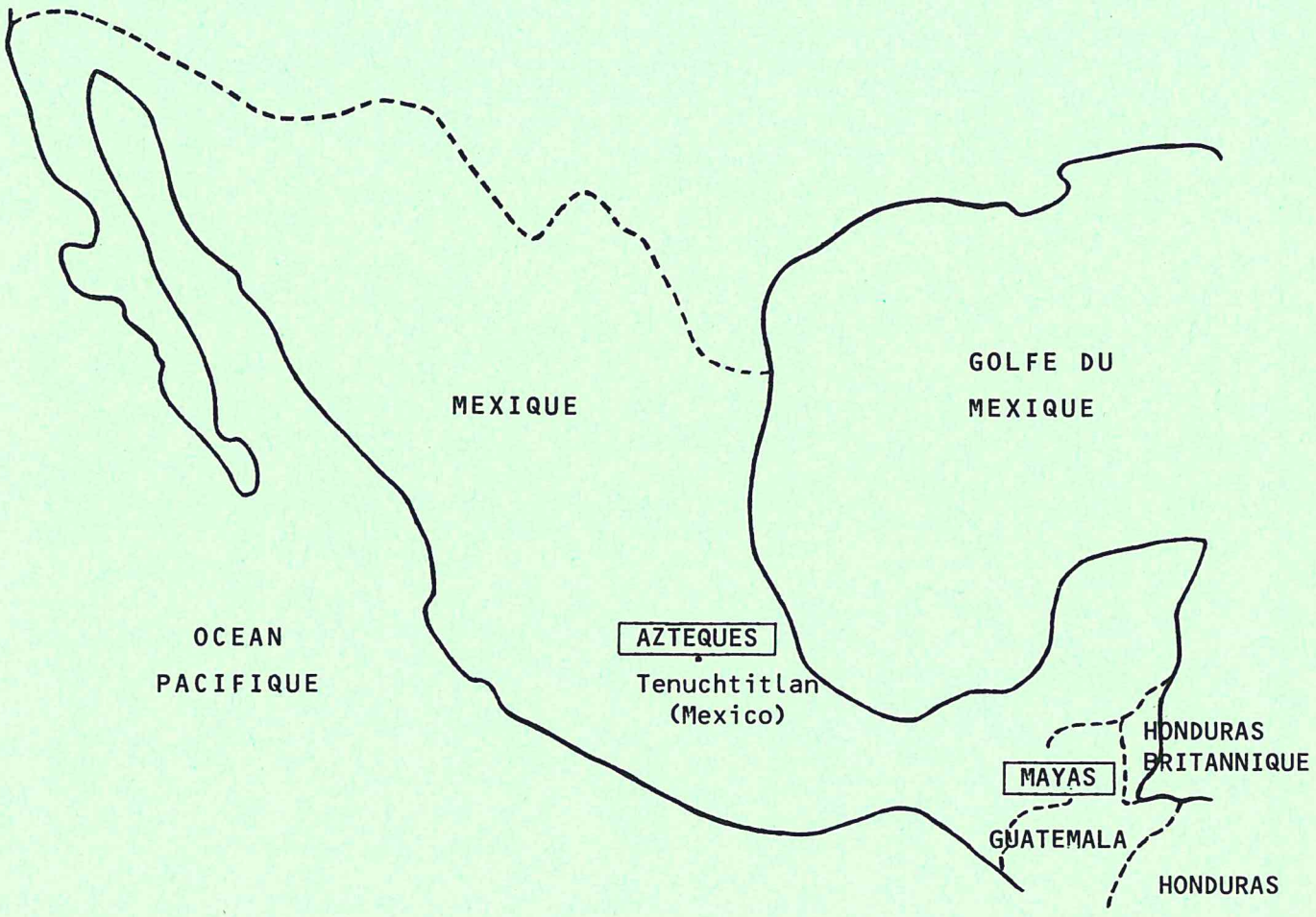
UNIVERSITE DE POITIERS

Institut de Recherche
sur l'Enseignement des Mathématiques

Février 1980

Numérations

Aztèques et Mayas



Daniel DAVIAUD

AVERTISSEMENT

Cette étude sommaire des numérations aztèques et mayas est essentiellement tirée du livre de Geneviève GUITEL "Histoire comparée des numérations écrites" (Flammarion). Elle a donné lieu à une activité interdisciplinaire Math-Espagnol dans des classes de Seconde et 1ère, mais cet aspect ne sera pas développé ici. Ces pages n'ont pas d'autre but que de vulgariser quelques connaissances et documents dont nous confions l'exploitation pédagogique aux maîtres et aux élèves.

Du point de vue de l'enseignement des mathématiques, ce thème donne lieu à des exercices de changement de base. Mais ces numérations précolombiennes étant de trois types différents (additif, de position et hybride), elles permettent surtout la comparaison entre ces types de numération. on s'aperçoit alors que les qualités d'une numération dépendent bien davantage de son type que du choix de la base.

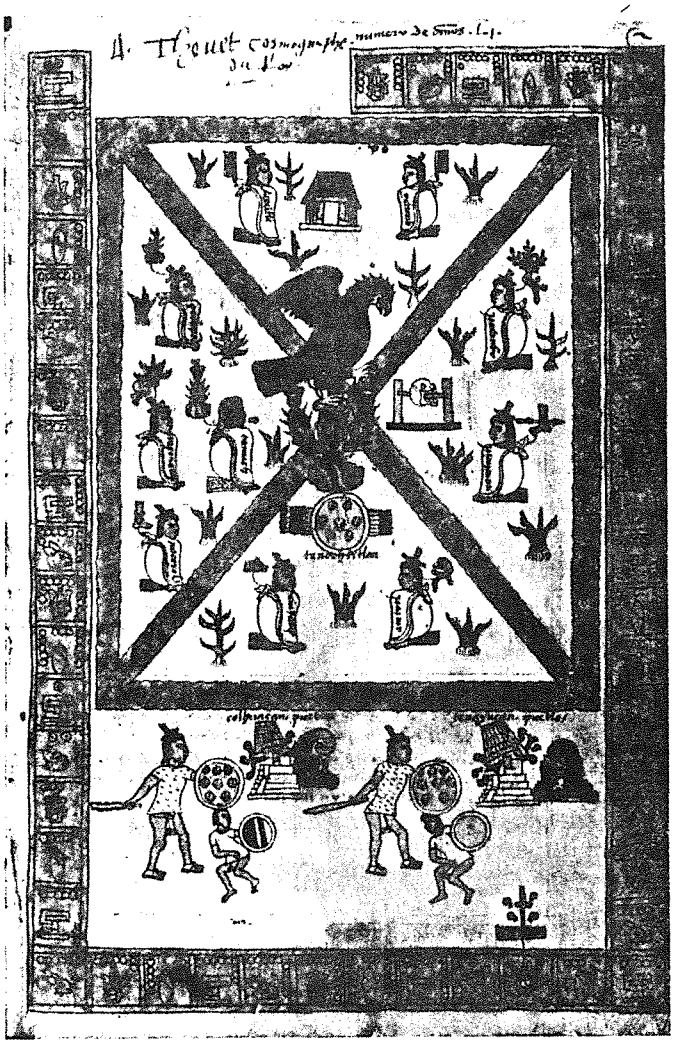
Pour faciliter l'exposé et mettre l'accent sur la classification de ces numérations, nous commencerons par celle des Aztèques qui, bien que postérieure aux numérations Mayas est de type additif et donc plus rudimentaire.

LA NUMERATION AZTEQUE

Nous renvoyons le lecteur aux nombreux ouvrages qui relatent l'histoire et la civilisation des Aztèques. Rappelons seulement qu'en l'an 1325 de notre ère, la tribu des Aztèques s'installe à l'emplacement actuel de Mexico, dans une zone alors marécageuse, fonde la ville de Tenuchtitlan et se choisit un roi portant le nom de Tenuch. En moins de deux siècles, se créé un empire guerrier qui soumet les villes voisines et les force à payer un tribut régulier. En 1519, arrivent les Espagnols de Cortès qui vont anéantir cette civilisation : destruction de la capitale et autodafé de la quasi totalité des livres.

Nous connaissons la numération aztèque grâce à de rares Codex. Les Codex sont des ouvrages constitués d'une feuille de fibres végétales pliée en accordéon. Ils sont rédigés par les scribes aztèques et souvent sous-titrés en espagnol s'ils sont postcortésiens. Ces documents dont l'intérêt est inestimable sont l'oeuvre des derniers lettrés aztèques et des premiers européens qui ont cherché à comprendre cette culture.

