REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS - MOSTAGANEM

Faculté des Sciences Exactes et de l'Informatique

Département de Mathématiques - Informatique

Filière : Mathématiques

Polycopié

Présenté par :

Mr: *KAID Mohammed*

Pour les Etudiants de 2ème Année Licence Mathématiques

Histoire des Mathématiques

Année Universitaire : 2020/2021

Table des matières

Introduction

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 … comment en est-on arrivé là ? Pas si simple ! … et pour répondre à cette question, nous allons devoir voyager de la Mésopotamie (actuelle Irak) à l'Afrique du Nord en passant par l'Egypte, l'Inde et la Grèce.

L'évolution de nos chiffres s'étale sur plusieurs millénaires. C'est au Paléolithique (il y a 30 000 ans) qu'on trouve les premières marques permettant de conserver les nombres sur des supports tels que les os ou le bois. La plus ancienne est un péroné de babouin portant 29 encoches trouvé au Swaziland en Afrique australe.

L'écriture apparaît dans les civilisations mésopotamienne, égyptienne et chinoise vers 3000 avant J.-C. C'est également dans ces trois civilisations que l'on trouve les premières traces d'existence de techniques mathématiques : les premiers systèmes de numération et les méthodes de calculs qui en permettent la manipulation servent à la gestion (gestion du calendrier, gestion des réserves, transactions commerciales, collecte des impôts...) tandis qu'une géométrie élémentaire permet de résoudre les questions de mesure. Les techniques mathématiques utilisées dans ces trois civilisations possèdent plusieurs points communs. D'une part, elles sont mises en œuvre pour résoudre les mêmes types de problème pratique. Ensuite, leur usage est réservé à l'élite administrative. Enfin, la forme de ces mathématiques est celle d'un ensemble de procédures présentées sur des exemples numériques concrets ; aucun concept général n'est dégagé, aucun formalisme n'est utilisé ; les procédures ne sont ni décrites de façon générale, ni démontrées.

Il a fallu donc suivre les grandes périodes de l'Histoire :

i) **Le monde antique (jusqu' en 476) :**

1) La haute antiquité jusqu'à la mort d'Alexandre en 323 avant J. (Babyloniens, Egyptiens, la période hellénique de Grèce).
2) La période hellénistique : Euclide et Archimède.
3) Rome et son empire.

ii) **La période arabe (632-1453) :**

1) Le monde arabe (632-1258).
2) Le Moyen-âge en Europe (476- 1453).

De là, des questions se sont posées :

- Quelle est l'origine de la mathématique ?
- Quelle est la méthode des sciences mathématiques ?

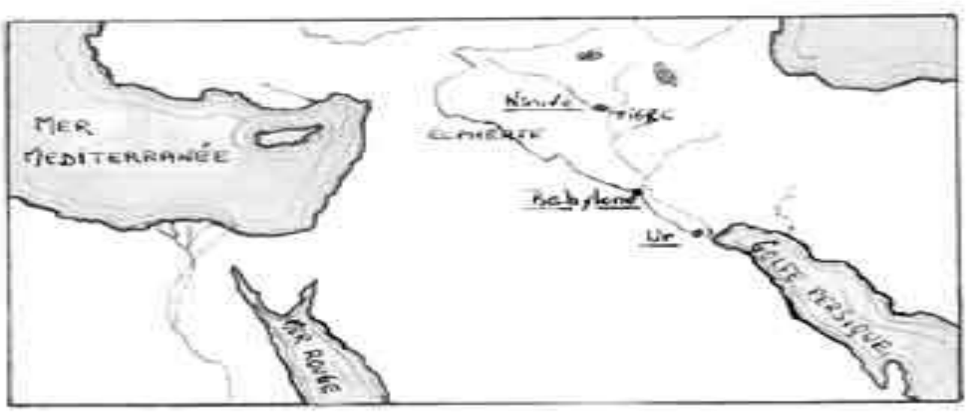
CHAPITRE 1

Mathématiques Babyloniennes

1.1 Introduction :

Les mathématiques mésopotamiennes sont les mathématiques pratiquées par les peuples de l'ancienne Mésopotamie (dans l'Irak actuel), depuis l'époque des Sumériens jusqu'à la chute de Babylone en 539 av. J.-C.

Les Sumériens ont inventé le plus ancien système d'écriture connu, qui est le système d'écriture en symboles, connu sous le nom d'écriture cunéiforme utilisant des lettres similaires à la forme d'un clou gravées sur des plaques d'argile séchée , et grâce à cela, nous en savons plus sur les mathématiques parmi les Sumériens et les Babyloniens que nous en savons sur les mathématiques dans l'Égypte ancienne.



(Pour plus de renseignement, consulter [10]).

La plupart des tablettes qui nous sont parvenues datent de 1800 à 1600 av. J.-C., et traitent de fractions, d'équations algébriques (équations du second degré et du troisième degré), de calculs d'hypoténuse et de triplets pythagoriciens. Les mathématiques babyloniennes (également connues sous le nom de mathématiques babyloniennes-assyriennes) nécessitaient du travail dans l'agriculture, la mesure des terres, la construction de canaux d'irrigation, des palais, des temples, etc., et la pratique du commerce, des connaissances en arithmétique, en géométrie et en algèbre. L'année était divisée en douze mois et le jour en vingt-quatre heures, système en vigueur jusqu'à aujourd'hui. Les Babyloniens connaissaient l'idée du carré et du cube et étaient capables de calculer l'aire et la circonférence d'un cercle. C'est ce qui a conduit à l'émergence de l'astrologie, et ils ont divisé le zodiaque en douze constellations.

1.2 Civilisation Babylonienne :

La Babylonie est une grande monarchie centralisée qui a profité des expériences unificatrices des royaumes sumériens et akkadiens. Babylone représente l'ancienne ville de Mésopotamie, et c'est l'une des villes les plus importantes de l'ancien Moyen-Orient, et cette ville a atteint son apogée au troisième millénaire avant JC quand Hammurabi l'a prise comme capitale du royaume de Babylone à l'époque, et toute la Mésopotamie est passée sous son contrôle à la fin de son règne pour la première fois depuis l'empire Sargon il y a 500 ans. Les

Mésopotamiens étaient composés de trois grands peuples: les Babyloniens, les Assyriens et les Sumériens. Babylone était le centre culturel du monde entre 2000 et 550 avant JC. Ses ruines se trouvent au 160 km au sud-est de Bagdad. Les jardins suspendus de Babylone, aujourd'hui disparus, étaient l'une des sept merveilles du monde.

1.3 Ecriture cunéiforme :

L'écriture cunéiforme, inventée vers 3400 av. J.-C., a été utilisée pendant plus de trois millénaires, jusqu'au I^{er} siècle après J.-C., sur une très vaste aire géographique allant de la mer Méditerranée au Golfe arabo-persique et de l'Anatolie à l'Égypte. Elle a servi à noter une quinzaine de langues selon trois systèmes différents : idéographique, syllabique et alphabétique. L'adaptation de l'écriture cunéiforme à d'autres langues va devenir le facteur principal de son évolution. Vers 2340 av. J.-C., les nouveaux maîtres du pays, les empereurs d'Akkad, utilisent les signes de l'écriture sumérienne pour transcrire leur langue sémitique, l'akkadien. À la fin du III^{e} millénaire av. J.-C., à la faveur d'un bref retour des Sumériens au pouvoir, poètes, écrivains.

1.4 Numération :

Le développement des mathématiques chez les Babyloniens tient à une chose ; tout d'abord, au fait que le nombre 60 est un nombre hautement composé, dont les nombreux diviseurs : 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, et 30, facilitent les calculs de fractions ; ensuite, à ceci que, contrairement aux Égyptiens et aux Romains, les Babyloniens (comme plus tard les Indiens) disposaient d'un authentique système à numération de position deux.

Il a également inventé les Sumériens le plus ancien système d'écriture connu, qui est le système d'écriture en symboles, connu sous le nom d'écriture cunéiforme utilisant des lettres similaires à la forme d'un ongle gravées sur des plaques d'argile , et grâce à cela, nous en savons plus sur les mathématiques parmi les Sumériens et les Babyloniens. D'environ 3.500 ans avant JC jusqu'au début de notre ère, on retrouve des documents écrits aux alentours de cette époque. Il ne fait aucun doute que la découverte de l'écriture est la réalisation la plus importante de l'humanité. Cette étape a permis l'accumulation de connaissances et d'informations à travers les générations, ce qui a ouvert la voie à l'humanité pour sortir de sa première primitivité à la révolution scientifique et civilisation elle dans laquelle nous vivons actuellement.

L'histoire nous apprend que l'écriture est apparue pour la première fois sur la terre d'Irak au quatrième millénaire.

Les comptables sumériens utilisaient des boulettes d'argile, appelées "calculi" pour enregistrer les livraisons et les échanges. Elles étaient enfermées dans des sachets d'argile clos et authentifiés. Les Babyloniens ont largement utilisé les tables pré-arithmétiques pour les aider dans la science de l'arithmétique. Ils ont une liste de nombres carrés classés au nombre 59 et les nombres sont progressivement cubés au nombre 32. Les Babyloniens ont utilisé une liste de nombres carrés avec ces formules :

$$ab= [(a+b)^2 - a^2-b^2]/2,$$

Ainsi que

$$ab= [(a+b)^2 - (a-b)^2]/4.$$

C'est pour faciliter la multiplication. Les Babyloniens n'avaient pas d'algorithmes de longue division. Au lieu de cela, ils définissent des méthodes qui correspondent à leur connaissance de la vérité [a/b=a. (1/b)]. Dans un premier temps, vers 3200 avant JC.

Les Mésopotamiens utilisèrent des chiffres archaïques qui avaient la forme d'objets "imprimés" sur des tablettes. Ensuite, vers 2700 avant JC, ils utilisèrent des signes de la graphie cunéiforme.

1.5 Géométrie :

Une tablette d'argile trouvée en 1936 à Suse et datant d'environ 1680 av. JC. Conduit à l'approximation remarquable $\pi = 3 + 1/8 = 3{,}125$. Comment ce résultat a-t-il été obtenu ? Cet article propose une hypothèse, prétexte pour aborder quelques points des mathématiques de cette période en Mésopotamie. Il est possible que les Balinais connaissent les règles générales pour mesurer la superficie et le volume. Ils ont calculé la circonférence d'un cercle comme trois fois le diamètre et le volume comme un douzième d'un carré de la circonférence, ce qui serait vrai si vous comptiez le nombre 3. Et ils ont calculé le volume du cylindre comme un produit du volume en hauteur, et pour chacun, le volume du tronc et de la pyramide carrée Le moins n'est pas correctement pris comme le produit de la hauteur et de la moitié des bases complexes. Les Babyloniens connaissaient le théorème de Pythagore. En outre, il y a une découverte que les Babyloniens ont rapporté une tablette dans laquelle le nombre était utilisé comme 3 ou 1/8. Les Babyloniens sont connus pour leur découverte du mile babylonien, une unité de distance mesurant aujourd'hui sept miles. Les unités de distance sont utilisées pour mesurer le mouvement du soleil, en convertissant l'inclinaison en mille de temps, et donc le temps est représenté par lui. En générale :

i) Ils connaissaient une formule approchée pour calculer le volume du tronc d'une pyramide à base carrée.
ii) Ils savaient, sans autre chose, qu'un triangle de côtés 3, 4 et 5 est un triangle rectangle.
iii) Ils savaient calculer la diagonale du carré, et connaissaient une formule approchée pour calculer celle du rectangle.
iv) Ils savaient appliquer numériquement le théorème de Thalès (non connu à l'époque bien entendu).

1.6 Numération de type additif :

Chaque chiffre possède une valeur propre , indépendante de sa position dans les représentations. Il existe une notation particulière pour 1 ; 10 ; 100 ; 1000 ; 10.000 ... Pour tous les autres nombres, la notation est additive, par exemple pour écrire 70, on reproduit 7 fois le symbole 10.

1.7 Numération de position :

La position d'un chiffre dans l'écriture d'un nombre exprime la puissance de 10 présentes et le nombre de fois qu'elle intervient. La valeur des chiffres est donc déterminée par leur position dans l'écriture d'un nombre. Par exemple dans le nombre 324 : 3 indique le nombre de centaines ; 2 le nombre de dizaines et 4 le nombre d'unités.

1.8 Les chiffres :

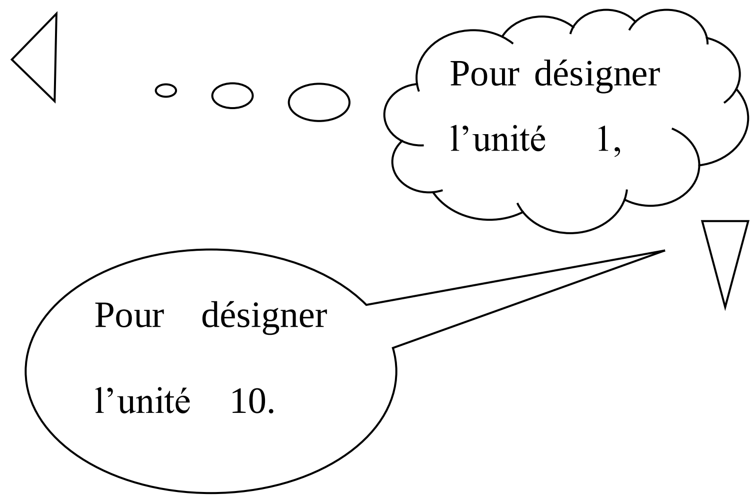
Elle est apparue vers 1800 avant JC. Les Babyloniens (de 5.000 ans avant JC jusqu'au début de notre ère) écrivaient les nombres en base 60 . Nous utilisons encore la base 60 pour l'heure. (1 h = 60 min ; 1 min = 60 s) et les angles (un angle plat = 180 ° = 3 × 60).

La numération babylonienne est une numération additive de 1 à 59 , elle est de position au - delà : selon leur position dans le nombre , les signes désignent soit les unités , soit des groupes de 60 unités , ou encore des groupes de 60 × 60 unités....Il n'existe pas de virgule, c'est le contexte qui donne l'ordre de grandeur d'un nombre. Le zéro n'existe pas non plus.

Ainsi, pour écrire un nombre en écriture babylonienne, il faut le décomposer en une somme de multiples de :

1 ;	60 ;	60×60 (= 3600) ;	60 × 60 × 60 ...

