Calendrier et astronomie chez les mayas de l'amerique centrale

Autor(en): **Hayli, Avram**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **35 (1977)**

Heft 160

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-899403

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Für die Zeitgleichung erhält man schliesslich:

$$\text{Zgl.} = L_m - AR$$

insbesondere gilt für 0^h Weltzeit:

$$\text{Zgl.}_o = \text{Sternzeit} \pm 12\text{ h} - AR\ (\text{Sonne}).$$

Man beachte: die zwei fiktiven Sonnen gehen immer gleichzeitig durch den Frühlingspunkt aber im allgemeinen nicht zur gleichen Zeit wie die wahre Sonne. Eine Ausnahme gibt es nur, wenn die Absidenlinie (Perihel-Aphel) durch den Frühlingspunkt geht. (etwa in den Jahren –4040, 6413) (Fig. 5).

Leider enthalten sogar Handbücher über Astronomie offensichtliche Fehler in den Definitionen der Zeitgleichung; vgl. etwa:
K. SCHÜTTE in *Handbuch für Sternfreunde*, herausgegeben von G. D. ROTH, S. 96, Springer 1960;
übersetzt ins Englische von A. Beer in
Astronomy, a Handbook edited by G. D. ROTH, Springer 1975.
Meyers Handbuch über das Weltall: S. 126–127.
Eine korrekte Definition findet man in
RUDOLF WOLF: *Handbuch der Mathematik, Physik, Geodäsie und Astronomie*, Zürich 1872 in Nr. 415, S. 258.

Die Zeitgleichung und die Deklination der Sonne können gegeneinander aufgetragen werden. Man erhält dann eine Kurve, welche die Form einer 8 aufweist. Zweckmässig wählt man als Parameter die wahre Länge der Sonne. Aus den *Nautical Alamnac* entnimmt man:

$$\begin{aligned} L_o &= 281.22083° + 4.70684°\ 10^{-5}\ d + \ldots \\ e &= 0.01675104 - 1.1444\ 10^{-9}\ d + \ldots \\ e_o &= 0.9597639° - 6.555°\ 10^{-8}\ d + \ldots \\ \varepsilon &= 23.452294° - 3.563°\ 10^{-7}\ d + \ldots \end{aligned}$$

Worin d die Anzahl Tage bedeutet, die seit 1900 Jan. 0. 12^h verflossen sind. Z. B. gilt für 1978 Jan. 0. 0^h: d = 28123.5. Diese Formeln genügen für einige Jahrhunderte. Benutzt man noch weitere Glieder, dann findet man für die Länge des Aphels um –150 (Zeit des HIPPARCH) 66° 8′ und für +150 (Zeit des PTOLOMAIOS) 71°15′. Im Almagest steht dafür ♊ 5°30′ ♎ L = 65°30′. Danach ist anzunehmen, dass PTOLOMAIOS den Wert von HIPPARCH übernommen hat und keine eigene Messungen benutzte (Fig. 6).

Der erste «Astronomer Royal» Flamsteed hat um 1672 eine Abhandlung über die Zeitgleichung geschrieben. Zum ersten Mal wurde öffentlich die mittlere Zeit um 1780 von MALLET in Genf eingeführt, vermutlich, weil die Taschenuhren der Genfer Uhrmacher so exakt waren, dass man Abweichungen gegenüber der wahren Zeit feststellen konnte. 1798 haben einige Astronomen vereinbart, zukünftig die mittlere Zeit für die Ephemeriden zu verwenden. Im Nautical Almanac sind diese aber erst von 1834 an in mittlerer Zeit tabelliert. Seit Anfang des 19. Jahrhunderts gibt es auch Sonnenuhren mit Korrekturschleifen für mittlere Zeit.

Will man eine Tabelle der Zeitgleichung für bestimmte Kalenderdaten rechnen, muss man noch die mittlere Anomalie als Funktion von d kennen. Es ist $m = L_m - L_o = 358.47583° + 0.985600267°\ d - \ldots$ Auf programmierbaren Taschenrechnern lässt sich damit die Zeitgleichung für jeden Zeitpunkt bestimmen, allerdings ohne Berücksichtigung kleiner Bahnstörungen.

