses ». Ce qui est une remise en question de la cosmologie aristotélicienne.

Ménelaüs a écrit plusieurs ouvrages dont un seul nous est parvenu *Sphaerica* qui traite des triangles sphériques et de leurs applications en astronomie. Pour étudier les triangles sphériques, il utilise les arcs de grands cercles au lieu des arcs de cercles parallèles.

Héron d'Alexandrie a rédigé au moins deux ouvrages. *Les métriques* qui porte sur les mesures de figures planes et de solides, les formules utilisées

dans les mesures et les fondements théoriques de ces formules. *Les pneumatiques* qui contient une description d'une centaine de machines mécaniques dont un siphon, un dispositif pour ouvrir les portes d'un temple, une horloge à eau, des machines pour soulever des charges. Héron a étudié la lumière et croyait que lorsque la lumière est réfléchiée par une surface, l'angle de réfraction est proportionnel à l'angle d'incidence. En réalité, ils sont égaux mais pour de petits angles, l'erreur est faible.

Zhang Heng fut mathématicien, astronome et géographe. Il corrigea le calendrier chinois pour l'ajuster sur les saisons. Il a réalisé le premier sismographe qui consistait en un cylindre surmonté de huit têtes de dragon tenant chacun une balle dans la gueule. Sous les dragons se tenaient huit grenouilles, bouche ouverte. Lorsqu'il se produisait un tremblement de Terre, une balle tombait de la gueule d'un dragon dans celle d'une grenouille. Le bruit produit indiquait la présence du tremblement de Terre. Il écrivit dans son ouvrage *Hun-i chu*, « Le Ciel est comme un oeuf de poule; la Terre est comme le jaune, seul au centre. Le Ciel est grand et la Terre est petite. »

100 à 200

200 à 300

Événements historiques

Le monde romain atteint son apogée avec la conquête de la Dacie, l'annexion de la Mésopotamie, de l'Arménie et de l'Arabie Pétrée. Les frontières sont renforcées, construction du mur d'Hadrien, du mur d'Antonin et du *limes* du Rhin. Malgré une certaine stabilité politique, des influences importantes commencent à se manifester. Les lacunes d'un idéal paternaliste qui a pour effet de perpétuer les inégalités sociales, la diffusion des philosophies orientales, du stoïcisme, du christianisme, la perte d'influence de la religion officielle, les crises économiques en particulier agricole et l'insuffisance des débouchés commerciaux affaiblissent le pouvoir central.

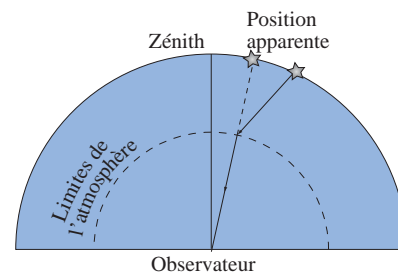
L'instabilité politique a favorisé le développement de l'influence de l'armée. Les légions vont se disputer le pouvoir. Les exigences de la défense des frontières suscitent le recours aux meilleurs généraux pour diriger l'Empire mais ils sont rapidement écartés du pouvoir à tour de rôle. L'affaiblissement momentané des Barbares va permettre de rétablir l'unité et de restaurer l'Empire. De plus en plus, l'Empire va ressembler à une monarchie orientale.

Personnages célèbres

CLAUDE PTOLÉMÉE (85 à 125)

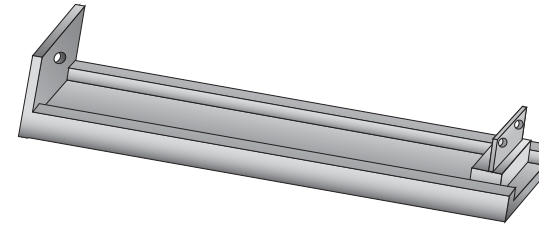


Ptolémée



Ptolémée savait que la lumière est déviée en changeant de milieu et supposa que les angles d'incidence et de réfraction sont proportionnels. En fait, ils sont égaux, mais Ptolémée en conclut que les étoiles étaient plus près du zénith que l'observation le révélait.