Il existe deux symboles chez les babyloniens pour écrire les nombres :



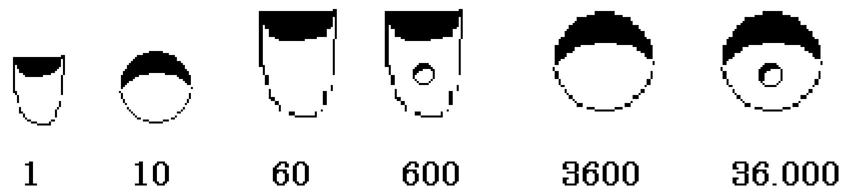
(Pour plus de renseignement, consulter [12, 14]).

En 3500 avant J.C., en Mésopotamie, dans la société de Sumer et d'Elam, ces jetons sont emprisonnés dans une boule creuse en argile.

- Petit cône égale ⇒ 1,
- Petit bille égale ⇒ 10,
- Grand cône égale ⇒ 60,
- Grand cône percé égale ⇒ 600,
- Grosse bille égale ⇒ 3600,
- Grosse bille percée ⇒ 36000.

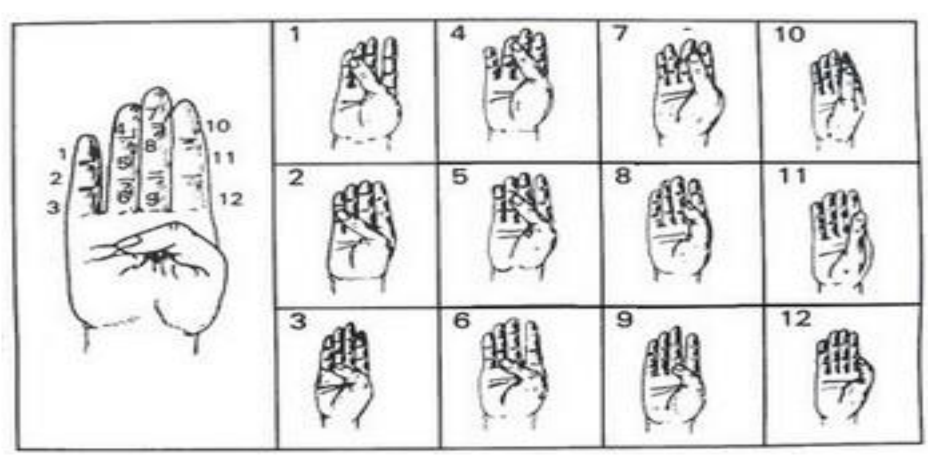
(Pour plus de renseignement, consulter [12, 25]).

Ces jetons furent donc remplacés par les signes suivants sur les tablettes à partir de la première moitié du 3e millénaire avant JC:



« Pour plus de détails, voir [11, 12] ».

Les origines de la base 60 se cachent également sur nos mains : il s'agit d'une combinaison entre les 5 doigts de la main gauche et les phalanges des quatre doigts de la main droite, comme suite :

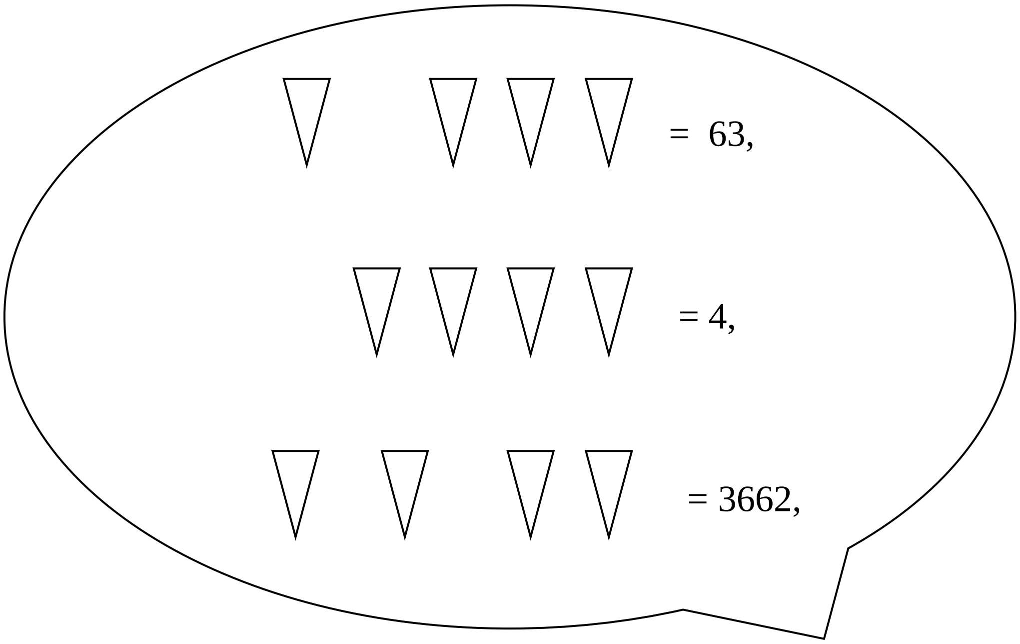


Extrait de « Histoire universelle des chiffres, [10] »

Durant la seconde moitié du IVème millénaire avant J.C., à Sumer, naît l’écriture, et avec elle, les premières représentations écrites des nombres. Cette écriture évolue vers une forme simplifiée, dite cunéiforme que l'on trouve chez les babyloniens vers 2500 avant J.C. Vers le IIème millénaire avant J.C., elle évoluera encore pour permettre l'écriture de nombres plus grands et voir apparaître la première numération de position. En fait, cette écriture combine le principe additif et le principe de position. Suivant la place qu'occupe le symbole.

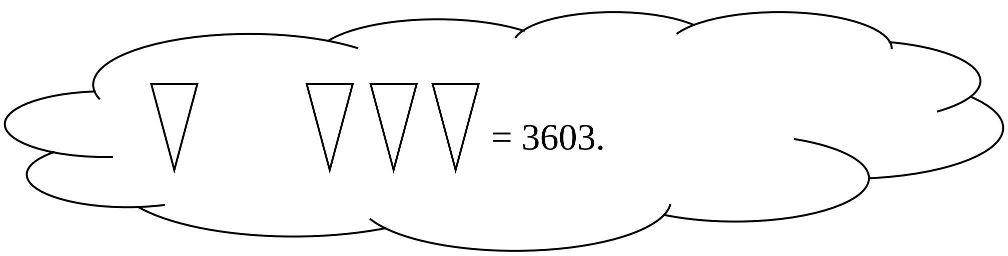
Le système de numération babylonien, parfois ambiguë, évoluera au fil du temps. Les scribes auront par exemple l’idée d’un signe de séparation des symboles se présentant sous la forme d’un double chevron exprimant qu’il n’y a rien. Le système d’écriture des Mésopotamiens possède une autre caractéristique étonnante. Il sert en effet à noter non seulement les nombres entiers, mais aussi les nombres fractionnaires. Le principe que les Mésopotamiens utilisaient est identique à notre emploi d’une virgule pour séparer le chiffr des unités du chiffre des dixièmes.

Ce système a engendré beaucoup d'erreurs : les nombres 63- 4 - 3603 - 3662 étaient représentés par les mêmes symboles dans le même ordre. Seul le contexte permettait de comprendre le nombre, comme suit :



« Pour plus de détails, voir [14, 25] ».

Ainsi que :



Le symbole désignant le vide n'existait pas encore

1.9 <u>Les textes Babyloniens :</u>

Les scribes mésopotamiens marquaient l'argile de leurs tablettes en frappant dessus avec un roseau taillé en biseau, de sorte que leur écriture est cunéiforme, c'est-à-dire en forme de coin. L'usage de cette écriture s'était perdu au fil des siècles, mais des travaux effectués au cours du

XIX^e siècle ont permis d'en percer la signification. Les Babyloniens les écrivaient sur leurs tablettes en pressant la surface de l'argile avec un stylo en roseau. Le cunéiforme est très complexe. Il n'est pas composé de lettres alphabétiques, mais il est basé sur un système mixte qui combine et mots complets et comporte environ 600 lettres différentes.

1.10 Les opérations :

i) Les additions et les soustractions se faisaient sans difficultés

ii) Pour les multiplications, ils possédaient des tables, établies par comptage ou par tâtonnements

iii) Pour les divisions, ils utilisaient des tables d'inverses. c'est-à-dire (diviser par un nombre revient à multiplier par son inverse).

1.11 Principe de la base 60 :

Ce système de numération sera sans cesse amélioré et deviendra plus lisible avec la vulgarisation, en Mésopotamie de l'écriture cunéiforme, vers 2010 avant JC.

Exemple :

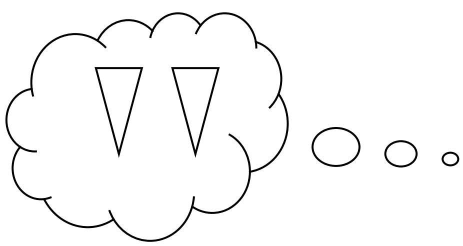
On écrire 12 140 en base 60, c'est comme convertir 12 140 secondes en heures, minutes et secondes. Alors

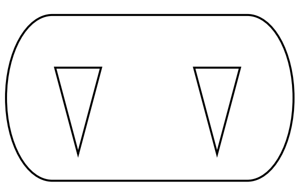
12 140 s = 3 h 22 min 20 s,

.On écrira donc 12140 en base 60 de la façon suivante : [3 ; 22 ; 20],

1.12 Le Zéro chez Babylone:

Pendant longtemps, on représentait les unités manquantes par un espace Mais cela a été source de nombreuses erreurs. En effet : le nombre 61 = $1 \times 60 + 1$ et le nombre 2 se notaient tous les deux à l'aide des deux mêmes symboles, l'un ayant un vide entre les deux et l'autre non :

(i)  Pour désigner deux,

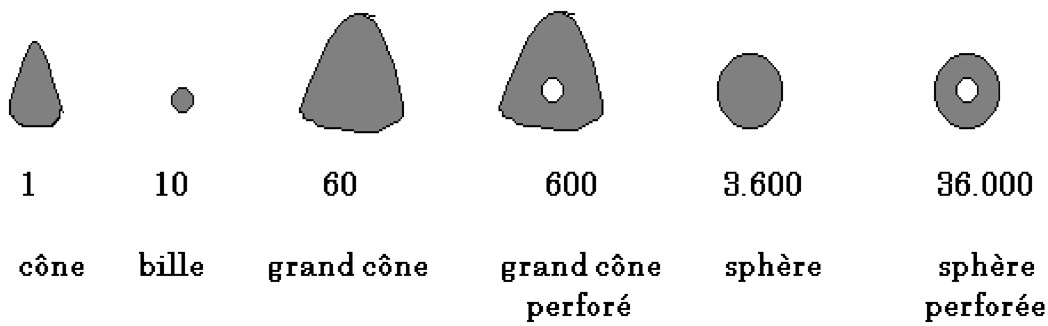
(ii)  Pour désigner soixante et un.

« Pour plus de renseignement, *voir [25]* ».

Le problème se posait pour représenter des nombres tels que 6001 qui nécessitaient deux « espaces vides ».

1.13 Les jetons d'argile:

De 7.000 ans avant JC, les Sumériens utilisaient un mélange de base 10 et 60 pour représenter les nombres. Il existait six jetons :



(Pour plus de renseignement, consulter [10, 11, 12]).

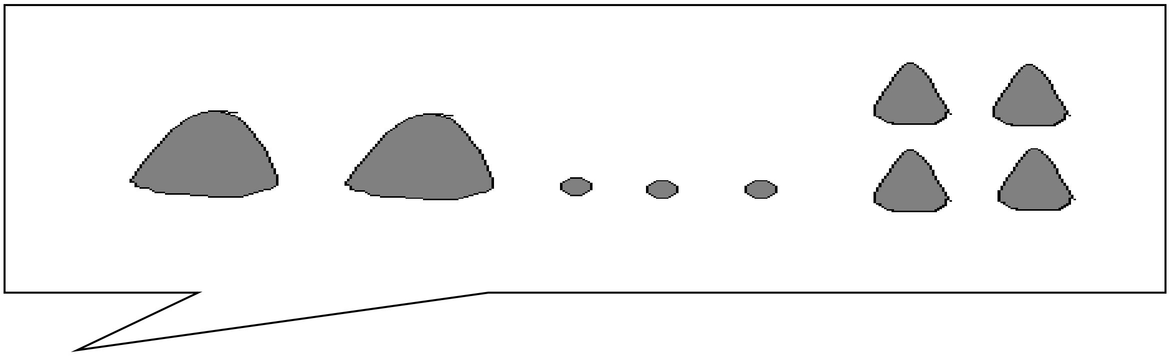
On remarquera que la bille à l'intérieur du grand cône ou de la Sphère correspond à une multiplication par 10.

Exemple :

Pour trouver le nombre 154, on utilise la décomposons de nombre154, c'est-à-dire, écrivons la division euclidienne de 154 par 60, il vient

$$154 = 2 \times 60 + 34 = 2 \times 60 + 3 \times 10 + 4.$$

Ainsi, le nombre 154 était représenté de la façon suivante :



(Pour plus de renseignement, consulter [12,14]).

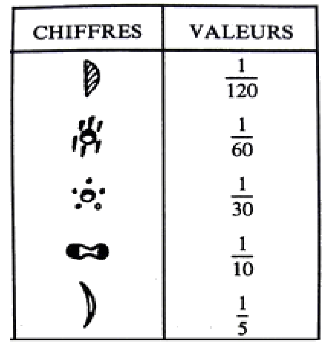
1.14 Les nombres décimaux chez Babylone:

Leur système de numération de base 10 est additif. Les scribes écrivent les nombres sur des papyrus sous forme de hiéroglyphes. Chaque signe possède une valeur : 1, 10, 100, … La partie décimale est écrite à l'aide de fractions unitaires (de numérateur 1). Vers 1800 avant J.C., les babyloniens utilisent un système sexagésimal (base 60) qui repose sur la combinaison du principe de position et du principe additif avec des fractionnaires (1/60, 1/3600). Les nombreux diviseurs de 60 permettent de représenter également d'autres fractions unitaires telles : 1/2, 1/3, 1/4, …

1.15 Les Fractions:

Vers 3000 avant J.C., dans la région de Sumer apparaissent les premières représentations de fractions pour des cas particuliers :

1/120 , 1/60, 1/30, 1/10, 1/5.



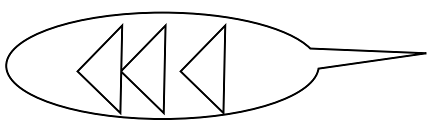
(Pour plus de renseignement, consulter [11, 14]).

