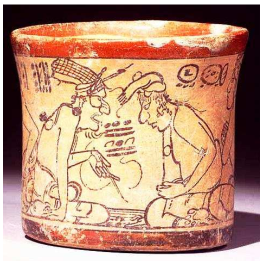
Les Écritures mayas du Nombre

André Cauty et Jean-Michel Hoppan

PREMIERES THESES : INTERPRETANT LINGUISTIQUE



K1196 © Justin Kerr

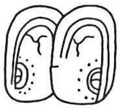
Si la langue naturelle est l'interprétant ultime de tout système sémiotique (Desclés;2006), alors les interprétants finaux les mieux adaptés à l'étude des numérations écrites des scribes mayas de l'époque classique, sont les grammaires et numérations parlées des langues mayas.

Premières observations

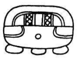
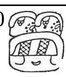
1.- Les langues mayas sont des langues à classificateurs, et donc à faible pluralisation Ce trait typologique se traduit (Peyraube et Wiebush) par une claire distinction des arguments de l'expression des déterminations du type « numéral (déterminant/déterminé) ». Exemples : l'expression française 'trois mesures de farine', l'expression yucatèque **ox-tul winik** 'trois animés humains hommes', ou, en langue classique, **ox-pis tun** 'trois mesures de temps années'.

En maya, la duplication est une façon de marquer le pluriel. Cette manière particulière de pluraliser a possiblement motivé : d'une part, la forme graphique ci-contre du glyphe de la période **baktun** '400 ans' ; et, d'autre part, la forme graphique ci-dessous de l'opérateur x400 placé au-dessus du glyphe **tun** 'an' dans une variante du même **baktun**. C'est la duplication « CAUAC + CAUAC = CAUAC + pluriel 'des vingts' ('400' en langue spécialisée) » du signe du 19ème jour du *tzolkin* et constituant de l'opérateur x20 du **katun** '20 ans' :

20 x 20



baktun

Jour du *tzolkin* :	 **Cauac**	Glyphes de période :	 **tun**	x20  **katun**	x400  **baktun**

2.- Les numérations parlées mayas étaient vigésimales. En yucatèque, par ex., les entiers jusqu'à 20 (les 'chiffres') et les numéraux représentant les nœuds successifs du système (20, ses puissances et leurs multiples) étaient :

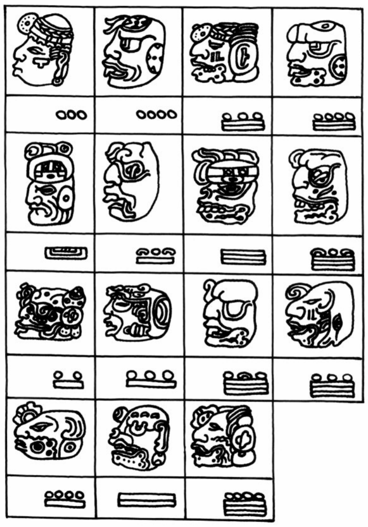
a) des atomes mono ou bi syllabiques : **hun** ‘un’, **ca** ‘deux’, **ox** ‘trois’, **can** ‘4’, **ho** ‘5’, **uac** ‘6’, **uuc** ‘7’, **uaxac** ‘8’, **bolon** ‘9’ ?, **lahun** ‘10’ ; **kal** ‘vingtaine’, **bak** ‘quatre-centaine’, **pic** ‘huit-millier’, etc.,

b) des composés figés très intégrés : **buluc** ‘11’?, **lahca** ‘dix-deux = 12’ ;

c) pour l’intervalle [13, 19], des composés ‘additifs’ formés sur l’appui dix en position de second argument (ordre inverse de **lahca**) : **ox-lahun** ‘trois-dix, 13’, **can-lahun** ‘quatre-dix, 14’, etc., **bolon-lahun** ‘neuf-dix, 19’.

Le modèle additif des formes parlées des entiers de l’intervalle [13, 19] n’est pas la morphologie répétitivo-additive des chiffres de style points/barres en usage dans toute la Mésoamérique, et qui couvrait, systématiquement dès le milieu du 1er millénaire av. J.-C., tout l’intervalle [1, 19] :

	1.	2.	3.	4.
5.	6.	7.	8.	9.
10.	11.	12.	13.	14.
15.	16.	17.	18.	19.



Mais en toute vraisemblance, le type additif des formes parlées [13, 19] a servi de modèle pour composer, sur l’appui lahun ‘10’, les chiffres écrits de style céphalomorphe.

Utilisés dès l’époque classique par les scribes mayas, ces chiffres présentent, en effet, la même structure, sur le même sous-intervalle [13, 19] : composition additive plaçant dans le même ordre les mêmes arguments. 19, par ex., se dit **bolon lahun** ‘neuf dix’, et s’écrit en style céphalomorphe en insérant dans le signe de 9 (tête avec tâches de jaguar) une ‘mâchoire décharnée’ (synecdoque de la tête de mort du signe pour 10) en position de second argument.

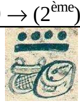
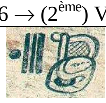
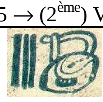
En langue ordinaire, la racine LAH (**lahun**) signifie ‘achèvement’. Par suite, le nom **lahun** de l’entier 10 comporte les connotations de fin/ mort ou de ‘mutation’. D’où la naturalité du choix d’une tête de mort (ou d’une mâchoire décharnée) pour l’entier (ou l’appui) 10.

3.- Les numérations mayas parlées étaient classiquement de type protractif. Avec des effets différents selon les langues, la Colonisation provoqua de fortes évolutions (Cauty;1987) : disparition des numérations mayas écrites et perte totale ou partielle des formes protractives pour des formes additives ou des emprunts.

La *protraction* (Hagège;1981, Cauty et Hoppan;2002) est une opération de type ordinal, peu répandue (Greenberg;1978), qui fournit les composés qui s'intercalent entre les nœuds de la numération ; à savoir, dans les langues mayas, les entiers inter-vingtaines (21 à 39, 41 à 49, etc.) jusqu'à 400 et même au-delà[1].

Elle porte sur deux arguments, par ex. 15 et 60, et donne un résultat, 55, **holhu y-ox kal**, dans cet exemple. On écrit 55 = 15 $\rightarrow$ 60. Le second argument est un nœud vigésimal conceptualisé comme un repère en vision d'antériorité, et mis en signe par la forme '$n^{\text{ème}}$ vingt[2]'. Pour respecter les valeurs attestées (55 par ex.), le 1^{er} argument (15) se compose au second (60) *par le biais du nœud précédent* (40) auquel sa forme renvoie quasi immédiatement mais de façon rétrograde. En principe, les ordres décroissant et croissant opposent : innovations additives (Modèle A, Cauty;1987) et formes protractives. Parfois, les formes protractives (modèle B) présentent un relateur, **tu**[3], comme dans 41 **hun tu y-ox kal** '1 $\rightarrow$ $3^{\text{ème}}$ 20'. Elles ont possiblement motivé diverses écritures numérales :

a) par ex. les inhabituelles formes avec syllabogramme **tu** des nombres 29, 36, et 35 dans l'almanach des porteurs d'années du codex de Dresde (55c-57c) :

29 = 9 $\rightarrow$ ($2^{\text{ème}}$) VINGT	**36** = 16 $\rightarrow$ ($2^{\text{ème}}$) VINGT	**35** = 15 $\rightarrow$ ($2^{\text{ème}}$) VINGT
		
BOLON tu (ca-)UINAL	**UACLAHUN tu (ca-)UINAL**	**HOLHU tu (ca-)UINAL**

b) dans les séries lunaires, les arguments des âges de la Lune compris entre 21 et 29 jours sont placés en principe dans l'ordre croissant (glyphe lunaire '20' en position de second argument), sur le modèle parlé **uac (tu-ca-)kal** '6 ($\rightarrow$ $2^{\text{ème}}$) 20' d'une protraction :

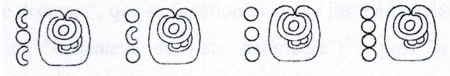
---

[1] Par ex. 900 se dit (antériorité rétrograde) : **ho (kal) tuy-ox bak** '5 (20) $\rightarrow$ $3^{\text{ème}}$ 400'.

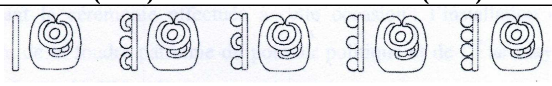
[2] Le déterminant *n* varie de 2 à 19, et vingt s'écrit KAL, UINAL, UINIC, etc. Les formes $n^{\text{ème}}$ vingt « **-u-ca-kal** '$2^{\text{ème}}$ vingt', **-uy-ox-kal** '$3^{\text{ème}}$ vingt', etc. » se caractérisent par l'indice de $3^{\text{ème}}$ personne (**u/uy-** en yucatèque) préfixé au numéral *n*, lequel sert à dériver l'ordinal (2 > $2^{\text{ème}}$). Elles renvoient aux nœuds (40, 60, etc.) de la numération exprimés par détermination à valeur multiplicative : **ca kal** '2 vingts', **ox kal** '3 vingts', etc. D'où, les paradigmes : [**u-ca kal**, **uy-ox kal**, etc.] '$2^{\text{ème}}$ vingt, $3^{\text{ème}}$ vingt, etc.' et [**ca-kal**, **ox-kal**, etc.] '2 vingts, 3 vingts, etc.' s'appellant l'un l'autre (*bifrons* ordinal/cardinal).

[3] Plus précisément **tu(y)** = **ti** locatif 'dans, vers' + **u(y)** indice de $3^{\text{ème}}$ personne 'son'. La forme **tu** devant consonne, et la forme **tuy** devant voyelle ou semi-voyelle. Le coefficient numérique **ca** '2' de la première inter-vingtaine est généralement sous-entendu : **hun tu kal** '21 = 1 $\rightarrow$ $(2)^{\text{ème}}$ 20 = 1 dans sa vingtaine'.

Composition protractive des âges de la Lune :



21 = HUN (tu-ca) UINAL … 24 = CAN (tu-ca) UINAL



25 = HO (tu-ca) UINAL … 29 = BOLON (tu-ca) UINAL

Age = a → (2ème) VINGT

c) A l'inverse, quelle que soit l'imposition (verticale, horizontale) et quel que soit le style (céphalomorphe, points/barres), la durée de la lunaison (de 29 ou de 30 jours, alternativement) suit l'ordre décroissant habituel dans les compositions à valeur additive : un glyphe lunaire[4] VINGT suivi d'un NEUF (/DIX). Les deux valeurs d'une lunaison peuvent se lire comme en yucatèque colonial : **hun kal catac bolon** '1 vingt et 9' et **hun kal catac lahun** (**catac** est le coordonnant 'et').

Composition additive de la durée d'une lunaison :

29 = (hun) UINAL (catac) BOLON

30 = UINAL (catac) LAHUN

Lunaison = VINGT (+) a

Plus loin (Troisièmes thèses § 6), seront présentées d'autres formes additives notant, dans les almanachs divinatoires des codex, le pas des petites translations.

DEUXIEMES THESES : COMPLEXITE DU NUMERAL

En première approximation, le domaine d'expérience du nombre distingue les domaines du « nombre » et du « nombre-de ».

Le premier, plus abstrait, relève davantage de la raison pure que de la raison pratique, c'est le domaine de l'arithmétique et du calcul. Le second, plus concret, est le domaine des dénombrements et des mesures (métrologie).

Le domaine du « nombre » distingue généralement trois aspects imbriqués de ce concept : *ordinal*, *cardinal* et *quantième* (ou *fraction de l'unité*) ; loin d'être indépendants, ces aspects sont toujours articulés entre eux (en français par ex., le

[4] Sur la stèle 5 de Pixoy (Campeche, Mexique, 05/12/711), ce glyphe lunaire 'VINGT accompli' substitua trois 'ZÉRO début de cycle' dans la série **9-baktun 13-katun 20-tun 20[18]-uinal 20-kin** [pour **9.14.0.0.0.**] **6 Ahau** ***13 Muan***.

suffixe bivalent *–ième* fait passer du cardinal 'cinq' à l'ordinal 'cinquième' ou à la fraction 'cinquième').

Le « nombre de » est distribué en domaines d'expériences. De manière fort générale, spécialisées ou non, les langues distinguent « continu » et « discret » et soumettent chaque domaine à des formes différentes par ex. de pluralisation ou de détermination ('je prends *une*/*trois* pomme(s)' *vs* 'je prends *du*/*trois verres de* vin').

Le discret (discrétisable, discrétisé) est le domaine des dénombrements, dont les sous-domaines sont marqués, chez les Mayas, par des classificateurs. Il s'agit, d'une part, des classificateurs numériques, Cl_{NUM}, de la langue ordinaire. Ces classificateurs divisent plus ou moins finement de nombreux champs sémantiques et définissent par ex. la classe des animés humains, celle des animaux, celle des objets ronds, des objets rangés en file, etc., ETC. D'autre part, des classificateurs unitaires, Cl_{UN}, de la numération parlée, c'est-à-dire de la langue spécialisée du calcul. A l'origine, ces classificateurs sont des 'collectifs' qui ont acquis, dans les pratiques spécialisées, une valeur standard précise ; c'est le cas, en yucatèque par exemple, des nœuds de la numération parlée : **kal** 'vingt(aine)', **bak** 'quatre-centaine', **pic** 'huit-millier', etc. Dans le même ordre d'idées, c'est aussi le cas des noms des glyphes de période qui, en langue ordinaire, renvoient à des idées de 'paquet', 'tas', etc. ; et, en langue spécialisée, à la raison vingt de la progression des unités de temps. Le nom **katun** (×20**tun** en langue et écriture savantes) est aussi un nom de chef (par ex. militaire, ou capitaine de jeu de balle) qui sert à désigner quelque important personnage (brave ou redouté).

