

Petit complément d'astronomie à l'usage des historiens

«Que des luminaires apparaissent dans l'étendue des cieux pour faire une séparation entre le jour et la nuit; et ils devront servir de signes, et pour les époques, et pour les jours, et pour les années» (Genèse 1:14).

PETIT COMPLÉMENT D'ASTRONOMIE À L'USAGE DES HISTORIENS	1
DATATION HISTORIQUE ET/OU ASTRONOMIQUE	4
DATATION PAR LES ÉCLIPSES DE LUNE	6
DATATION PAR LES DATES DE CALENDRIER	14
DATATION PAR UN CALENDRIER LUNAIRE	17
DATATION PAR LE CALENDRIER ÉGYPTIEN	22
DATATION PAR LE CALENDRIER BABYLONIEN	28
DATATION PAR LES LEVERS HÉLIAQUES	36
DATATION PAR LES ÉCLIPSES DE SOLEIL	41
DATATION PAR LES CONJONCTIONS D'ASTRES (VÉNUS)	44
DATATION PAR LES ÉPONYMES (SYNCHRONISMES)	46
QUELQUES DONNÉES UTILES POUR LES CALCULS	52

Avec Hérodote l'Histoire aura enfin ses deux yeux: grâce à une géographie des événements (où se sont-ils produits?) et une chronologie (quand se sont-ils produits?). Cet illustre historien, qualifié à juste titre de Père de l'histoire, sut extraire de la gangue des fables homériques un texte que l'on a pu considérer comme "historique", car fondé pour la première fois sur une datation plus précise des époques du passé. Après Hérodote, la chronologie deviendra même l'œil scientifique de l'Histoire comme le rappelle Eusèbe: «là en effet où boite la chronologie, impossible d'atteindre la vérité historique»¹.

Les historiens classiques se contentent souvent de compiler de manière critique les textes anciens, en se fondant sur l'érudition et l'exégèse pour reconstituer la chronologie. Cette méthode ne donne cependant, à cause des lacunes et des difficultés historiques (corégence, homonymie, etc.), qu'une chronologie relative (et controversée). Par contre, les historiens scientifiques, à la manière des enquêteurs de police, s'appuient sur une reconstitution précise de tous les événements pour accéder à la vérité historique grâce à une chronologie absolue. Ainsi, on constate que certaines datations proposées par les historiens sont incohérentes avec les données astronomiques, mais aussi que certaines datations proposées par les astronomes sont incohérentes avec les données historiques.

La mention d'événements astronomiques dans les récits anciens est fréquente. En effet, certains phénomènes célestes comme les éclipses, les conjonctions de planètes, les levers héliaques de certaines étoiles, etc., étaient considérés comme autant de signes venant du ciel. Une tablette du devin Asqudum à Zimri-Lim, datée autour de -1700, relate par exemple: «*Le 14, une éclipse de lune s'est produite; or le moment où cette éclipse s'est produite est mauvaise. J'ai pris les oracles relatifs au bien-être de mon seigneur et à celui du district supérieur: les présages sont bons. A présent, que mon seigneur fasse prendre, là où il est, les présages relatifs à son bien-être et à celui de la ville de Mari, afin que mon seigneur ne s'inquiète pas. Et que mon seigneur me fasse porter réponse à ma lettre, afin que je*

¹ Préparation évangélique X:11:5

m'apaise»². Les précisions astronomiques contenues dans cette lettre sont cependant insuffisantes pour pouvoir la dater.

La première difficulté que rencontre l'historien lorsqu'il désire dater un texte contenant une information astronomique est de l'exprimer correctement dans la "langue astronomique". En effet, l'astronomie est une "science dure", mais les phénomènes astronomiques sur lesquels elle repose sont cycliques avec une période qui peut être faible (d'où la possibilité de nombreuses dates), de plus, la précision des prévisions astronomiques diminue très vite pour les périodes reculées (les prévisions météorologiques ont le même problème). L'historien qui ignorerait ces limites et qui ferait une confiance absolue à la datation astronomique sera immanquablement déçu. Un exemple illustrera l'importance de comparer minutieusement la datation relative obtenue par l'histoire avec la datation absolue de l'astronomie.