Les nombreux diviseurs de 60 permettent de représenter facilement les fractions :

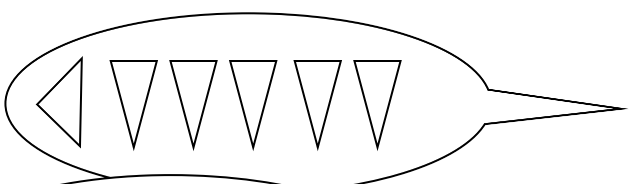
1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/12, 1/15, 1/20 et 1/30.

(Pour plus de renseignement, consulter [11, 14]).

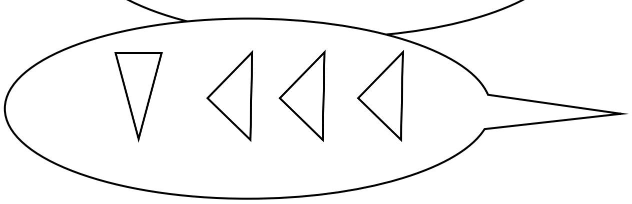
Le nombre 60 se représente à nouveau par le clou. Cette règle s’applique pour les entiers comme pour les numérateurs de fractions (voir [11, 14]) :



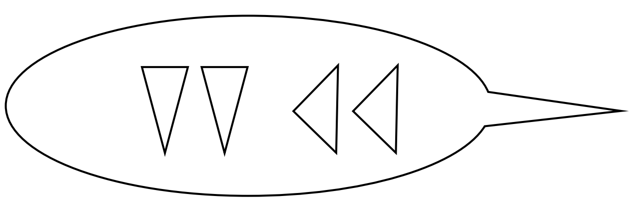
= 30/60,



= 15/60,

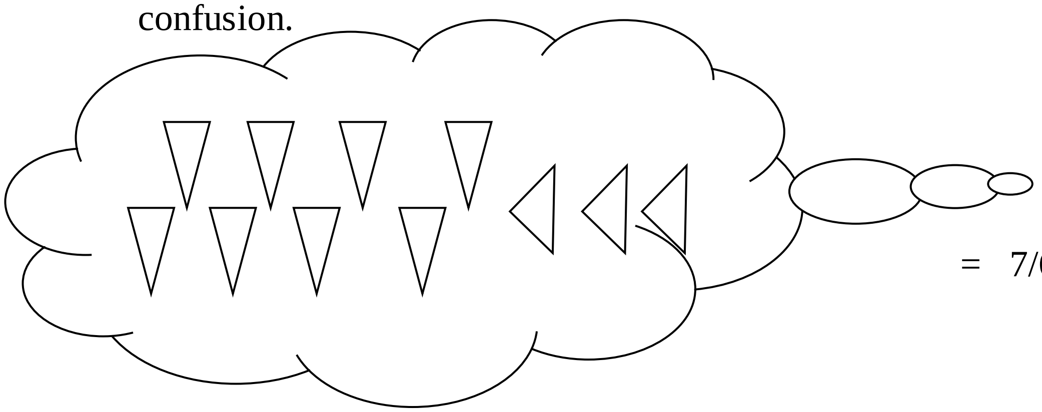


= 1+30/60 = 3/2,



= 2+20/60 =7/3.

Le système de numération babylonien, parfois ambiguë, n'empêche pas les astronomes d'effectuer des calculs sophistiqués lorsque plusieurs interprétations sont possibles. Le contexte leurs permet en général d'évaluer un ordre de grandeurs du nombre et d'éviter ainsi la confusion.



= 7/60+30/3600.

(Pour plus de renseignement, consulter [10]).

Exemple :

i) Décomposons le nombre 5112 en une somme de multiples de

1 ; 60 ; 3600.

Solution :

Nous avons :

$$5112 \div 3600 = 1,$$

Écrivons la division euclidienne :

$$5112 = 3600 \times 1 + 1512,$$

En plus

$$1512 \div 60 = 25,$$

Encore une fois, écrivons la division euclidienne, il vient

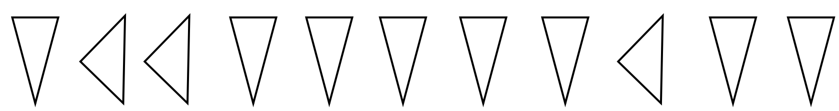
$$1512 = 25 \times 60 + 12,$$

et donc

$$5\,112 = (3600 \times \underline{\mathbf{1}}) + (\underline{\mathbf{25}} \times 60) + \underline{\mathbf{12}} \times 1.$$

Noté par : **[1 ; 25 ; 12]** et on le lit :

12 unités ; 25 groupes de 60 ; 1 groupe de 60×60. Ainsi, le nombre 5112 s'écrivait :



(Pour plus de renseignement, consulter [12]).

1.16_ Tablettes Babyloniennes:

Des tablettes babyloniennes plus anciennes donnent certes déjà des évaluations de $\sqrt{2}$**,** Leurs motivations étaient-elles d'ordre pratique ? Avaient-ils conscience de n'avoir trouvé qu'une approximation ou pensaient-ils avoir trouvé la valeur exacte de $\sqrt{2}$?

Toutefois, aucune utilisation de la racine carrée de 2 n'aurait pu sérieusement nécessiter la connaissance de plus d'une ou deux décimales : aucune justification pratique ne permet de comprendre pourquoi les Babyloniens ont éprouvé le besoin d'aller si loin dans la précision de leur approximation.

Exercices corrigés

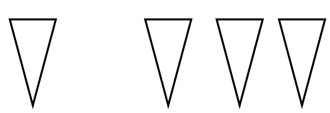
1.17_Exercice :

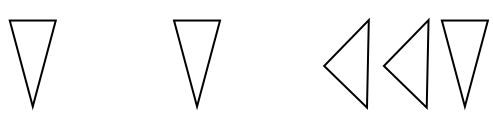
i) Ecrire, après avoir transformé chacun des nombres comme dans l'exemple :

63 - 121 - 61.

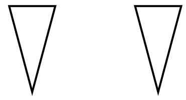
ii) Que remarquer sur le dernier nombre?

Solution:

1) 

2) 

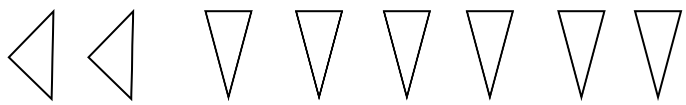
Et aussi, on a

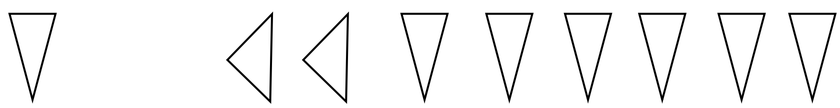
3) 

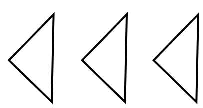
1.18_Exercice :

Pour écrire des nombres plus grands que 59, les Babyloniens utilisaient un système à base soixante:

i) Lire les nombres suivants :

(1) 

(2) 

(3) 

Pour déchiffrer ces nombres, faire des « paquets » de et écrire le nombre sous la forme [… ;… ;…] pour enfin donner son écriture.

Solution :

On traduire les nombres, on obtient

i) 26 = [1,26], ii) 86 = [1,26], iii) 30 = [1,30].

1.19_Exercice :

Vers 3100 avant JC, les tablettes d'argile étaient utilisées recto - verso :

i) Comment ont-ils pu décoder les signes de Babylonienne ?

ii) Comment trouver les significations des deux premiers signes ?

iii) Comment trouver le nombre 60 pour le $3^{ème}$ signe ?

Solution :

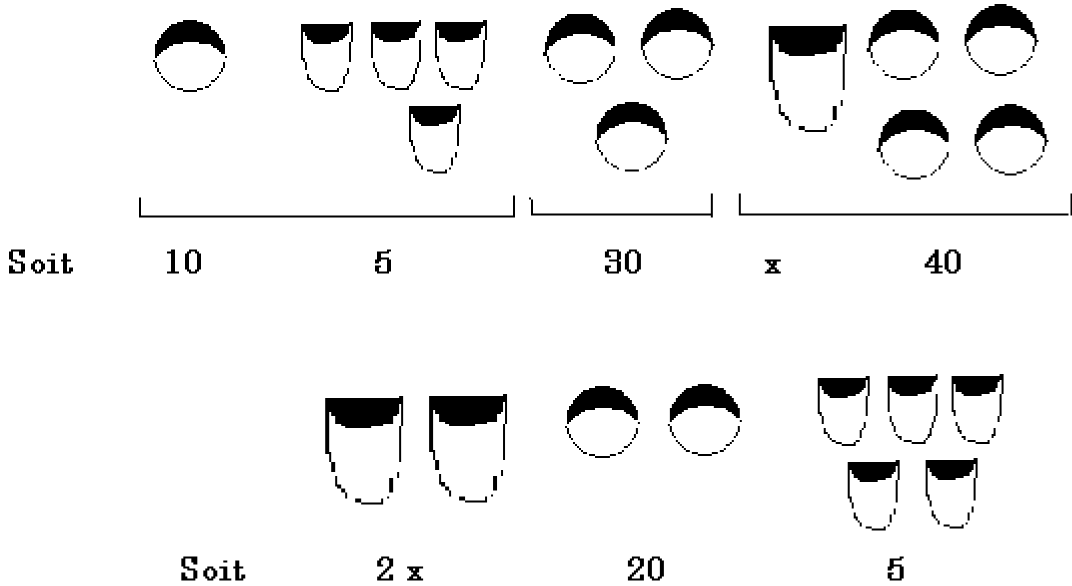
i) Au recto, ils y inscrivaient les détails d'une opération de comptabilisation et au verso, ils y inscrivaient le total correspondant, ainsi que le dessin correspondant au dénombrement effectué.

ii) Après de nombreuses vérifications et de multiples recoupements, ils ont pu déterminer les signes correspondant à 1 et 10.

iii) Soit x ce nombre cherché. Au recto, était gravé :

$$10 + 5 + 30 + x + 40 = x + 85,$$

Et pour verso, était gravé :



(Pour plus de renseignement, consulter [10, 14, 25]).

$$2x + 20 + 5 = 2\,x + 25,$$

Le verso étant le récapitulatif du recto, on a donc :

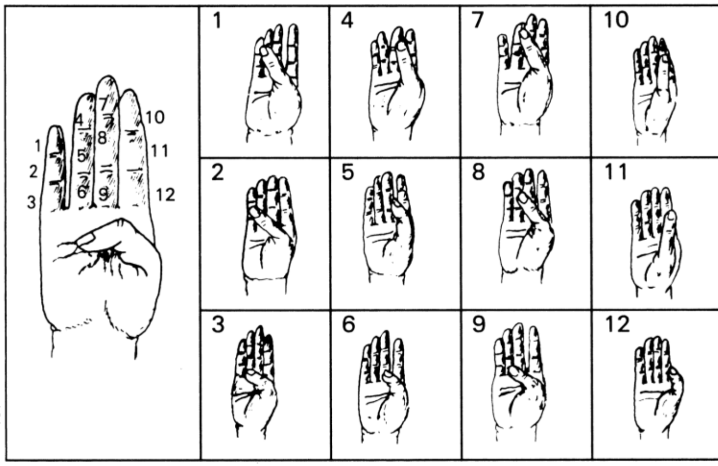
$$x + 85 = 2\,x + 25,$$

En résolvant l'équation, on obtient bien :

$$x = 60.$$

1.20 Exercice :

On sait qu'avec la main gauche, ils indiquaient un nombre de douzaines et avec la main droite, ils indiquaient un nombre d'unités comme sous dessus :

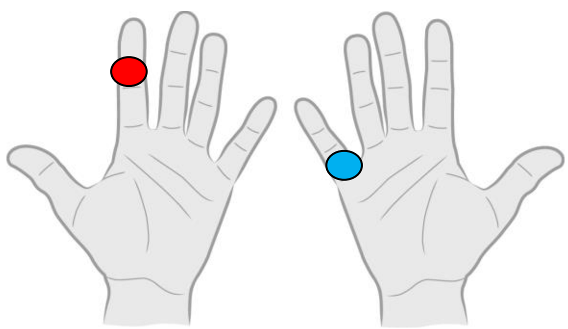


- Dess es nombres

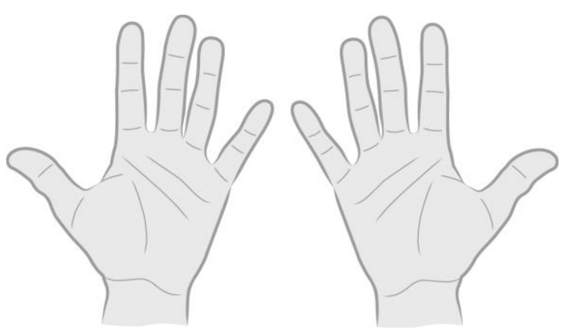
135,	58,	100	et	145.

Solution :

i) Concernant le nombre 135, nous avons :



ii) Pour le nombre 58, on peut écrire



(Pour plus de renseignement, consulter [10, 12]).

1.21 Exercice :

- La Lune est à trois cent quatre-vingt-quatre mille kilomètres de la Terre.
- Jupiter est à cinq cent quatre-vingt-onze millions de kilomètres de la Terre.
- Pluton est à quatre milliards deux cent quatre-vingt-dix-sept millions de kilomètres de la Terre.

1) Complète le tableau ci-dessous avec ces nombres

ii)

	Lune	Jupiter	Pluto
Distance à Terre			

2) Indique le nombre entier qui précède et celui qui suit.

793 - 290

CHAPITRE 2

Mathématiques Egyptiennes

2.1 Introduction :

Les Egyptiens reproduisaient les chiffres en les gravant ou en les sculptant sur des monuments de pierre ou sur des roches, au moyen du ciseau ou du marteau ; ou encore sur des feuilles de papyrus (le papyrus est une plante voisine du roseau découpée en bandes , puis collées bout à bout et enfin enroulées sur un bâton de bois) , à l'aide d'un roseau à pointe écrasée trempée dans une matière colorante. Il reste moins de traces de leur numération que celle des Babyloniens ; en effet , les feuilles de papyrus sur lesquelles ils écrivaient étaient très fragiles comparées aux tablettes d'argile des Babyloniens. Les anciens Égyptiens se sont installés dans la fertile vallée du Nil vers 6000 avant JC et ont commencé à enregistrer les phases de la lune et les saisons pour des raisons liées à l'agriculture ou à des raisons religieuses. Les urbanistes des pharaons ont également utilisé des mesures basées sur des parties du corps pour mesurer des terres et des bâtiments très anciens dans l'histoire égyptienne.