Le continu est le domaine de la métrologie. Les mesures s'organisent souvent en système comprenant une unité principale, ses multiples et/ou sous-multiples. Un étalon – par exemple : le litre strictement calibré dans l'usage spécialisé, ou la journée de durée subjective dans l'usage commun – permet de ramener la mesure d'un continu au compte des unités qu'il permet d'énumérer/dénombrer : '5 litres de vin', '5 jours de voyage' ou d'évaluer/ mesurer à l'aide de techniques diverses.

Chez les Mayas, un seul système métrologique est attesté[5], celui des mesures de temps marquées par des classificateurs mesures, Cl_{MES}, c'est-à-dire par les glyphes de période des épigraphistes ou les unités de mesure de temps des métrologistes : **can katun** soit 4 ×20 **tun,** '4 vingts-d'années' '4 de 7 200 jours'.

Contrairement aux Mésopotamiens et à beaucoup d'autres civilisations, les Mayas en effet n'ont, ni multiplié les systèmes de mesure (longueur, surface, poids, capacité, monnaie, etc.), ni diversifié les rapports d'unités. Ils n'ont utilisé que deux systèmes vigésimaux : la numération et le système des unités de temps (glyphe de période). Plus nettement chez les Mayas que chez leurs voisins, le domaine des (très) grands « nombres de » est donc, en Mésoamérique, à l'époque classique, quasi exclusivement, celui de la mesure du temps.

[5] Les rares preuves de numéraux ne mesurant pas du temps sont des petits nombres (11 grains de copal, Dresde 27, le roi aux 18 prisonniers, le seigneur âgé de 4 **katun**, etc.), s'écrivant en général avec un seul chiffre. Les fouilles montreront-elles un jour des listes comptables comparables aux documents aztèques ?

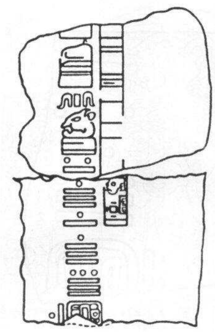
Deuxièmes observations

1.- La mesure du temps est en tout cas le domaine du « nombre de » le plus anciennement et systématiquement exploré par les Mésoaméricains. L'écriture des grandes durées est attestée dès le premier siècle avant J.-C., soit environ 500 ans après la mise au point du système répétitivo-additif des vingt premiers entiers, au moment où ces petits nombres sont sûrement devenus les chiffres d'une numération écrite vigésimale.

Les scribes des principaux centres civilisationnels mésoaméricains vont, avec cette numération, graver, peindre ou sculpter de grandes durées qui se présentent encore à nous sous la forme de nombre abstrait, généralement à cinq chiffres, sans indication d'unités. Par ex, chez les Olmèques, la durée **7.16.6.16.18.** gravée en 32 av. J.-C. sur la stèle C de Tres Zapotes (Veracruz, Mexique) se présente comme une 'série initiale' maya avec glyphe introducteur et chiffres de style points/barres.

Déchiffrer une inscription non maya pose encore beaucoup de problèmes. De manière satisfaisante jusqu'ici, les inscriptions non mayas se déchiffrent, faute de mieux, à l'aide des connaissances toujours plus précises des mécanismes du comput maya[6] et des règles logo-syllabiques de l'écriture maya[7]. Dans ce cadre, les nombres comme celui de Tres Zapotes sont bivalents : ils représentent une durée et/ou une date.

En tant que durée, l'inscription de la stèle C peut être lue comme un nombre d'années (**7.16.6. tun, 16.18.**) ou un nombre de jours (**7.16.6.16.18. kin**). Dans les deux cas, c'est un nombre à cinq chiffres qui représente la durée écoulée depuis une origine (début de la chronologie maya, par ex.), ou, si l'on préfère, le pas d'une translation directe depuis cette origine. En décimal : une durée de 1 125 698 jours[8].



7.
16.
6.
16.
18.

Lus comme une date, ces 5 chiffres représentent le jour atteint par la translation, le 1 125 698ème, le jour **6 Edznab *1 Uo*** en Calendrier Rituel maya[9]. Pour les différencier des dates (**4 Ahau *8 Cumku***) ou des petites durées (**0-kin 15-uinal**), les dates/ durées à 5 chiffres ou plus sont dites (dates en) compte long.

Peu nombreux avant le Classique, de tels exemples prouvent que les Méso-américains disposèrent très tôt d'une numération vigésimale performante qui permettait d'écrire couramment des nombres à cinq chiffres. Une numération sophistiquée dans laquelle c'était seulement la position des chiffres qui définissait

---

[6] Dont E. Förstemann (1822-1906) fut le premier inventeur.

[7] Dont certaines expressions furent une à une cassées notamment par T. Proskouriakoff (1906-1985) et H. Berlin (1915-1987), mais dont le principe logo-syllabique, découvert et démontré par Y. Knorosov (1922-1999), ne fut accepté qu'à partir des années soixante.

[8] [(7 x 144 000) + (16 x 7 200) + (6 x 360) + (16 x 20) + 18] = 1 125 698.

[9] Le CR (*Calendar Round* des anglo-saxons) est le produit du *tzolkin* ('semaine' religieuse de 260 jours) et du *ha'ab* (année solaire de 365 jours) ; c'est un cycle de 18 980 jours.

la période qu'ils quantifiaient. Pour être tout à fait du type des numérations de position, il ne manquait, à la numération mésoaméricaine, que l'invention du chiffre zéro, dont le premier témoignage incontestable est maya et date du 4ème siècle après J.-C..

2.- Performante et largement diffusée, la numération mésoaméricaine sera néanmoins, dans les quelques siècles avant l'invention du zéro, modifiée par les scribes mayas. L'histoire de la notation des notions de dates et durées permet de reconstituer les principales étapes d'un développement maya original qui inclut la création des chiffres de style céphalomorphe, et, curieusement à une époque où elle semblerait inutile ou redondante, celle du système des glyphes de période, dont le principe commun aux Mésoaméricains est sans doute d'origine olmèque.

Il en résulte que les comptes longs mayas se présentent presque toujours sous la forme redondante qui consiste à préciser, pour chaque chiffre, l'unité qu'il détermine. La traduction maya du **7.16.6.16.18.** de Tres Zapotes est l'expression redondante **7-baktun 16-katun 6-tun 16-uinal 18-kin** qui calque les formes parlées (1-mille 7-cent 4-vingt 9-unité) des numérations du type *bien organisée* de Geneviève Guitel (1975) ou les formes écrites du type *articulation*. Pour ce type, l'ordre des monômes est redondant de l'indication des unités : **16-katun 6-tun** = **6-tun 16-katun** ; et l'unicité du rapport des unités du système n'est pas nécessaire à la compréhension : « 16 francs 6 centimes », « 16 francs 6 sous » ou « 16 mois 6 jours 16 heures 6 minutes » sont des énoncés également faciles à entendre ou déchiffrer, bien que seul le premier respecte une progression décimale régulière.

Vigésimal comme les numérations (écrites ou parlées), et sémiotisé par un système de glyphes de période comprenant des signes simples et des signes composés, le système[10] maya des unités de mesure de temps comprend :

a) une unité principale, non composée, le **tun** qui est une année de 360 jours distincte de l'année solaire (le *ha'ab* de 365 jours) et de la 'semaine' religieuse (le *tzolkin* de 260 jours),

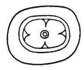
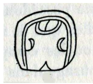
b) la suite ouverte des multiples du **tun**, pratiquement tous composés, en particulier les deux premiers (**katun** = 20 **tun** et **baktun** = 20 **katun** = 400 **tun**[11]), que l'on trouve systématiquement dans les séries initiales,

c) deux sous-unités, le **kin** 'jour' et le **uinal** 'mois de 20 jours', non composés et apparemment jamais utilisés comme base pour former des multiples :

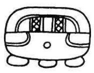
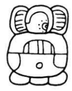
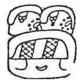
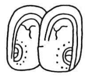
---

[10] Dont la grande systématicité a conduit les savants à prolonger par continuité la suite (encore assez mal déchiffrée) des noms des unités : **katun**, **baktun**, **pictun**, **calabtun**, etc.

[11] Exceptionnellement écrit PIC-ki (nom du nœud 8 000) dans le nombre de distance **5[kin]-11-uinal 19-tun 1-baktun** du le jeu de balle 3 (Caracol, Belize). Cette écriture pourrait-elle renvoyer à 8 000 **uinal** dans l'hypothèse d'une notation en virgule flottante dans laquelle le **tun** serait de 20 et non pas de 18 **uinal** ? Le plus grand nombre maya connu fut gravé sur la stèle 1 de Cobá (Quintana Roo, Mexique) : 25 chiffres commençant par des 13. C'est une durée de l'ordre de 13 x 20^{24} jours (200 quintillions).

 **kin** ‘jour’	 **uinal** ‘mois’

Sous-système

	x20 TUN	x400 TUN	
 **tun** ‘an’	 **katun**	 **baktun**  CAUAC dble	etc.

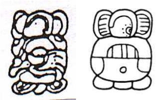
Système principal (ouvert)

Comme les chiffres, les glyphes de période furent développés en deux styles, normal et céphalomorphe. Dans les deux cas, ce sont des éléments graphiques atomiques (par ex. : **kin**, **uinal**, **tun**) ou construits.

 **kin**	 **uinal**	 **tun**	 **katun**	 **baktun**	 **pictun**	etc.

Style céphalomorphe

L’expression glyphique composée s’interprète comme une détermination dans laquelle le déterminé est une unité de temps (**tun**, par ex.) et où, en langue spécialisée du calcul, le déterminant est un opérateur multiplicatif réalisé par un ‘superfixe’ simple ou complexe.



Le superfixe est par exemple l’opérateur x20 attesté dans les deux styles (ci-contre) sous la forme d’un signe CAUAC encadré de deux ‘poissons’ placés comme des parenthèses. Le tout est le déterminant de lecture **ka(l)** du signe **tun**. La composition « syllabogramme **kal** + logogramme TUN » forme le signe composé **katun** ‘20 ans’ du premier multiple du **tun**. De même : l’opérateur x400 représenté par le CAUAC double, qui se superfixe au signe TUN pour former le glyphe **baktun**.

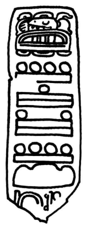
La détermination à valeur multiplicative de la formation des glyphes de période n’est pas de même nature que celle, plus spécialisée, des monômes qui entrent dans la composition des comptes longs. Le déterminant des monômes prend toutes, et rien que, les valeurs du paradigme [0, 19] des 20 chiffres de la numération, tandis que celui de la formation des glyphes de période est plus un qualificatif qu’un nombre précis ; ces qualificatifs forment un petit paradigme hétéroclite de termes comme ‘paquet’ ou ‘tas’ plus ou moins évocateurs d’une progression[12].

[12] Cf. en français l’adjectif gros ou le suffixe –on : **douzaine** ‘12’ > **grosse** (douzaine) ‘144 = douze douze’; **mille** > **million** ou **gros** (mille) ‘1 000 000 = mille mille’.

En résumé, chez les Mayas et plus généralement chez les Mésoaméricains, les grandes durées sont communément représentées par des formes qui entrelacent compositions (à valeur additive) et déterminations (à valeur multiplicative), et que l'on peut légitimement interpréter comme des monômes Σc_i ou $\Sigma c_i \underline{P_i}$. Par ex. : **13.0.0.0.0.** (sans glyphes P_i) chez les Olmèques, et **13-baktun 0-katun 0-tun 0-uinal 0-kin** (avec glyphes P_i) chez les Mayas.

3.- En terre maya, une grande durée comme le compte long d'une série initiale et les nombres de distance qui l'accompagnent sont toujours conceptualisés en logique vigésimale (polynomiale) et sémiotisés à l'aide de l'une ou l'autre des trois numérations écrites, historiquement attestées dans l'ordre suivant :

3.1.- La numération mésoaméricaine **sans glyphes de période** ni zéro du **7.16.6.16.18.** de Tres Zapotes et de quelques exemples mayas de la même époque, comme la stèle 5 d'Abaj Takalik (Guatemala). Rare au Classique sur les monuments mayas, la numération de disposition n'en est pas moins connue des scribes, y compris après les inventions du zéro et des glyphes de période, comme le prouve ci-contre le **9.11.12.9.0.** (**1 Ahau *8 Cumku*** ; 08/02/665) de la stèle 1 de Pestac (Chiapas, Mexique).



9.
11.
12.
9.
0.