Adresse des Autors:
Prof. Dr. HEINZ SCHILT, Höheweg 5, CH-2502 Biel.

Calendrier et astronomie chez les mayas de l'amerique centrale*

par AVRAM HAYLI

Il existe de nombreux ouvrages sur les civilisations précolombiennes de l'Amérique Centrale et en particulier sur les Mayas. Je ne dirai donc rien de leur histoire sauf qu'ils ont vécu sur les territoires du Chiapas (dans le sud du Mexique), dans la presqu'île du Yucatan, le Guatemala et le Honduras actuels. Leur civilisation a fleuri entre le début de l'ère chrétienne et notre Moyen-Age. A l'époque de la conquête espagnole les Mayas étaient déjà en totale décadence.

Nous nous intéressons bien sûr aux connaissances astronomiques des Mayas. Mais pour en apprécier l'étendue, la subtilité et l'usage qu'ils en ont fait il faut commencer par se pencher sur leur calendrier et leur comput du temps. Les documents qui sont parvenus jusqu'à nous ne sont pas encore complètement compris et interprétés. Lorsqu'ils auront livré tous leurs secrets, les américanistes pourront peut-être établir une correspondance précise entre notre chronologie et celle des Mayas. Pour le moment, cette correspondance fait défaut et les dates de l'histoire maya ne peuvent être placées à mieux d'un siècle et demi près dans notre chronologie.

1. Le calendrier

Le calendrier des Mayas n'est pas solaire. C'est-à-dire qu'il ne fait aucun effort pour suivre les saisons

* *Note d'un cours organisé les 4 et 5 mars 1977 à Lausanne-Dorigny par l'Institut d'astronomie de l'Université de Lausanne et le Centre suisse pour le perfectionnement professionnel des professeurs de l'enseignement secondaire, Lucerne.*

comme nous le faisons en intercalant une année bissextile tous les quatre ans. Il n'est pas lunaire non plus comme le calendrier musulman ou luni-solaire comme le calendrier israélite.

Il est simplement une succession ordonnée mais arbitraire de jours et de mois. Une succession sans fin qui ne se préoccupe pas des phénomènes astronomiques et ne tente pas de s'y relier.

Les Mayas savaient que l'année des saisons a un peu plus de 365 jours et ils connaissaient même sa durée avec une étonnante précision. Mais parler de la précision du calendrier maya n'a aucun sens! Pas plus que de parler de la précision de la semaine de sept jours. C'était simplement une manière comme une autre de compter le temps écoulé.

2. Le Tzolkin

Les Mayas ont vingt noms différents pour les jours qui se suivent en une série immuable et ininterrompue. Ce sont:

Ik, Akbal, Kan, Chicchan, Cimi,
Manik, Lamat, Muluc, Oc, Chuen,
Eb, Ben, Ix, Men, Cib,
Caban, Eznab, Cauac, Ahau, Imix.

La succession des jours est d'autre part numérotée de 1 à 13 et elle se poursuit indéfiniment mais indépendamment de leurs noms.

Le produit de ces deux récurrences constitue le *tzolkin* qui est pour les Mayas comme une période sainte qui commande leur vie cérémonielle.