2.2 Civilisation Egyptienne :

L'Égypte ancienne une terre de mystères. Aucune autre civilisation n'a tant captivé l'imagination des spécialistes comme des profanes. Ses origines, sa religion et son architecture monumentale les temples colossaux, Les pyramides d'Égypte sont les plus célèbres de tous les monuments de l'Antiquité.

De même que la vie surgit des eaux, de même le Nil a arrosé les semences de la civilisation. Ce fleuve puissant, qui coule vers le nord depuis le cœur de l'Afrique jusqu'à la Méditerranée, entretint la croissance du royaume pharaonique. Les Égyptiens croyaient également que le corps et l'âme étaient importants pour l'existence humaine, tant dans la vie que dans la mort. Leurs usages funéraires, par exemple la momification et l'ensevelissement dans des tombes. L'exemple du chercheur en histoire de la civilisation égyptienne antique, l'exemple d'un touriste qui traverse un carrefour tentaculaire, entrecoupé de quelques vallées aux yeux qui font déborder de l'eau, et ces vallées sont situées à des distances autour de ce vaste intervalle Jusqu'au milieu du XIXe siècle, les informations mondiales sur l'histoire de l'Égypte ancienne sont restées rares, en raison du manque de connaissances sur la lecture de ses inscriptions. En effet, un bon nombre d'écrivains grecs et romains de l'Antiquité qui sont venus en terre d'Égypte cherchant à découvrir ses étranges et ses merveilles, ont décrit le pays en détail et ont écrit autant que leurs informations sur sa glorieuse histoire l'ont attint.

2.3 Systèmes d'écriture :

Le système hiéroglyphique utilisé pour les monuments et les pierres tombales (chaque symbole représente un objet) et le système hiératique (simplification des hiéroglyphes) utilisé sur les papyrus dont le plus célèbre est le papyrus Rhind datant du XVIIIe siècle avant JC : il fut écrit par le scribe Ahmès et fut acheté au XIXe siècle en Egypte par un anglais du nom de Rhind .

2.4 Papyrus Rhind :

A été rédigé vers 1650 avant JC par un scribe nommé Ahmès ; ce dernier a recopié un original vieux de deux siècles. Il rassemble 87 problèmes avec leurs solutions et est rédigé en écriture hiératique ordinaire. La plupart de ces problèmes sont des problèmes : répartition de neuf pains entre dix personnes. (Les Egyptiens ne connaissaient pas la monnaie et utilisaient un système d'échanges de biens (essentiellement le pain et la bière). On y trouve aussi une méthode pour calculer l'aire d'un triangle rectangle, aucune formule générale n'est donnée. Ce papyrus ne contient pas de problèmes du second degré.

2.5 Papyrus de Moscou :

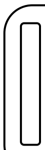
Traite à peu près des mêmes sujets ; il contient aussi le calcul du volume du tronc de pyramide à base carrée et de ce qui semble être l'aire de l'hémisphère. Ce papyrus contient dont quatre portent sur la géométrie.

2.6 Papyrus de Kahun :

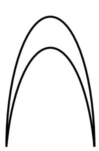
Date de 1800 avant JC environ. Il contient une table de quatre carrés présentés comme la somme des deux autres carrés :

- $6^2+8^2 = 10^2$, / $12^2+16^2 = 20^2$,
- $(11/2)^2+2^2 = (21/2)^2$, / $(3/4)^2+1^2 = (11/4)^2$.

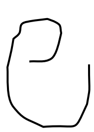
2.7 Différents signes :



a une origine naturelle → 1,

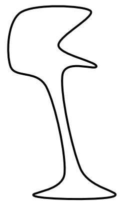


Peut être un cordon servant à relier des bâtonnets pour en faire un paquet de 10 unités. → 10,



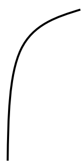
Spirale , probablement un emprunt phonétique signifiant " cent" → 100,

(Pour plus de renseignement, consulter [10, 14]).



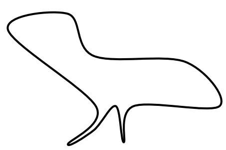
Fleur de lotus : probablement un emprunt phonétique

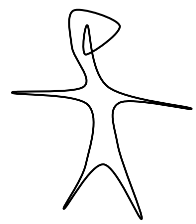
Signifiant " mille " $\longrightarrow$ 1000,



Doigt relevé et légèrement incliné. $\longrightarrow$ 10 000,

En plus, nous avons :

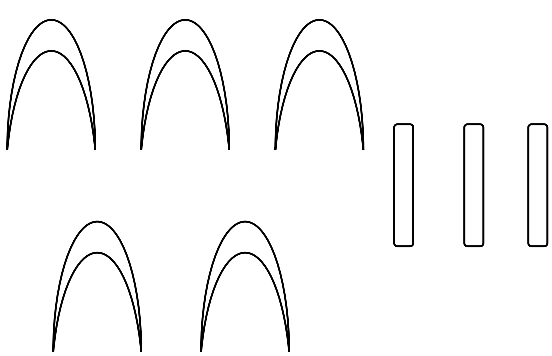
 =100 000,

 =1 000 000.

(Pour plus de renseignement, consulter [10, 14]).

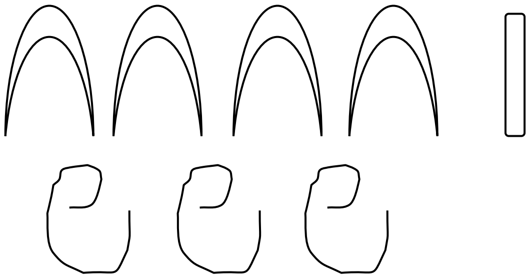
Exemple :

i) Le nombre suivant :

 = 53.

(Pour plus de renseignement, consulter [10, 14]).

On a aussi,

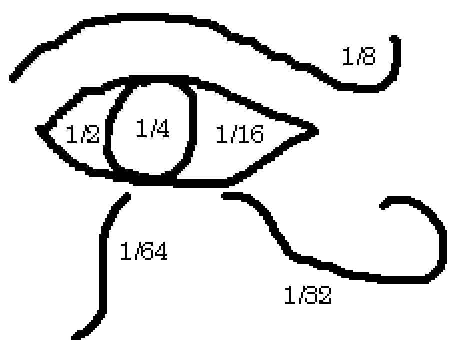


= 341.

(Pour plus de renseignement, consulter [10, 14]).

2.8 L'œil d'Horus :

Pour mesurer les capacités (céréales, fruits , liquides) , les Egyptiens utilisaient le héqat (soit environ 4 ,785 litres) et notaient les fractions en utilisant les parties de l'œil fardé du dieu faucon Horus.

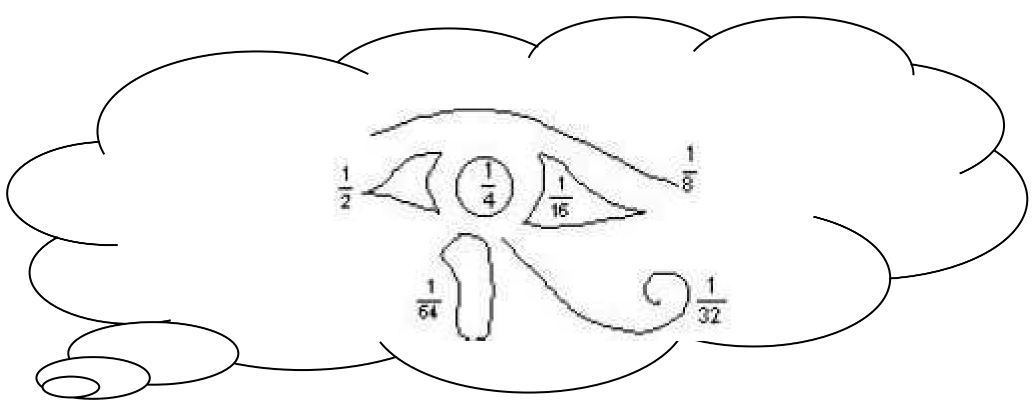


(Pour plus de renseignement, consulter [10, 11, 14]).

On rappelle que Les documents mathématiques de l'Egypte antique sont rares. Le papyrus Rhind, de la seconde période intermédiaire aurait été écrit par le scribe Ahmes. Son nom vient de l'Écossais Alexander Henry Rhind (1833-1863) qui l'acheta en 1858 à Louxor. Il aurait été découvert sur le site de la ville de Thèbes. Actuellement conservé au British Museum (Londres), il contient 87 problèmes résolus d'arithmétique, d'algèbre, de géométrie et d'arpentage, sur plus de 5 m de longueur et 32 cm de large. Ahmes indique que son papyrus est, en partie, une copie de résultats plus anciens (vers 2 000 av. J.-C.) remontant aux Babyloniens.

Exemple :

A propos des fractions égyptiennes, il existe un épisode sanglant de la mythologie : Au cours d'un combat Seth (Dieu de la violence) arracha un oeil à son neveu Horus (Dieu à tête de faucon et à corps d'homme). Il le partagea en 6 morceaux et le jetta dans le Nil. Cet oeil est appelé Oudjat. Les six morceaux sont la petite pyramide ½, le Soleil 1/4, la grande



(Pour plus de renseignement, consulter [10, 14, 25]).

Pyramide 1/16, la ligne de sol,1/8, le bloc poussé par l'égyptien 1/64, et la ligne recourbée 1/32, Thot (Dieu humain) reconstitua l'oeil, symbole du bien contre le mal mais la somme de ces parts n'était pas égale à 1 (l'oeil entier). Il accordait le 64ème manquant à tout scribe recherchant et acceptant sa protection.

- Calculer la somme A des fractions de l'oeil Oudjat.

2.9 Les opérations :

Ils possédaient des tables de racines carrées, de puissances successives ; ils savaient extraire les racines carrées et cubiques ; ils savaient résoudre une équation du premier ou du deuxième degré à une inconnue, mais aussi un système d'équations du premier degré à deux inconnues.

2.10 Géométrie :

Les Egyptiens sont très probablement à l'origine de la géométrie: lors de chaque crue du Nil, ils devaient retrouver les parcelles de chacun (en forme de triangle , rectangle). Les "métreurs" (personnes qui étaient chargées de reformer les parcelles) utilisaient la cordelette à 13 nœuds pour tracer des angles droits et ont déterminé des surfaces de terrains.

2.11 Connaissances des Egyptiens :

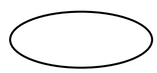
i) Calculs de volumes de pyramides

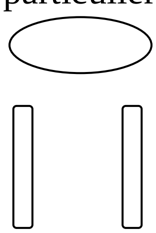
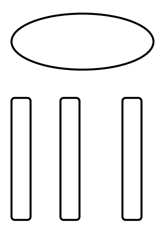
ii) Calcul de la hauteur d'une

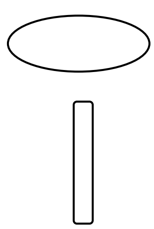
iii) Calcul de volumes de récipients cylindriques et parallélépipédiques

iv) Aires d'un trapèze, triangle, rectangle ; volumes d'un prisme droit , d'un cylindre et d'un tronc de pyramide.

2.12 Les fractions :

Ils n'utilisaient que des fractions de numérateur 1 et ils utilisaient pour écrire chacune d'elles le symbole  . Il existait cependant trois fractions particulières :

 = 1/3,  = 3/4,

Ainsi que :  = 1/2.

(Pour plus de renseignement, consulter [10, 11, 25]).

2.13 Addition :

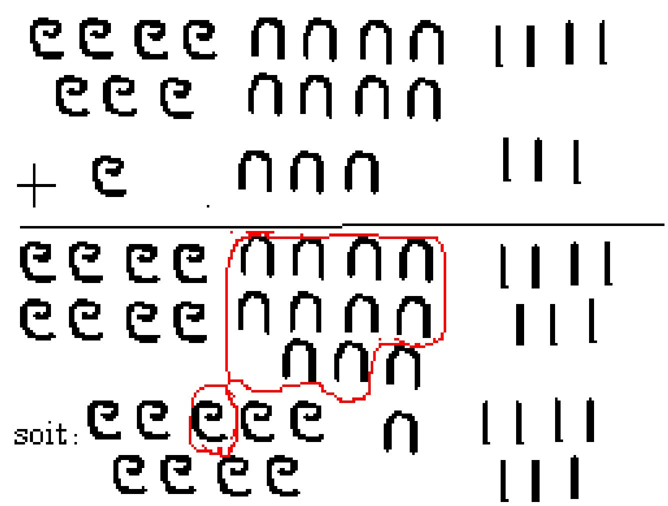
Elle ne pose pas de problème particulier ; lorsqu'on arrivait à 10 signes identiques ; ceux-ci étaient remplacés par un signe qui lui est immédiatement supérieur.

Exemple :

Nous effectuons l'addition suivant:

784 + 133.

L'aide des symboles égyptiens. On obtient



(Pour plus de renseignement, consulter [10, 11]).

2.14 Multiplication:

Les Egyptiens procédaient par duplications du multiplicateur : celui-ci est écrit sous la forme d'une somme de puissances de 2 (2 ; 2x2 ; 2x2x2 ; …. : par exemple 24x12, il vient :

- 24 ⟶ : 1 ⟶ 24 ; 24,
- 48 ⟶ : 2 ⟶ 24 ; 48,
- 96 ⟶ : 4 ⟶ 24 ; 96,
- 192 ⟶ : 8 ⟶ 24 ; 192.

Or, 8 + 4 = 12 ; c'est-à-dire 24 produit 12 = 192 + 96 = 288.

(Pour plus de renseignement, consulter [10]).

2.15 Division:

Est écrit sous la forme d'une somme de puissances de 2 (2 ; 2x2 ; 2x2x2 ; 2x2x2x2 ….) et par exemple, 817 : 45, on trouve :

- 45 ⟶ : 1 ⟶ 45 ; 45,
- 90 ⟶ : 2 ⟶ 45 ; 90,
- 180 ⟶ : 4 ⟶ 45 ; 180,
- 360 ⟶ : 8 ⟶ 45 ; 360,
- 720 ⟶ : 8 ⟶ 45 ; 720.