La photo ci-contre montre la première page du Codex "Mendoza", composé en 1549, (on consultera Guitel p. 164 et suivantes pour plus d'informations). Cette page illustre la légende de la fondation de Tenuchtitlan. Sur le pourtour, 51 carrés symbolisent les 51 années du règne (mythique) de Tenuch. Sans entrer dans l'étude détaillée du calendrier, sachons que les petits cercles qui figurent dans les carrés représentent des numéros de jours.



Fondation de Tenuchtitlan, règne de Tenuch.
Première page du Codex Mendoza

Oxford, Bodleian Library (Photo de la Bibliothèque).

Ainsi, il apparaît que le nombre 1 est désigné par un petit cercle, 2 est désigné par 2 petits cercles, etc..., et 13 par 13 petits cercles. Ces petits grains sont alignés ou rassemblés en deux ou trois groupes pour faciliter le comptage.

Les exemples suivants illustrent ce qui précède :

Haut

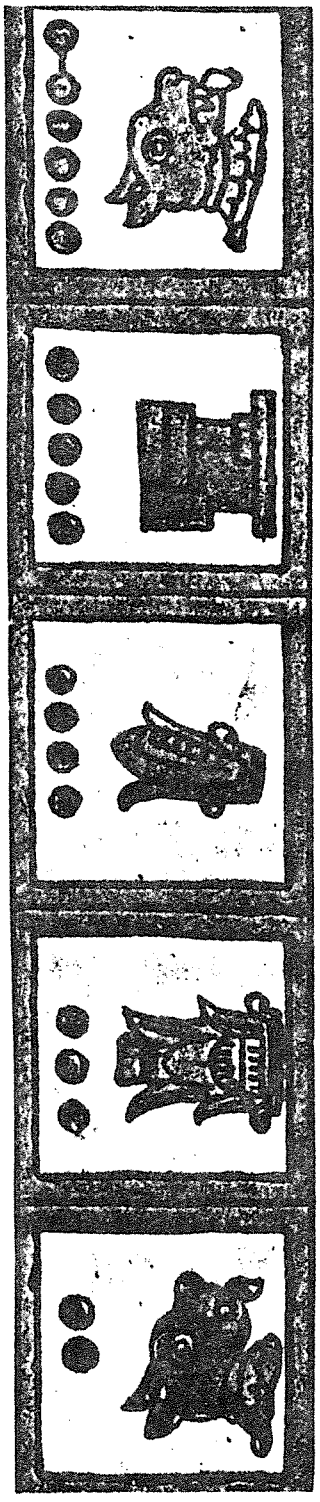
6

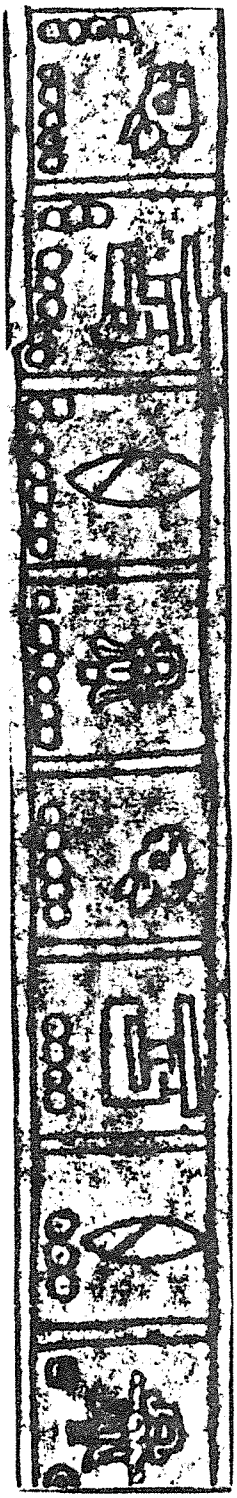
5

4

3

2





9

8

7

6

5

4

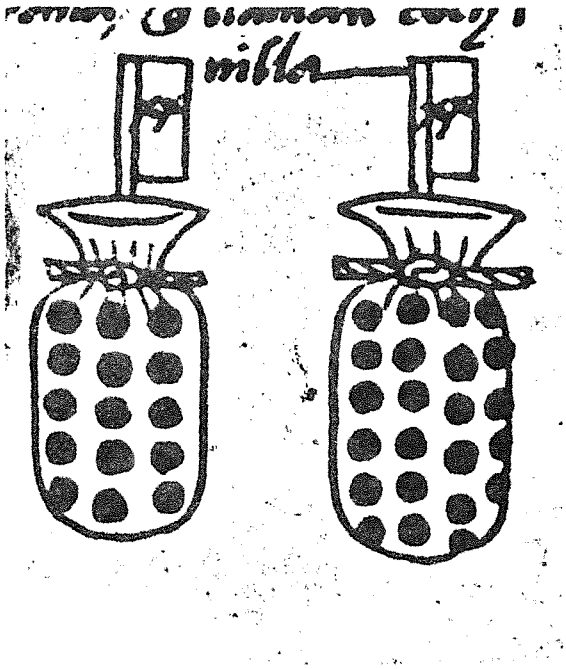
3

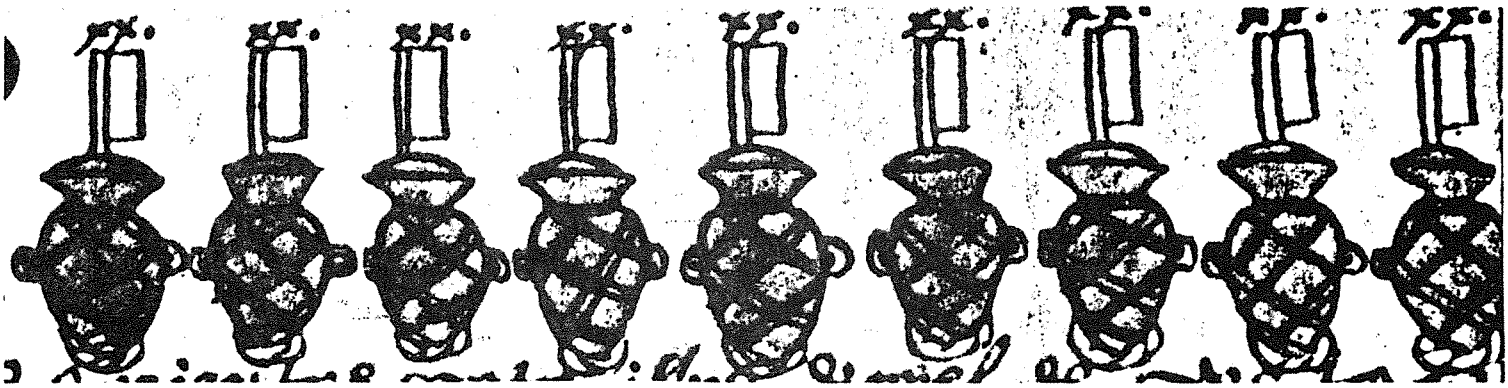
2

Bas

Mais alors les grands nombres... ?