DATATION HISTORIQUE ET/OU ASTRONOMIQUE

La datation de la naissance de Jésus est représentative des problèmes rencontrés par les historiens qui dissocient les deux méthodes de datation, historique et astronomique. Ainsi les historiens des six premiers siècles ont tous situé la naissance de Jésus autour de -2 (voir enquête II:3), or cet événement coïncida avec un phénomène astronomique, puisqu'il est écrit: *«Après que Jésus fut né à Bethléhem de Judée, aux jours d'Hérode le roi, voyez, des astrologues venus de l'Est arrivèrent à Jérusalem, en disant: " Où est celui qui est né roi des Juifs? Car nous avons vu son étoile dans l'Est, et nous sommes venus lui rendre hommage (...) Alors Hérode fit appeler secrètement les astrologues et s'informa exactement auprès d'eux du temps où l'étoile était apparue (...) Quand ils eurent entendu le roi, ils partirent; et voici que l'étoile qu'ils avaient vue dans l'Est allait en avant d'eux, jusqu'à ce qu'elle soit venue s'arrêter au-dessus de l'endroit où était le petit enfant. En voyant l'étoile, oui ils se*

² D. CHARPIN – Les recueils de présages astrologiques
in: Les Dossiers d'Archéologie n°191 (mars 1994) pp. 8-17.

réjouirent beaucoup»³. Cette étoile mystérieuse a été assimilée par certains, soit à une conjonction exceptionnelle de planètes, soit à une comète. La conjonction de planètes n'est guère possible, puisqu'elle n'aurait pas pu guider les astrologues, de plus, ce genre d'événement était relativement fréquent et n'aurait pas suscité un déplacement. Par contre, une comète était un événement exceptionnel et pouvait par son déplacement apparent dans le ciel guider les astrologues. La comète de Halley peut être un éventuel candidat puisqu'à plusieurs reprises elle avait semblé marquer un changement de roi. En effet, des tablettes babyloniennes mentionnent la comète de Halley lors du changement de roi en -164 lorsque Antiochus IV Épiphane fut remplacé par Antiochus V Eupator, puis vers -87 lorsque Arsace IX Mithridate II le grand fut remplacé par Arsace XI Samatroces (Arsace X eut un règne très bref). Cette comète apparaît seulement tous les 76 ans (approximativement) ainsi, selon l'astronomie, cette comète fut visible en -12 à partir d'octobre et en 66 à partir de janvier. Pline⁴ rapporte d'ailleurs que Tiridates, le roi d'Arménie, envoya en 66 une délégation de mages pour rendre hommage à Néron. Le Talmud de Babylone⁵ rapporte aussi que l'apparition de cet astre produisit un égarement chez les Juifs à cette époque (probablement lorsque les armées romaines de Cestus Gallus se sont retirées de Jérusalem en 66 en subissant de lourdes pertes, ce qui a faussement amené les Juifs à croire à leur victoire). Un rapide examen pourrait aboutir à dater la naissance de Jésus vers octobre -12, selon l'astronomie.

Cette datation astronomique est cependant inacceptable tant pour l'historien que pour l'astronome. En effet, le texte biblique précise aussi que la naissance de Jésus et la mort d'Hérode furent deux événements contemporains, ce qui n'est pas possible en -12, puisque Hérode est mort plusieurs années après cette date. Du point de vue de l'astronomie, le fait que l'étoile qui allait en avant des astrologues soit venue s'arrêter au-dessus de l'endroit où était le petit enfant rend impossible

³ Matthieu 2:1-10.

⁴ Histoire naturelle XXX:6.

⁵ Horayot 10a.

l'identification de cette étoile avec une comète. On peut supposer que la description du phénomène dut être correcte, car les rédacteurs bibliques connaissaient l'astronomie et les interprétations astrologiques qu'en faisaient les astrologues babyloniens puisqu'on lit déjà à l'époque d'Isaïe: «*Qu'ils se présentent donc, et qu'ils te sauvent, ceux qui divisent le ciel, ceux qui observent les étoiles et font connaître chaque mois ce qui doit t'arriver*»⁶. Le texte de Daniel précise aussi que la science des astrologues babyloniens était limitée: «*Le secret que le roi demande, les sages, les évocateurs d'esprits, les prêtres magiciens et les astrologues ne peuvent l'indiquer au roi*»⁷.