On cherche à s'approcher du dividende sans le dépasser par duplications successives (si on continuait, on trouverait 32 x 45 = 1440 , nombre qui dépasse le dividende 817) . Alors,

$$817 = 720 + m ;$$

C’est-à-dire :

$817 = 16 \times 45 + m$ D’où $m = 817 - 720 = 97$,

Donc

$$817 = 16 \times 45 + 97,$$

Ainsi que :

$$97 = 90 + 7 = \mathbf{2} \times 45 + 7,$$

Donc

$$817 = 45 \times 16 + 45 \times 2 + 7 = 45 \times (16 + 2) + 7 = 45 \times 18 + 7.$$

Le quotient est égal à 18 et le reste est égal à 7.

(Pour plus de renseignement, consulter [10]).

2.16 Algèbre chez Egyptiens:

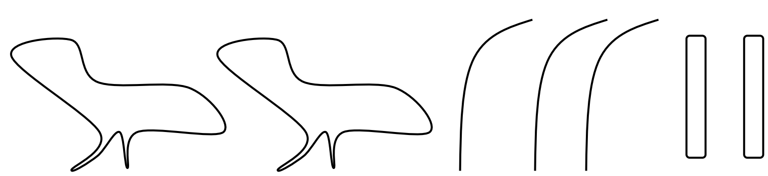
Egyptiens savent résoudre de façon rhétorique des problèmes concrets du premier et second degré en utilisant implicitement des propriétés sur les opérations sans aucune notation symbolique. Les égyptiens possèdent toutefois quelques symboles comme ceux qui représentent l'addition (une paire de jambes marchant vers la gauche, le sens de l'écriture) et la soustraction (une paire de jambes marchant vers la droite).

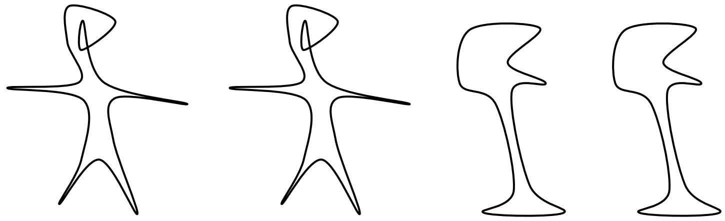
Exercices corrigés

2.17 Exercice:

1) Écrire les nombres suivants en chiffres arabes :

i) 

ii) 

iii) 

2) Écrire en hiéroglyphes les nombres suivants :

427 ; 526 ; 1 231 000.

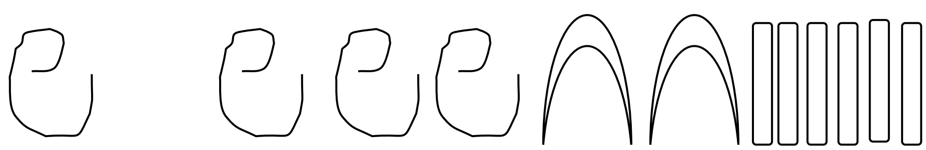
Solution:

1) En utilisant les notations d'Egyptienne, on trouve

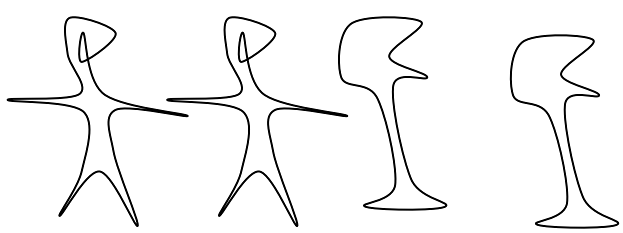
i) 43, ii) 230002, iii) 2 002 000.

2) On obtient :

a) 

b) 

c)



(Pour plus de renseignement, consulter [10, 14]).

2.18 Exercice:

- Calculer et donner le résultat sous la forme d'une fraction irréductible.

  M =1/2+1/6,   N=1/4+1/28,   J=1/6+1/18, K=1/6+1/66.

- Une fraction se décompose en somme de fractions égyptiennes de la façon suivante :

  3/5=(3/2)/(5/2)=6/10=(5/10)+(1/10)=(1/2)+(1/10).

Multiplier numérateur et dénominateur par 2 puis terminer le calcul comme précédemment pour obtenir une somme de fractions égyptiennes.

A=5/9,   B=6/11.

CHAPITRE 3

Mathématiques Grecques

3.1 Introduction :

Les mathématiques de la Grèce antique sont les mathématiques développées en langue grecque, autours de la mer Méditerranée, durant les époques classique et hellénistique. Elles couvrent ainsi une période allant du VIe siècle av. J.-C. jusqu'au Ve siècle de notre ère. La civilisation grecque est celle des civilisations anciennes qui a le plus influencé le développement des mathématiques occidentales, faisant des mathématiques une branche de la philosophie et apportant la naissance de la démonstration. Elles ont contribué, non seulement à la géométrie, mais aussi à la théorie des nombres, à l'analyse, et se sont approchées de la notion d'intégrale. Les Grecs ont adopté les papyrus pour l'écriture. A partir du IIe siècle avant JC, le parchemin remplaça le papyrus : il est fabriqué à partir de peau de chèvre ou de mouton spécialement traitée, les feuilles de parchemin étaient assemblées en cahiers, puis en livres. Il faut noter que le parchemin était connu depuis le deuxième millénaire avant notre ère en Asie Mineure.

La science pure en Grèce au cinquième siècle marchait encore sur les traces de la philosophie, et elle était étudiée et promue par plus d'hommes philosophes que de scientifiques. Selon la Grèce, les sciences mathématiques supérieures n'étaient pas un outil pratique mais plutôt un outil logique, visant à la constitution mentale du monde moral plus qu'à contrôler l'environnement physique naturel.

3.2 Civilisation Grecque :

La Grèce mycénienne (-1700 à -1050). Le monde grec est dominé par les Achéens qui pénètrent en Grèce progressivement à partir de -2000. Cette période est surtout connue par les témoignages archéologiques et les poèmes homériques. Ainsi que, La Grèce classique (-508 à -338). Après la victoire sur les Perses, et les réformes démocratiques de Clisthène en -508, Athènes est devenue un brillant foyer de civilisation qui exerce une hégémonie politique et culturelle sur l'ensemble de la Grèce. Affaiblie à la fin du IV^{ème} siècle par des luttes incessantes entre cités, la Grèce tombe sous la domination du roi de Macédoine, Philippe II en -338.

3.3 Numération :

Grecs et romains ont inventé des systèmes de numération alphabétiques très peu adaptés aux calculs. Ils utilisaient un système de traits pour représenter les nombres. Pour faire des calculs, ils avaient deux techniques : l'utilisation de leurs doigts ou des cailloux placés sur une planche, nommée abaques (qu'on estime apparus au moins 5 siècles avant J.-C.). Les textes grecs nous sont parvenus par des copies de copies, des traductions arabes ou latines, des commentaires réalisés au Moyen Age.

Nous allons pouvoir répondre aux problèmes de la trisection des angles, de la duplication du cube et de la quadrature du cercle, tout cela en même temps ! Il aura fallu près de 2 000 ans pour répondre à ces questions. Mais pensez que, pour montrer qu'une construction est possible, il suffit de l'exhiber (même si ce n'est pas toujours évident). Par contre pour montrer qu'une construction n'est pas possible, c'est complètement différent.

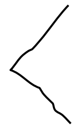
Les Grecs ont eu un premier système de numération très peu pratique, formé de cinq signes, qu'il fallait accoler ou mettre l'un dans l'autre. Ensuite, ils adoptèrent un système additif, qui utilisait les lettres de l'alphabet.

α = 1	β = 2	γ = 3
δ = 4	ε = 5	ς = 6
ζ = 7	η = 8	θ = 9
ι = 10	κ = 20	λ = 30
μ = 40	ν = 50	ξ = 60
ο = 70	π = 80	ϙ = 90
ρ = 100	σ = 200	τ = 300
υ = 400	φ = 500	χ = 600
ψ = 700	ω = 800	ϡ = 900

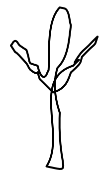
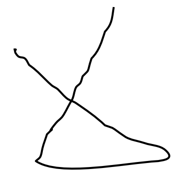
Voir [9]

3.4 Système archaïque grec :

Les Grecs ont utilisé une notation numérique ayant les mêmes caractéristiques que le système crétois : décimale et additive. Il existait un signe spécial pour l'unité et pour les premières puissances de sa base, comme pour le système de numération égyptien (ils s'en sont d'ailleurs inspirés). Les premiers symboles de la numération grecque furent les suivants :

- Pour 1 :  ou bien |

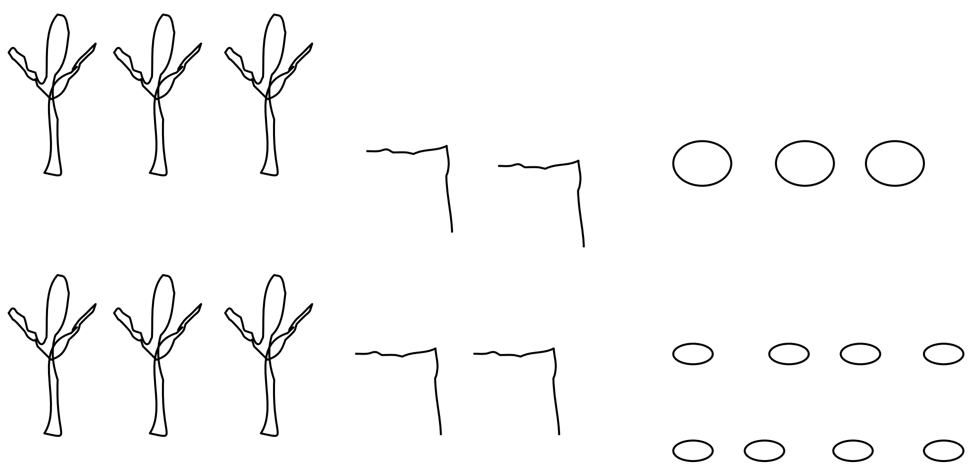
- Pour 10 ——— ou bien ○ et pour 100, on note 

- Pour 100  et pour 10 000, on note 

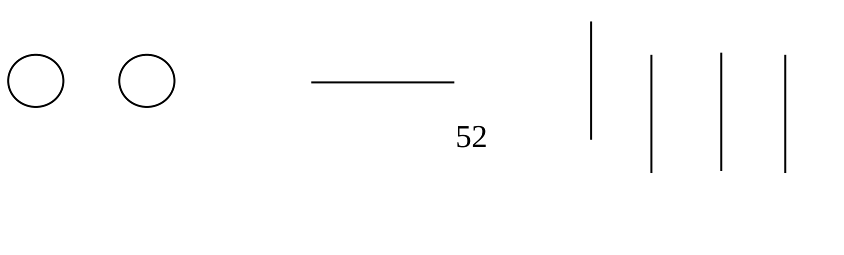
(Pour plus de renseignement, consulter [10, 14, 25]).

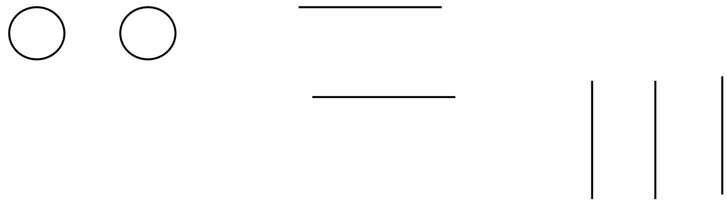
Exemple :

Le nombre 6438 est représenté de la façon suivante dans le système crétois :



et dans le système grec archaïque, on écrit :





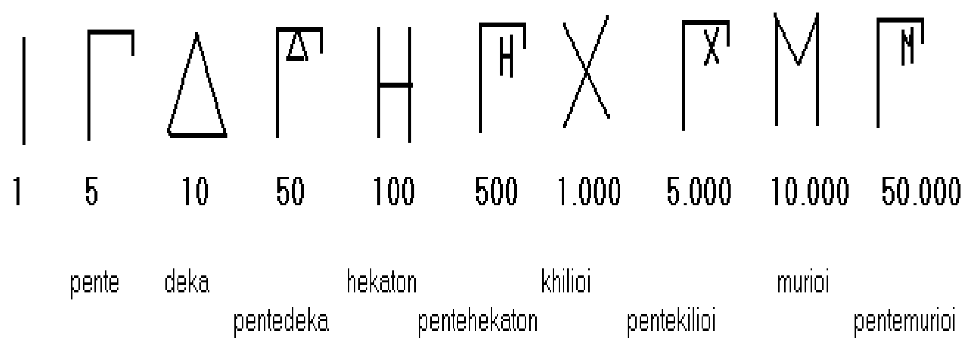
(Pour plus de renseignement, consulter [10, 14, 25]).

3.5 Comment a-t-on connu les mathématiques grecques ?

Les mathématiques grecques ne sont pas parvenues jusqu'à nous grâce à des traces archéologiques. On les connait grâce aux copies, traductions et commentaires de leurs successeurs. Les écrits des plus grands mathématiciens grecs n'ont jamais été trouvés, il est difficile, voire même impossible, de déterminer le langage mathématique utilisé pour démontrer leurs découvertes. Nous n'avons pas enregistré d'informations sur les réparations en Grèce préchrétienne. Quant à l'ingénierie théorique, c'était l'une des études aimées des philosophes, et elle n'a pas été étudiée pour son avantage pratique autant qu'elle a été étudiée pour son avantage mental théorique et le raisonnement logique fascinant qu'elle contenait, ainsi que la précision et la clarté qu'elle contenait, et la réflexion consécutive basée sur une partie de celle-ci. Il y avait trois questions en particulier qui ont attiré l'attention de ces mathématiciens qui se penchent sur la métaphysique.

3.6 Système attique :

Ils remplacèrent aussi les anciens symboles par de nouveaux. Chacun d'eux était l'initiale d'un nombre.

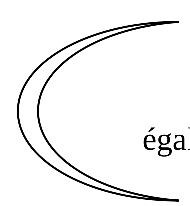


(Pour plus de renseignement, consulter [14,25]).

Ce système de numération rendait cependant toute opération impossible.

Et Voici les autres symboles utilisés pour le système monétaire :

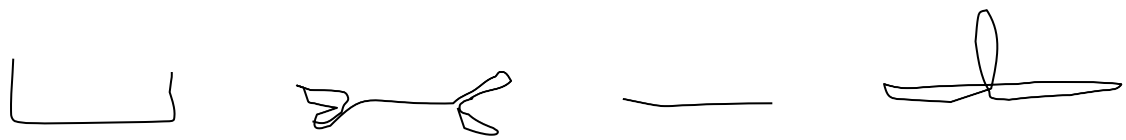
Égale 1,


égale 1/2.

(Pour plus de renseignement, consulter [12]).