3.2.- Les *numérations mayas* ***avec glyphes de période***, dont le système fut développé en deux temps et **avant** l'invention du zéro. On observe :

3.2.1.- d'abord une utilisation sporadique pour noter des durées 'rondes' (par ex. des fins de **katun**) comme l'inscription **8-baktun 4-katun** (**1 Ahau *8 Pop*** ; 16/07/120 ap. J.-C.) de la plaque dite de Dumbarton Oaks, sur laquelle les comptes nuls de **tun**, **uinal** et **kin** sont simplement non marqués ;

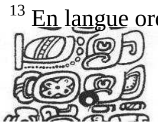
[8-] baktun

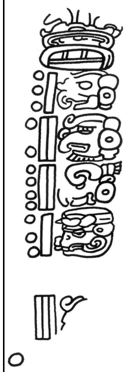
4-katun

3.2.2.- puis, toujours avant la notation du zéro, une utilisation systématique pour noter des durées 'complètes' (en nombre entier de jours **kin**), comme par exemple : la date/durée **8-baktun 12-katun 14-tun 8-uinal 15-kin** (**13 Men *3 Zip*** ; 08/09/292 apr. J.-C.) sur la stèle 29 de Tikal (Petén, Guatemala), ou la date/durée **8-baktun 14-katun 3-tun 1-uinal 12-kin** (**1 Eb *0 Yaxkin*** ; 16/09/320) gravée sur la plaque de Leyde ; plaque qui témoigne par ailleurs du premier zéro ordinal CHUM[13] des dates de l'année solaires (*ha'ab*) ; cette numération est du type articulation des numérations parlées bien organisées :

---

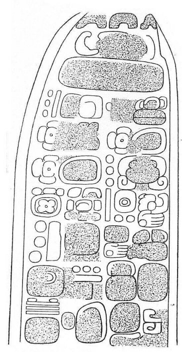
[13] En langue ordinaire CHUM signifie 'installation' / 'installer'. CHUM TUN-ni par ex. se traduit par 'installation de l'année'. La plaque de Leyde témoigne des deux usages de CHUM : 1ere occurrence = 'zéro (ordinal)' de ***0 Yaxkin*** (langue spécialisée) ; la seconde, en langue ordinaire, est le verbe 'monter sur le trône' (sujet = le roi représenté au verso).



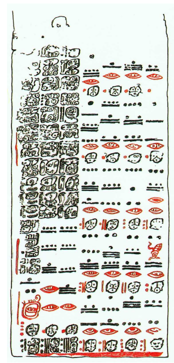
Plaque de Leyde		Stèle 29 de Tikal	
	8-**baktun** 14-**katun** 3-**tun** 1-**uinal** 12-**kin** ***0 Yaxkin*** [accèda]		8-**baktun** 12-**katun** 14-**tun** 8-**uinal** 15-**kin**

3.2.3.- quelques décennies plus tard, une numération ***avec zéro et glyphes de période***. C'est le zéro cardinal noté en toutes positions et en autant d'occurrences que nécessaire. Ce zéro en forme de 'fleur' est attesté en 3 occurrences finales à Uaxactún (Petén, Guatemala) sur les stèles 18 et 19 : **8-baktun 16-katun 0-tun 0-uinal 0-kin** (**3 Ahau** ***8 Kankin***; 03/02/357). Très vite, ce zéro cardinal présentera des variantes graphiques : en style céphalomorphe, par exemple, la mâchoire de la tête est couverte par une 'main de l'accomplissement'.

Cette numération redondante – avec périodes et zéros tous marqués – est la norme sur les monuments mayas du Classique. Par contre, elle est rarissime dans les codex où la norme sera la numération strictement de position, avec zéro et sans glyphes de période.

Stèle 18	Dresde p. 69	Zéro cardinal
	 **15-katun** **9-tun** **4-uinal** **4-kin**	 'main'  'miroir'  'fleur'

3.3.- La numération maya avec zéro et sans glyphes de période est formellement attestée au Postclassique par les codex où zéro a souvent la forme d'un couteau ; mais cette numération fut sans doute toujours utilisée au jour le jour comme le moyen pratique et rapide de calculer sur les supports 'légers' comme le papier d'écorce.



C'est une numération strictement de position, qui note les nombres comme des suites de chiffres dont seule la position marque et définit la valeur des périodes que ces chiffres déterminent. Par exemple, ci-contre, le nombre **9.9.9.16.0.** du *Dresdensis* (p. 24) est le correspondant d'un **9-baktun 9-katun 9-tun 16-uinal 0-kin** des monuments ou d'un **1 Ahau *18 Kayab*** du Calendrier Rituel.

4.- Pour des raisons qui restent obscures, les Mayas divisèrent l'année **tun** en 18 **uinal** 'mois de vingt jours'. Le **tun** est donc une année de 360 jours, et non pas de 400 jours comme le voudrait la logique vigésimale du système.

Que 360 soit aussi la mesure d'une unité importante chez les astronomes babyloniens suggère une motivation par les contraintes arithmétiques du calcul astronomique en base 20 ou 60, et/ou la capacité de discriminer les plus petites distances angulaires sur la sphère céleste ou le cercle du Zodiaque.

Dans cet ordre d'idées, on constate que le choix d'un étalon de temps de 360 jours est un excellent compromis pour qui jongle avec une panoplie de cycles et d'années de durées entières différentes et incommensurables entre elles. Avec ses vingt-quatre diviseurs, la valeur 360 est en effet bien placée[14] pour approximer (à moins de 2 % près) et convertir entre elles les principales durées utilisées par les astronomes de l'Antiquité : des années lunaires de 354 jours (12 lunaisons de 29 ou 30 jours), des années zodiacales de 360 jours chez les Egyptiens et de 364 jours (13 constellations de 28 jours) chez les Mayas, des années solaires de 365 jours[15] ; des cycles dont les durées sont encore encadrées, pour les scribes mayas, par 260 (*tzolkin*) et 584 (révolution synodique de Vénus).

Particulièrement nombreux dans les codex, les nombres à *n* chiffres et sans glyphes de période servaient à noter : les séries initiales, les dates en Compte Long, les nombres de distance, ou encore les termes d'une progression (multiples d'un nombre, par ex. : 65, 91, 2920) ; ces multiples sont généralement rangés en tables qui, parfois, sont coupées par une ligne de non multiples[16].

---

[14] Diviseurs de 360 ($360 = 2^3.3^2.5$) : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 20, 24, 30, 36, 40, 45, 60, 72, 90, 120, 180, 360. Approximations : $260 << 354 < 360 < 364 < 365 << 584$; $360 = 354 + 6$; $360 = 364 - 4$; $360 = 365 - 5$.

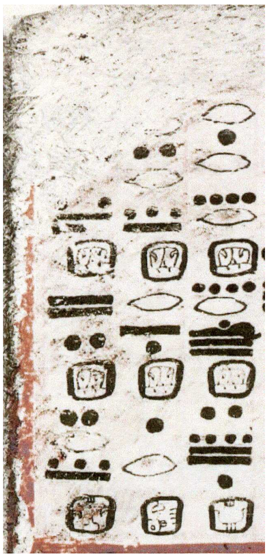
[15] Chez les Mayas : 18 **uinal** de 20 jours et une partie complémentaire de 5 jours, et, chez les Egyptiens, 12 mois de 30 jours et partie complémentaire de 5.

[16] En général, ces 'intrus' servent à corriger l'obsolescence inévitable des éphémérides (Cauty;1999) construites sur une approximation entière des cycles astronomiques.

5.- Plus que du « nombre-de », les tables de multiples relèvent du domaine du « nombre », et contiennent en tout cas les formes écrites mayas les plus abstraites et les plus techniques de cette notion numérique.

Dans les nombreuses tables parvenues jusqu'à nous, les items numériques représentent des durées associées à des dates. Le plus souvent, il s'agit de dates du *tzolkin* ou du Calendrier Rituel généralement repérées dans des cycles culturels (retour des **katun**, des nouvels ans, etc.) ou astronomiques (retour des phases de Vénus, des éclipses de Lune ou de Soleil, etc.).

Dans cet usage, les dates associées aux durées d'une table sont images les unes des autres par les translations définies par les multiples de la table considérée : date $\alpha_1 X_1$ $[\beta_1 Y_1]$ + durée T_m = date $\alpha_2 X_2[\beta_2 Y_2]$. Très fréquemment, l'image finit par se fixer sur une date particulière. Par ex. un **4 Akbal** dans le codex de Dresde :



Dresde 61a

? 364x60	? 0. 2. 0. 8. 364x40	? 0. 1. 0. 4. 0. 364x20
Akbal	**Akbal**	**Akbal**
10. [10.] 2. [2.] [0.] 364x10	0. [5.] 5. [1.] 1. [0.] 364x5	4. 0. 16. 364x4
Akbal	**Akbal**	**Akbal**
2. 0. 8. 364x2 (91 x 8)	1. [1.] 0. [0.] [4.] 364 (91 x 4)	2. 14. 1. 91 x 11
Chuen	**Manik**	**Kan**

Ce fait tend à montrer que les scribes cherchaient systématiquement les invariants des opérateurs de translation, et qu'ils travaillaient les nombres en tant qu'instruments d'appréhension des propriétés des translations temporelles.

On trouve encore quelques emplois de formes abstraites, sans indication de la mesure ou de la nature des référents qu'elles quantifient. C'est le cas, dans les almanachs divinatoires, des petites translations où seul le choix de la couleur de l'encre permet au scribe et à son lecteur de distinguer dates et durées[17].

---

[17] Dans les almanachs (§6), les équations « date $\alpha_1[X_1]$ + durée T = date $\alpha_2[X_2]$ » sont des suites alternées de chiffres : des rangs α (sans jour X) et des nombres T (sans unités P). La couleur est le trait distinctif : **α** rouge pour les dates, **T** noir pour les durées.

C’est aussi le cas, en logique ordinale, de la notation des rangs α des jours du *tzolkin* ou des rangs β des jours du *ha’ab*. Il est intéressant de noter que ces deux cycles, le premier allant de 1 à 13, et le second de 0 à 19 (à 4 pour ***Uayeb***), traitent différemment leur élément distingué, à savoir leur point de départ/arrivée : respectivement comme une fin (le 13 du *tzolkin*) ou comme un début (le *0* du *ha’ab*). Pour le *ha’ab*, il s’agit du zéro ordinal (CHUM) dont la forme dérive du glyphe de l’intronisation dont la plus ancienne attestation remonte à la plaque de Leyde ; ce zéro est le départ/arrivée du cycle (0,19), c’est un zéro ordinal prospectif qui ouvre le cycle (0,…, 19) (0…), et qui ne peut être confondu avec la variante du 20/0 rétrospectif qui ferme le cycle antérieur (…, 19) (20/0) (1, …).

6.- Les scribes n’ont pas toujours utilisé la numération du compte long. Les petites durées (inférieures à quelques vingtaines) ne sont pas toujours écrites sous la forme polynomiale $\Sigma c_i(\underline{P_i})$ des numérations de position (sans glyphes de période) ou de disposition (avec glyphes de période). Pour ces petites durées, les scribes mayas utilisaient une numération du même type répétitif et additif que la numération [18] en chiffres des Romains, des Égyptiens ou des Aztèques.

La numération maya ‘à la romaine’ comporte une règle (juxtaposition à valeur additive) et trois ‘chiffres’ :

a) le *point* de valeur ‘un’ pouvant être répété jusqu’à quatre[19] occurrences,

b) la *barre* ‘cinq’ répétée jusqu’à 3 fois,

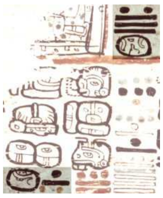
c) le *logogramme* KAL, UINAL ou UINIC de valeur ‘vingt’ qui présente deux formes (vingt ‘lunaire’ VL ou vingt ‘primate’ VP), et que l’on ne trouve répété que dans certains documents.

Comme nous l’avons vu la numération additive est attestée sur les monuments du classique pour noter la durée des lunaisons. Elle est aussi attestée dans les codex pour noter le pas des déplacements dans les almanachs divinatoires, et parfois pour préciser le (petit) nombre d’offrandes prescrites.

Par ex. la 2ème ligne de l’almanach du codex de Dresde (p. 2c) est la suite : (**13 Ahau**, **28**, **2**, **24**, **13**). Elle se lit : **13 Ahau** [+] **28 [=] 2** [**Lamat**] [+] **24** [=] **13** [**Eb**], et signifie qu’en partant d’un **13 Ahau**, on arrive en **28** jours à un **2** [**Lamat**], d’où, en **24** jours, on arrive à **13** [**Eb**]. Les durées 28 et 24 sont écrites en numération additive avec un signe 20 de style ‘vingt lunaire’ :

[18] Outre ces petits ‘nombres de’, le système répétitivo-additif note les chiffres de {0, 19} et les rangs de (0, 19).

[19] Jusqu’à dix-neuf chez les voisins (Aztèques notamment) qui n’utilisèrent pratiquement pas la barre de valeur cinq.



17 **VP** ‘37’ ‘26’ **VL 6**

Le codex de Paris (ci-contre, p. 18) utilise les deux formes du vingt, et semble préférer le vingt ‘primate’ en position de second argument. Il peut être répété pour transcrire la valeur 40.

Dans les légendes de l’iconographie ou le texte des pronostics des codex, on trouve quelques exemples de nombres formés additivement qui désignent des quantités d’offrandes à faire au cours de tel ou tel rituel comme par ex. le retour de l’année solaire *ha’ab* avec son changement de porteur.