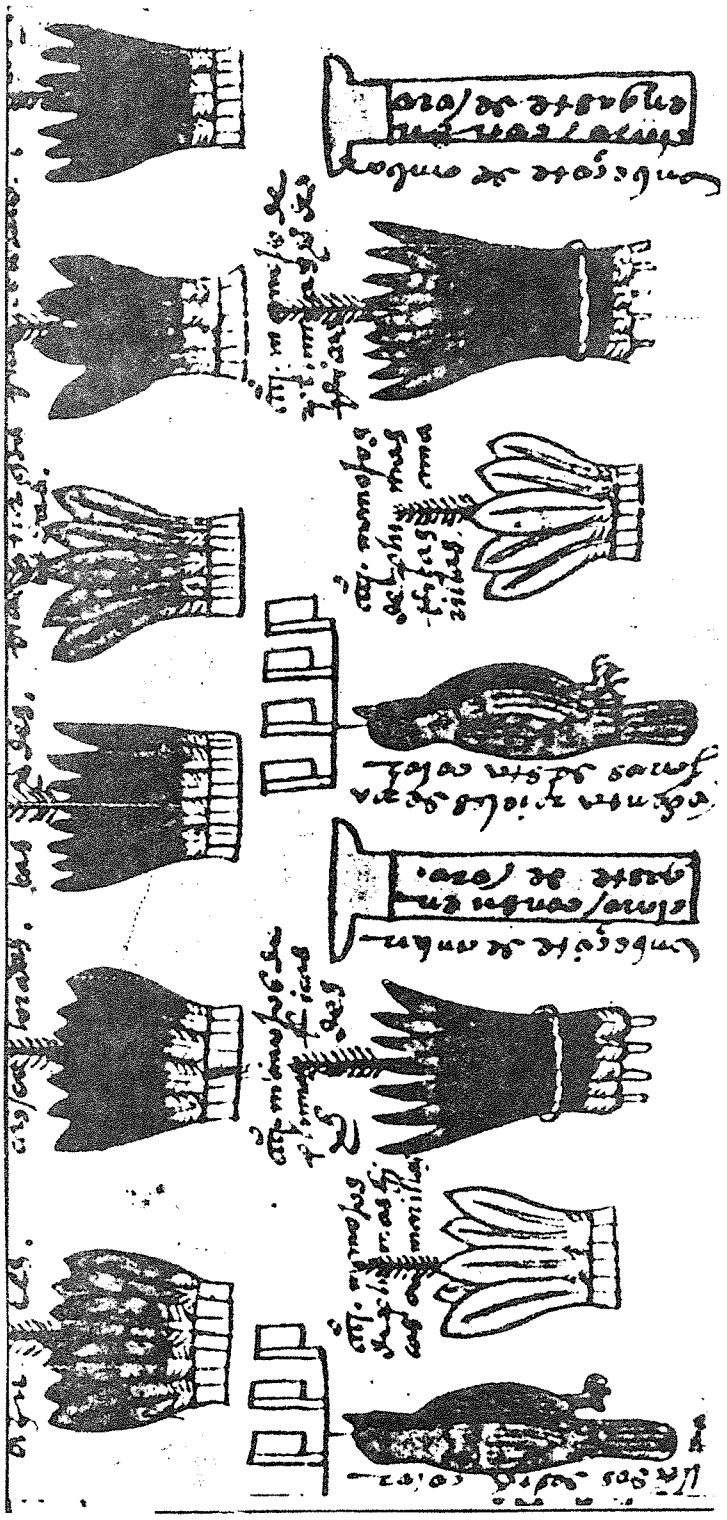
Ouvrons les pages de codex : on y trouve par exemple ceci :





Le drapeau est traduit par XX, c'est-à-dire vingt en chiffres romains. Car à cette époque l'Europe n'a pas encore oublié la numération romaine. En tout cas le prêtre espagnol qui a sous-titré le codex l'utilise couramment.

La reproduction suivante montre des lots de plumes provenant de tribus, les plus belles étant celles de l'oiseau appelé quetzal.



Haut

Bas

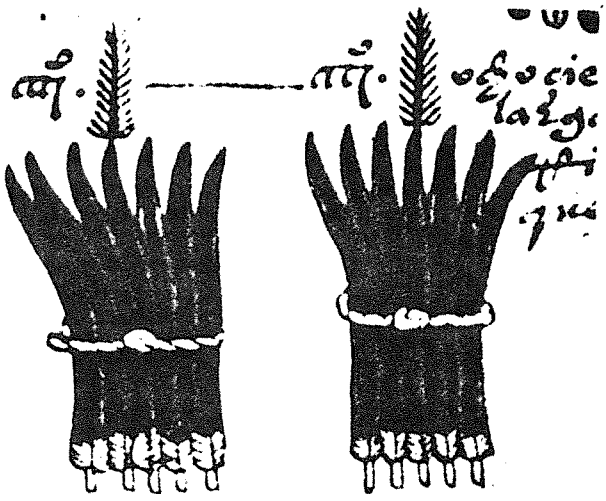
1 2 3 4 5 6 7

Transcription et traduction du commentaire espagnol du document précédent.

[1] et [5]	cccƈ	manojos	de plumas ricas amarillas
	cccc	bottes	de plumes riches, jaunes.
[2] et [6]	cccƈ	manojos	de plumas ricas verdes
	cccc	bottes	de plumes riches, vertes.
[3] et [7]		un bezote	de ambar claro con su engaste de oro
		un labret	d'ambre claire avec son enchassure d'or.
[4]		ochenta pieles de pajaros desta color	
		quatre-vints plumages d'oiseaux de cette couleur.	

En [4], les drapeaux juxtaposés désignent 80 ; étonnante analogie avec la manière d'énoncer ce nombre en français.

En [1], [2], [5] et [6], le symbole est traduit par cccƈ . C'est la manière ancienne d'écrire 400 en chiffres romains : quatre fois la lettre c, la dernière étant étirée verticalement. Ce détail apparaît mieux ci-dessous.



D'ores et déjà on comprend que la numération aztèque suit une loi de groupement par vingt ; elle est donc "de base vingt", on dit aussi "vigésimale".

Récapitulons :

- Pour symboliser l'unité, le chiffre 1 est un petit cercle qui suggère un grain de maïs.

- Vingt unités forment une vingtaine symbolisée par un chiffre en forme de drapeau.

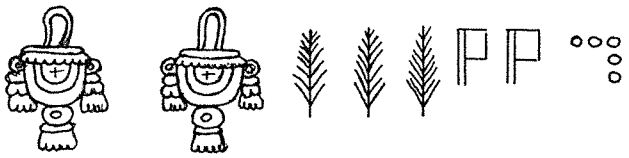
- Vingt vingtaines forment un groupement de 400 symbolisé par un chiffre qui revêt l'aspect d'une plume stylisée (ou d'un petit arbre ?)

- Enfin, vingt groupements de 400 forment un groupement de 8000 symbolisé par un chiffre qui ressemble au sac à encens des prêtres.

On ne peut s'empêcher de relier le choix des chiffres aux aspects importants de la vie des Aztèques. Le chiffre <u>un</u> évoque la base de l'alimentation mésoaméricaine ; le chiffre vingt les habitudes militaires et guerrières ; le 400 rappelle avec quel art les plumes étaient utilisées et le 8000 est associé aux cérémonies religieuses.

En juxtaposant ces quatre symboles (au plus 19 fois chacun), le scribe aztèque écrit des nombres égaux à la somme des valeurs des chiffres.

Par exemple :



veut dire $2 \times 8000 + 3 \times 400 + 2 \times 20 + 5 = 17245$.

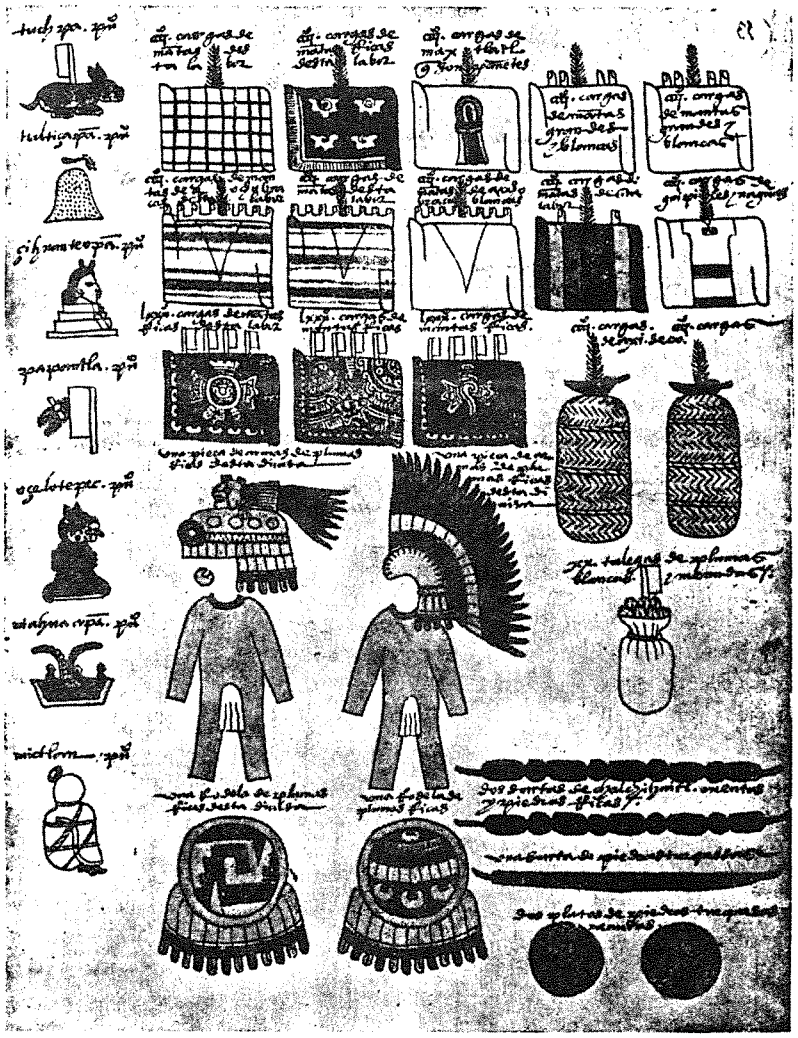
En dehors du calendrier,

les chiffres aztèques sont utilisés pour quantifier les tributs que les villes vaincues doivent verser à la capitale ; il s'agit alors de nombres "ronds" qui s'écrivent avec peu de symboles, comme sur le codex Mendoza. Mais lorsqu'il s'agit de butins de guerre, on rencontre des nombres comportant des groupements de 8000, de 400, de 20, et des unités. Vu sa valeur élevée, le chiffre 8000 est peu usité.