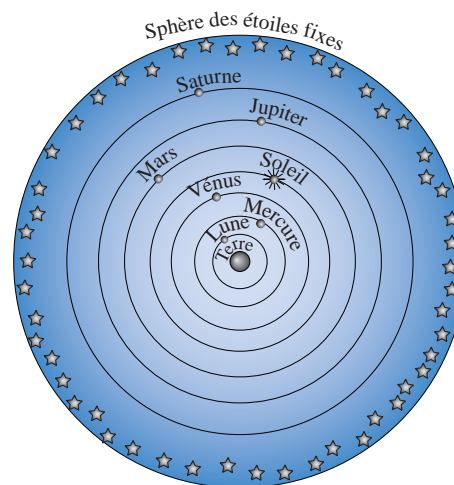
DIOPHANTE D'ALEXANDRIE (200-284)



Appareil de visée utilisé par Ptolémée pour mesurer de petits angles en déplaçant le curseur comportant deux orifices de visée dans la rainure et en déterminant la distance entre la plaque fixe comportant un orifice de visée.

Développements scientifiques

Astronome, mathématicien et géographe, Ptolémée dessine les cartes de 26 pays, rédige son *Almageste* qui constituera le système astronomique accepté jusqu'à Copernic. Dans son système, les planètes sont sur des sphères concentriques ayant la Terre comme centre. La rotation de ces sphères explique le mouvement des planètes. Ce système avait une faille, il n'expliquait pas l'orbite de Mars qui à certains moments semblait revenir sur ses pas pour repartir à nouveau.



Le principal ouvrage de Diophante d'Alexandrie est intitulé *L'Arithmétique* dont le livre I comporte 189 problèmes qui se ramènent à des équations du type $ax = b$ et $ax^2 = b$ pour lesquelles il n'obtient que des solutions positives. Il a aussi écrit *Sur les nombres polygonaux* dont un fragment a été conservé.

300 à 400

400 à 500

Événements historiques

Durant le règne des empereurs qui vont se succéder de Constantin à Théodose, de 305 à 395, l'Empire va se christianiser. Constantin choisit Byzance comme capitale de la partie orientale de l'Empire et la nomme Constantinople.

Les Romains auront surtout été des conquérants et des bâtisseurs. Ils ont construit des routes, des aqueducs, des bains publics mais n'ont pas fait progresser la science d'un point de vue théorique.

L'Empire romain était devenu très vaste, trop vaste. Les citoyens romains ne pouvaient à la fois surveiller les frontières et s'occuper de cultiver les champs pour nourrir leur famille. Le recours aux mercenaires pour surveiller les frontières et défendre l'empire a affaibli l'autorité romaine.

La peste fait son apparition en Europe.

Personnages célèbres

PAPPUS (290-350)

THÉON D'ALEXANDRIE (335-395)

HYPATIE (370-415)

TSU CH'UNG CHI (430-501)



Hypatie



Tsu Ch'ung Chi

Développements scientifiques

PAPPUS d'Alexandrie, mathématicien, astronome et géographe. Il vécut probablement dans les années 300 à 350 car il signale dans un commentaire sur l'*Almageste* de PTOLÉMÉE qu'il a observé une éclipse de soleil en l'an 320. Son oeuvre principale la *Collection mathématique* comporte huit volumes dont les six derniers et une partie du deuxième nous sont parvenus. Cet ouvrage est une source importante sur les mathématiques grecques dont une grande partie nous est connue grâce à cet ouvrage. PAPPUS a ajouté plusieurs lemmes et généralisations aux travaux de ses prédécesseurs. PAPPUS et DIOPHANTE sont les deux derniers mathématiciens de la longue lignée qui a oeuvré à Alexandrie, et qui avait commencé avec EUCLIDE.

Invention du zéro aux Indes.