Chaque jour du tzolkin est précédé de son numéro, de son «coefficient». Par exemple:

1 Ik, 2 Akbal, ..., 13 Ix, 1 Men, 2 Cib,
3 Caban, ..., 8 Ik, 9 Akbal, ...

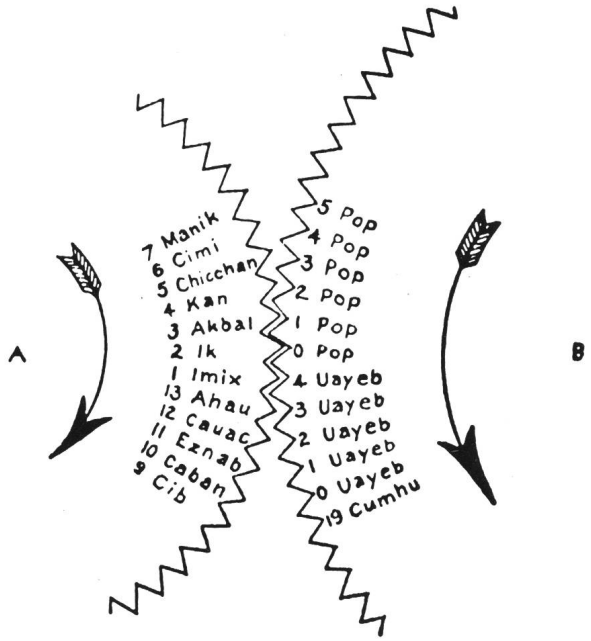


Fig. 1: Engrenage du tzolkin et du haab.

On voit qu'on revient à 1 Ik au bout de 260 jours puisque 13 et 20 sont premiers entre eux.

3. Le Haab

L'année civile des Mayas ou *haab* a 19 mois: 18 mois de 20 jours chacun et un dernier mois «néfaste» de 5 jours soit en tout

$$(18 \times 20) + 5 = 365 \text{ jours.}$$

Voici les noms des mois:

Pop, Uo, Zip, Zotz, Tzec,
Xul, Yaxkin, Mol, Chen, Yax,
Zac, Ceh, Mac, Kankin, Muan,
Pax, Kayab, Cumhu, Uayeb.

Un jour quelconque peut avoir l'une des 365 positions dans cette année «vague».

Un des éléments de la date, telle qu'on la trouve représentée sur les stèles, vient de la combinaison du tzolkin et du haab. On peut visualiser leur dépendance mutuelle en imaginant deux roues dentées inégales A et B qui représentent respectivement le tzolkin et le haab.

La roue A a 260 dents, une pour chaque jour du tzolkin. La roue B a 365 dents et par conséquent 365 creux. A chaque jour du haab correspond un creux. Mais avant d'engrener les deux roues dentées pour décrire le déroulement des jours il faut en savoir un peu plus sur le calendrier maya. Il est en effet nécessaire de préciser laquelle des dents du tzolkin sera dans un certain creux du haab au moment où le mécanisme est engrené et se met en marche.

Le premier de l'an s'écrit 0 Pop. Pop est le premier mois de l'année et le premier jour du mois porte le quantième 0. On voit que les Mayas expriment le quantième du mois comme nous comptons les heures. Il est 0 heure – et quelque chose – tant qu'il n'est pas 1 heure. Les jours portent donc des quantièmes de 0 à 19 et non de 1 à 20!

On voit immédiatement que les 260 jours du tzolkin n'ont pas un statut équivalent au regard du début du haab. Il n'y a que 52 jours sur les 260 qui peuvent tomber un 0 Pop. Et dans ces jours on doit *nécessairement* retrouver l'un des noms Ik, Manik, Eb ou Caban. Et comme chacun de ces jours peut porter un numéro qui va de 1 à 13, il n'y a donc que

$$4 \times 13 = 52 \text{ jours}$$

du tzolkin qui peuvent commencer le haab.

A l'époque de la conquête espagnole, ces «jours de l'an» ou «porteurs d'année» s'étaient déplacés de deux crans, probablement comme conséquence d'un compte incorrect aux temps dits postclassiques, vers le 10e siècle. L'année commençait alors avec les jours Kan, Muluc, Ix ou Cauac.

Nous pouvons maintenant engrener les deux roues. Faisons-le de telle sorte que la dent «2 Ik» de la roue A rentre dans le creux «0 Pop» de la roue B.