Comme on l'a vu, cette numération est vigésimale et de type additif pur. Le principe additif est fort simple à comprendre mais coûteux à utiliser pour les raisons suivantes. Il alourdit considérablement l'écriture de certains nombres, même sans tenir compte de la complexité graphique de chaque symbole. Il impose un limite égale à $(b^n - 1)$ si b est la base et n le nombre de symboles différents : ici $20^4 - 1 = 159999$ qui s'écrit avec 19 sacs à encens, 19 plumes, 19 drapeaux et 19 grains. Il est paralysant pour effectuer les opérations et sans doute empêche-t-il aussi de concevoir les nombres à virgule. Avec ce système les Aztèques pouvaient se livrer à des dénombrements, mais leur arithmétique devait se limiter à l'addition. (La numération d'addition des Romains a les mêmes inconvénients).

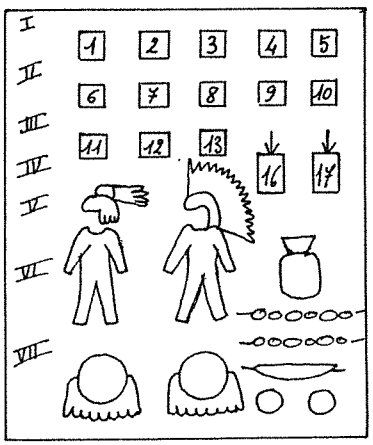
Pour la classe de mathématiques, la numération aztèque donne le prétexte à traduire des nombres de base dix en base vingt, et réciproquement. Mais elle permet également de renouveler ces exercices classiques d'Analyse Combinatoire où l'on calcule combien de nombres différents on peut composer avec une certaine quantité de chiffres, choisis au hasard ou pas.

Examinons maintenant la page suivante du Codex Mendoza : il s'agit d'une liste d'objets que les sept villes désignées dans la première colonne devaient livrer annuellement à leur cité suzeraine.

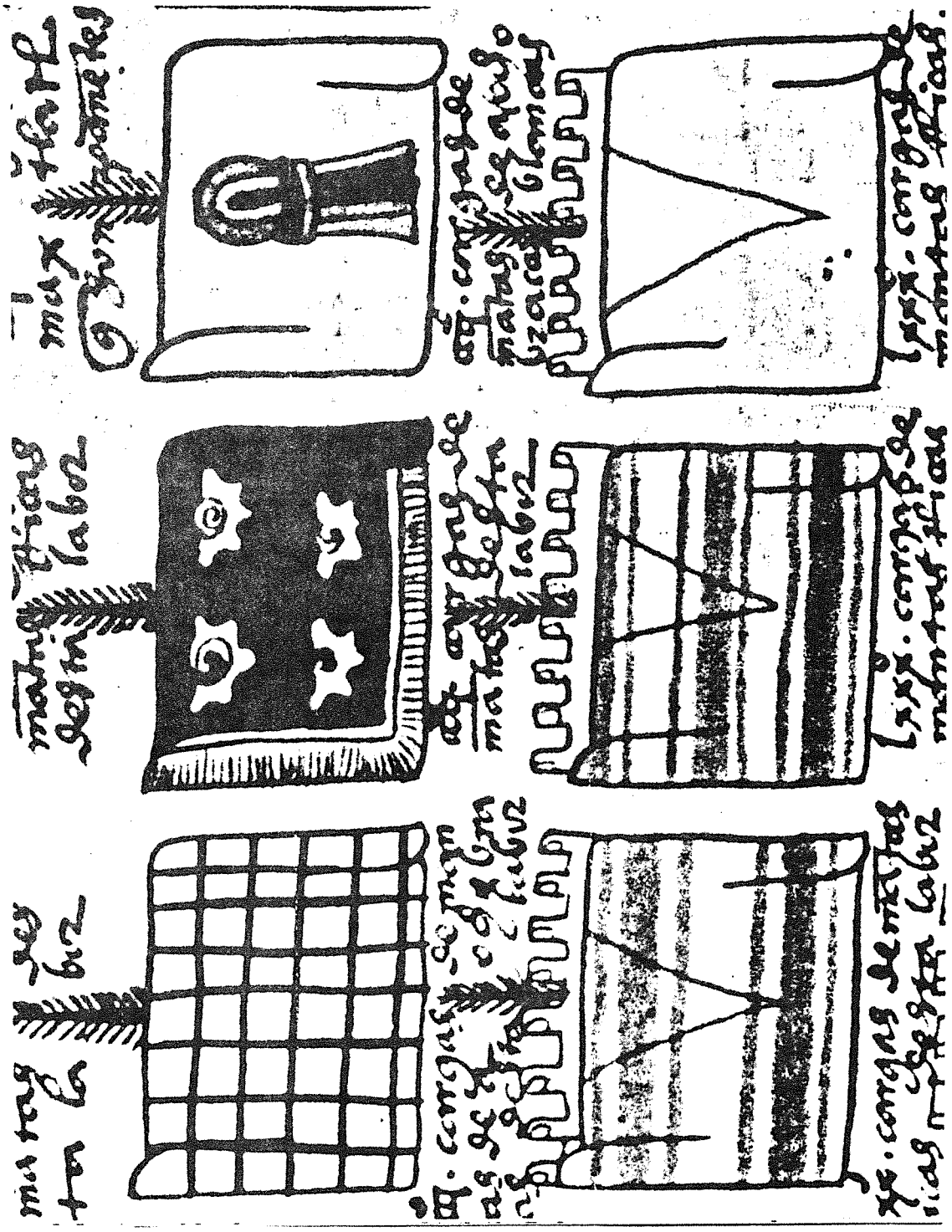


Une page du Codex Mendoza folio 52 recto.
Oxford, Bodleian Library (Photo de la Bibliothèque).

Plan :



Haut



Bas

Détail des parties [1] [2] [3] et [6] [7] [8] de la reproduction précédente.

Transcription et Traduction du Commentaire

[1] cccꝛ cargas de mantas desta labor
cccc charges de capes (ou manteaux ? Couvertures ?) de ce modèle (de ce travail)

[2] cccꝛ cargas de mantas ricas desta labor
riches

[3] cccꝛ cargas de maxtlatl (sorte de pagne mexicain)

[4] cccꝛ cargas de mantas grandes blancas
grandes et blanches

[5] idem

[6] cccꝛ cargas de mantas de ocho brazas desta labor
de huit brasses

[7] = [1]

[8] cccꝛ cargas de ocho bracas blancas

[9] = [1]

[10] cccꝛ cargas de (wipiles ?) (sorte de puncho mexicain)...

[11] = [2]

[12] cccꝛ cargas de mantas ricas

[13] idem

[14] Una pieça de armas, de plumas ricas desta...
Un vêtement de guerrier ,
Una rodela de plumas ricas desta...
Un bouclier

[15] idem

[16] et [17] cccꝛ cargas de axi seco
cccc charges d'axi sec

[18] xx talegas de plumas blancas de mantas
20 sacs de plumes blanches pour les capes.

En [6] et en [8], il est clairement spécifié que le nombre des doigts qui encadrent la plume (chiffre 400) désigne la mesure (en brasses) des capes. Il ne s'agit en aucun cas de 408 charges de capes. Pourtant, cette interprétation erronée fit autorité depuis la parution en 1928 de "Ancient Civilisations of Mexico and Central America" de M-J. Spinden, jusque vers les années soixante.