HYPATIE s'est distinguée en médecine, en mathématique et en philosophie. Une partie de son traité *Sur les canons astronomiques de Diophante* fut retrouvé au quinzième siècle dans la bibliothèque du Vatican. Elle est l'auteur d'un ouvrage intitulé *Sur les sections coniques d'APOLLONIUS*. Elle est le dernier savant d'Alexandrie, elle fut décapitée par la foule excitée par CYRIL qui devint patriarche d'Alexandrie en l'an 412 parce que le rationalisme scientifique qu'elle professait allait à l'encontre des croyances doctrinaires du christianisme. D'autres savants d'Alexandrie ont également été persécutés pour leurs croyances.

Débuts de l'alchimie, recherche de la pierre philosophale et de l'Élixir de vie.

Le mathématicien et astronome TsuCh'ung Chi donne $355/113$ comme approximation de π . Il a également montré que $3,1415926 < \pi < 3,1415927$. Un cratère lunaire porte son nom.

FIN DE L'EMPIRE ROMAIN

FIN DE L'EMPIRE ROMAIN

Pendant que les savants poursuivaient leurs travaux, l'Empire romain s'est formé et Alexandrie est passée sous juridiction romaine. Mais l'Empire est trop grand et va commencer à se disloquer. Pour en faciliter la gestion, l'empereur CONSTANTIN (environ 288 à 337) fonde une seconde capitale nommée Constantinople (anciennement Byzance, aujourd'hui Istanbul) mieux située géographiquement. Il reconnaît le christianisme et élève ses trois fils à la dignité des césars. À sa mort, il lègue une partie de l'empire à chacun d'eux. Constance II reçoit l'Empire romain d'Orient alors que Constantin II et Constant I se partagent l'empire d'Orient.

Sous THÉODOSE I, (346-395) le christianisme devient religion d'état. Les chrétiens qui avaient été persécutés et obligés de pratiquer leur religion secrètement, persécutent à leur tour les adeptes du paganisme. Le Musée d'Alexandrie est placé sous la juridiction d'un patriarche chrétien et les savants sont contraints de se convertir. En 391, dans un ultime effort pour sauvegarder leur liberté religieuse, les savants se réfugient dans le temple de Sérapis qui abrite une bonne partie de la bibliothèque. Les chrétiens, furieux et fanatiques assiègent le temple et, lorsque la résistance cesse, ils décident de détruire le temple avec tout son contenu. Plus de 300 000 manuscrits sont détruits à tout jamais. Les édifices du Musée demeurent inoccupés et tombent en ruines (Cependant, la bibliothèque de CLÉOPÂTRE continue de fournir des copies de manuscrits).

À la mort de THÉODOSE I, en 395, l'empire est divisé entre ses deux fils, HONORIUS gouverne l'empire romain d'Occident et Arcadius gouverne l'empire romain d'Orient. L'unité de l'empire est définitivement brisée. Le dernier empereur d'Occident, sera déposé en 476. L'empire d'Orient va survivre jusqu'en 1453, il prend fin avec la chute de Constantinople aux mains des Turcs. La ville prendra alors le nom d'Istanbul.

DÉBUT DE L'ISLAM

MAHOMET est né vers 570 J.-C. à la Mecque qui était alors avec Médine l'une des deux seules villes florissantes de l'Arabie. C'est à 40 ans qu'il commence sa prédication, jetant les bases de la religion islamique dont les principaux dogmes sont la croyance en un Dieu unique et à la vie future, à la résurrection et au jugement dernier. Cependant en 622, il dut fuir la Mecque devant l'hostilité des riches marchands pour se réfugier à Médine où il fut accueilli avec enthousiasme. Cet accueil contribua au succès de la nouvelle religion et les Arabes sous la bannière du prophète MAHOMET allaient conquérir des territoires qui s'étendaient vers l'est jusqu'à l'Inde à travers la Perse et la Mésopotamie et vers l'ouest jusqu'à l'Afrique du nord et l'Espagne.

En 629, il rentre triomphalement à la Mecque et décide d'en faire sa capitale, où les citoyens juifs et chrétiens, à cause de leur affinité religieuse avec la religion musulmane vivent désormais sous sa protection. En 632, au moment où il se prépare à investir l'Empire byzantin, il meurt à 62 ans des suites d'une fièvre.