Madrid p. 78

C’est dans le codex de Madrid que l’on trouve le plus d’exemples de répétition du chiffre 20 : pour des durées allant jusqu’à 97 jours, et des offrandes jusqu’à 400 (vingt occurrences du signe du vingt ‘primate’). Contrairement à la numération aztèque, la numération additive maya ne comporte pas de signe pour 400 ni, *a fortiori*, pour 8 000 : son usage reste limité aux petits nombres.

7.- La sémiotisation des dates/durées est particulièrement redondante, en particulier chez les Mayas, puisque toute date, le **4 Ahau** ***8 Cumku*** du calendrier rituel, par exemple, est toujours traduisible (et souvent effectivement traduite) en son équivalent en compte long **13.0.0.0.0**., lui-même écrit avec l’indication redondante des unités de temps : **13-<u>baktun</u> 0-<u>katun</u> 0-<u>tun</u> 0-<u>uinal</u> 0-<u>kin</u>**.

Comme partout, la redondance permet de détecter les erreurs, mais chez les Mayas elle permet en plus, très systématiquement[20], de les corriger. Cette propriété résulte de l’usage combiné du calendrier rituel (dont les dates portent 4 informations) et du compte long, mais surtout du fait que le compte long fournit une sorte de date absolue. C’est une originale propriété dont ne dispose pas le calendrier grégorien.

Quand nous disons « mercredi 1er août 2007 », le millésime 2007 indique la durée écoulée depuis un instant origine jusqu’au jour daté « mercredi 1er août », c’est-à-dire placé dans 3 cycles différents : (dimanche, lundi, etc., samedi), (janvier, février, etc. décembre), et le cycle des quantièmes dans des mois de longueur variable (1, 2, etc., 28/29/30/31).

Il en va de même quand un maya dit « **9.11.12.9.0. 1 Ahau** ***8 Cumku*** ». Le compte long indique la durée écoulée depuis un instant origine jusqu’au jour daté « **1 Ahau** ***8 Cumku*** » c’est-à-dire placé dans 4 cycles différents : le cycle (**1**, **2**, etc., **13**) des rangs des jours *tzolkin*, le cycle (**Imix**, **Ik** ; etc. **Ahau**) des noms *tzolkin*, le cycle des noms de mois de l’année *ha’ab* (***Pop***, ***Uo***, etc., ***Cumku***), et le cycle (**0**, **1**, etc., **19**) des quantièmes des mois de 20 jours, ou le cycle (**0, 1,** etc **, 4**) des quantièmes de la période ***Uayeb***. Ces quatre cycles peuvent être ramenés à deux : la « semaine » *tzolkin* de 260 jours, et l’ « année des saisons » *ha’ab* de 365 jours, et une date CR au couple des rangs (γ, δ) dans ces deux cycles.

---

[20] Aussi efficacement que les turbocodes à fonction d’entrelacement des ingénieurs de la communication (Berrou et Glavieux, 1996).

Comme le prouve notre incapacité à détecter/corriger les erreurs en calendrier grégorien ou à résoudre sans machine des problèmes simples de calendrier (jour de la semaine d'une date du passé, distance entre deux dates), la ressemblance « calendrier grégorien + compte décimal en années » = « calendrier rituel + compte vigésimal en jours » est illusoire. Pour plusieurs raisons.

D'abord, parce que nos millésimes sont des compteurs d'années, tandis que les comptes longs sont des compteurs de jours, 365 fois plus discriminants. Ensuite, parce que les systèmes mayas sont systématiquement vigésimaux comme les numérations parlées ou écrites.

Mais surtout, parce que les périodes du calendrier maya – de type culturel ou arithmétique, plutôt que de type naturel ou astronomique – sont rigoureusement invariables : les treizaines sont toujours de 13 **kin**, les vingtaines de 20 **kin**, le *tzolkin* de 260 **kin**, le **tun** de 360 **kin**, le zodiaque de 364 **kin**, et le *ha'ab* de 365 **kin**… A part les semaines de 7 jours, les unités ou périodes du système grégorien sont incommensurables entre elles et ont des durées variables : les mois vont dans le désordre de 28 à 31 jours, les trimestres et les saisons ne sont pas dénombrées, des conventions complexes font alterner des années de 365 et de 366 jours.

Ces variations rendent les unités de temps grégoriennes pratiquement inaptes à servir d'étalon de mesure. Autant mesurer les longueurs avec un élastique. De ce fait, les Mayas (et pas les Occidentaux) furent sans doute le premier peuple de l'Antiquité à avoir inventé, développé, utilisé et conservé un système de datation *absolue* toujours en phase avec les calendriers[21] (*tzolkin*, *ha'ab* et CR).

La datation absolue en jours permit en tout cas aux scribes de résoudre, sans autre appareil arithmétique que des tables de multiples et des tableaux de dates invariantes, tous leurs problèmes de comput. Le système repose sur les principes suivants :

a) choix d'une horloge régulière (rotation de la Terre sur l'axe des pôles) pour marquer la plus petite division du système des unités de mesure de temps,

b) construction récurrente de cycles définis en nombre entier constant de jours,

c) choix d'une raison identique pour progresser systématiquement d'une unité à la suivante : la raison vingt des numérations (parlée et écrite) est aussi la raison vingt du système des glyphes de période.

Du point de vue cognitif, les qualités du système permirent aux calculateurs mayas de développer des habitus nécessaires à la production de certains théorèmes. Et vice-versa. Notons en particulier :

a) l'habitus de privilégier la distinction mythico-religieuse *tzolkin* des 20 treizaines de jours

[21] Quelques exemples très tardifs de date ne respectent plus les canons du comput classique. Il semblerait que les scribes tentaient alors de résoudre le problème de l'obsolescence des calendriers que pose l'absence du mécanisme de la bissextilité. C'est là une autre recherche.

b) l'habitus de concevoir les grandes durées comme des nombres comportant une partie principale en **tun** et une partie complémentaire en **kin** et **uinal**, les deux parties étant reliées par la convention « 1 **tun** = 18 **uinal** »,

c) l'habitus de former des tables de multiples de toutes sortes de cycles et de produits de cycles, jusqu'à obtenir deux types de connaissances :

d) des ensembles de pas de translation laissant invariant tout ou partie d'une date $\boldsymbol{\alpha}\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}\boldsymbol{Y}$ du calendrier rituel,

e) des égalités-théorèmes du type « 73 *tzolkin* = 52 *ha'ab* » qui permettent de résoudre en nombre entier (de jours) les équations intervenant dans le comput maya.

Concluons ces premières thèses en disant que les zéros sont l'une des grandes originalités des mathématiques mayas. Au sens relativement banal où, au plus tard le 3 février 357, ils inventèrent le zéro des numérations de position, et, quelques décennies plus tôt, le 16 septembre 320, le zéro ordinal CHUM des dates du *ha'ab*. Mais aussi au sens mathématiquement plus profond où ils étudièrent l'ensemble des translations temporelles s'appliquant aux dates de toutes sortes de cycles et de produits de cycles.

Si l'on veut bien se rappeler que les scribes cherchaient les invariants des opérateurs de translation, et qu'ils rassemblaient dans des tables celles qui laissent une date invariante ou qui provoquent la même transformation de dates, alors on peut penser qu'ils développèrent une sorte d'arithmétique du groupe des translations opérant sur des ensembles de dates, eux-mêmes définis comme des produits d'une grande variété de cycles.

Dans cette arithmétique, l'application identique, c'est-à-dire toute translation de pas 0 (selon tel ou tel modulo), est aussi un zéro. Un concept abstrait ou profond de zéro, qui était aussi, pour les scribes familiers de la théologie maya, le signe polysémique d'un opérateur, vraisemblablement invisible au commun des mortels, annonciateur des changements des *porteurs de temps* que la tradition demandait de célébrer au moins depuis un siècle avant J.-C. dans le cas des quatre porteurs d'année.

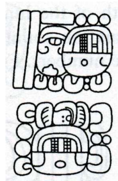
TROISIEMES THESES : DIVERSES REMARQUES

1.- Ordre des monômes

Sur les monuments publics mayas de l'époque classique, les grandes durées s'affichaient solennellement en numération avec glyphes de période et zéro. Bien que redondant dans ces conditions, l'ordre des monômes fut toujours respecté par les scribes, et les grandes durées furent présentées ordonnées et sous trois formes. La forme développée des séries initiales, la forme à l'ordre inversé des nombres de distance, et la forme abrégée des nombres de distance où certains glyphes de période sont affectés de deux coefficients :

a) la forme des séries initiales (habituelle sur les monuments, exceptionnelle dans les codex) dans laquelle, comme nous l'avons déjà observé, les monômes sont habituellement placés dans l'ordre décroissant des glyphes de période (des **baktun** aux **kin**),

Panneau 30

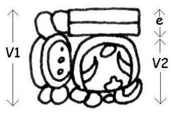


b) la forme des nombres de distance dans laquelle les monômes sont habituellement disposés dans l'ordre inverse,

c) la forme abrégée ci-contre, où un glyphe (**kin** par ex.) est sous-entendu et où son coefficient est porté par le suivant, lequel, de ce fait, porte deux coefficients : **10-[kin] 5-uinal 3-tun 2-katun** du panneau 30 (Yaxchilán) et **0-[kin] 0-uinal…** de la stèle N (Copán).

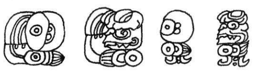
Stèle N

Dans la forme abrégée, la disposition relative des coefficients et du glyphe de période joue le rôle de parenthèses et permet d'identifier les coefficients respectifs de chacun des glyphes : le coefficient le plus étendu affecte le glyphe sous-entendu, et le coefficient moins étendu le glyphe effectivement écrit :



10.-uinal 0.-(kin)

11.-uinal 10.-(kin)



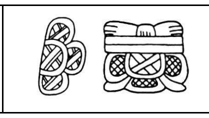
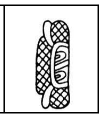
Ci-contre, des indicateurs de date postérieurs et antérieurs permettant de préciser le sens (direct ou rétrograde) dans lequel prendre une translation[22].

2.- Complexité du zéro maya

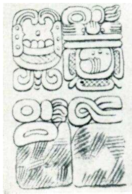
La thèse (Hoppan) selon laquelle les scribes distinguaient sans les confondre les points de vue direct et rétrograde, prospectif et rétrospectif, est bien attestée par les variantes graphiques des zéros tant en qualité de zéro ordinal que de zéro cardinal.

A l'époque classique, par exemple, les milieux de **katun** ou de leur moitié **lahuntun** étaient habituellement marqués par un glyphe combinant les signes T606/YM3 (TAN 'milieu') et T173/ZQ3 (LAM 'moitié') qui est une variante du zéro cardinal T173/ZQ4 en forme de fleur dont le pistil (et parfois aussi les pétales) portent les « bandes croisées » de valeur, selon le contexte : TAN, **ta**, ou K'AT 'croix, carrefour'.

[22] Dans les codex, le sens direct n'est pas marqué (ou marqué par un morphème zéro) ; et le signe du sens rétrograde des translations est un anneau (rouge) entourant généralement le dernier chiffre (en position **kin**).

TAN 'milieu'	LAM 'moitié'	Zéro
		

Stèle A



C'est le cas par ex. sur la stèle A de Copán (Honduras) où la combinaison T606/T173 indique **le milieu d'un lahuntun** (accomplissement d'un **hotun** '5 tun', en l'occurrence, du 3$^{\text{ème}}$ **hotun** du **katun**) en date **9.15.0.0.0.**

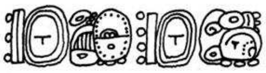
En d'autres termes, un glyphe de mi-période peut servir de variante du zéro. Plus précisément, du zéro cardinal considéré du point de vue rétrospectif, et exprimant l'accomplissement d'une moitié de la période. Dans ces cas, le glyphe renvoie aux cinq **tun** qui viennent de passer, et non pas aux cinq encore à venir. D'où :

a) Le fréquent et multiforme zéro (céphalomorphe, main devant volute et sur miroir, 'fleur', etc.) de la numération et de la notation des durées ; c'est le zéro CARDINAL *rétrospectif* (paquet de 20 accompli), le zéro de position des matheux,

b) le rarissime zéro de type MA' (renvoyant à la négation) de Dzibilnocac interprété comme du CARDINAL *prospectif* (paquet de 20 à accomplir),

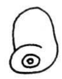
c) le fréquent zéro ordinal CHUM des dates du *ha'ab* interprété comme un zéro ORDINAL *prospectif* ,

d) l'insolite zéro ordinal TI'HA'B des relativement nombreuses variantes des premiers jours d'un mois de l'année solaire (*ha'ab*), les variantes ***20 (Y-1)*** des dates ***0 Y*** (zéro d'intronisation CHUM), que l'on interprète comme un zéro ordinal rétrospectif. Par ex. dans une inscription du Temple de la Croix (Palenque, Chiapas, Mexique) les variantes ***20 Mol*** (= ***0 Ch'en***) et ***0 Zac*** (= ***20 Yax***) sont inscrites dans 2 dates CR côte à côte : **13 Ik *20 Mol* 9 Ik *0 Zac*** :



20 Mol ***0 Zac***

Soit le tableau récapitulatif suivant :

	CARDINAL	ORDINAL
Rétrospectif		
Prospectif		

3.- Hypothèse courte et cycle de 13-UNITÉ

3.1.- Le coefficient des glyphes de période prend toutes les valeurs de [0, 19]. Ce fait est incontesté pour les périodes inférieures au **baktun** ; mais de rares exemples comme la stèle 1 de Cobá semblent le contredire, et suggèrent au contraire l'idée que le coefficient d'une UNITÉ (notation pour toute période égale ou supérieure au **baktun**) varierait dans [0, 13]. C'est l'hypothèse courte : « le coefficient du **baktun** (plus généralement, d'une UNITÉ) est au plus égal à 13 ».