En effet, c'est dans la figure 76 de ce livre -figure très intéressante par ailleurs- que se niche l'erreur, très précisément en 1. Elle provient du fait que Spinden avait étudié des reproductions infidèles car il ne disposait pas du Codex original. Belle leçon pour les apprentis historiens ou archéologues !

Fig. 76. Aztecan Numbers and Objects of Commerce; *a*, 1; *b*, 20; *c*, 400; *d*, 8000; *e*, ten faces carved from precious stone; *f*, twenty bags of cochineal dye; *g*, one hundred bales of cocoa; *h*, four hundred bales of cotton; *i*, four hundred jars of honey of tuna; *j*, eight thousand leaf bundles of copal gum; *k*, twenty baskets each containing sixteen hundred ground cocoa nibs; *l*, four hundred and two blankets.

Reproduction de la fig. 76 de Spinden (*103*).
(Ancient Civilisations of Mexico and Central America)

INTRODUCTION AUX NUMERATIONS MAYAS

Là encore, nous n'allons pas nous transformer en historien de la Société Maya. Héritière d'un fond de connaissances olmèques, la civilisation maya s'affirme vers 300 après J.C., atteint sa splendeur classique entre 600 et 900 et s'éteint à partir de l'an 1000 de notre ère. Les monuments et les villes engloutis par la forêt mexicaine ou guatémaltèque à l'arrivée des espagnols furent retrouvés avec tous leurs hiéroglyphes au 19è siècle. Trois Codex purement maya échappèrent à la destruction de 1549, orchestrée ici par l'évêque Diégo de Landa. Mais paradoxalement, Landa écrivit en 1566 l'ouvrage intitulé "Relation des choses du Yucatan" qui est selon M.D. Coe ("The Maya") une excellente source d'informations.

Les seuls nombres mayas dont il reste une trace écrite sur un Codex ou gravée sur des stèles concernent la mesure du temps, et ressortissent de deux types de numérations : hybride et de position. Cependant M.D. Coe indique dans "The Maya" que Landa signale une numération non écrite purement vigésimale utilisée par les marchands, principalement par ceux qui commerçaient le cacao. Les calculs étaient effectués sur le sol ou sur une surface plate au moyen d'objets à compter qui pouvaient être des gousses de cacao ou des grains de maïs. Ces matériaux sont fort proches des symboles écrits sur codex et qui sont le point (.) pour l'unité, la barre (-) pour cinq unités et un coquillage stylisé ( ) pour les zéros.

La base vingt s'expliquerait "biologiquement" par les vingt doigts et orteils d'un homme. Le groupement par cinq procéderait de l'analogie avec les mains et les pieds. Cette thèse est étayée par l'étude des numérations orales dans différents dialectes américains. Dans "Histoire Comparée des numérations écrites" (p. 396 et suivantes), G. Guitel a rassemblé quelques observations sur ce sujet. Dans certains dialectes mayas, le mot utilisé pour dire "vingt" signifie aussi "homme". Au Groenland, 53 s'énonce : "de l'homme troisième, trois sur le premier pied".

1er homme : 20
2ème homme : 20
3ème homme { les 2 mains : 10
3ème homme { le 1er pied : 3

Total : 53.

En Maya, 53 se dit "treize de la troisième vingtaine", c'est-à-dire "treize du troisième homme" dans les dialectes évoqués précédemment. L'analogie entre l'architecture des nombres et celle des doigts de mains et de pieds est complète. Comme l'idée de groupement par dix, celle de regroupement par vingt est liée à "un accident de la nature" selon l'expression du mathématicien Edouard Lucas.

Lisons quelques nombres mayas pour nous familiariser avec eux. Dans ce qui suit, le point et la barre remplaceront le grain de maïs et la gousse de cacao.

1 o	6 o —	11 o =	16 o ≡
2 oo	7 oo —	12 oo =	17 oo ≡
3 ooo	8 ooo —	13 ooo =	18 ooo ≡
4 oooo	9 oooo —	14 oooo =	19 oooo ≡
5 ——	10 ==	15 ≡	20 ← 1 vingtaine ← 0 unité.

21
o ← 1 vingtaine
o ← 1 unité

22
o ← 1 vingtaine
oo ← 2 unités

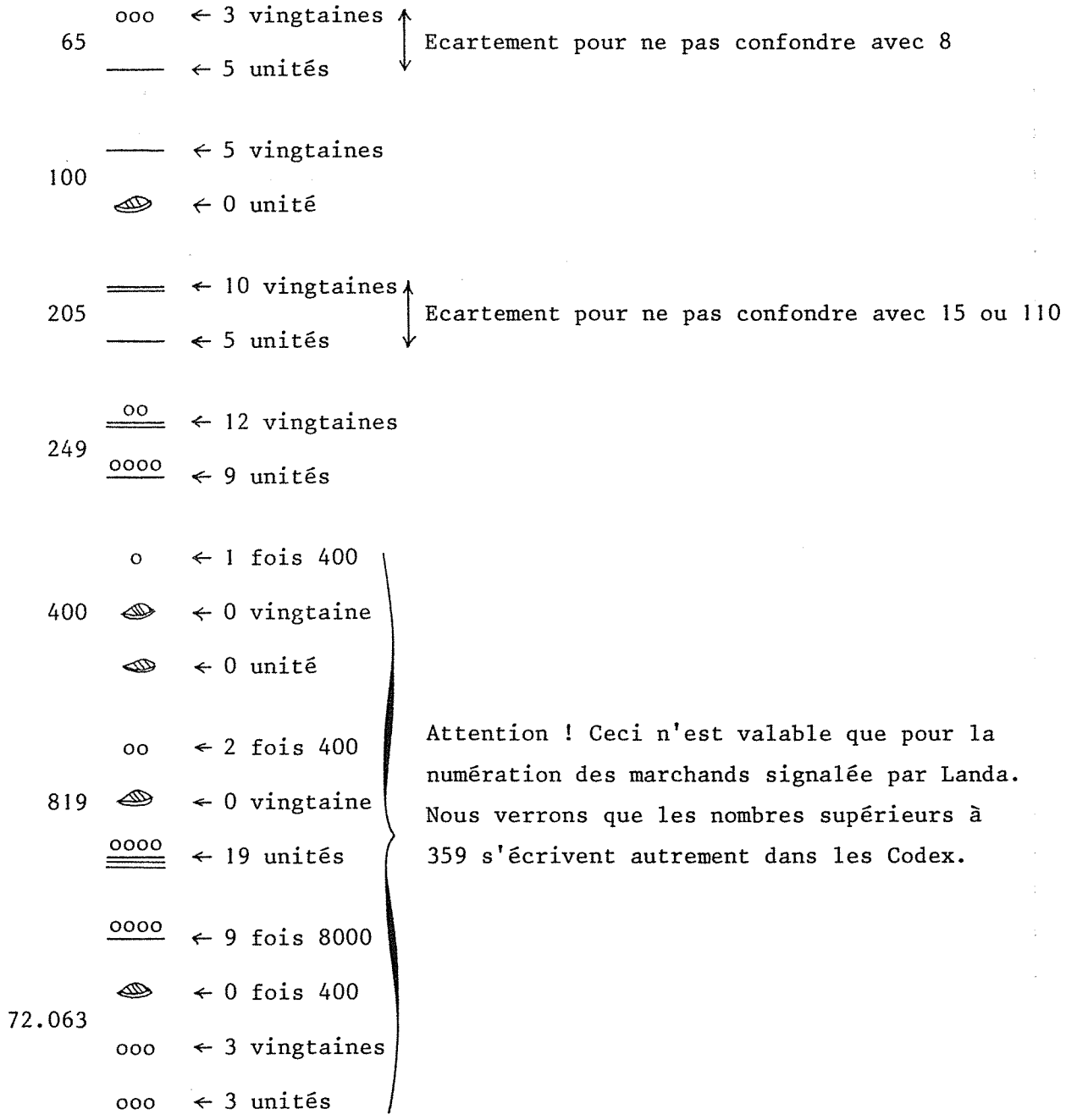
25
o ← 1 vingtaine
—— ← 5 unités
↕ nécessité d'un écartement pour éviter la confusion avec 6.