C'est après la première vague de conquêtes que les califes se sont intéressés à la culture des pays conquis. De 650 à 750 les savants sont invités à Bagdad et la traduction des textes grecs et hindous par des savants syriens débute vers le VIII^e siècle. Entre autres ouvrages ainsi traduits, on trouve une version des *Siddhantas* provenant de l'Inde, l'ouvrage d'astronomie *Tetrabiblos* de PTOLÉMÉE ainsi que l'*Almageste* et les *Éléments* d'EUCLIDE. Les textes grecs étaient obtenus directement de l'Empire byzantin à la suite de traités conclus entre les deux puissances.

À l'aide de ces traductions, les savants de l'Islam ont pu s'initier à l'astronomie et aux mathématiques grecques et hindoues. Ils ont cependant apporté une contribution et une manière de traiter les problèmes qui leur est propre. Chez les Grecs, l'objet de la géométrie algébrique n'était pas de trouver la solution d'une équation algébrique mais de satisfaire une condition géométrique, de plus la solution grecque est applicable à des lignes et des aires et non à toute quantité numérique. Au contraire les mathématiciens arabes traitent directement le problème algébrique par des opérations arithmétiques et des algorithmes algébriques et la géométrie sert surtout à concrétiser les processus algébriques.

500 à 600

600 à 700

Événements historiques

En 529, l'École d'Athènes est fermée sur ordre de Justinien qui fut Empereur d'Orient de 527 à 565.

Mahomet voit le jour à La Mecque, vers 570. Il sera le fondateur de l'Islam, la troisième grande religion monothéiste.

L'ère musulmane et les conquêtes arabes débutent en 622. La Perse, la Mésopotamie et des territoires s'étendant jusqu'à l'Inde seront conquis. Les Arabes établissent les premiers contacts avec la civilisation et les mathématiques hindoues. L'Afrique du nord et une partie de l'Espagne feront également partie de l'Empire musulman.

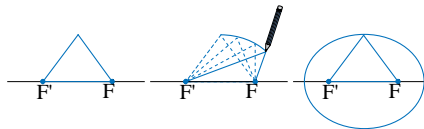
Lorsque les musulmans s'emparent d'Alexandrie vers 640, la bibliothèque est fermée depuis longtemps. Le gouverneur arabe reçoit l'ordre de détruire les manuscrits qui restent, ou bien ils contiennent des textes contraires au Coran et doivent être détruits ou ils ne parlent pas du Coran et doivent être détruits. L'histoire des mathématiques grecques a pris fin.

Personnages célèbres

ANTHÉMIUS DE TRALLES (474-534)

ARYABHATA(476-550)

● BRAHMAGUPTA (598-670)



Technique pour tracer une ellipse

Développements scientifiques

Anthémius de Tralles était mathématicien et architecte. Il décrit comment construire une ellipse avec une corde fixée à deux foyers. Son ouvrage comporte également la description des propriétés focales de l'ellipse.

Aryabhata est le plus ancien et probablement le plus connu des mathématiciens indiens. L'ouvrage en vers qu'il a laissé, intitulé *Aryabhativa*, comporte quatre parties : *Harmonies célestes*, *Éléments de calcul*, *Du temps et de sa mesure* et *Les sphères*. Cet ouvrage présente les règles de calcul de l'astronomie. Il comporte des règles pour effectuer les racines carrées et les racines cubiques, des règles de mesure d'aire qui sont vraies et des règles de mesure de volume qui sont fausses. Il utilise 3,1416 comme approximation de π . Il semble utiliser un système positionnel décimal, selon la description verbale qu'il en fait.

Brahmagupta était directeur de l'observatoire astronomique de Ujjain aux Indes. Cette institution était le centre mathématique le plus avancé de l'Inde. Il a écrit des ouvrages importants en astronomie et en mathématiques, dont *Brahmasphuta-siddhanta* contenant 21 chapitres. Il y étudie les progressions arithmétiques, les équations quadratiques, les théorèmes sur le triangle rectangle, les aires de surfaces et les volumes de solides. Son ouvrage traite également des éclipses, solaires et lunaires, des conjonctions de planètes et des positions des planètes. Il croyait à l'immobilité de la Terre.