3.7 Système Ionien :

Il emploie les 24 lettres de l'alphabet et en ajoute 3 anciennes.



(Pour plus de renseignement, consulter [10]).

3.8 Les fractions :

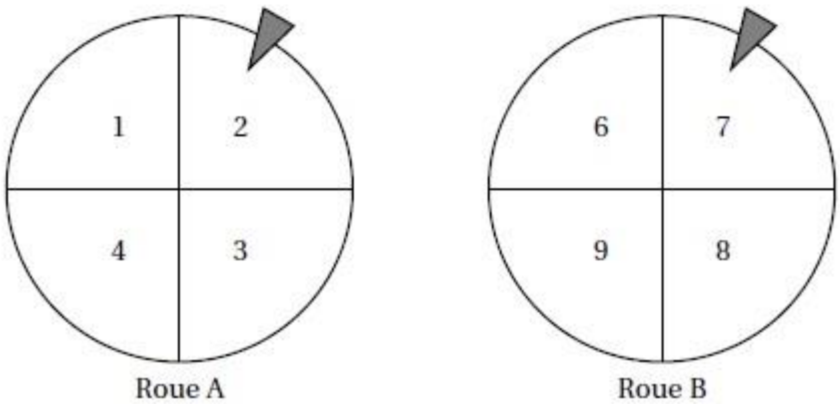
Au Vème siècle avant J.C., les grecs possèdent un système de numération alphabétique et apportent des progrès non négligeables à l’écriture fractionnaire des nombres. Pour eux, un nombre est nécessairement associé à une grandeur géométrique.

3.9 Histoire de l’Algèbre :

Les nombres sont intimement liés à des concepts géométriques, de ce fait, ils n’apporteront pas de techniques nouvelles de calculs. Ils s’attacheront à passer par des constructions à la règle et au compas pour représenter les solutions qui sont nécessairement des rationnels positifs.

Exercices corrigés

3.10 Exercice:



Le chiffre obtenu avec la roue A est le chiffre des dizaines et celui avec la roue B est le chiffre des unités.

1. Écrire tous les nombres possibles issus de cette expérience.

16 ; 17 : 18 : 19 ; 26 ; 27 ; 28 ; 29 ; 36 ; 37 ; 38 ; 39 ; 46 ; 47 ; 48 ; 49.

2. Prouver que la probabilité d'obtenir un nombre supérieur à 40 est 0,25.

   4 cas favorables (46 ; 47 ; 48 ; 49.) sur 16 cas possibles.

CHAPITRE 4

Mathématiques Romaines

4.1 Introduction :

Les Romains furent de grands guerriers, mais de piètres mathématiciens.

Ils étaient trop occupés à conquérir le monde pour s'attarder aux choses de l'esprit... Les Romains se contentèrent de diffuser les travaux grecs.

Ils se servirent d'une numération, qui bien que peu évoluée, est toujours utilisée...

4.2 Civilisation Romaine :

La culture romaine s’est appropriée, à partir du III^{e} siècle avant J.-C., l’héritage de la culture grecque. Elle reposait sur un système éducatif appelé paideia en grec. Auprès d’un précepteur ou dans des écoles municipales, les futurs citoyens s’imprégnaient des récits mythologiques à la lecture des œuvres d’auteurs grecs, comme L’Iliade ou L’Odyssée d’Homère, ou d’écrivains latins hellénisés, comme Virgile. Ils acquéraient également des connaissances en philosophie grecque, en rhétorique (l’art du discours) et en droit, science fondamentale pour les Romains, qui étaient à la fois formalistes, légalistes, et très procéduriers. La Rome antique est une civilisation romaine de la fondation de la ville italienne de Rome du VIIIe siècle avant JC jusqu'à l'effondrement de l'Empire romain d'Occident au cinquième siècle après JC, et a inclus la civilisation romaine à travers l'histoire, le royaume romain 753 BC - 509 BC et la République romaine 509 BC - 27 BC et l'Empire romain 27 BC jusqu'à sa chute en 476 AD, lorsque la civilisation romaine a commencé comme une colonie dans la péninsule italienne.

4.3 Numération Romaine :

Les Romains ont une numération additive, absolument inadaptée au calcul numérique. Nous l'utilisons encore de nos jours, Les chiffres romains que nous connaissons n'ont pas toujours été écrits ainsi, chacun des 7 signes a subi des évolutions au fil du temps, par exemple :

V : 5, L : 50 et D : 500.

(Pour plus de renseignement, consulter [10, 14]).

Au-delà de 5 000, les Romains utilisaient les mêmes symboles, en les recouvrant d'un trait horizontal. Pour écrire les grands nombres, ils signalaient une multiplication par 1.000 en surmontant un nombre d'une barre horizontale et ils signalaient une multiplication par 100.000 en surmontant d'une barre horizontale " fermée". Ces deux barres furent utilisées de l'époque romaine impériale jusqu'à la fin du Moyen- Age européen. Le système de numération romaine a marqué une nette régression par rapport aux autres numérations de l’histoire, du fait de la complexité des opérations. Ils étaient cependant de grands architectes, on connaît les temples, thermes, ports, aqueducs ainsi que les villas, notamment retrouvées à Pompéi. Le traité qui contient ce que nous connaissons de la technologie architecturale romaine est le *De architectura*, écrit par Vitruve en – 25, montre une connaissance des mathématiques des civilisations antérieures.

Exemple :

- IIIIV pour 5, ils ont écrit V,
- IIIIVII pour 7, ils ont écrit VII,
- IIIIVIIII pour 9, ils ont écrit VIIII.

4.4 Les opérations :

Ils utilisaient des abaques pour faire des calculs : c'est une tablette rectangulaire avec des colonnes pour chaque puissance de dix (1 - 10 - 100 - 1000 - 10.000 ...) sur laquelle on plaçait des jetons pour représenter les nombres. Les abaques furent très longtemps utilisés. Cet abaque était pratique pour l'addition et la soustraction. Pour la multiplication, ils effectuaient la somme de plusieurs produits partiels (même principe que la multiplication actuelle). Ils effectuaient donc des additions et des soustractions répétées pour les multiplications et les divisions.

4.5 Le système de numération:

Les Romains écrivaient les nombres à l'aide de lettres. Il y avait 7 signes, ces signes servaient à compter jusqu'à 4999, c'est-à-dire

MMMMDCCCCLXXXXVIIII,

(Pour plus de renseignement, consulter [10]).

Leur numération était additive, avec des symboles permettant d'écrire des nombres inférieurs à 5000. Au delà, tout nombre surmonté d'un trait représentait les milliers. Les Romains ne savaient pas multiplier. Ainsi que, Les Romains écrivaient les nombres avec des "chiffres" représentés par des lettres, comme suit :

I, V, X, L, C, D et M, soit 7 signes tel que :

- (unus) : I → vaut 1,
- (quinque) : V → vaut 5,
- (decen) : X → vaut 10,
- (quinquaginta) : L → vaut 50,

- (centum) : C ⟶ vaut 100,
- (quiengenti) : D ⟶ vaut 500,
- (mille) : M ⟶ vaut 1000.

(Pour plus de renseignement, consulter [10, 11, 25]).

Par exemple :

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	2	3	4	5	6	7	8	9

X	XI	XII	XX	XXX	XL	L	LX
10	11	12	20	30	40	50	60

LXX	LXXX	XC	C	D	M
70	80	90	100	500	1000

On ne peut pas mettre plus de trois I à la suite : pour écrire 4 on écrit IV qui veut dire V-I. Pour lire les chiffres romains, il faut lire de droite à gauche en additionnant les valeurs (des chiffres). La numérotation a été normalisée et reposait sur quatre principes :

i) Toute lettre placée à la droite d'une autre représentant une valeur supérieure ou égale à la sienne s'ajoute à celle-ci (ce n'est que tardivement que toute lettre d'unité placée immédiatement à gauche d'une lettre de valeur supérieure la valeur correspondante sera retranchée de la valeur qui suit, IIII devient IV),

ii) I est une unité pour V et X, X est une unité pour L et C et C est une unité pour D et M,

iii) Les valeurs sont groupées en ordre décroissant,

iv) La même lettre, excepté M, ne peut pas être employée plus de 4 fois consécutivement.

Exemple :

Pour connaître la valeur d'un nombre écrit en chiffres romains il faut lire le nombre de droite à gauche en additionnant les valeurs des "chiffres», on a

- XVI = $1 + 5 + 10 = 16$,
- DXI = $1 + 10 + 500 = 511$,
- MMII = $2 \times 1 + 2 \times 1000 = 2 + 2\,000 = 2\,002$,
- MMMMDCCCCLXXXXVIIII = $4 \times 1 + 5 + 4 \times 10 + 50 + 4 \times 100 + 500 + 4 \times 1000 = 4 + 5 + 40 + 50 + 400 + 500 + 4\,000 = 4\,999$.

4.6 Les opérations:

Le principe de l'addition et de la soustraction est simple à comprendre. Le transfert des retenues s'effectue en remplaçant 10 galets d'une colonne par un galet de la colonne suivante (et réciproquement), par exemple :

- V + V = X (soit un galet dans la colonne suivante).
- XXXV + VII = XXXVVII, or VV = X, donc :

  = XXX X II.
- XXXVI + VIIII = XXXVVIIIII, or VV = X et on a IIIII = V, donc, on trouve

  = XXX X V.
- XXXXVIII + VIII = XXXXVVIIIIII, or VV = X et on a IIIIII = VI, donc, il vient

  = XXXX X VI, or XXXXX = L, ou bien

  = L VI.

La multiplication était un peu plus compliquée. On pouvait au choix, additionner autant de fois qu'il le fallait le nombre de départ, ou bien utiliser la pratique de la duplication avec la méthode de multiplication égyptienne.

Exemple :

On a

i) 17 s'écrit XVII, en effet :

$$\boxed{X + V + I + I = 10 + 5 + 1 + 1 = 17,}$$

ii) 39 s'écrit XXXIX, en effet :

$$\boxed{X + X + X + X - I = 10 + 10 + 10 + 10 - 1 = 39,}$$

iii) 48 s'écrit XLVIII, en effet :

$$\boxed{L - X + V + I + I + I - 50 = 10 + 5 + 1 + 1 + 1 = 48,}$$

iv) 94 s'écrit XCIV, en effet

$$\boxed{C - X + V - I = 100 - 10 + 5 - 1 = 94,}$$

(Pour plus de renseignement, consulter [10, 14, 25]).

4.7 Exercice:

i) Écris ces nombres en chiffres romains.

19= . . . . 318= . . . .

157= . . . . 1 539= . . . .

2 500= . . . . 115= . . . .

16= . . . . 71= . . . .

85= . . . . 1 226= . . . .

367= . . . . 852= . . . .

ii) Écris ces nombres romains en chiffres arabes.

XCVII= . . . . XXIX=. . . . .

XXIIII=. . . . . XLIV= . . . .

MCMXC=. . . . . MMXCVIII= . . . .

iii) Quel nombre est le plus grand entre CLXXX et D ?

CHAPITRE 5

Mathématiques de Maya

5.1 Introduction :

La civilisation maya s'est développée entre 300 avant JC et 1500 après JC sur un territoire de 325 000 km², couvrant le Sud du Mexique, le Guatemala, l'ouest du Honduras et du Salvador. Elle a disparu au XVIe siècle après JC à la suite de la conquête espagnole .Six millions d'Indiens, paysans pour la plupart, vivent toujours sur ce territoire. Il existe deux douzaines de langues parlées par les Indiens. Cependant, s'ils parlent toujours leur langue, la colonisation a provoqué la perte de l'écriture et des numérations traditionnelles. Les Maya d'aujourd'hui utilisent l'alphabet latin, les chiffres arabes et la numération espagnole.

5.2 La numération Maya :

Le système de numération maya est conçu pour répondre aux besoins des prêtres et des savants qui étudient principalement l'astronomie et tiennent des comptes précis du temps. Pour repérer le temps, ils n'ont qu'un gnomon , ancêtre des calendriers beaucoup plus précis que notre actuel calendrier grégorien.

Les Mayas ont érigé de nombreuses stèles sur lesquelles ils gravaient les dates importantes de leur histoire en utilisant les noms des périodes.

(Pour plus de renseignement, consulter [10, 25]).

Les Maya comptent en base vingt :

• = 1, ——— = 5,

⬭ = 0, • • • • = 4,

——— ——— ——— = 16,

• • • ——— = 8.

(Pour plus de renseignement, consulter [10]).

5.3 Numération actuelle :

Les écritures des chiffres ont sans cesse évolué, celles qui sont proposées sont prises à un instant précis et ne donnent qu'une idée partielle de la façon dont les chiffres se sont petits à petit construits à force de recopiage.

i) Chiffres indiens (vers le $\text{X}^{\text{ème}}$ siècle),

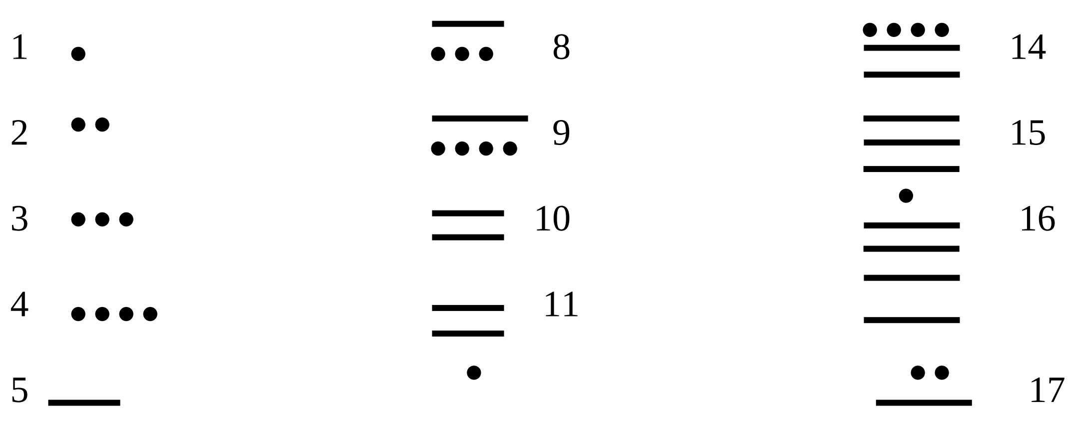
ii) Chiffres arabes (vers le $\text{XIII}^{\text{ème}}$ siècle),

iii) Chiffres gothiques ($\text{XIV}^{\text{ème}}$ siècle),

iv) Chiffres modernes (après le $\text{XV}^{\text{ème}}$ siècle),

v) Chiffres modernes dactylographiés.