De fait, dans leur immense majorité, les grandes durées écrites par les Mayas sont équivalentes à des nombres à cinq chiffres, et même à des nombres à cinq chiffres dont le premier (coefficient de **baktun**) est un 9. (plus rarement : 7., 8., ou 10.). Cette statistique ne confirme par l'hypothèse courte parce que la distribution restreinte du coefficient de **baktun** est le reflet du fait que les scribes notaient les dates et durées relatives à leur propre histoire : la grande fréquence des Comptes Longs commençant par 9-**baktun** reflète seulement le fait qu'ils notaient des dates du plein essor de la civilisation maya. La rareté d'un coefficient de **baktun** plus grand que 10 (*a fortiori* que 13) ne confirme ni n'infirme l'hypothèse courte. Reste donc à savoir si les scribes ont restreint à [0, 13] le coefficient du **baktun** et de ses multiples.

Plusieurs contre-exemples prouvent que la réponse est non.

La stèle N de Copán (côté Est) porte le nombre de distance **0-(kin) 0-uinal 10-tun 19-katun 17-baktun 14-pictun** (**1 Ahau** ***8 Ch'en***) qui contredit deux fois l'hypothèse courte avec des coefficients plus grands que 13 : **17** du **baktun** et **14** du **pictun**.

La stèle 10 de Tikal porte la durée **1-kinchiltun 11-calabtun 19-pictun 9-baktun 3-katun 6-tun 2-uinal 0-kin** (**8 Manik** ***??***), dans laquelle le coefficient **19** du **pictun** est évidemment plus grand que **13**. Encore : **18-pictun** du Temple des Inscriptions (Palenque).

Stèle N (Copán)	Stèle 10 (Tikal)	Temple Inscriptions (Palenque)
 0-[kin] 0-uinal 10-tun 19-katun **17-baktun** **14-pictun**	 1-alautun ? 1-kinchiltun 11-calabtun **19-pictun** 9-baktun 3-katun 11-tun 2-uinal [?-kin]	 1-[kin] 12-uinal 1-tun 9-katun 2-baktun **18-pictun** 7-calabtun

D'où la conclusion que le système des unités de mesure de temps est, au moins à partir du **tun**, un système purement vigésimal : les glyphes de période sont déterminés par des coefficients numériques pouvant, comme les chiffres de la numération, parcourir tout l'intervalle [0, 19]. La remarque 5 montrera que cette systématicité fut étendue à la sous-unité **uinal** puisque, malgré la convention '1 **tun** égale 18 **uinal**', elle est parfois affectée d'un coefficient 18 ou 19.

3.2.- On sait par ailleurs que la durée **13.0.0.0.0.** est attestée comme étant le correspondant en Compte Long de la date **4 Ahau *8 Cumku*** de l'origine de la chronologie maya. Ce fait s'inscrit dans une théologie cyclique de créations/ destructions (notamment de l'humanité). Selon cette théologie, les scribes de l'antiquité maya croyaient vivre, comme leurs descendants actuels, au cours d'un cycle créationnel commencé un **4 Ahau *8 Cumku*** et fait pour durer 13-**baktun**[23].

Les thèses de théologie maya – le monde créé est un cycle[24] de 13-**baktun** commencé le **13.0.0.0.0. –** n'impliquent en rien que le système des unités de temps cesse, au passage du **baktun**, d'être vigésimal et commence à suivre une progression de raison 13. Pour un Maya, les cycles sont dédiés à des entités mythiques : par ex. les 9 seigneurs de l'inframonde, ou les porteurs d'année.


9 porte baktun

Une image traditionnelle présente ces entités comme des animés chargés du fardeau d'un cycle ; chaque porteur le garde le temps de la durée de son cycle, et, arrivé à son terme, passe le fardeau au porteur suivant. Ainsi passent les périodes ; les plus importantes d'entre elles donnent lieu à des célébrations (par ex. de fins de katun). Tout départ/arrivée de cycle est donc un moment solennel et risqué où le porteur chargé d'un cycle le transmet au porteur du cycle suivant ou supérieur.

La théologie maya nous invite ainsi à penser que le cycle des créations/ destructions de mondes ou d'humanités met en scène *n* porteurs en charge des créations (supposées être des cycles de **13-baktun**). Pourquoi ne pas choisir *n* = 13 ? Associé aux 13 cieux mayas, ce serait le pendant du 9 des inframondes. Suffisantes ou non, il y a donc des raisons culturelles susceptibles d'avoir motivé le choix du treize de **13-baktun** ou de **13.0.0.0.0.**. Quelles sont les propriétés arithmétiques de ces nombres ?

Du point de vue de l'arithmétique, **0.0.0.0.0.** et **13.0.0.0.0.** partagent le fait (de l'ordre ordinal des dates) de désigner un même jour *tzolkin*, et le fait (de l'ordre cardinal des durées) d'agir comme des zéros (éléments neutres de l'addition) dans les calculs modulo 260 (13 x 20). En d'autres termes, toute translation de pas multiple de **13-baktun** laisse invariantes les dates αX du *tzolkin* : toutes les créations tombent, par exemple, un **4 Ahau**.

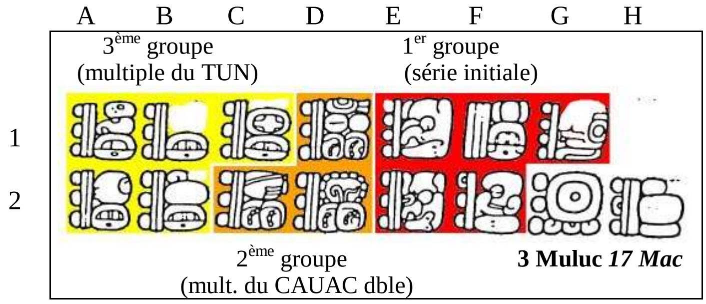
[23] Si l'on utilise 584 285 comme constante de corrélation, la création dans laquelle vécurent les scribes a commencé le 13 Août 3114 av. J.-C., elle durera 1 872 000 jours (5 125 ans), et s'achèvera prochainement, en principe le 23 décembre 2012, ouvrant ainsi le cycle de la nouvelle création qui nous dira quel nouvel homme sera l'héritier des hommes de maïs.

[24] Apparemment, les Mayas n'ont attribué ni glyphe ni nom propre à ce cycle particulier.

En tant que dates, les écritures **0.0.0.0.0.** et **4 Ahau [*8 Cumku*]** désignent le début d'une $n^{\text{ème}}$ création. Mais aussi la fin **13.0.0.0.0.** de la $(n\text{-}1)^{\text{ème}}$. Autrement dit, toutes ces écritures définissent des départ/arrivée, datés **4 Ahau,** de cycles créationnels de longueur **13-baktun**. Selon le point de vue adopté, prospectif ou rétrospectif, ces points distingués datés **4 Ahau** sont des fins (**13.0.0.0.0.)** ou des débuts (**0.0.0.0.0.)** de création. C'est un peu comme lorsqu'à minuit, on hésite entre 24 h et 0 h. Le choix 24 renvoie à l'identité 1 jour = 24 heures ; mais ne dit rien de la structure du système des unités temps. De même, **13.0.0.0.0.** montre seulement que le scribe croit qu'une création dure **13-baktun**; mais la théologie n'interdit pas de penser plus grand, par ex. des durées de **14** ou **19-pictun**.

C'est la propriété d'invariance des dates αX par translation de pas multiple de 13-UNITÉ. Elle résulte du fait que tout nombre de cette forme est divisible par 260 (13 et 20). La date religieuse d'un événement ne change pas si on ajoute une suite arbitraire de 13-UNITÉ devant son expression en Compte Long.

3.3.- L'exemple suivant (marche 7, escalier hiéroglyphique 2, Yaxchilán) tend à montrer que les scribes ont peut-être indûment généralisé cette propriété au cas des dates *βY* de l'année solaire :

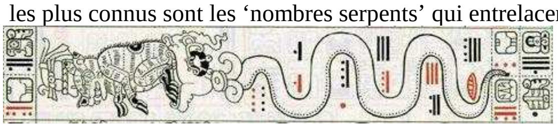


Rappelons que le texte se lit par bloc de deux colonnes, de gauche à droite et de haut en bas : A1, B1, A2, B2, C1, D1, C2, D2, etc. Cet exemple comporte :

a) une durée distribuée sur treize[25] unités de temps dont les noms, quand ils sont attribués, sont encore assez mal identifiés : **13-? 13-? 13-? 13-? 13-alautun 13-kinchiltun 13-calabtun 13-pictun 9-baktun 15-katun 13-tun 6-uinal 9-kin**,

---

[25] Les durées à plus de cinq chiffres sont rares. Outre ceux comme la stèle N, les exemples les plus connus sont les 'nombres serpents' qui entrelacent 2 équations. Ex. Dresde 62b :



9 Kan *12 Kayab*

+ 4.6.1.9.15.0. = 3 Kan *17 Uo*

+ 4.6.9.15.12.19. = 13 Akbal *1 Kankin*

b) la date **3 Muluc** du jour de l'année religieuse auquel cette immense durée fait parvenir en partant de la date origine **4 Ahau**,

c) la date ***17 Mac*** de l'année solaire (image par la translation **9.15.13.6.9.** de la date origine ***8 Cumku***).

Une analyse visuelle (dans le sens des périodes croissantes) conduit à placer les glyphes de période de cet exemple en trois groupes définis notamment par la forme de leur signe principal.

Le premier groupe **9-baktun 15-katun 13-tun 6-uinal 9-kin** est une série initiale comme il en existe des milliers sur les stèles et les monuments ; à l'exception du **katun** (représenté comme le multiple 20 × **tun**), aucun de ces signes de période n'est composé. Comme toujours, la série initiale est suivie de la date à laquelle elle fait parvenir, ici la date **3 Muluc** ***17 Mac*** du Calendrier Rituel.

Le deuxième groupe comprend trois périodes : le **pictun** et ses deux premiers multiples tous formés sur la base du signe du CAUAC double.

Le troisième groupe comprend cinq unités successives construites sur le logogramme TUN et caractérisées chacune par un 'superfixe' (noté de p_1 à p_5) ; le plus petit élément de ce groupe vaut, par sa position, 160 000 **baktun** (et donc 400 × 160 000 **tun)** ; le plus grand est encore 160 000 fois plus grand.

	A	B	C	D	E	F	G
1	**13.** **p_5.TUN** **20^{10}**	**13.** **p_4.TUN** **20^9**	**13.** **p_1.TUN** **20^6**	**13.** **×400.CC** **20^5**	**9.** **baktun** **20^2**	**15.** **×20.TUN** **20^1**	**9.** **kin** **20^{-2}**
2	**13.** **p_3.TUN** **20^8**	**13.** **p_2.TUN** **20^7**	**13.** **×20.CC** **20^4**	**13.** **CC** **20^3**	**13.** **tun** **20^0**	**6.** **uinal** **20^{-1}**	**3 Muluc**

Le calcul montre deux choses. D'une part, que la date **3 Muluc** ***17 Mac*** est la traduction en CR de la date **9-baktun 15-katun 13-tun 6-uinal 9-kin** en CL.

D'autre part, que la date *tzolkin* **3 Muluc**, et elle seulement, pourrait aussi s'écrire en compte long **13-UNITE 13-UNITE 13-UNITE 13-UNITE 13-alautun 13-kinchiltun 13-calabtun 13-pictun 9-baktun 15-katun 13-tun 6-uinal 9-kin** comme le montre le calcul :

4 Ahau + 13.13.13.13.13.13.13.13. 9.15.13.6.9. = 3 Muluc.

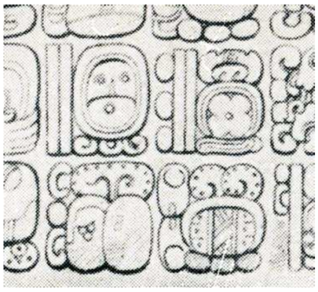
Il semble vraisemblable que le scribe n'a pas tenu compte des **13-UNITE** pour déterminer (ou vérifier) la date solaire ***17 Mac*** à laquelle la série devrait faire parvenir. Le scribe n'a peut-être pas pris en compte la composante *ha'ab* des dates manipulées, ou il a simplement étendu, sans en vérifier le bien-fondé, la propriété d'invariance des dates *tzolkin* par translation de pas 13-UNITE au cas des dates *ha'ab*.

3.4.- Pour en finir avec l'hypothèse courte, il suffit de monter, sans risquer le reproche d'ethnocentrisme, que les Mayas ont eux-mêmes inscrit la preuve qu'ils considéraient des **pictun** de 20 **baktun**, et non des **pictun** de 13 **baktun**.