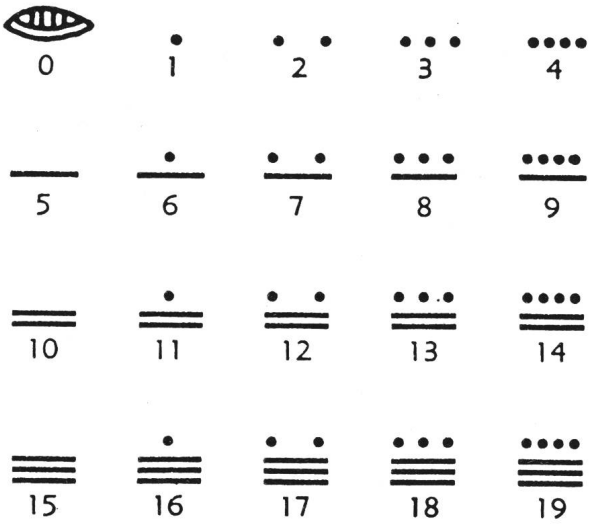


Fig. 2: Les glyphes des nombres.

Ce premier jour est identifié par
2 Ik 0 Pop

Maintenant, démarrons le mécanisme. Au bout de combien de temps la roue A et la roue B reviendront-elles dans la même position relative, c'est à-dire-quand retrouverons-nous le jour identifié comme 2 Ik 0 Pop?

Le P.P.C.M. de 260 et 365 est 18 890. C'est donc au bout de 18 890 jours que cet événement sera réalisé. La roue A aura fait 73 tours et la roue B 52 tours. Cette période, on le voit est égale à 52 haabs, soit à peu près 52 de nos années.

On comprend ainsi l'importance de cette période cosmique de 52 ans pour les Mayas comme pour les peuples qui leur ont emprunté le calendrier.

4. Arithmétique et calendrier

Les Mayas ont utilisé très tôt une numération vigésimale (c'est-à-dire de base 20) de position. Ils connaissaient et utilisaient le zéro avant le début de l'ère chrétienne, donc avant la découverte, en Inde, des chiffres dits «arabes», vers le 6e siècle après J.-C.

Ils ont ainsi mis de l'ordre dans leur calendrier sur des périodes plus étendues que 52 ans.

Pour compter les durées ils usent du système suivant.

L'unité est le jour ou kin
20 kins = 1 uinal
18 uinals = 1 tun = 360 jours
20 tuns = 1 katun = 7200 jours
20 katuns = 1 baktun = 144 000 jours
20 baktuns = 1 pictun = 2 880 000 jours

Sur leurs stèles, chacun de ces multiples est représenté par un glyphe particulier. Mais ce n'est pas indispensable car leurs notations arithmétiques, une barre pour 5 (——) un point pour 1 (.) et le zéro (—) sont bien adaptées à la représentation des grands nombres.

5. Le début de l'ère maya

Il est vraisemblable que ce début ne correspond pas à un événement historique (comme c'est le cas pour l'ère chrétienne ou l'hégire) ni astronomique, mais mythique et hypothétique. Il précède d'environ 3400 ans les dates relevées sur les plus anciennes inscriptions connues.

Ce début peut être transcrit comme

13. 0. 0. 0. 0. 4 Ahan 8 Cumhu,

tandis que l'inscription la plus ancienne connue à ce jour est datée de

8. 14. 3. 1. 12.

8 baktuns, 14 katuns, 3 tuns, 1 uinal et 12 kins après le début de l'ère.

6. Les connaissances astronomiques des Mayas
L'année solaire

Les Mayas disposent d'une année «vague» de 365 jours pour mesurer la durée de l'année des saisons qui dure 365,2422 jours.

Les prêtres ont remarqué ce «désaccord» et ils en ont tenu le plus grand compte dans les inscriptions des dates sculptées sur les stèles. Nous verrons plus loin à quelles occasions ces stèles étaient érigées et comment était exprimé le décalage du calendrier avec l'année solaire vraie.

En tout état de cause la formule de correction, mise au point par les prêtres astronomes de Copan (Honduras) au 6e ou 7e siècle, était un peu plus précise que la correction introduite par la réforme grégorienne.