Empire musulman en 750



700 à 800

800 à 900

Événements historiques

En un siècle, les tribus Arabes, unies sous la bannière de MAHOMET, ont conquis un empire s'étendant de l'Espagne jusqu'aux Indes en passant par l'Afrique du nord, la Perse et la Mésopotamie. À cause d'oppositions internes, cet empire va se scinder en 755 et il y aura un calife à Bagdad et un autre à Cordoue. La partie est de l'empire va connaître la suprématie. Bagdad va connaître des califes éclairés qui encourageront les savants dans leurs recherches et permettront la traduction en arabe d'ouvrages grecs et indiens. Durant le règne d'AL-MÂNSUR, les textes de BRAMAGUPTA seront traduits en arabe. Les *Éléments* d'EUCLIDE et l'*Almageste* de PTOLÉMÉE furent traduits durant le

règne d'HAROUN AL-RACHID (AARON LE JUSTE, connu par les contes des mille et une nuits) et de son fils. D'autres auteurs indiens seront également traduits et on pense que c'est ainsi que le zéro, inventé par les Indiens, fut introduit dans l'arithmétique arabe pour parvenir en Europe par la suite. Durant cette période, les savants arabes vont apporter des contributions intéressantes en algèbre, en astronomie et en trigonométrie.

Personnages célèbres

ALCUIN D'YORK (735-804)

AL-KWARIZMI (790-850)

TABIT BEN QUERRA (826-901)

AL-BATTÂNI (850-929)



Alcuin d'York



Al' Khwarizmi

Développements scientifiques

Alcuin d'York reçut son éducation à l'école de la cathédrale d'York. En 781, il est directeur de l'École du palais de Charlemagne. Il écrit des ouvrages élémentaires en arithmétique sous forme de questions et de réponses qui servirent à l'enseignement.

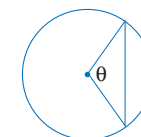
Le principal ouvrage d'AL-KWARIZMI est *Hisâb al-jabr wa'l-muquâbala* dont le terme al-jabr a donné naissance au mot algèbre. Cet ouvrage a longtemps été considéré comme le premier ouvrage d'algèbre de l'histoire, mais un manuscrit du mathématicien arabe Abd-al-Hamid ibn-Turk remet en question cette paternité. Cependant le traité d'AL-KWARIZMI est le meilleur exposé élémentaire de l'algèbre jusqu'à l'avènement des temps modernes et de ce fait a joui d'un prestige équivalent à celui des *Éléments* d'EUCLIDE. La fusion complète de l'algèbre et de la géométrie sera réalisée par DESCARTES et FERMAT.

Tâbit Ben Qurra est surtout connu comme traducteur, on lui doit d'avoir préservé un grand nombre de textes grecs, parmi lesquels des ouvrages d'EUCLIDE, d'ARCHIMÈDE, d'APOLLONIUS. Il a généralisé le théorème de Pythagore à un triangle arbitraire (loi des cosinus). Il rédigea des travaux sur les paraboles, la trisection de l'angle et les carrés magiques.

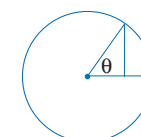
Plutôt que la géométrie des cordes de Ptolémée, Al-Battâni utilise la fonction sinus et donne une table des tangentes et des cotangentes pour chaque degré de 0° à 90° . Il applique la loi des cosinus aux triangles sphériques.

4	9	2
3	5	7
8	1	6

Carré magique



Géométrie des cordes



Trigonométrie des sinus

900 à 1 000

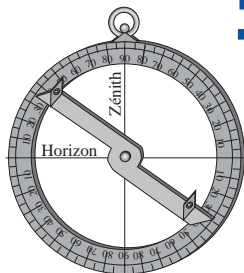
1 000 à 1 100

Événements historiques

Après plusieurs guerres, Charlemagne est couronné Empereur d'Occident en 800 par le Pape Léon III, mais cette nomination ne restaurait qu'en apparence l'Empire romain. Autodidacte, Charlemagne chercha à promouvoir les connaissances en réunissant dans son palais d'Aix-la-Chapelle une académie de savants (Alcuin, Paul Diacre, Théodule) et en stimulant l'activité des grands monastères, en particulier la diffusion de textes sacrés en utilisant l'écriture caroline minuscule conçue par Alcuin.