L'étoile des astrologues n'était donc pas une comète. Conclusion: pour dater un événement il faut une bonne concordance entre toutes les données: historiques, calendériques et astronomiques. En respectant cette condition, on peut dater la naissance de Jésus, soit grâce à l'éclipse de lune mentionnée par Flavius Josèphe lors de la mort d'Hérode le Grand, soit grâce à l'éclipse de lune mentionnée par Luc lors de la mort de Jésus (voir les enquêtes II:1 et II:3).

DATATION PAR LES ECLIPSES DE LUNE

La mention par Flavius Josèphe d'une éclipse de lune (précision unique dans toute son œuvre) juste avant la mort d'Hérode qui eut lieu quelques temps avant la Pâque juive⁸, permet l'établissement d'une date absolue. Premier point que l'historien doit vérifier, ce détail astronomique capital provient-il d'une observation ou d'une interprétation religieuse postérieure? En effet, certaines situations historiques pouvaient encourager des observations factices, ainsi à la mort des empereurs romains il était fréquent de "voir une nouvelle étoile dans le ciel" afin de prouver la divinisation de ces empereurs. Or, Flavius Josèphe n'adhérait pas à ces fables, puisqu'il écrit⁹: «*Ne vous laissez pas troubler par les convulsions d'éléments inanimés et ne voyez pas*

⁶ Isaïe 47:13.

⁷ Daniel 2:27,28.

⁸ Antiquités juives XVII:167, 213.

⁹ Guerre des Juifs I:377.

non plus dans le tremblement de terre le signe prémonitoire d'un nouveau malheur. Les phénomènes qui affectent les éléments [cosmologiques] sont purement naturels et ils n'apportent aux humains rien de plus que le tort qu'ils leur causent». De plus, les Juifs ne croyaient pas à la divinisation de leur roi après leur mort. Cette éclipse de lune mentionnée par Flavius Josèphe est donc intéressante pour l'astronomie, pour la dater il faut d'abord disposer d'une chronologie relative pour déterminer sur quelle période il faut recenser les éclipses de lune.

Selon Josèphe, Hérode régna 34 ans après avoir tué Antigone [lors de la prise de Jérusalem] et mourut 37 ans après avoir été intronisé par les Romains¹⁰. Ces événements sont datés à la fois par l'année d'investiture des consuls romains et par les olympiades, ainsi la nomination d'Hérode à la royauté¹¹ est datée en -40 et sa prise de Jérusalem¹² est datée en -37, ce qui implique de dater sa mort autour de -2, à 2 ans près à cause de la difficulté du comptage de ses années de règne (avec ou sans accession et système de comptage romain ou juif). Il suffit alors de vérifier à quelles dates eurent lieu les éclipses de lune sur cette période allant de -4 à 1. Les répertoires astronomiques¹³ d'éclipses donnent les résultats suivants:

Date	U. T.		Saros Type #	Gamma	Pen. Mag.	Umb. Mag.	S.D. Par	S.D. Tot	GST (0 UT) h	Moon RA h	Moon Dec °		
	Greatest Eclipse	Time											
-0003	Mar	13	00:40	P	71	-0.797	1.454	0.367	70m	-	11.2	11.38	3.2
-0003	Sep	05	11:06	P	76	0.622	1.720	0.743	84m	-	22.8	22.77	-7.2
-0002	Jan	31	07:43	N	43	1.434	0.296	-0.812	-	-	8.5	8.85	19.2
-0002	Mar	02	01:06	N	81	-1.529	0.123	-0.986	-	-	10.5	10.68	7.0
-0002	Jul	27	18:44	N	48	-1.264	0.552	-0.445	-	-	20.2	20.27	-21.3
-0002	Aug	26	03:32	N	86	1.326	0.432	-0.551	-	-	22.1	22.09	-10.4
-0001	Jan	20	11:52	P	53	0.683	1.649	0.590	82m	-	7.8	8.07	21.3
-0001	Jul	17	05:12	P	58	-0.554	1.882	0.832	95m	-	19.5	19.52	-22.6
0000	Jan	09	23:08	Tm	63	-0.042	2.799	1.792	107m	50m	7.1	7.28	22.5
0000	Jul	05	08:37	T-	68	0.209	2.535	1.445	115m	47m	18.7	18.74	-23.1
0000	Dec	29	14:31	P	73	-0.708	1.568	0.579	76m	-	6.4	6.50	22.8
0001	Jun	24	09:12	P	78	0.963	1.148	0.066	31m	-	18.0	17.96	-22.8
0001	Nov	19	16:35	N	45	1.379	0.367	-0.680	-	-	3.8	3.56	20.8
0001	Dec	19	05:26	N	83	-1.399	0.316	-0.702	-	-	5.7	5.71	22.2
0002	May	15	04:28	P	50	-0.976	1.085	0.080	32m	-	15.4	15.22	-19.1