Longueur de l'année tropique:	365,2422 j
Longueur de l'année julienne:	365,25 j
Longueur de l'année grégorienne:	365,2425 j
Longueur de l'«année» solaire des Mayas:	365,2420 j

Durée des lunaisons

On sait aujourd'hui très exactement la durée des lunaisons. Le mois synodique, c'est-à-dire la durée qui sépare deux nouvelles lunes consécutives, est de 29,53059 jours.

Les Mayas connaissent cette durée avec une très grande précision et on peut se demander comment ils y sont arrivés tout en ignorant les fractions. Ils ont en fait procédé comme nous l'avons fait pour harmoniser le calendrier avec l'année solaire grâce aux années bissextiles.

Ils commencent par essayer des lunaisons de 30 jours et reconnaissent que ce temps est trop long. Ils essaient ensuite 29 jours et trouvent ce temps trop court. Enfin ils alternent des lunaisons de 29 jours et de 30 jours. Cette correction échoue, mais à terme, puisqu'elle donne une moyenne de 29,5 jours au lieu de 29,53059 jours, c'est-à-dire une erreur d'un jour tous les deux ans et huit mois.

Ils arrivent finalement à la bonne valeur, très probablement à la suite d'un grand nombre d'essais.

Le *Codex de Dresde* nous présente un ensemble de 405 lunaisons consécutives (soit une durée d'environ 32 ans et 9 mois) rassemblées en 69 groupes.

Ces groupes sont en général composés chacun de 6 lunaisons. Quelquefois un groupe n'en contient que 5.

En tout 60 groupes de 6 lunaisons, chaque groupe totalisant 177 ou 178 jours selon que le groupe contient 3 ou bien 4 lunaisons de 30 jours:

$$30 + 29 + 30 + 29 + 30 + 29 = 177 \text{ j}$$
$$30 + 29 + 30 + 29 + 30 + 30 = 178 \text{ j}$$

Chacun des 9 groupes de 5 lunaisons totalise 148 jours:

$$30 + 29 + 30 + 29 + 30 = 148 \text{ jours.}$$

En fait, les pages du Codex qui présentent cet ensemble sont une table d'éclipses du Soleil. Au dernier jour de chacun de ces groupes, sous certaines conditions, une éclipse de Soleil est observée quelque part à la surface de la Terre.

Les lunaisons de 30 jours sont si bien intercalées que nulle part dans la période couverte, l'écart entre le calendrier et l'apparition effective de la nouvelle lune n'atteint 1 jour!

La révolution synodique de Vénus

La planète Vénus a été observée minutieusement par les Mayas. Sa révolution synodique dure presque exactement 583,920 jours. Il s'agit là d'une valeur moyenne puisque les révolutions sont en réalité groupées en séries de cinq, de durées approximatives:

580, 587, 583, 583, 587 jours.

Si on fait la moyenne de cinq révolutions consécutives, on trouve toujours, à très peu de chose près, cette durée de 583,920 jours.

Les Mayas prennent 584 jours pour cette période. Mais ils savent que cette valeur est un peu trop grande.

Examinons les choses d'un peu plus près. La révolution synodique de Vénus peut être divisée en quatre périodes.

– Après la conjonction inférieure, elle est, pour environ 240 jours, l'étoile du matin.

– Elle disparaît pour environ 90 jours quand elle est près de la conjonction supérieure.

– Elle réapparaît comme étoile du soir pour encore 240 jours.

– Elle disparaît pour 14 jours quand elle est près de la conjonction inférieure.

Les prêtres astronomes mayas assignent à ces quatre périodes des valeurs légèrement différentes de celles que nous venons de donner mais dont le total fait 584 jours.

Etoile du matin	236 j
Invisible (conj. sup.)	90 j
Etoile du soir	250 j
Invisible (conj. inf.)	8 j
Total	584 j

On pense que ces périodes ont été ainsi fixées pour s'accorder avec les lunaisons, mais ce n'est pas sûr.