La preuve se trouve dans quatre glyphes (C11, D11, C12 et D12) du panneau ouest du Temple des Inscriptions de Palenque : une date en CR, **10 Ahau *13 Yaxkin***, suivie de deux glyphes disant qu'à cette date 'un **pictun** sera révolu'. Il faut donc remonter dans le passé de tout juste un **pictun** et calculer la date atteinte dans deux hypothèses : 1) d'un **pictun** valant 20 **baktun** et 2) d'un **pictun** de 13 **baktun**.

Le calcul montre que c'est la translation d'un **pictun** de 20 **baktun** qui fait passer de l'origine sous-entendue **4 Ahau *8 Cumku***, à la date **10 Ahau *13 Yaxkin*** inscrite par le scribe[26].

Temple des Inscriptions



(dessin de Maudsley)

4.- Multiplication par 1a base et 'zéro opérateur'

4.1.- Geneviève Guitel (1975) hésite à admettre que les Mayas ont inventé une 'vraie' numération de position. Les arguments en faveur de la thèse d'une numération de position sont des faits : les scribes mayas ont inventé un glyphe zéro et ils l'ont toujours utilisé systématiquement. En toutes positions et en autant d'occurrences que nécessaire.

Les arguments en défaveur de la thèse se réduisent à l'idée qu'il aurait fallu supprimer l'irrégularité d'une année **tun** de 18 **uinal**, pour profiter pleinement de la propriété du zéro opérateur. Geneviève Guitel appelle *zéro opérateur*, la règle qui permet, en numération de position, d'obtenir l'écriture du produit d'un nombre N par la base b de la numération, simplement en ajoutant un zéro à l'écriture de N : 187 × 10 = 1 870. Pour Guitel, le zéro maya n'est pas un zéro opérateur ; en conséquence, la numération des codex n'est pas une pure numération de position.

Mais qu'en est-il vraiment de la propriété du zéro opérateur en numération maya ? Si l'on démontre que l'unité principale du système des unités de temps était le **tun**, alors le système maya était parfaitement vigésimal, et du coup le zéro maya est pleinement *opérateur*. L'objection s'écroule d'elle-même. C'est la thèse que nous défendons.

Accordons cependant aux 'adversaires' qu'il faut étudier le cas où l'unité principale du système des mesures de temps serait le **kin**.

Soit **N** = $\mathbf{c_0}$-**kin** + $\mathbf{c_1}$-**uinal** + $\mathbf{c_2}$-**tun** + $\mathbf{c_3}$-**katun**... un entier, **N** = $\mathbf{c_0, c_1, c_2, c_3, ...}$ son écriture, et soit **1.0. N** son produit par la base vingt.

Quelle est l'écriture **1.0. N** de ce produit ? Calculons en numération décimale.

---

[26] **10 Ahau *13 Yaxkin* – 1 pictun** (de **20 baktun**) **= 4 Ahau *8 Cumku*** ; tandis que **10 Ahau *13 Yaxkin* – 1 pictun** (de **13 baktun**) **= 4 Ahau *3 Yaxkin***. Remarquer par ailleurs, sur le même panneau, les notations : **14 baktun** (en J11) ou **18 pictun** (en F11).

Comme 400 $c_1 = 2 \times 20\ c_1 + 360\ c_1$, on a : $20\ N = 20 \times (c_0 + 2\ c_1) + 360 \times c_1 + 7\,200 \times c_2 + 144\,000 \times c_3 + ...$ D'où, en revenant à l'écriture vigésimale, la formule

$$\underline{\mathbf{1.0.\ N}} = \underline{\mathbf{0,\ c_0 + 2\ c_1\ ,\ c_2,\ c_3,\ ...}} \quad \text{(EV)}$$

On constate, comme c'est le cas en numération de position sans irrégularité, que l'écriture du produit **1.0. N** possède un chiffre de plus que celle de **N**, et que ce chiffre est un zéro. La seule différence, par rapport à une numération sans irrégularité, est que le chiffre maintenant en deuxième position n'est pas en général le premier chiffre c_0 de **N**, mais la combinaison ($c_0 + 2c_1$). Que faut-il en penser ? Distinguons les cas selon que la règle s'applique ou non :

Cas 1. Le chiffre c_1 de **N** est nul. Il en résulte que $c_0 + 2\ c_1 = c_0$. Le zéro maya est, dans ce cas, un zéro opérateur au sens le plus strict de la définition de Geneviève Guitel ($\underline{1.0.\ N} = \underline{N\ 0}$).

Cas 2. Le chiffre c_1 de **N** n'est pas nul. Dans ce cas, l'écriture de **1.0. N** est donnée par la formule générale (EV). A partir du deuxième chiffre, des transformations sont à effectuer (phénomène de la 'retenue') chaque fois que la valeur de $c_0 + 2\ c_1$ est supérieur à 18. Distinguons les cas.

Cas 2a. Supposons $c_0 + 2\ c_1 < 18.$: seul le dernier chiffre de N est modifié et remplacé par la somme de ce chiffre et du double du suivant. Moyennant cette convention, le zéro maya pourrait être dit ***quasi-opérateur***. On obtient l'écriture du produit de N par la base : en ajoutant un zéro à l'écriture de N et en modifiant seulement le dernier chiffre de N qui est remplacé dans l'écriture du produit par la somme $c_0 + 2\ c_1$: $\underline{\mathbf{1.0.\ N}} = \underline{\mathbf{0,\ c_0 + 2\ c_1\ ,\ c_2,\ c_3,\ ...}}$.

Cas 2b. Supposons $c_0 + 2\ c_1 \in$ [18., 2.13.] ou $c_0 + 2\ c_1 \in$ [19., 2.17.] (53 et 57 sont les maxima de $c_0 + 2\ c_1$). Le produit **1.0. N** s'écrit toujours selon la formule (EV), mais le deuxième chiffre est strictement plus grand que 17.

S'il est juste égal à 18 ou à 19, les documents montrent que les Mayas pouvaient le conserver tel quel et ne pas le transformer en appliquant la règle 18.0. = 1.0.0. (c'est le phénomène des « variantes systématiques » que nous présenterons dans la remarque suivante). Dans ces deux cas, le zéro maya est encore ***quasi-opérateur***.

Cas 2c. Dans les cas qui restent, il faut effectuer des transformations de chiffres, comme dans le calcul en heures minutes et secondes, et comme le font plus généralement tous ceux qui n'utilisent pas le système métrique[27]. C'est le

[27] Nous-mêmes n'utilisons pas de système décimal de mesure de temps (jour, déca-jour, hecto-jour, kilo-jour…), et notre façon de mesurer (en jour, heure, minute, seconde ; ou en jour, semaine, mois, trimestres, années…) n'implique pas que notre numération décimale ne soit pas strictement positionnelle avec un zéro opérateur : notre numération est décimale, nos mesures de temps (et d'angle) sont (partiellement) sexagésimales.

phénomène de la ‘retenue’ dont on sait qu’il se propage plus ou moins loin et de chiffre en chiffre. Voici quelques exemples de ces autres cas où une ‘retenue’ intervient et propage les nécessaires transformations de chiffres. C’est le cas le plus ‘défavorable’ :

2.7.4 x 1.0.	=	2.7.18.0.	=	**2.8.0.0.**	car	18 **uinal** = 1 **tun** 0 **uinal**
2.7.5. x 1.0.	=	2.7.19.0.	=	**2.8.1.0.**		19 **uinal** = 1 **tun** 1 **uinal**
1.17.19. x 1.0.	=	1.17.53.0.	=	**1.19.17.0.**		53 **uinal** = 2 **tun** 17 **uinal**
1.19.19. x 1.0.	=	1.19.57.0.	=	**2.2.3.0.**		57 **uinal** = 3 **tun** 3 **uinal**

4.2.- D’où notre conclusion :

a) chez les Mayas, dans la convention où, le **tun** est l’unité principale du système des mesures de temps, le zéro jouit de la propriété dite *zéro opérateur* au sens de la définition de Geneviève Guitel,

b) en adoptant le **kin** comme unité principale[28], le zéro maya devient seulement *quasi-opérateur* au sens de la règle (EV) qui fait passer de l’écriture d’un entier N à celle de son produit par vingt :

$$\mathbf{1.0.\ N = 0,\ c_0 + 2\ c_1\ ,\ c_2,\ c_3,\ ...} \quad \text{(EV)}$$

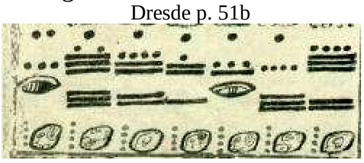
5.- Variantes systématiques

5.1.- Il nous est naturel de convertir 24 heures en 1 jour, et vice-versa. Pour un Maya, de convertir 18 mois en 1 année, ou 19 mois en 1 année et 1 mois :

18. uinal = 18.0. kin = 1.0.0. kin ; **19. uinal = 19.0. kin = 1.1.0. kin.**

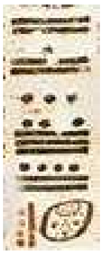
La convention « 1 **tun** = 18 **uinal** » produit des variantes. Des variantes ‘systématiques’ découlant du caractère vigésimal du système des unités de temps, lequel offre la possibilité de convertir ou non les 18 ou 19 **uinal** en **tun**. Tout nombre de la forme « c_0-kin + **18-uinal** + **c_2-tun** + c_3-katun + ... » peut s’écrire « c_0-kin + **0-uinal** + **(1+ c_2)-tun** + c_3-katun + **...** », et de même pour un nombre « c_0-kin + **19-uinal** + **c_2-tun** + c_3-katun + ... ». Relativement rares, les variantes systématiques (avec coefficient **18**. ou **19**. devant **uinal**) sont dites ‘irrégulières’ et considérées comme des ‘écarts (relatifs à une norme)’.

Dresde p. 51b



Une variante systématique se présente par ex., en page 51b, dans la table des multiples de 65. Le nombre 390 (6 x 65) est écrit **19.10.**, et ceci entre les deux multiples qui l’encadrent **1.4.15.** (7 x 65) et **16.5.** (5 x 65 que l’on trouve page 52b).

[28] Cette option ethnocentrique contredit les faits épistémologiques et épigraphiques : les signes des périodes ne sont pas composés sur le **kin** ou le **uinal**, mais sur le **tun** (ou l’un de ses multiples) ; et le déchiffrement du glyphe introducteur des séries initiales dit que sont comptés les **tun** (parfois les **katun**, jamais les **kin**).



En page 49, la durée [**10.11.4.1.14.**] qui conduit à **9 Hix** (***7 Zip***) fut écrite **10.11.3.19.14.** avec un coefficient **19**. en position de **uinal**.

Comment interpréter la présence des variantes systématiques ? Soit, comme dans l'exemple précédent, la variante 'irrégulière' **19.10.** attestée dans une table là où la forme standard **1.1.10.** serait attendue. Comment la forme **19.10.** du sixième multiple de **3.5.** '65' est-elle effectivement apparue à cet endroit sous la plume d'un scribe. Nous n'avons aucun témoignage (historique ou ethnologique) montrant les procédures de fabrication (ou de contrôle) des tables de multiples.

5.2.- Une méthode permet de dépasser le simple constat de l'absence de témoignages. Elle consiste à refaire aujourd'hui les gestes du scribe jusqu'à obtenir le même objet ; à savoir, une table de multiples comprenant beaucoup de formes standard et de rares variantes systématiques. Mettant en œuvre diverses simulations expérimentales, on fait apparaître des stratégies possibles[29]. Par exemple, dans la recherche du 6ème multiple de 65, on peut :

- effectuer la somme **3.5. + 16.5.** (65+5×65),
- faire deux fois **9.15**. (2 fois 3×65),
- faire trois fois **6.10.** (3 fois 2×65),
- doubler la somme de **3.5.** et **6.10.** (doubler 65+2×65), etc.

Les stratégies évoquées ne font appel qu'à des opérations simples (addition, duplication, triplication). On peut donc supposer que les auteurs des tables du codex de Dresde, et, plus généralement, tous les scribes mayas, maîtrisaient ces opérations et ces stratégies.

Quoi qu'il en soit des capacités arithmétiques des scribes, la méthode par simulations montre que les stratégies conduisant au multiple cherché peuvent être distinguées par leur propension à induire le scribe à opter ou non pour la forme standard. En effectuant, par exemple, la somme **3.5. + 16.5. = 19.10.**, on obtient immédiatement la variante systématique qui, par définition, est légitime et peut rester en l'état. Par contre, en doublant le troisième multiple **9.15.**, on est conduit à penser ou à écrire : **2 × 9.15. = 18.30.**; c'est-à-dire à un résultat que l'usage n'autorise pas d'écrire. Cette proscription amène le scribe à transformer **18.30.** en **19.10.**

Mais cette façon d'arriver à **19.10.** se distingue de la précédente parce qu'elle ne donne pas directement une forme acceptable (**19.10.**) : elle fait passer par un intermédiaire (**18.30.**) inacceptable parce qu'il contient un chiffre plus grand que vingt. Le **30.** inacceptable doit impérativement être transformé : **30.** = **1.10.**.

Or, le passage par une transformation obligatoire devient un déclencheur des mécanismes de transformation. Certaines stratégies rendent prégnantes ces

[29] Que l'on pourrait alors comparer aux stratégies de calcul mises en œuvre par les sages des communautés amérindiennes d'aujourd'hui dans des épreuves de résolution de problème de calendrier.

mécanismes, et poussent à continuer, machinalement, à transformer tout résultat intermédiaire. Dans ces cas[30], le scribe arrive à la forme standard **1.1.10.** parce que la règle de transformation *qui a été déclenchée impérativement une première fois,* se transforme en déclencheur de la seconde transformation, celle de **19.** en **1.1.**, laquelle fournit finalement l'écriture **1.1.10.** (non attestée à cet endroit de la table).