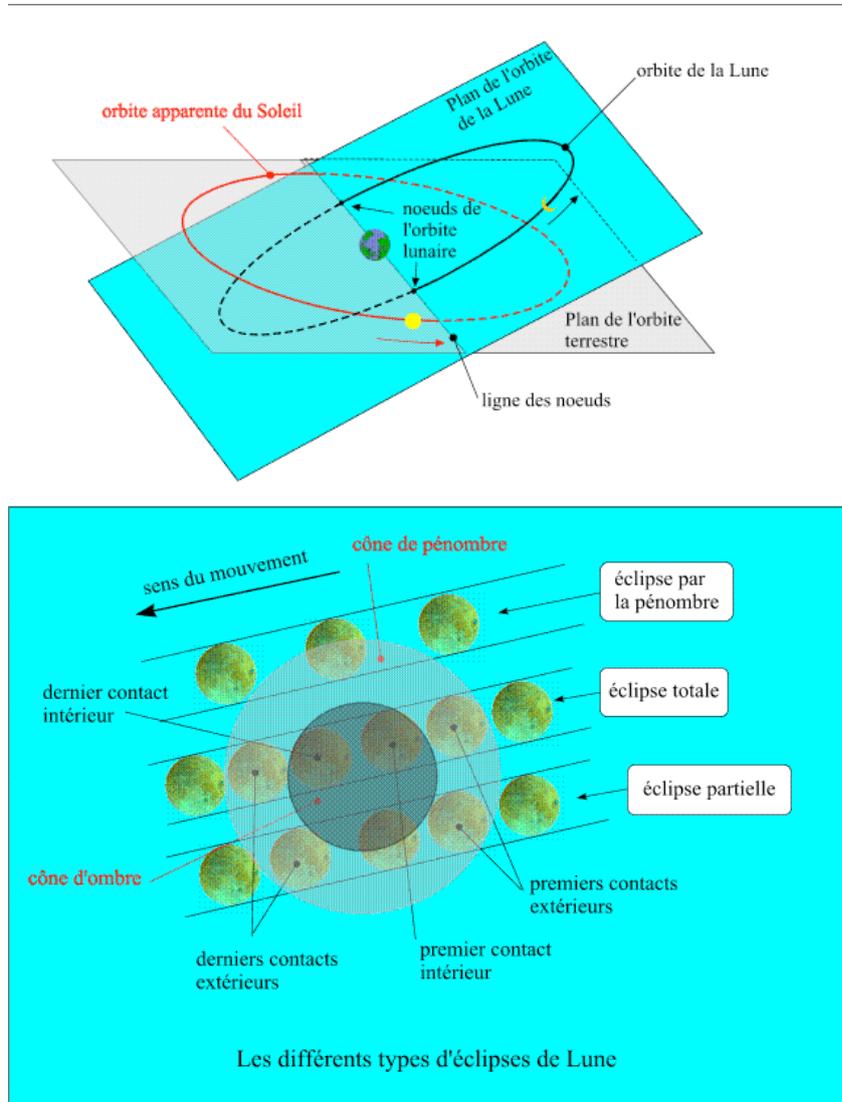
¹⁰ Guerre des Juifs I:665.

¹¹ Antiquités juives XIV:389.

¹² Antiquités juives XIV:487.