Les conquêtes de la dynastie turque des Saljuqides, qui représentent la première époque du pouvoir turc au Proche et au Moyen-Orient, rendent l'accès à la Terre Sainte plus difficile aux pèlerins. Pour libérer les Lieux Saints, l'Occident va entreprendre des Croisades dont la première dure de 1096 à 1099. Elle comporte deux expéditions, la croisade populaire menée par Pierre l'Ermite et Gautier Sans Avoir qui sera écrasée par les Turcs en Anatolie en 1096. La deuxième expédition, la croisade des chevaliers, dirigée par Godefroi de Bouillon s'empare d'Édesse, de Nicée, de Tarse, d'Antioche puis de Jérusalem le 15 juillet 1099. Pour défendre ces conquêtes, des ordres de moines-soldats seront créés, les Hospitaliers en 1113 et les Templiers en 1118.

Personnages célèbres



Instrument de mesure des angles en astronomie. Également utilisé à l'horizontale pour mesurer l'angle entre deux directions.

GERBERT (940-1 003)

ABU'L-WAFA (940-998)

IBN AL-HAITAM (65-1039)

AL-BIRUNI (973-1048)

AVICENNES, IBN SÎNÂ (980-1037)

OMAR KHAYYAM (1050-1122)



Ibn al-Haitam



Al-Biruni



Avicennes



Omar Khayyam

Développements scientifiques

Gerbert est né en France et fut probablement un des premiers chrétiens à étudier dans les écoles arabes d'Espagne. Il fut précepteur puis conseiller de l'empereur allemand Otton III. Évêque de Reims, puis de Ravenne, il fut élevé à la papauté en 999 sous le nom de Sylvestre II et mourut en 1 003. De 972 à 982, il fut directeur de l'école diocésaine de Reims, ce qui lui permit d'introduire l'usage des chiffres indo-arabes en Europe.

Abu'l-Wafa organisa toute la trigonométrie en un système déductif et démontra entre autres les identités de l'angle double :

$$\sin 2\theta = 2 \sin \theta \cos \theta \text{ et } \cos 2\theta = \cos^2 \theta - \sin^2 \theta$$

et du demi-angle : $\sin^2 \frac{\theta}{2} = \frac{1}{2}(1 - \cos \theta)$ et $\cos^2 \frac{\theta}{2} = \frac{1}{2}(1 + \cos \theta)$

Il obtint la loi des sinus pour les triangles sphériques et introduisit les fonctions sécante et cosécante. Il fut le premier à utiliser la fonction tangente et compila

une table des sinus par intervalles de 15 minutes d'intervalle lors d'une recherche sur l'orbite de la Lune. Ses tables trigonométriques avaient une précision de huit décimales alors que celle de Ptolémée avaient une précision de trois décimales. Al-Karhi fut le deuxième grand algébriste arabe, il s'intéressa aux travaux de DIOPHANTE. On lui attribue les premières solutions numériques aux équations de la forme : $ax^{2n} + bx^{2n} = c$ pour lesquelles il n'accepte que les racines positives. Il a été le premier arabe à démontrer des théorèmes sur la somme des carrés et des cubes des n premiers entiers.

Omar Khayyam est un grand poète iranien, il a écrit une *Algèbre* qui dépasse celle d'Al-Kwarizmi car elle inclut des équations du troisième degré. Il s'est intéressé au problème soulevé par le cinquième postulat d'Euclide. Dans son étude de ce problème, il a été amené à formuler les hypothèses de l'angle aigu, de l'angle obtus et de l'angle droit, hypothèses qui furent longuement étudiées par SACCHERI et qui conduisent respectivement à la géométrie non-euclidienne de BOLYAI-LOBATCHEVSKI, à la géométrie de RIEMANN et à la géométrie euclidienne.