27
o ← 1 vingtaine
oo — ← 7 unités

39
o ← 1 vingtaine
oooo ≡ ← 19 unités

40
oo ← 2 vingtaine
 ← 0 unité

55
oo ← 2 vingtaines
≡ ← 15 unités
↕ Ecartement pour ne pas confondre avec 17



Il s'agit bien d'une numération de position, ce qui veut dire que la valeur d'un chiffre dépend de sa position. Ainsi le chiffre —— peut aussi bien désigner 5 unités, 5 vingtaines, 5 fois 400, 5 fois 8000 ou, plus généralement, 5×20^n selon son rang dans l'écriture du nombre. Les nombres mayas s'écrivent verticalement avec l'unité en bas. Le chiffre zéro, inutile dans une numération d'addition, est indispensable ici pour signaler l'absence d'unité ou de vingtaine ou de toute autre puissance de 20 (de rang inférieur à une puissance déjà exprimée). Avec une quantité finie de chiffres, on peut écrire des nombres aussi grands qu'on veut.

En principe, une numération de position utilise b chiffres lorsque sa base est b. Ainsi la nôtre, qui est décimale, utilise dix chiffres, de 0 à 9. Une numération vigésimale devrait utiliser vingt chiffres distincts, de 0 à 19. Mais les mayas ont contourné cette difficulté en codant ces vingt chiffres à l'aide d'un système additif de base cinq ; de sorte que trois symboles suffisent. Grande est l'analogie avec le système Décimal Codé Binaire utilisé dans les ordinateurs. Mais ici, c'est du vigésimal Codé Quintésimal.

LA NUMERATION MAYA DES STELES

Périodiquement, les Mayas érigeaient des stèles de pierre gravées de hiéroglyphes. Elles indiquaient surtout le nombre de jours écoulés depuis le jour supposé de la dernière création (la cinquième) qui servait d'origine fixe.

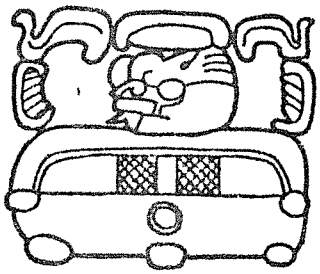
Pour lire ces nombres, il faut connaître les unités de temps d'un calendrier maya qu'on appelle "le compte long".

1 kin		= 1 jour		
1 uinal	= 20 kins	= 20 jours		
1 tun	= 18 uinals	= 1 an	= 20 × 18 j	= 360 jours
1 katun	= 20 tuns	= 20 ans	= 20 × 360 j	= 7200 jours
1 baktun	= 20 katuns	= 400 ans	= 20 × 7200 j	= 14000 jours
1 pictun	= 20 baktuns	= 8000 ans	= 20 × 14000 j	= 2880000 jours.

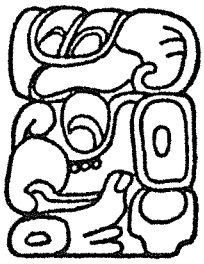
Le pictun est très rarement utile.

La prise en compte de l'année civile maya de 360 jours perturbe malheureusement la base de cette numération. L'intervention de 18 détruit la régularité des groupements par 20. Si dans beaucoup de civilisations, les unités de métrologie ont été choisies en fonction de la base (penser au système métrique), on assiste au phénomène inverse chez les Mayas. Les unités de mesure du temps préexistantes ont été épousées par la numération qui s'est ainsi privée d'une base régulière.

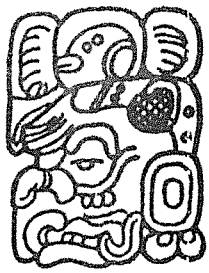
Gryphes des unités de temps Mayas



Gryphe d'introduction placé en haut des stèles.



baktun



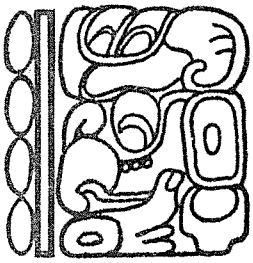
katun

tun

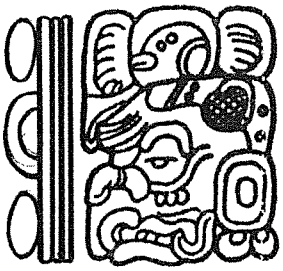
uinal

kin

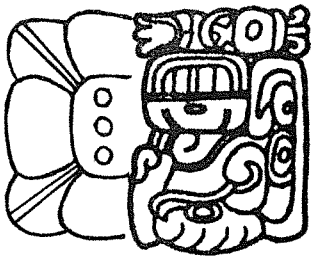
Pour faciliter la lecture de la stèle suivante voici la décomposition de l'écriture d'un nombre.



9 baktuns

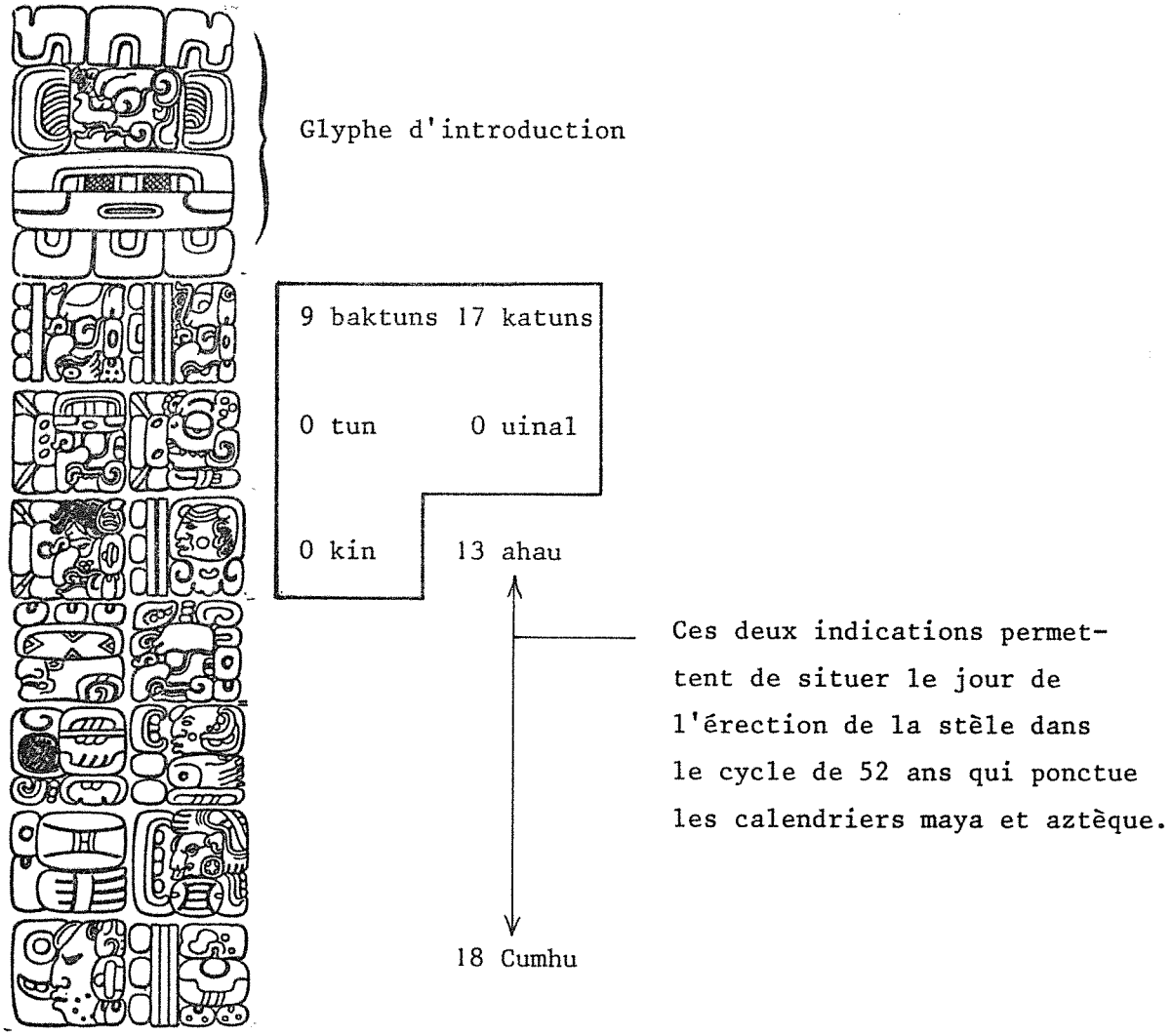


17 katuns



0 tun

Voici l'une de ces stèles, d'après S.G. Morley, fig. 25, p. 286 (The Ancient Maya, 1947).