D'où la conjecture d'existence de techniques de calcul rapide (mental ou écrit). L'écriture la plus fréquente (celle qui n'autorise pas les variantes où **18.** et **19.** sont laissés sans transformation en position de coefficient du **uinal**) serait la trace de techniques de calcul rapide comme celles dont on vient de voir qu'elles rendent prégnant l'habitus de transformer en cascade les résultats intermédiaires, jusqu'à ne laisser subsister aucun chiffre supérieur à **18** en position de coefficient de **uinal**.

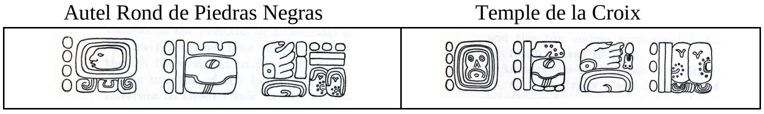
6.- Notations abrégées

6.1.- L'invention des glyphes de période revient à écrire les durées comme des polynômes $\Sigma c_i\underline{P}_i$ (en numération de type 'Articulation'). Quand le compte de l'une des unités est nul, la façon la plus courante, la mieux attestée et la plus simple d'exprimer le monôme $c_i\underline{P}_i$ correspondant n'est pas d'inventer le signe zéro, mais tout simplement de ne pas écrire (ou prononcer) ce monôme. Ainsi, après l'invention des glyphes de période et du zéro de position, les monômes de la forme 0-période sont devenus redondants. Surtout en fin de nombre, il est plus économique de ne pas les écrire.

Le premier exemple maya connu est le **8-baktun 4-katun** de la pendeloque de Dumbarton Oaks (15/07/120). Ce nombre fut écrit à une époque où le système des glyphes de période n'était pas totalement achevé. Plus tard, malgré cette antique pratique particulièrement économique, les Mayas inventèrent le zéro, et ils développèrent le nouvel habitus de noter systématiquement toutes les périodes même coefficientées par zéro.

Mais comme il nous arrive à l'occasion d'écrire 19 au lieu de 1900, les scribes ont aussi développé des formes plus concises. Sans zéros redondants. Par ex., la date origine – **13-baktun 0-katun 0-tun 0-uinal 0-kin** ; **4 Ahau** ***8 Cumku*** – fut notée : **4 Ahau** ***8 Cumku*** **FIN DU 13-baktun** sur l'autel rond de Piedras Negras (Petén, Guatemala) ou le Temple de la Croix de Palenque (Chiapas, Mexique) :

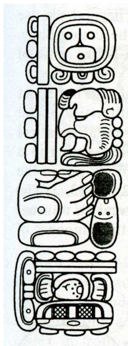
Autel Rond de Piedras Negras   Temple de la Croix



Les exemples de telles notations concises sont souvent des fins de **katun** (ou de ses quarts de 5, 10, ou 15 **tun**). En Compte Long, les fins de **katun** se terminent par trois zéros, ce qui permet les abréviations du type précédent.

[30] On observe par exemple le même passage par l'intermédiaire **18.30.** en simulant un scribe qui détermine le sixième multiplie de **3.5.** par un calcul mental de la somme des produits six fois **3.** et six fois **5.**.

6.2.- Par ailleurs, l'époque classique maya s'est déroulée, pour l'essentiel, dans le **9ème** **baktun**[31]. Pendant tout ce cycle, long d'un peu plus de 394 ans, les dates vont s'écrire avec le même chiffre neuf en première position. Evidemment, ce **9** reste constant pendant tout le déroulement du neuvième **baktun**.



Piedras N.

Constant + connu de tous = Non informatif. Ainsi, de même que nous écrivons seulement 07 pour noter l'année 2007, en sous-entendant le 20 initial connu de tous, les scribes prirent-ils l'habitude de sous-entendre le **9-baktun** initial. Dans cette convention, les dates de fins de **katun** ont seulement un chiffre significatif, le coefficient $\mathbf{c_3}$ du **katun**. La raison en est simple : non informatif, le monôme **9-baktun** n'est pas marqué ; et, pour avoir un coefficient nul, les monômes en **tun**, **uinal** et **kin** ne le sont pas non plus.

Les scribes firent grand usage de cette possibilité d'abréger les dates de fins de **katun**. D'où les nombreux exemples de la forme **αX*βY* FIN DU** $\mathbf{c_3}$**ème** **katun**.

Sur la stèle 3 de Piedras Negras (Petén,Guatemala), la date[32] 9-**baktun** 14-**katun** 0-**tun** 0-**uinal** 0-**kin** **6 Ahau** ***13 Muan*** (05/12/711) fut notée: **6 Ahau *13 Muan* FIN DU 14-katun**.

Plus tard, dans le Yucatán et la littérature maya en alphabet latin (*Chilam Balam* par ex.), les dates abrégées furent notées un peu autrement : au lieu de distinguer les **katun** par leur coefficient numérique $\mathbf{c_3}$, le scribe les distingue par une autre caractéristique. La date religieuse **ωX** du dernier jour du **katun**, qui est toujours un jour **Ahau**. Finalement, au Postclassique, l'écriture abrégée des fins de **katun**[33] est « **αX *βY*** [**katun**] **ω Ahau** ».

Il existe des cas où les deux types d'abréviation sont utilisés conjointement : par ex. sur l'autel 27 de Caracol (Belize), le centre de l'inscription circulaire est occupé par un énorme **12 Ahau**, c'est-à-dire par la forme **ω Ahau** du **katun** noté **FIN DU 11ème** **katun** dans le texte qui entoure cette forme religieuse.

7.- Variante 20 (Y-1) de 0 Y

7.1.- Nous avons rapidement signalé des exemples de substituts occasionnels ou de variantes habituelles qui suggèrent, voire démontrent, la dualité de la notion/ notation correspondant à l'élément distingué de n'importe quel cycle : son point de départ/arrivée. Cette dualité éclaire la polyvalence de certains glyphes, et nous aide

---

[31] Précisément : du **9.0.0.0.0.** = 11/12/435 au **9.19.19.17.19.** = 14/03/830. La dernière stèle connue, **10-baktun 4-katun 0-tun 0-uinal 0-kin**, fut érigée en 909 (stèle 10 de Tonina).

[32] Date déjà rencontrée sur la stèle 5 de Pixoy, sous la forme exceptionnelle : **9-baktun 13-katun 20-tun 18-uinal 20-kin 6 Ahau *13 Muan***.

[33] L'ensemble des dates abrégées possibles est un cycle de treize **katun** (256 ans), que l'un des premiers évêques de Mérida, Diego de Landa, appelait *Gira de los Katunes* 'Roue des katuns'. Ce cycle a bien évidemment servi de calendrier ; il était en usage dans le Yucatan à l'époque des premiers contacts avec les Espagnols.

à comprendre pourquoi les inscriptions peuvent conduire l'épigraphiste à transcrire ZÉRO par VINGT et vice-versa.

Elle aide aussi à entrevoir la spécificité culturelle des manières d'articuler conceptualisation et sémiotisation des couples : point/intervalle, ordinal/cardinal, dates/durées, zéro/vingt, départ/arrivée, etc., voire infra/supra mondes.

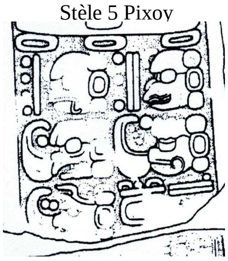
Grâce aux variantes du type ***0 Zac = 20 Yax***, par ex. le premier jour ***0 Y*** des mois du *ha'ab* (écriture dans laquelle un glyphe d'intronisation, CHUM, note le rang ***0***) peut s'interpréter comme un jour ***20***, surabondant du mois ***(Y-1)*** précédent (où un glyphe d'accomplissement, TI'HA'B, note le rang 20).

7.2.- Ce basculement d'un point de vue prospectif à un point de vue rétrospectif est caractéristique des formes protractives de la numération parlée (que l'on peut décrire comme une numération ordinale en vision d'antériorité rétrograde) permet de déchiffrer la fort rare façon dont le scribe a écrit la série initiale de la stèle 5 de Pixoy en jouant sur l'ambivalence ZERO/VINGT.

Dans cette série initiale, le glyphe lunaire[34], G, tient lieu de déterminant des glyphes de période **<u>kin</u>**, **<u>uinal</u>** et **<u>tun</u>**. Les notations **G-<u>tun</u> G-<u>uinal</u>** et **G-<u>kin</u>** sont des déterminations. Des déterminations qui, en écriture spécialisée du comput, ont valeur multiplicative.

Quelle est donc la valeur (numérique) du déterminant **G** des périodes **<u>kin</u>**, **<u>uinal</u>** et **<u>tun</u>** dans ces trois occurrences exceptionnelles ?

Stèle 5 Pixoy



Pour le voir, on dispose d'équations bien établies. La première et la plus importante $\boldsymbol{\Sigma c_i \underline{P}_i = \alpha X \beta Y}$ traduit le fait qu'une série initiale comprend toujours un compte long $\Sigma c_i \underline{P}_i$ et sa traduction $\alpha X \beta Y$ en Calendrier Rituel[35]. Les autres équations utiles sont des traductions avérées (G[36] = FIN = 20/18/5), des figures sémantiques (FIN/DEBUT), des formules arithmétiques (ZERO/VINGT), etc.

Transcrivons l'équation réellement écrite par le scribe, c'est-à-dire la série initiale effectivement gravée sur la stèle ; les données [détériorées] sont transcrites entre crochets et les données (peu lisibles) entre parenthèses:

(E) **9-<u>baktun</u> 13-<u>katun</u> G-<u>tun</u> G-<u>uinal</u> G-<u>kin</u>** = **6 [?] (*13*) [*?*]**

---

34 Dans les séries secondaires, le glyphe lunaire a la valeur numérique 20 comme dans la notation des âges de la Lune et celle des lunaisons. En langue ordinaire, la variante JUUL de ce glyphe note le verbe 'aboutir' et semble faire écho à la 'main de l'accomplissement'.

35 Les séries supplémentaires apportent d'autres redondances, dont la clef est la connaissance des cycles : des seigneurs de la nuit, des lunaisons, des célébrations du **kawil**, etc.

36 En dehors des approximations entières des cycles astronomiques (29, 148, 177, 365, 584, etc.), la plupart des cycles du comput maya sont en proportion vigésimale. Les signes **G** de fin ou d'accomplissement de cycle tendent à prendre la valeur numérique 20, et vice-versa. Pour les cycles non vigésimaux, le signe **G** d'accomplissement prend la valeur du cycle considéré : par ex.18 pour la période **<u>uinal</u>**, 5 pour le complément ***Uayeb***.

Faire G = 20/18 ne vérifie pas l'égalité (E) et contredit l'appartenance habituelle de tout coefficient de période à l'intervalle [0, 19]. D'où l'idée d'essayer la variante numérique la mieux attestée, zéro. Faisant G = 0, on obtient **9-baktun 13-katun 0-tun 0-uinal 0-kin**. Puis, traduisant cette expression en date du CR, l'égalité :

***** **9-baktun 13-katun 0-tun 0-uinal 0-kin** = **8 Ahau** ***8 Uo***.

Mais ***** n'est pas l'équation (E) réellement écrite par le scribe : la date atteinte **8 Ahau** ***8 Uo*** n'est pas ce qui reste de la date gravée **6 [?] (*13*) [*?*]**. Il faut donc reprendre le processus de déchiffrement sur une autre base.

La pratique qui consiste à utiliser le vingt TI'HA'B comme substitut du zéro CHUM est bien établie pour les dates du *ha'ab*. Elle suppose une condition. Rétrograder d'une unité le mois *Y*. Pour un Maya, cette pratique équivaut à une règle. Une règle générale qui peut être formulée dans les termes suivants :

Un glyphe d'accomplissement de période est substituable au glyphe d'intronisation de la période suivante. Et réciproquement. La substitution de G par 0 est possible sous la condition de passer à la période suivante.

Par cette règle, **13-katun G**-(tun**,** uinal, kin) devient **14-katun 0-(**tun, uinal, kin), et le 1[er] membre de (E) s'écrit : **9-baktun 14-katun 0-tun 0-uinal 0-kin**.

Le calcul convertit ce premier membre en date CR. On trouve la date **6 Ahau** ***13 Muan*** compatible avec **6 [?] (*13*) [*?*]**. L'équation (E) est vérifiée. CQFD.

On peut donc conclure que l'équation posée par le scribe vient d'être traduite. Soit (T) la traduction de l'équation (E) :

(E) **9-baktun 13-katun G-tun G-uinal G-kin** = **6 [?]** ***13*** **[*?*]**

(T) **9-baktun 14-katun 0-tun 0-uinal 0-kin** = **6 Ahau** ***13 Muan***

7.3.- Pour clore cette remarque, soulignons un autre aspect de l'ambivalence des notions/notations de tout DEBUT/FIN de cycle qui, comme les signes du ZERO ou du VINGT, sont à la fois des points que l'on distingue, des segments que l'on définit ou mesure, mais aussi des signes de PASSAGE ; ce qui finalement ouvre le pandore des métaphores de l'opposition du vide et du plein, de la naissance et de la mort, du sacrifice, du passage…

8.- Créativité des scribes

Il ne fait aucun doute que certains scribes étaient de véritables artistes et qu'ils développèrent une très riche calligraphie (Coe et Kerr;1997). Pour le plaisir, voici deux « artifices » d'écriture jouant sur la couleur. Le premier relève de la calligraphie, le second de l'analyse mathématique des translations.