L'écart entre la durée réelle de la révolution synodique et la valeur adoptée est de 8/100 de jour tous les 584 jours. Les Mayas connaissent cet écart et le corrigent.

D'ailleurs une de leurs périodes cérémonielles importantes est de 5 fois la durée de la révolution synodique de Vénus, soit

$$5 \times 584 = 2920 \text{ jours}$$

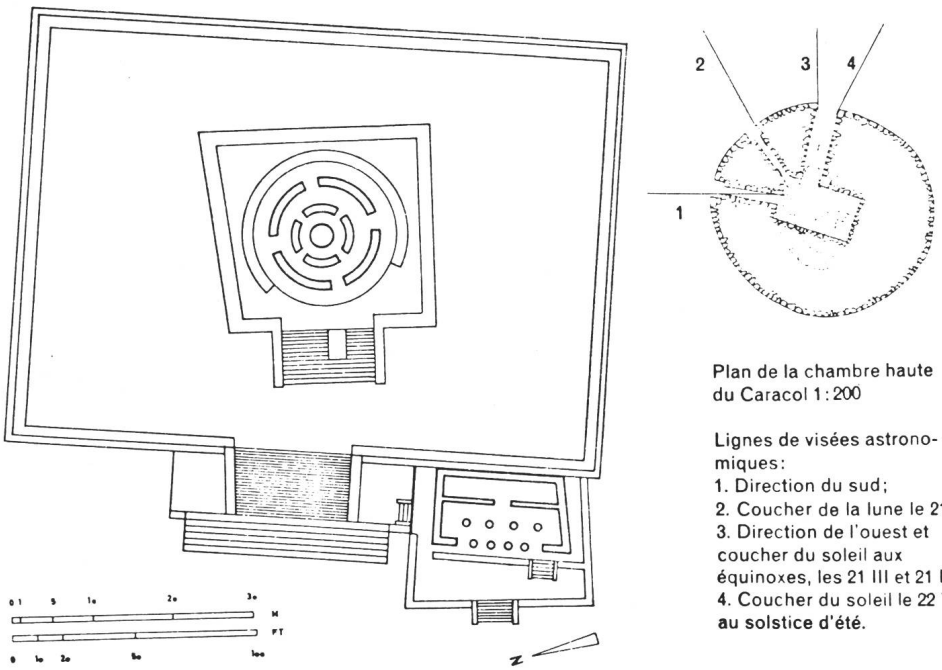


Fig. 3: Le Caracol ou Observatoire à Chichen-Itza.

et ils ont remarqué que cette période couvrait 8 haabs.

$2920 = 8 \times 365.$

C'est à ces intervalles de temps qu'ils corrigent le calendrier de Vénus à raison de 2/5 de jour tous les 8 haabs.

Voyons plus en détail comment ils procédaient. Dans le Codex de Dresde, le calendrier de Vénus est composé de trois calendriers distincts, qui portent chacun sur 65 révolutions synodiques de la planète.

Ainsi chacun des calendriers porte sur une période de 104 ans. Mais il y a des zones de recouvrement entre deux calendriers successifs. C'est quelque part dans ces recouvrements qu'on faisait des réajustements de 4 ou de 8 jours. La table de correction du Codex de Dresde ne devient inutilisable qu'au bout de 4 siècles!

Instruments d'observation et observatoires

Les observations des Mayas ont pu atteindre des précisions étonnantes avec des instruments très rudimentaires mais grâce à des visées précises. Les temples étaient surélevés et les prêtres visaient des points de repères à l'horizon. La période qui séparait deux levers consécutifs du même astre au même point de l'horizon était réputée être la durée de sa révolution synodique.

On trouve dans les Codex des représentations de ces instruments de visée. Les archéologues ont d'autre part cru mettre en évidence des directions privilégiées dans certaines dispositions des temples Mayas.