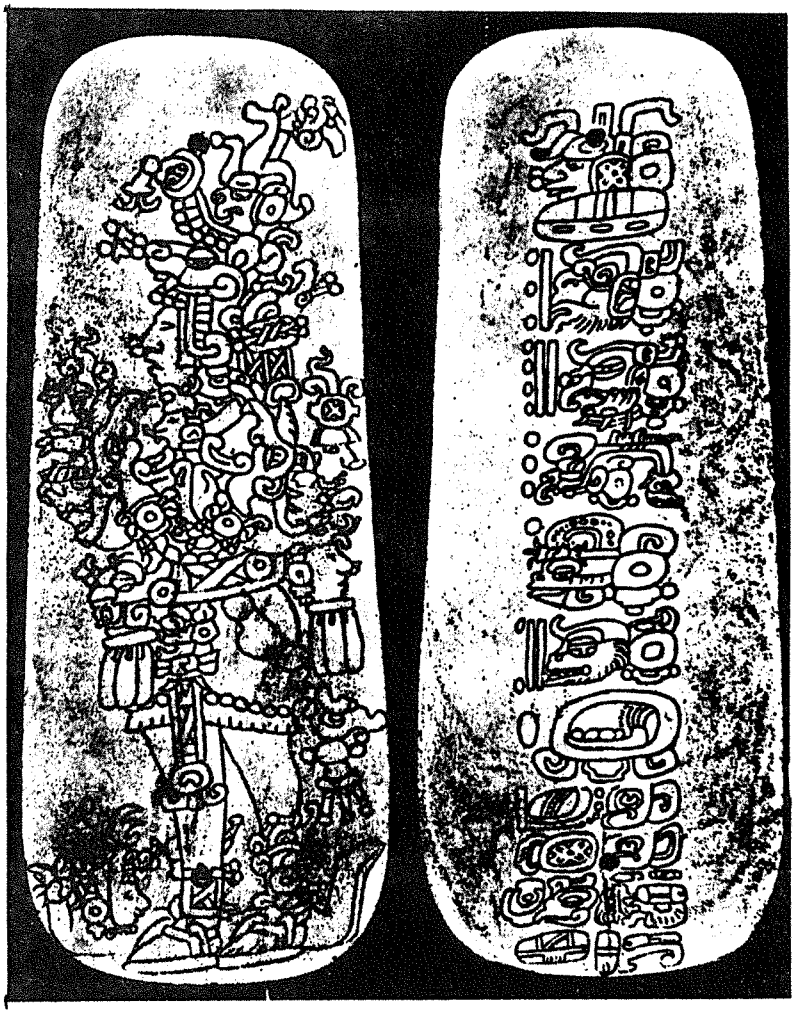
Depuis la dernière création jusqu'au jour célébré par cette stèle, il s'est écoulé 9 baktuns et 17 katuns ; soit, en années civiles $9 \times 400 + 17 \times 20 = 3940$ ans ; ou bien $3940 \times 360 = 1418400$ jours.

Les stèles marquent souvent la fin d'un katun ou d'un demi-katun. Dans ce cas on y trouve zéro uinal et zéro kin. La disposition des chiffres est perpendiculaire à ce qu'elle est dans la numération des marchands ou dans celle du codex qu'on examinera bientôt. Le zéro prend ici la forme approximative d'une demi-croix de Malte.

Le nombre "9 baktuns 17 katuns 0 tun 0 uinal 0 kin" est écrit dans une numération hybride. Ce système est intermédiaire entre le système d'addition et le principe de position. Dans une numération purement additive, on aurait écrit 9 fois le symbole de Bactun et 17 fois celui de Katun. Avec une numération de position, on noterait simplement 9.17.0.0.0 en laissant tomber les baktuns, katuns, tuns, uinals et autres kins. Et ceci sans aucune ambigüité puisque leur ordre est fixé une fois pour toutes et qu'on utiliserait le chiffre zéro pour indiquer les manques. Sur les stèles mayas la présentation est en effet immuable et les glyphes désignant les diverses unités se succèdent toujours dans le même ordre strict.

Sur la stèle I du site de Palenque, antérieure à la précédente, le nombre de jours considérés est "9 baktuns 12 katuns 6 tuns 5 uinals 8 kins", soit $9 \times 144000 + 12 \times 7200 + 6 \times 360 + 5 \times 20 + 8 = 1.384.668$ jours. Une inscription de ce genre, plus ancienne encore, figure sur la plaque de Leyde, plaque de jade de huit pouces et demi de hauteur, conservée à Leyde en Hollande. Sous le glyphe introductif, on lit aisément : "8 baktuns 14 katuns 3 tuns 1 uinal 12 kins", soit :

$$8 \times 144000 + 14 \times 7200 + 3 \times 360 + 1 \times 20 + 12 = 1.253.912 \text{ jours.}$$



Leyden Plate, d'après S. G. Morley Plate 15, face p. 48

(The Ancient Maya - 1947)

Combien de temps sépare cette plaque de la première stèle citée dans ce paragraphe ?

9.17.0.0.0 = 1.418.400 jours
8.14.3.1.12 = 1.253.912 jours

Soustrayons : 164.488 jours, soit un peu plus de 450 ans.

La plaque de Leyde date du début de l'époque préclassique maya (environ 320 après J.C). L'autre stèle a été gravée en pleine période classique. D'ailleurs ne suffit-il pas pour s'en persuader de comparer le raffinement très codifié de son dessin avec la spontanéité qui se dégage de la plaque de Leyde ?

Avant de quitter la numération hybride des stèles, disons un mot de la corrélation entre la chronologie de l'histoire maya et la nôtre. M.D. Coe ("The Maya" p. 34 et 35) avoue que c'est un problème incroyablement complexe et encore sujet à controverse. A l'arrivée des européens, il y avait belle lurette qu'on ne gravait plus de stèles en pays Maya. Les informations partielles consignées à cette époque par Landa et par les indigènes permettent d'associer les deux échelles de temps de deux façons différentes. Les datations au carbone 14 des éléments architecturaux en bois n'ont pas permis de trancher catégoriquement. Par ailleurs, on connaît assez précisément certains fragments de chronologie de l'histoire de la Mésopotamie depuis les remarques de l'astronome allemand Kugler en 1912. Car les tablettes d'argile montrent le lien entre des évènements historiques et des situations astronomiques (éclipses, comètes...) dont on peut calculer la date. Mais la destruction des Codex précolombiens ne favorise pas ce type de recoupements.

Malgré les incertitudes, on peut prouver que les Mayas situaient le jour origine de la dernière création à plus de 3000 ans avant J.C. Leur numération hybride a donc permis de manipuler d'assez grands nombres avec une parfait exactitude.

LA NUMERATION MAYA DES CODEX

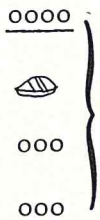
La plus remarquable qualité de la numération hybride des stèles est sans doute d'avoir évolué vers la numération de position des Codex. Nous avons vu que les symboles baktun, katun, tun, uinal et kin étaient toujours rangés dans le même ordre et précédés d'un chiffre éventuellement égal à zéro. Ces symboles pouvaient disparaître sans diminuer la quantité d'information. C'est ainsi que, lorsqu'on écrit 3527, on n'a pas besoin de préciser 3 mille 5 cent 2 dizaines 7 unités.

Le codex de Dresde, ainsi appelé parce qu'il est conservé à Dresde, contient des pages entières de tableaux de nombres qui, comme toujours, mesurent des durées. Devant cette avalanche de nombres, on comprend que le scribe ait opté pour une écriture plus simplifiée dans la forme, mais plus abstraite, plus évoluée. Par rapport à la numération des stèles, la grande innovation du codex est l'abandon des unités des divers ordres. Le fait que les nombres soient écrits de haut en bas et que les zéros aient maintenant des allures de coquillages ne sont que des détails. (Page 28 Les diverses formes du zéro maya).