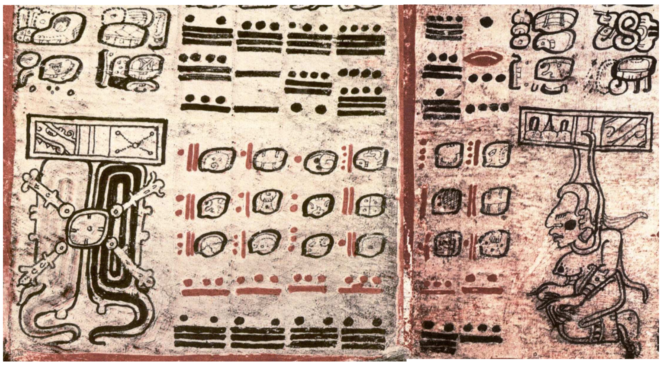
8.1.- Une abréviation insolite et astucieuse. En page 31a du codex de Dresde, le troisième nombre anneau présente une première particularité : l'anneau qui entoure en rouge le coefficient c_2 des **tun** dans l'écriture **7.2.14.19.** pour signaler que la translation doit se faire dans le sens rétrograde est un simple ovale et non pas un tissu noué. L'artifice est dans le choix assez inhabituel des encres d'écriture.

Le scribe, en effet, utilisa deux couleurs pour noter, de manière assez insolite et fort abrégée, les deux derniers chiffres de la durée **7.2.14.19.**, les chiffres **14**. et **19**., respectivement coefficients de **uinal** et de **kin**.

L'écriture standard en style points/barres utilise 4 points et 2 barres pour le chiffre **14.** puis encore 4 points et 3 barres pour **19.**

Or, dans une sorte de mise en facteur commun, le scribe a écrit en noir **les 4 points et 2 barres** du chiffre **14.** ; puis, en rouge, **la troisième barre** nécessaire à l'écriture du chiffre **19.**. C'est un peu comme si nous écrivions 7.2.14.19. sous la forme 7.2.14/9 en mettant en commun le 1 des dizaines de 14 et de 19.

8.2.- Une analyse étonnante. Le deuxième artifice calligraphique se répète en dernière ligne des pages 51 à 58 du codex de Dresde. Il s'agit d'éphémérides notant le retour des éclipses et qui en égrènent les dates possibles par pas de 177 ou 148 jours (de 6 ou 5 lunaisons[37]).

Dresde 51c  et 52c

17.14.8. (6408 +177=)	**18.5.5.** (6585+177=)	**18.14.2.** (6762+177=)	**19.4.19.** (6939+177=)	**19.13.16.** (7116+148)	**1.0.3.4.** (=7264)
11 Cib	**6 Ben**	**1 Oc**	**9 Manik**	**4 Kan**	**9 Eb**
12 Caban	**7 Hix**	**2 Chuen**	**10 Lamat**	**5 Chicchan**	**10 Ben**
13 Edznab	**8 Men**	**3 Eb**	**11 Muluc**	**3 Cimi**	**11 Hix**
8.17. (177)	**8.17.** (177)	**8.17.** (177)	**8.17.** (177)	**8.17.** (177)	**7.8.** (148)

[37] 177 = 90 + 87 = [(3 x 30) + (3 x 29)] ; 148 = 90 + 58 = [(3 x 30) + (2 x 29)]. Par ailleurs l'écriture vigésimale **8.17.** de 177 présente la particularité que ses chiffres sont ses restes dans les divisions par 13 et 20. Soit : 8.17. = 8 mod. 13 et 8.17. = 17 mod. 20.

A priori sans raison, le scribe a écrit le premier chiffre du pas de la translation en rouge et le second en noir : **8.17.** '177' et **7.8.** '148'. Ce sont les couleurs des éléments **αX** des trois lignes de dates *tzolkin* écrites juste au-dessus du pas bicolore des translations reliant ces dates. Cette correspondance, si elle n'est pas fortuite, factorise les translations : en une composante rouge, portant sur le rang α, et une composante noire, portant sur le nom **X** : $\mathbf{T_{8.17.}\,(\alpha X) = T_8(\alpha) \otimes T_{17}(X)}$.

La transcription suivante des parties calendaires des pages 51c et 52c traduit visuellement le bien-fondé de cette étonnante analyse :

$T_8(\alpha)$

11 **$T_{17}(X)$**	**+8 = 6 ;** **6**	**1** **+8 = 1 ;**	**+8 = 9 ;** **9**	**(4** **+8 = 4 ;**	**+7.8. = 9) ;**
Cib	**+17 = Ben ;** **Ben**	**Oc** **+17 = Oc ;**	**+17 =Manik;** **Manik**	**(Kan** **+17 = Kan ;**	**+7.8 = Eb) ;**

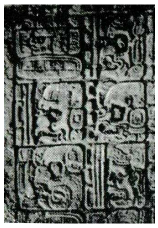
9.- les Équations mayas « $\alpha X \beta Y + \Sigma c_i \underline{P}_i = \alpha' X' \beta' Y'$ »

9.1.- Les monuments mayas disent la geste des cités et des dirigeants dans des textes émaillés de dates formant une chaîne d'équations qui remontent le temps en principe jusqu'à l'origine de la chronologie, jusqu'à la création du monde raconté.

C'est pourquoi bien des phrases d'un texte incluent un noyau mathématique constitué par une égalité reliant des dates par les durées qui les séparent[38].

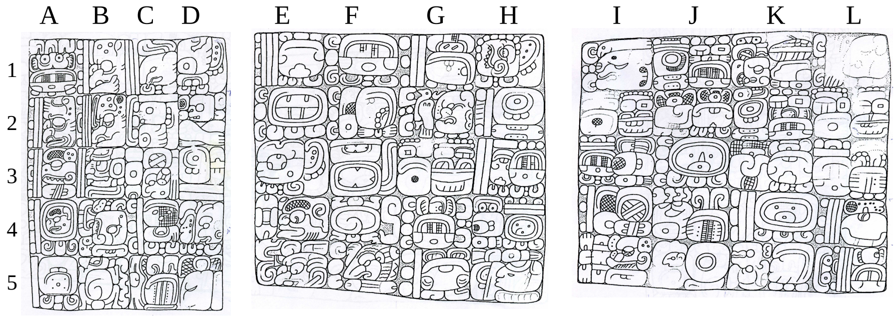
L'arithmétique maya est ici la science qui permet de faire (re)vivre (ancrer et rythmer très précisément) les scènes décrites dans un double espace/temps (croisant sacré et profane ; histoire et théologie) propre à servir de cadre cognitivo-symbolique au déploiement des entreprises socio/politiques ou des célébrations magico/religieuses.

La stèle 3 de Piedras Negras (Petén, Guatemala) montre une reine avec sa fille, et comprend un texte d'une cinquantaine de cartouches qui raconte la vie de la souveraine (naissance, mariage, intronisation). La 1ere phrase « Les **<u>tuns</u>** sont comptés sous *Kankin*, **1 million 383 mille 136 jours** [après l'origine **4 Ahau *8 Cumku***], un **5 Cib *14 Kankin***, naquit dame *Katun Akbal* notre reine » comprend le noyau[39] **9-<u>baktun</u> 12-<u>katun</u> 2-<u>tun</u> 0-<u>uinal</u> 16-<u>kin</u>** qui relie la naissance de la reine à l'origine de l'ère maya.



[38] Replacées dans leur contexte (récit historique, almanach divinatoire, éphéméride, etc.), de telles égalités donnent à voir les problèmes dont elles sont solutions et que les scribes savaient vraisemblablement résoudre : a) trouver le module des translations qui font se correspondre deux dates données, b) trouver l'image d'une date donnée par une translation de durée donnée, et c) trouver la date antécédente d'une date donnée par une durée donnée.
[39] Noter que le zéro maya s'utilise évidemment aussi en position intérieure de nombre.

9.2.- Pour un autre exemple, voici, sur les linteaux 29-31 de Yaxchilan (Chiapas, Mexique), la longue équation du texte qui raconte l'histoire de *Yaxun Balam* 'Oiseau Jaguar' (G2 ; I1), le roi aux 20 captifs :



Panneau 29 Panneau 30 Panneau 31

	[**13.0.0.0.0.**]	**[4 Ahau *8 Cumku*]**	[-3113]
B1-A4	**9-baktun 13-katun 17-tun 12-uinal 10-kin**	**8 Oc *13 Yax***	27/08/709
E1-F1	**- 17-[kin] 1-uinal 1-tun**		
E2-F2	[= **9. 13. 16. 10. 13.**]	**1 Ben *1 Ch'en***	26/07/708
H3-G4	**+ 10-[kin] 5-uinal 3-tun 2-katun**		
H4-G5	[= **9. 16. 1. 0. 0.]**	**11 Ahau *8 Tzec***	03/05/752
J2-I3	**+ 0-kin 0-uinal 12-tun**		
J3-I4	[= **9. 16. 13. 0. 0.**]	**2 Ahau *8 Uo***	01/03/764
K3-L3	**+ 0-[kin] 0-uinal 7-tun**		
K4-L4/5	[= **9. 17. 0. 0. 0.**] **FIN 17. ka-TUN**	**13 Ahau *18 Cumku***	24/01/771

RÉFÉRENCES

Berrou, C. et Glavieux, A., 1996, 'Near optimum error correcting coding and decoding : turbo-codes', *IEEE Trans. Commun.*, vol 44, n° 10, p. 1261-1271.

Cauty, A., 1987, *L'énoncé mathématique et les numérations parlées*, Thèse de doctorat d'Etat ès-Sciences, Université de Nantes.

Cauty, A., 1999, 'Lire et faire parler un texte', *Amerindia*, n° 24, Paris, Association d'Ethnolinguistique Amérindienne, p. 119-152.

Cauty, A. et Hoppan, J.-M., 2002, 'Des spécificités des numérations mayas précolombiennes, *Mémoires de la Société de Linguistique de Paris*, Nouvelle Série, Tome XII, Leuven, Peeters, p. 121-147.

Cauty, A. et Hoppan, J.-M., 2005, 'L'arithmétique maya', *Mathématiques exotiques* (Dossier n° 47 *Pour La Science*), pp. 12-17.

Cauty, A. et Hoppan, J.-M., 2005, 'Et un, et deux zéros mayas', *Mathématiques exotiques* (Dossier n° 47 *Pour La Science*), pp. 16-21.

Closs, M., 1978, 'The Initial Series on Stela 5 at Pixoy', *American Antiquity*, Vol. 43, N° 4, pp. 690-694.

Coe, M. et Kerr, J., 1997, *L'art maya et sa calligraphie*, Editions de La Martinière.

Desclés, J.-P., et Cheong, K.-S., 2006, 'Analyse critique de la notion de variable (points de vue sémiotique et formel)', *Mathématiques et Sciences humaines*, N° 173, p. 43-102.

Greenberg, J., 1978, 'Generalizations about Numeral Systems', *Universals of Human Language*, Standford, California, University Press.

Guitel, G., 1975, *Histoire comparée des numérations écrites*, Paris, Flammarion.

Hagège, C., 1981, *La structure des langues*, Paris, Presses Universitaires de France, collection Que sais-je ?

Peyraube, A. et Wiebush, T., 1993, 'Le rôle des classificateurs nominaux en chinois et leur évolution historique', *Faits de Langues*, 2, Paris, Presses Universitaires de France

André Cauty et Jean-Michel Hoppan*

RESUME

Les écritures mayas du nombre sont une synthèse des plus récents résultats d'analyses épigraphiques et épistémologiques du corpus des écritures numérales et numériques réalisées par les scribes mayas depuis l'époque préclassique jusqu'à celle de la conquête espagnole. Interprétées dans le cadre des numérations parlées (de types protractif et additif) et dans celui des mesures de temps, la grande diversité des données analysées conduit à une typologie de l'ensemble des formes (notamment des zéros) et des systèmes mayas d'écriture du nombre, tant dans la représentation des dates et des petites durées, que dans celle des translations temporelles et des grandes durées. Diverses remarques présentent et discutent des usages spécifiques (âge de la Lune, durée d'une lunaison, pas de translation dans les almanachs divinatoires), des interprétations (zéro comme signe d'achèvement, d'intronisation, etc.), des distinctions marquées par les scribes (ordinal/cardinal, prospectif/rétrospectif), ou encore des thèses alternatives (unité principale du système des mesures de temps, hypothèse courte, zéro opérateur).

SUMMARY

* André Cauty et Jean-Michel Hoppan sont chercheurs au CELIA, Centre d'Etudes des Langues Indigènes d'Amérique du CNRS à Villejuif. André Cauty est professeur d'épistémologie à l'Université Bordeaux 1, et Jean-Michel Hoppan enseigne l'épigraphie maya à l'INALCO (Paris).