1 100 à 1 200

1 200 à 1 300

Événements historiques

La deuxième Croisade est provoquée par la chute d'Édesse en 1144. La troisième fut décidée après la chute de Jérusalem aux mains de Saladin en 1187. Elle fut menée par l'empereur germanique Frédéric Barberousse qui se noya durant l'expédition, le roi de France Philippe Auguste et le roi d'Angleterre Richard Cœur de Lion. Lors de la quatrième Croisade, les croisés font la conquête de Constantinople et remplacent l'Empire byzantin par un Empire latin.

Les écoles avaient toujours été des dépendances des monastères, puis Charlemagne avait obligé les villes à se doter d'écoles, les universités indépendantes prennent maintenant leur essor.

Lors du déclin du pouvoir saljuqide, un grand nombre d'émirats turcs autonomes se partagent le territoire. Ces émirats sont des regroupements de tribus. Parmi celles-ci, figurait la tribu des Osmanlis qui, sous la direction d'Osman, entreprend la conquête des territoires avoisinants. L'Empire ainsi formé prendra le nom Ottoman qui est une déformation d'Osman. Cet Empire va s'étendre de plus en plus jusqu'à menacer l'Europe.

Personnages célèbres

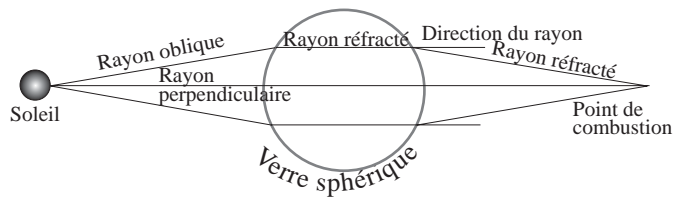
ADÉLARD DE BATH (1075-1160)

ROBERT GROSSETESTE (1168-1253)

FIBONACCI (1180-1250)

NASIR AL-DÏN AL-TUSI (1201-1274)

ROGER BACON (1214-1294)



Roger Bacon



Fibonacci

Développements scientifiques

Adélard de Bath a étudié en France et a voyagé en Italie, en Syrie et en Palestine. Il a fait une traduction latine des *Éléments* à partir de documents arabes. Cet ouvrage a servi à l'enseignement de la géométrie durant des siècles. Il a également traduit les tables d'Al-Kwarizmi et a écrit sur l'utilisation de l'abaque et de l'astrolabe.

Robert Grosseteste reçut son éducation à l'Université d'Oxford et devint Chancelier de l'Université en 1215. Il a œuvré en géométrie, en optique et en astronomie. Il a réalisé des expériences avec des miroirs et des lentilles. Il croyait que l'expérience devait permettre de vérifier la théorie en testant ses conséquences. Il a réalisé que l'espace euclidien est le même dans toutes les directions et que cela devait être vrai pour la propagation de la lumière. Dans son ouvrage *De Natura Locorum*, il donne un diagramme montrant la réfraction de la lumière par un contenant sphérique rempli d'eau.

NASIR AL-DÏN qui fut astronome pour le compte du petit-fils de Gengis Khan est l'auteur du premier exposé systématique sur la trigonométrie plane et

sphérique en une théorie indépendante de l'astronomie. On y retrouve les six fonctions trigonométriques et diverses règles pour résoudre des problèmes de triangles plans et sphériques. Il a poursuivi les tentatives d'Omar Khayyam pour démontrer le postulat des parallèles. Ces travaux seront traduits par John Wallis au XVII^e siècle et ont sans doute inspiré Saccheri dans ses recherches.

Les contributions des arabes au domaine des mathématiques comprennent de nombreux sujets qui gravitent autour de la trigonométrie et de l'algèbre. Ils ont contribué de façon originale à la théorie des équations, au développement de la trigonométrie plane et sphérique, à l'étude du postulat des parallèles, au développement de notre système décimal et à la généralisation du binôme.

Roger Bacon fut élève de Grosseteste à Oxford et, sur ses conseils, s'orienta vers les sciences mathématiques et naturelles. Il entra dans l'ordre des Franciscains en 1250. Il a réalisé divers traités d'acoustique et d'optique. (*Des miroirs, La perspective, Miroirs Mathématiques*).