Dans cette numération, on a :

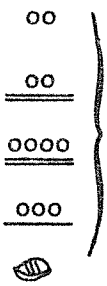
1.0.0 = 1 × 360 + 0 × 20 + 0 = 360

2.0.19 = 2 × 360 + 0 × 20 + 19 = 739



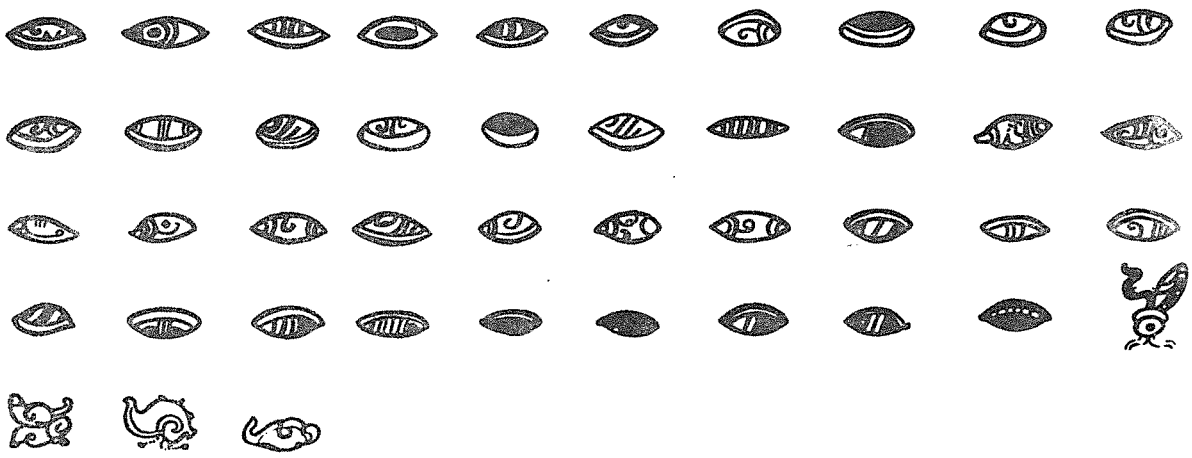
9.0.3.3 = 9 × 7200 + 0 × 360 + 3 × 20 + 3 = 64863

Grande différence avec la numération purement vigésimale des marchands !



$$2.12.14.8.0 = 2 \times 144000 + 12 \times 7200 + 14 \times 360 + 8 \times 20 + 0 = 379.600$$

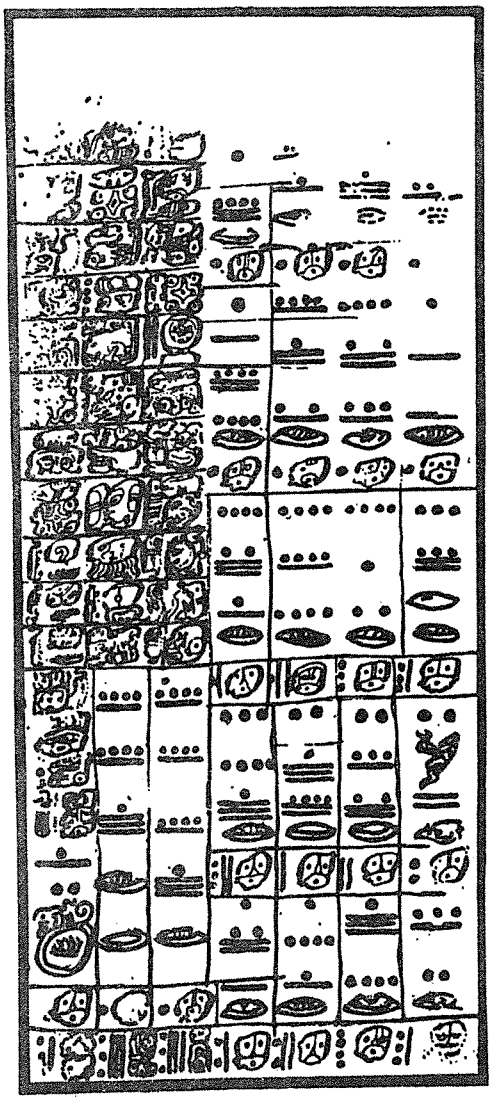
Dans un cadre scolaire, il peut être intéressant de traduire dans le système maya des codex, des nombres donnés en base dix, et inversement. On peut même rédiger des programmes pour que ces conversions soient éxécutées par un calculateur programmable.



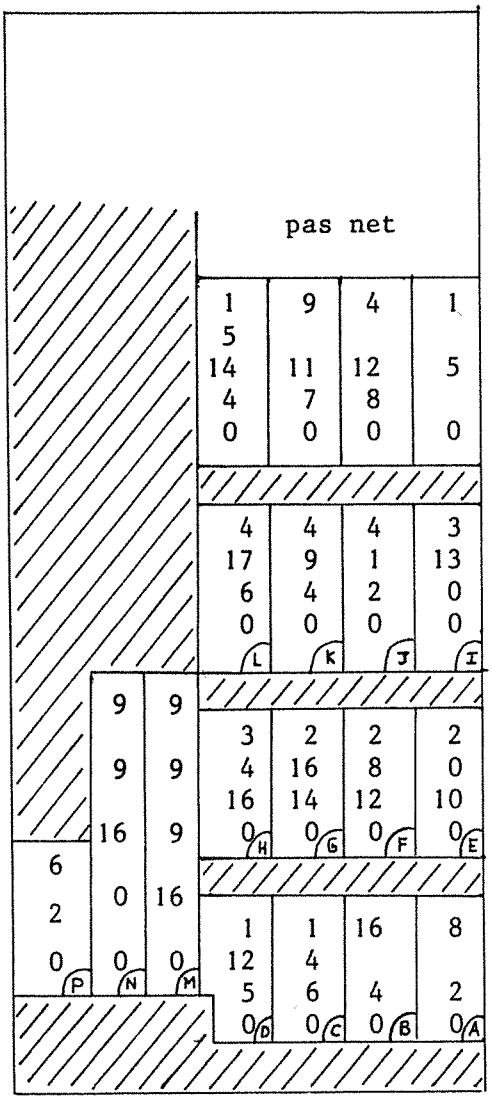
Diverses formes du zéro maya figurant dans les Codex d'après C. P. Bowditch

(The Numeration, Calendar Systems and Astronomical Knowledge of the Mayas 1910)

La page suivante du Codex de Dresde a été analysée par G. Guitel p. 449 et suivantes de l'ouvrage déjà cité. Nous y renvoyons lecteur intéressé.



Page 24 du Codex de Dresde



Le nombre inscrit dans la case A est
8.2.0 = 8 × 360 + 2 × 20 + 0 = 2920. Celui de la case B en est visiblement le double. On vérifiera qu'en C, 1.4.6.0 est le triple de 8.2.0. En D, il y a sûrement une erreur car le quadruple de 8.2.0 est 1.12.8.0 au lieu de 1.12.5.0. En E, on trouve le quintuple de 8.2.0, etc,... jusqu'en L où 4.17.6.0 vaut 12 fois 8.2.0.

Nous sommes devant une table de multiples successifs de 2920. Or, 2920 est le plus petit multiple commun de 365 et 584.
2920 = 8 × 365 = 8 années solaires
= 5 × 584 = 5 révolutions synodiques de Vénus, c'est-à-dire 5 fois le temps moyen mis par la planète Vénus pour revenir en conjonction avec le Soleil. Deux configurations identiques du trio Terre-Soleil-Vénus sont donc séparées par une durée de 2920 jours. La table du Codex montre la périodicité de ce phénomène.

Les "savants" mayas n'ont rien laissé qui ressemble à une multiplication. Ils ont patiemment dressé, par addition, de longues tables de multiples successifs. On pense qu'ils ne maîtrisaient guère que l'addition et la soustraction, (observer que le nombre de la case P est la différence de N et M), et qu'ils ignoraient les fractions.

Malgré les vertus d'une numération de position avec le zéro, l'intervention malheureuse de 18 bouleverse la régularité de la base et complique énormément des multiplications qui devraient être simples. Dans notre parfaite numération décimale de position, on multiplie un nombre par dix en lui "mettant un zéro au bout". La même règle s'appliquerait pour les multiplications par vingt avec une numération de position purement vigésimale. Hélas, le tun de 18 uinals interdit cette commodité.

Ainsi on a pu mesurer l'évolution très positive qui conduisit les mayas d'une numération hybride vers une numération de position. Mais comme leur notion de nombre n'était pas assez détachée de celle de mesure du temps, leur base de numération a été perturbée. Cela ne pouvait qu'entraver le développement de l'arithmétique.

Quant à la numération Aztèque, elle a été, du fait de son principe additif, en régression par rapport aux systèmes mayas.

BIBLIOGRAPHIE :

GUITEL G. - Histoire Comparée des numérations écrites.
Flammarion (Nouvelle bibliothèque scientifique) 1975.

COE M.D. - The Maya
Un "Pelican Book", publié par "Pingouin books", édition 1977.