A Chichen-Itza, dans le Yucatan, le *Caracol* a sans doute été utilisé comme Observatoire.

Conclusions et portée de l'astronomie maya

On a vu la précision étonnante à laquelle sont parvenus les Mayas dans leur description des mouvements célestes. On pourrait en dire plus long à ce sujet, parler des éclipses ou entrer dans les détails.

Toutes ces connaissances astronomiques n'ont pas incité les Mayas à la construction de systèmes. D'ailleurs à regarder de près leur civilisation on remarque qu'il n'était pas concevable qu'ils tentent une approche semblable à celles des Grecs. Ils ignoraient la roue

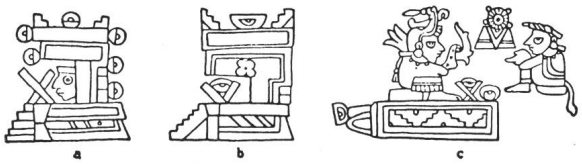


Fig. 4: Instruments d'observation (Codex Bodley).
a) Deux bâtons croisés à la porte d'un temple et la tête de l'observateur.
b) L'oeil est derrière les bâtons croisés.
c) L'oeil est derrière les bâtons croisés. Une étoile descend derrière une mire en présence de deux observateurs.

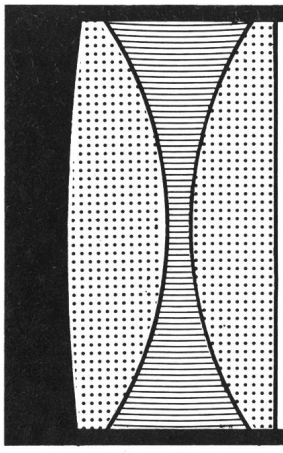
et on voit mal comment ils auraient pu *représenter* un mouvement périodique.

A l'heure qu'il est, la concordance de la chronologie maya avec la nôtre n'est pas établie avec certitude. On peut espérer que l'étude plus approfondie des inscriptions astronomiques permettra d'y arriver. En effet, les stèles érigées le plus souvent en début de katun portent toujours des indications précises sur l'âge de la Lune à la date indiquée. On a aussi quelques informations encore mal interprétées sur des éclipses. Mais jusqu'ici l'ensemble des conclusions qu'on a pu tirer de l'étude des stèles, des inscriptions ou des codex n'a permis que d'infirmer quelques unes des concordances proposées. Nous n'en savons pas assez pour en retenir une sans équivoque.

Bibliographie sommaire

1) S. G. Morley: The Ancient Maya. Stanford University Press 1956.
2) J. E. Teeple: Maya Astronomy. Contributions to American Archeology, Vol. I, no. 2. Carnegie Institution of Washington Publication no. 403. 1931, pp. 29–115. Washington D.C.
3) R. Girard: Le Popol-Vuh. Histoire culturelle des Mayas Quichés. Petite Bibliothèque Payot. 1972.
4) H. Stierlin: Maya. Office du Livre, Fribourg 1964.
5) J. E. S. Thompson: A commentary on the Dresden Codex. American Philosophical Society. 1972.
6) G. Guitel: Histoire comparée des numérations écrites. Chap. 6. Flammarion 1975.

Adresse de l'auteur:
Prof. Avram Hayli, Professeur à l'université Claude Bernard de Lyon et Directeur de l'Observatoire de Besançon.



Für den anspruchsvollen Amateur:

Bausätze für neue »Immersionsobjektive«

(verbesserte Halbapochromate, System Busch 150/2250 · 130/1900)

liefert:
HEINRICH REICHMANN
optisch-mechanische Werkstätten
Dorfstraße 25 · 2211 Brokdorf

REICHMANN HR FEINOPTIK

Wir liefern außerdem Projektionsobjektive für Episkope, Großdias, Overheadprojektoren, Bühnenprojektionen, Sonderprojektionen Präzisionslinsen bis ∅ 500 mm.

Bitte fordern Sie ausführliche Unterlagen an!