1 300 à 1 400

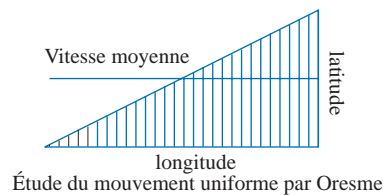
Événements historiques

La Peste noire se répand en Europe à partir de 1347, décimant le tiers de la population, environ 25 millions de personnes.

Personnages célèbres

THOMAS BRADWARDINE (1290-1349) ■

■ NICOLE ORESME (1323-1382) ■



Développements scientifiques

Thomas Bradwardine a étudié au Merton College d'Oxford. Il a réalisé des travaux sur les corps en mouvement uniforme et les vitesses dans son traité *De proportionibus velocitatem in motibus I* (1328). Il fut le premier à étudier les polygones étoilés, étude qui fut poursuivie par Képler.

Nicole Oresme réalise les premières études sur le mouvement avec description graphique, posant les fondements de la représentation graphique des fonctions. Il écrit : « *Toute chose mesurable peut être considérée comme une quantité continue* ». En se basant sur cette affirmation, il trace le diagramme de la vitesse en fonction du temps pour un mobile animé d'une accélération uniforme. Le graphique est à deux dimensions et l'intensité de la vitesse est représentée par des segments de droites disposés à la verticale aux points indiquant les temps enregistrés. Si le mobile était initialement au repos, le dernier segment vertical représente la vitesse finale et l'aire du triangle, qui est la somme des segments verticaux représente la distance parcourue.

FIN DU MOYEN-ÂGE

Durant le Moyen-Âge, en Europe, quelques individus se sont intéressés aux mathématiques, ils étaient souvent des hommes d'église ayant accès à des manuscrits inaccessibles pour la grande majorité des gens. Parmi ceux-ci, on peut citer BOETHIUS (475-524) qui était citoyen romain, BÈDE le vénérable (673-735) et ALCUIN (735-804), deux ecclésiastiques anglais, ainsi que le français GERBERT (950-1003) qui devint pape en 999 sous le nom de SYLVESTRE II. Ces hommes d'église ont surtout produit des livres d'arithmétique et de géométrie ayant servi à l'enseignement dans les écoles des monastères.

À l'époque de GERBERT, quelques manuscrits grecs en sciences et en mathématiques parvinrent en Europe de l'ouest. La conquête de Tolède par Alphonse II, vainqueur des Maures en 1085 donna lieu à un afflux important de savants chrétiens qui voulaient se procurer des manuscrits arabes. Plusieurs d'entre eux se rendirent dans d'autres centres arabes d'Espagne pour se procurer des manuscrits ou simplement pour les traduire sur place et en rapporter la traduction. La période de 1100 à 1300 a également été marquée par les Croisades. Les premières croisades avaient pour but de permettre l'accès à la Terre Sainte aux pèlerins. La foi cessa vite d'être la préoccupation première des croisés, le goût de l'aventure, les ambitions territoriales et mercantiles ont été des motifs importants. À une époque où l'aîné héritait de tout le domaine familial et le puîné se retrouvait dépossédé, l'espoir de se constituer un fief par les conquêtes était une motivation importante pour partir en croisade.

Pendant cette période, les savants arabes ont, à partir de la géométrie des cordes, développé la trigonométrie, d'abord en compilant une table des sinus puis en introduisant les autres rapports, en développant des tables pour ces rapports et les relations entre ces rapports. Ils ont développé un système d'écriture des nombres plus souple que les grecs et les romains, système qui a permis une meilleure manipulation des fractions. Ils ont également développé une approche nouvelle de la résolution des équations qui prendra le nom d'algèbre. La solution d'une équation qui était un segment de droite ou l'aire d'une surface chez les grecs est devenue un nombre. La souplesse du système de numération n'est pas étrangère à cette évolution.

En 1258, Bagdad fut saccagée par les Mongols sous la gouverne de HULAGU et l'empire musulman commença à décliner. La ville fut à nouveau détruite en 1401 par le dernier envahisseur mongol, Timur-i Lang. Les derniers dirigeants Maures furent chassés d'Espagne en 1400 et les Arabes perdirent tous leurs territoires en Europe.