La numération de Maya à base 20 munie d'un zéro qui utilise deux signes : un rond pour l’unité et une barre pour 5 unités. La numération est additive pour les nombres de 1 à 20 et de position ensuite comme suit :



6   12

(Pour plus de renseignement, consulter [10, 14, 25]).

Tout nombre supérieur à 20 s'écrit sur une colonne verticale. Pour écrire un nombre dans la numération Maya , il faut le décomposer en une somme de puissances de 20 ($1 - 20 - 18 \times 20$(à noter ici une anomalie car ce devrait être 20×20) $- 18 \times 20 \times 20$.

Dans les langues mayas, les classificateurs sont des suffixes qu'on colle aux nombres ; il en existe quelques centaines.

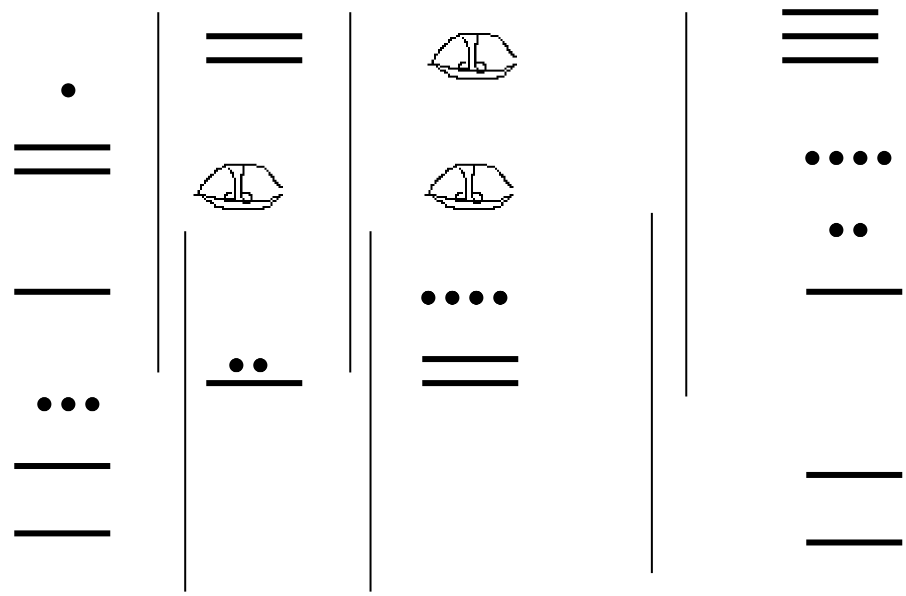
Hun-	1	Ho-	5	Bolon-	9	Ox.lahun-	13	Uuc.lahun-	17
Ca-	2	Uac-	6	Lahun-	10	Can.lahun-	14	Uaxac.lahun-	18
Ox-	3	Uuc-	7	Buluc-	11	Ho.lahun-	15	Bolon.lahun-	19
Can-	4	Uaxac-	8	Lah.ca-	12	Uac.lahun-	16	Hun.kal-	20

(Pour plus de renseignement, consulter [10]).

D’autre part, les savants mayas développent au cours du 1er millénaire de notre ère un système de numération performant et inventent un « zéro ». Le symbole connaît des formes très diverses telles que celle d'un coquillage.

5.4 Exercice :

Lire les nombres suivants :



CHAPITRE 6

Mathématiques Chinoises

6.1 Introduction :

Les chinois utilisaient les mathématiques comme outil pour résoudre des problèmes de la vie quotidienne ; Leurs techniques de calculs étaient d'un très haut niveau. Dès l'origine, les nombres s'expriment dans un système de position avec un symbole pour chaque chiffre de 1 à 10. Il y a aussi des symboles pour 100 et 1000. Vers 250 après JC, les Chinois ont aussi utilisé un système de numération avec des traits horizontaux et verticaux.

6.2 Les neuf chapitres l'art mathématiques :

Est un livre anonyme chinois de mathématiques, compilé entre le II siècle av. J.-C. et le I siècle av. J.-C. au début de la période Han sur la base de morceaux datant d'avant la dynastie Qin. Plus ancien texte chinois après le *Suàn*, il est parvenu jusqu'à nous par le travail de copie des scribes et (des siècles plus tard) par impression. Un de ses commentaires les plus célèbres est celui de Liu Hui écrit en 263. Cet ouvrage propose une approche des mathématiques qui se focalise sur la recherche de méthodes générales de résolution de problèmes. La source principale la plus ancienne de nos connaissances sur les mathématiques chinoises provient du manuscrit de neuf chapitres sur l'art mathématique, daté du Ier siècle, mais regroupant des résultats probablement plus anciens. On y découvre que les Chinois avaient développé des méthodes de calcul et

de démonstration qui leur étaient propres : arithmétique, fractions…..

CHAPITRE 7

Mathématiques Indiennes

7.1 Introduction :

La contribution des savants indiens est considérable en mathématiques, ils ont créé notre système numéral actuel, précisé les techniques de calcul, amélioré la trigonométrie et la théorie des nombres...En Inde, vers 300 avant JC, il y eut déjà quelques premiers systèmes de numération, l'un avec des symboles pour dix et vingt et l'autre avec des symboles pour un, quatre, neuf, dix, cent, mille, ..., mais il n'y avait guère à cette époque de recherche mathématique.

7.2 Numération:

Un **zéro** avait déjà été employé par les Babyloniens, mais les Indiens en font *un* chiffre de position qui permet de multiplier un autre chiffre par 10. C'est non seulement le "vide", mais le "rien" ou la "quantité nulle". C'est donc un nombre à part entière. Avec ce zéro numérique, les Indiens inventèrent l'algèbre. Avec seulement dix symboles (0 à 9), les hommes pouvaient représenter n'importe quel nombre aussi grand soit-il. Ce petit zéro allait permettre de développer les mathématiques, les sciences et les techniques.

7.3 Le zéro:

La plus grande découverte des Indiens est certainement celle de l'utilisation du signe ou symbole zéro. Ils lui donnent la forme ronde qu'on lui connaît. On présume qu'il fut créé vers le V$^{\text{ème}}$ siècle. Un zéro avait déjà été employé par les Babyloniens, mais les Indiens en font un chiffre de position dans les nombres entiers qui permet de multiplier un autre chiffre par 10. C'est aussi un nombre à part entière qui représente la "quantité nulle". Avec ce zéro numérique, les Indiens inventèrent l'algèbre. Avec seulement dix symboles (0 à 9), les hommes pouvaient représenter n'importe quel nombre aussi grand soit-il. Ce petit zéro allait permettre de développer les mathématiques, les sciences et les techniques.

7.4 Période classique:

La période classique est souvent considérée comme l'âge d'or des mathématiques indiennes. Avec des mathématiciens, elle fut une période d'intense rayonnement en direction de l'Orient et du monde islamique.

Les avancées durant cette période eurent lieu dans le domaine des systèmes d'équations linéaires et quadratiques, de la trigonométrie, avec l'apparition des fonctions trigonométriques et des tables permettant de les calculer. De nombreux travaux portent sur des équations polynomiales de degrés divers, ou sur des problèmes d'astronomie tels que les calculs d'éclipses.

CHAPITRE 8

Mathématiques Arabes

8.1 Introduction :

Dans l'histoire des mathématiques, on désigne par mathématiques arabes les contributions apportées par les mathématiciens du monde Musulman jusqu'au milieu du XVe. Les mathématiques arabes se sont constituées par assimilation des mathématiques grecques ainsi que des mathématiques indiennes. Elles ont également été influencées par les mathématiques chinoises et babyloniennes avant de connaître un développement propre. Le peuple arabe a joué un rôle fondamental dans l'histoire des mathématiques. Les deux grandes réussites des mathématiques musulmanes sont : l'algèbre moderne e t l'aboutissement de la trigonométrie. Les savants arabes héritent donc des connaissances des sciences grecque, perse et indienne.

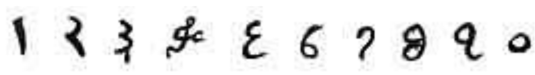
8.2 Écriture :

On trouve en effet un système de numération décimal additif où les 9 unités, les 9 dizaines, les 9 centaines et le millier sont identifiés par 28 lettres de l'alphabet arabe pris dans un certain ordre. Un nombre comme 3854 s'écrit alors, à l'aide de cinq lettres, comme 3 fois 1000 plus 800 plus 50 plus 4. Ce système de numération est associé à un système de calcul mental appelé calcul digital. Dans ce système de numération il n'existe que 8 types de fractions : 1/2, 1/3, ..., 1/9.

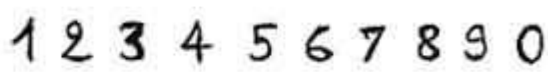
Un dernier système va remplacer peu à peu les deux précédents. C'est le système décimal positionnel d'origine indienne constitué de neuf chiffres et du zéro. Un des premiers écrits arabes le décrivant est le livre sur le Calcul indien d'al-Khwarizmi dont il ne reste qu'une version latine incomplète. Cet ouvrage présente le système de notation, celui des fractions (fractions indiennes $a^{b}/_{c}$, décimales et sexagésimales) ainsi que les techniques opératoires (addition, soustraction, duplication, division par deux, multiplication, division, racine carrée).

8.3 **Numération actuelle (*entre 500 et aujourd'hui) :***

Les écritures des chiffres ont sans cesse évolué, celles qui sont proposées sont prises à un instant précis et ne donnent qu'une idée partielle de la façon dont les chiffres se sont petits à petit construits à force de recopiage. Ce n'est qu'à partir de 1450, date de l'invention de l'imprimerie, qu'ils commenceront à prendre leur forme moderne.



chiffres arabes (vers le XIIIème siècle)



chiffres modernes (après le XVème siècle)

(Pour plus de renseignement, consulter [1, 2]).

Ces fameux chiffres indiens ont été transmis en Arabie, puis en Europe , on les appelle des chiffres "indo-arabes".

8.4 Calculs :

Le calcul digital est un système de calcul mental que l'on trouve dans l'empire byzantin et dans l'empire arabe, probablement issu du monde commercial. Il utilise les articulations des doigts pour stocker des valeurs intermédiaires et portes également le nom d'arithmétique des nœuds. Les méthodes sont simples concernant les additions et les soustractions mais elles se compliquent pour les autres opérations. Il a fait l'objet d'écrits dont le plus ancien en langue arabe est celui d'Abu al Wafa al-Buzjani mais disparaît peu à peu avec le développement du calcul indien.

8.5 Quelques grands mathématiciens arabes :

8.5.1 AL-KHWARIZMI ou HUWARIZMI (788 - 850):

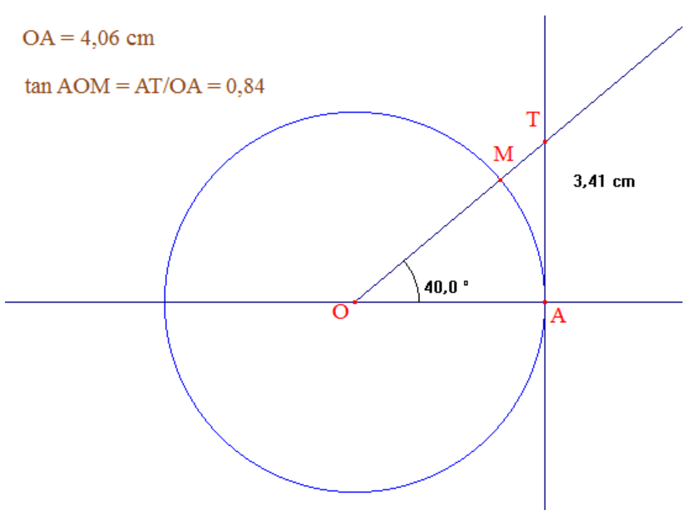
Il écrit un livre "Al-Jabr" d'où vient le mot Algèbre. Cet ouvrage est considéré comme le meilleur exposé élémentaire de l'algèbre jusqu'à l'avènement des temps modernes. Il traite aussi d'arithmétique, d'astronomie, de géographie et de calendrier dans d'autres livres. Il établit des tables de sinus. C'est du nom "Al-Khwarizmi" latinisé que vient le mot Algorithme, procédé de calcul de caractère répétitif. Né à Khwarizem (Ouzbékistan) dont on pourrait trouver quelques ressemblances avec Jaffar du film Al Khwarizmi et les frères Banu Musa sont des disciples du calife al Mamum à Bagdad, une sorte d'école regroupant savants et philosophes. Leurs tâches consistent à traduire des manuscrits scientifiques grecs et indiens pour étudier la numération, l'algèbre, la géométrie ou l'astronomie. Ses sciences et ses connaissances ont été divisées en plusieurs domaines. Y compris: l'astronomie, les mathématiques, l'algèbre et la géographie, qui était célèbre pendant la période du califat abbasside, et il était l'un des chercheurs de ce que l'on appelle la Maison de la Sagesse à Bagdad, et il a eu de nombreuses contributions scientifiques, en particulier dans le domaine de l'algèbre et des mathématiques, comme il a présenté à l'Occident ce que l'on appelle les nombres indiens. Il a également introduit le système de numérotation décimale en traduisant plusieurs de ses ouvrages latins qui traitent de ce sujet, et son bref livre sur le calcul de l'algèbre et al-muqabala était le premier livre traitant de la façon de résoudre des équations linéaires et quadratiques en arabe, et nombre de ses travaux ont été traduits dans d'autres langues. Al-Kwarizmi est aussi l'inventeur d'une nouvelle discipline, l'algèbre. Cette branche des mathématiques étudie les règles des opérations sur les nombres et la résolution des équations. Il l'expose dans son A*brégé du calcul par la restauration et la comparaison* (en arabe : *Kitab al-jabr wa al-muqabala*, « *al-jabr* » ayant été traduit phonétiquement par « algèbre » en Occident). L'ouvrage explique comment trouver des solutions à des problèmes de la vie courante - partages d'héritage, droits de succession, échanges commerciaux, arpentages des terres… - grâce à la résolution d'équations à inconnues.

Les plus anciennes tables astronomiques qui nous soient parvenues sont aussi l'œuvre d'al-Khwarizmi. Elles permettaient de retrouver la position des astres dans le ciel à une date donnée, et remplissaient divers usages, comme la détermination des heures de prière, ou encore l'élaboration d'horoscopes par les astrologues. Ces tables exercèrent une grande influence sur l'astronomie européenne à partir du XIIIe siècle.

8.5.2 _ Abu'l –Wafa :

Est né en 940 à Buzjan dans la région de Khorasan. Ce sont ses oncles passionnés par les mathématiques qui l'initieront à cette discipline. A l'âge de vingt ans, il part pour Bagdad qu'il ne quittera plus. En se livrant à des observations astronomiques, il présente des travaux portant sur la trigonométrie plane et sphérique. Il corrige les tables de ses prédécesseurs et en apporte de nouvelles. Il est aussi à d'autres concepts de la géométrie. Il expose des méthodes de constructions de paraboles point par point, des constructions d'angles droits, des trisections approximatives d'angles, différents moyens d'inscrire des polygones dans un cercle donné.

Pour faciliter les mesures d'observation et ses calculs astronomiques, on doit à Abu-l-Wafa la notion trigonométrique nouvelle de la tangente d'un angle AOM, tel que le rayon est pris comme unité de mesure des longueurs : cercle de rayon 1.



8.5.3 Al-Kashi :

Il grandit dans la pauvreté durant une période trouble où la région subit les conquêtes militaires de l’émir Timur Lang, Après la mort de Tîmur, les conditions s’améliorent grandement. Son fils et successeur, le Shah Rokh soutient fortement les intérêts artistiques et intellectuels et très tôt, *al Kashi* se consacre aux mathématiques et à l’astronomie. Le 2 juin 1406 marque par une éclipse de lune une de ses premières observations notables. Dans le traité d'astronomie Khaqani Zij (1413-1414), il donne des tables trigonométriques en se basant sur les tables de Nasir al Din al Tusi (1201 ; 1274). Elles proposent des valeurs à quatre chiffres de la fonction sinus. On y trouve aussi une correspondance entre différents systèmes de coordonnées sur la sphère céleste comme la transformation des coordonnées écliptiques en coordonnées équatoriales.

8.5.4 Omar KHAYYÂM (1048 - 1123) :

Il est à la fois homme de lettres, astronome, mathématicien et physicien. C'est l'un des plus grands poètes persans. Il écrit 14 ouvrages scientifiques. Seuls deux nous sont parvenus. Le premier traite de la géométrie d'Euclide et de ses postulats (ou axiomes). Dans l'autre, il étudie les équations du second degré, mais aussi celles du troisième et quatrième degré. Khayyâm utilise assez souvent un équivalent du triangle de Pascal mais donne aussi certaines solutions géométriques aux équations. Il est à l'origine de la notion de polynôme. Il considère déjà que le rapport de deux grandeurs de même nature est toujours un nombre.

8.5.6 Abū Kāmil :

En Égypte, environ un siècle après le travail d'al-Khwārizmī, le mathématicien Abū Kāmil (mort en 930) poursuit les recherches. Lui aussi est l'auteur d'un *Livre sur le calcul par la restauration et la comparaison*. La filiation avec le travail d'al-Khwārizmī est évidente, puisqu'Abū Kāmil donne lui aussi un exposé de la théorie des équations du second degré. Toutefois Abū Kāmil se montre plus savant que son prédécesseur : il appuie explicitement ses preuves géométriques du bon fonctionnement des procédures sur des propositions tirées du Livre II des *Éléments* d'Euclide. Par contraste, les justifications d'al-Khwārizmī ressemblent à un bricolage astucieux mais moins sûr.

CHAPITRE 9

Mathématiques de l'Europe

9.1 Introduction :

L'histoire des mathématiques en Europe au XVII^{e} siècle est caractérisée par le formidable développement que connaît la discipline qui se tournent vers la résolution de problèmes pratiques dans un contexte d'amélioration des échanges et des communications. L'intérêt des mathématiciens se concentre désormais sur des problèmes techniques précis, aboutissant à une nouvelle façon de faire des mathématiques,

Les derniers siècles du Moyen-Âge sont une période de transition pour l'Europe. Elle ne participe pas au progrès de la science, mais elle réussit à s'approprier une partie significative des connaissances grecques et arabes. Le haut Moyen-Âge (période qui va du VII^{e} au X^{e} siècle) est donc en Europe une période de désordre politique et de récession économique. Alors que les sciences fleurissent dans l'Empire arabe, l'Europe ne dispose plus que de quelques bribes de la science grecque : quelques manuscrits grecs dans les possessions de l'Empire byzantin en Italie du sud.

9.2 Les transferts de la science arabe à l'Europe :

Un des plus anciens documents connus démontrant l'existence de ces contacts est un manuscrit écrit en latin en 976 dans le nord de l'Espagne et utilisant la numération positionnelle décimale et les chiffres arabes. Les territoires conquis sur les Arabes à partir de la fin du XIe siècle apportent aux Chrétiens des manuscrits scientifiques et des populations capables de les déchiffrer. Par exemple, la ville espagnole de Tolède, conquise en 1085, devient un grand centre de traduction sous l'impulsion de l'évêque local. La traduction systématique des manuscrits retrouvés dans les territoires conquis est le mécanisme de transfert de connaissances le mieux documenté, car il laisse de nombreux vestiges. C'est aussi celui qui apporte le plus de connaissances scientifiques à l'Europe. Mais il n'est pas le seul : des contacts culturels et commerciaux ont toujours eu lieu entre l'Europe du sud et l'Afrique du nord, permettant une diffusion des traditions et des techniques. Nous avons parlé plus haut du cas de Constantin.

9.3 Fibonacci :

Mathématicien italien né à Pise, Léonardo Bonacci a vécu à l'époque de la construction de la célèbre tour penchée. Il doit son surnom de « Fibonacci », contraction du latin « filius Bonaccii » à son père, marchand de la ville de Pise (grand lieu de commerce en Italie). Très jeune, il accompagne son père en Algérie dans la colonie de *Bougie* (Béjaïa) pour être initié à l'arithmétique utile à un futur marchand. Mais son destin en voudra autrement et sera lié à celui de toutes les mathématiques occidentales à venir. A cette époque, l'Italie utilise encore les chiffres romains. Il découvre en Afrique de Nord, la numération de position et le calcul indo-arabe qu'il juge plus avancé. Ses voyages s'étendent par la suite sur toute la méditerranée, en Syrie, en Grèce, en Egypte... Il rencontre savants et scientifiques qui lui enseignent les savoirs du passé encore inconnus du monde occidental. Fibonacci écrit également un traité de géométrie pratique, qui est lui aussi bien diffusé. Les autres ouvrages de Fibonacci sont beaucoup plus originaux d'un point de vue mathématique ; mais écrits pour prouver à la cour du roi de Sicile l'habileté mathématique de leur auteur et dépourvus d'applications pratiques, ils ne sont pour ainsi dire pas diffusés et n'ont aucun impact sur le développement des mathématiques.

9.4 Les mathématiques à la Renaissance :

Au XVI^{e} siècle en Europe de l'ouest, les mathématiques sont abordées selon plusieurs angles : les recherches issues de la tradition algébrique médiévale sont poursuivies ; un regain d'intérêt pour la géométrie grecque accompagne le mouvement humaniste de la Renaissance ; enfin des personnes marient géométrie et arithmétique pour forger des outils mathématiques qui permettent de perfectionner l'astronomie et d'améliorer les techniques nécessaires à la conquête des océans. On a coutume de caractériser la Renaissance par la découverte ou la redécouverte de textes de l'Antiquité. Face à ces textes, l'attitude des mathématiciens est multiple et souvent ambivalent : volonté de revenir à la lettre de textes dont la connaissance qu'il pouvait en avoir était parfois pervertie par les traductions successives (du grec à l'arabe puis de l'arabe au latin, ou directement du grec au latin) ; souhait de prendre en compte les commentaires médiévaux porteurs de corrections ou d'innovations mathématiquement fécondes ; désir de dépasser les théories contenues dans les textes reçus. Dans cette perspective nous porterons une attention particulière aux Éléments d'Euclide et aux Arithmétiques de Diophante, pour lesquels les questions se posent de manière aigue.

9.5 L'algèbre entre arithmétique et géométrie :

L'algèbre, qui s'est développée chez les savants arabes à partir du IXe siècle et qui a été transmise à l'Occident latin au cours du Moyen Age, prend un nouvel essor en Europe à la Renaissance. Ce nouveau pan de l'activité mathématique, dont les contours propres ne sont pas immédiatement définis modifie le paysage mathématique, troublant les frontières entre arithmétique et géométrie.

9.6 Les mathématiques et leurs domaines d'application :

On observe à la Renaissance une modification du paysage des mathématiques. Ainsi, la musique, traditionnellement rattachée aux mathématiques, glisse progressivement, dès le XIVe siècle, dans le champ des disciplines dites mixtes, entre mathématique et physique, et une attention particulière est portée à l'étude de la production du son. De même, en optique et en mécanique. Les mathématiciens de la Renaissance sont conscients de ces bouleversements et en font état particulièrement dans les préfaces à leurs ouvrages. Ce sont des sources qu'il conviendra de privilégier pour une étude approfondie des projets annoncés et des pratiques mises en œuvre.

9.7 Déférentes visions des mathématiques à la Renaissance :

Au XVI^{e} siècle en Europe de l'ouest, les mathématiques sont abordées selon plusieurs angles : les recherches issues de la tradition algébrique médiévale sont poursuivies, les maîtres de calcul vivent en enseignant l'usage des nombres et leur manipulation avec le système de numération positionnel décimal aux marchands impliqués dans le commerce international ; ils consignent leur savoir dans des traités d'arithmétique marchande. Ce système bipolaire laisse progressivement place à partir du milieu du XVe siècle (un peu plus tôt en Italie) à une situation beaucoup plus riche et ouverte. En fait, c'est tout le contexte social, économique, culturel et scientifique qui change en Europe vers cette date.

9.8 Les mathématiciens appliqués :

Les mathématiciens de cette catégorie sont surtout des Britanniques et des habitants des Pays-Bas. Les problèmes à l'origine de leurs travaux sont de nature pratique : développement de techniques de navigation efficaces, mise au point de cartes précises, conception de ports ou de fortifications. Par exemple, à partir du moment où les Européens commencent la conquête des océans, il leur faut savoir dresser et utiliser des cartes couvrant entièrement les océans.

9.9 La naissance de la géométrie analytique :

La géométrie a retrouvé l'aspect bien poli qu'elle avait du temps des anciens Grecs. La partie la moins théorique de la géométrie et les techniques du calcul arithmétique s'allient et donnent naissance à des méthodes utiles à la résolution de problèmes pratiques, comme l'invention de la projection de Mercator permettant la confection de cartes utiles à la navigation sur les océans.

9.10 La méthode de Descartes :

René Descartes (1596–1650) est désormais surtout connu pour ses travaux en philosophie, mais a également apporté quelques contributions aux mathématiques (on parle par exemple de « repère cartésien »), à la physique (loi de Snell-Descartes en optique) et à la médecine (Descartes donna une description correcte des connexions nerveuses des yeux au cerveau). La géométrie analytique est inventée à peu près simultanément par Descartes et Fermat vers 1635. Cette invention trouve son origine dans des réflexions méthodologiques sur les mathématiques, réflexions elles-mêmes liées à la réception des mathématiques grecques. Les mathématiciens européens de la fin de la

Renaissance connaissent l'existence d'une méthode utilisée par les anciens géomètres grecs et appelée par eux analyse.

9.11 Calcul infinitésimal :

Entre les années 1620 et 1660, plusieurs méthodes sont mises au point pour résoudre les problèmes liés à l'étude des figures curvilignes : détermination des tangentes à une courbe, problèmes de rectification ou de quadrature, recherche des centres de gravités, etc. Les travaux de Descartes, dont le philosophe français était pourtant si fier, sont dépassés à peine trente ans après avoir été rédigés. Dans bien des cas, les méthodes nouvellement mises au point reposent sur la manipulation par le calcul de quantités infiniment petites.

Bibliographie :

[1] **A. DJEBBAR:** *Al Khawarizmi - L'algèbre et le calcul indien -* Editions du Kangourou 2013.

[2] **A. DJEBBAR** : L'algèbre *arabe, génèse d'un art* - Editions Vuibert 2005.

[3] **A. KROP**: *La quadrature du cercle et le nombre Pi* - Editions Ellipse 2005.

[4] **A.D. ACZEL:** *L'énigme du théorème de Fermat* - Editions Descellée de Brouwer, 1998.

[5] **B. DUVILLIE:** *L'émergence des mathématiques* - Editions Ellipses 2000.

[6] **B.HAUCHECORNE:** Les *mots et les maths. Dictionnaire Historique et étymologique du vocabulaire mathématique* - Editions Ellipses 2003.

[7] **C. Seife:** *Zéro* - Editions Hachette 2000.

[8] **G. BARTHELEMY:** *2500 ans de Mathématiques L'évolution des Idées* –Editions, Ellipses 1999.

[9] **G. IFRAH:** L'histoire *universelle des chiffres* - Editions Robert Laffont 1994.

[10] **Histoire des mathématiques:** Wikipédia.

[11] **Histoire des maths:**
www.maths-et-tiques.fr/index.php/histoire des-maths-53.

[12] **Histoire des mathématiques:** DEUG MIAS première année. 2004-2005.

[13] **J.L. BRAHEM:** *Histoires de géomètres et de géométrie –* Editions Le Pommier 2011.

[14] **L'histoire des mathématiques :**
www.cosmovisions.com/mathematiquesChrono.htm.

[15] **L. ROYER et R. VERSTRAETE :** *L'esprit du compas* - Editions Cheminements 2009.

[16] **M. Launey:** Le grand roman des maths - *Editions Flammarion 2016.*

[17] **M. MARGENSTERN:** *Le rêve d'Euclide. Promenade en géométrie hyperbolique* - Editions Le Pommier 2014.

[18] **Michel CARRAL and Roger CUPPENS:** *Repères-IREM, 18, 1995, pp. 105-124.*

[19] **MARGENSTERN:** *Promenade en géométrie hyperbolique - M. MARGENSTERN - Editions Le Pommier 2014.*

[20] **M.A. OUAKNIN:** *Mystères des chiffres - Editions* As souline 2004.

[21] **R. MANKIEWICZ:** *L'histoire des mathématiques* - Editions Seuil 2001.

[22] **Rudolf BKOUCHE** ***:*** Quelques remarques sur l'enseignement de la Géométrie , Repères-IREM, 26, 1997, pp. 49-71.

[23] **R. RASHED*****:*** *Histoire des sciences arabes- Editions Seuil 1997.*

[24] **S. GINDIKIN:** *Histoires de mathématiciens et de physiciens* - Editions Cassini 2000.

[25] **UFR de mathématique et d'informatique:** Histoire des Mathématiques, Strasbourg, 2014.