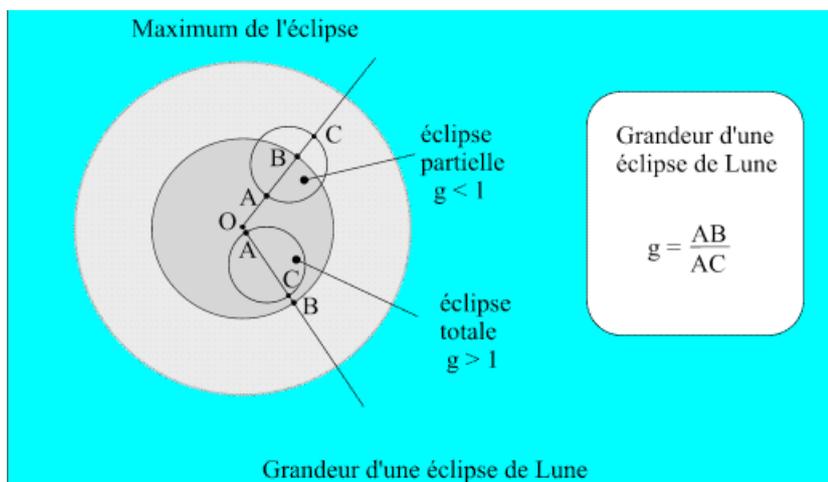
¹³ <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/LEcat/LE-0099-0000.html>
<http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/LEcat/LE0001-0100.html>

Comment lire un tel tableau? Première remarque, il y a un décalage de 1 an entre les années astronomiques et les années historiques avant notre ère, car les historiens n'utilisent pas d'année 0, ainsi l'année -3 en astronomie correspond à l'année -4 en histoire. Les éclipses de lune sont régies par la géométrie¹⁴:



¹⁴ <http://portail.imcce.fr/fr/ephemerides/astromomie/Promenade/pages3/333.html>

Les éclipses de lune se produisent uniquement quand la terre se trouve entre la lune et le soleil, mais seulement sur la ligne des nœuds; car le plan de l'orbite apparente du soleil est incliné par rapport au plan de l'orbite de la lune. Les éclipses de lune ne sont visibles que la nuit, dont le début peut être fixé par des logiciels¹⁵. De plus, pour des raisons de luminosité, seul le cône d'ombre est observable, ainsi seules les éclipses totales ou partielles sont visibles à l'œil. Les astronomes distinguent quatre points de contact: le 1^{er} marquant le début de l'éclipse partielle, le 2^e marquant le début de l'éclipse totale, le 3^e marquant la fin de l'éclipse totale et le 4^e marquant la fin de l'éclipse partielle. La magnitude de l'éclipse est indiquée par le rapport $g = AB/AC$:



Les astronomes datent le maximum des éclipses en temps universel (UT) en indiquant les durées entre ce maximum et le 1^{er} et 2^e contact appelés demi durées (S.D.). Il suffit alors d'ajouter et de retrancher la demi durée partielle (S.D. Par) pour trouver le début et la fin de l'éclipse partielle et d'ajouter et de retrancher la demi durée totale (S.D. Tot) pour trouver le début et la fin de l'éclipse totale. Pour connaître les débuts et les fins de ces éclipses en temps local il faut ajouter (vers l'Est) 1 heure par fuseau horaire à partir du méridien de Greenwich (UT = 0).

¹⁵ <http://lychnis.imcce.fr/cgi-bin/levcou.cgi>

Seules les éclipses totales (T) et partielles (P) sont perceptibles à l'œil et non celles qui sont dues à la pénombre (N). Celles qui furent visibles en un endroit du globe l'ont été uniquement dans la moitié où il y avait la nuit¹⁶ (soit approximativement après 18 heures et avant 6 heures en heure locale). Jérusalem étant à une longitude de 35°13' Est, il faut ajouter 2 heures 20 au temps universel (UT) pour connaître l'heure locale dans cette ville. Les dates et les instants sont donnés en *Temps universel coordonné* (UTC), les longitudes des lieux sont données par rapport au méridien de Greenwich. Or l'échelle de temps utilisée dans les éphémérides est le *Temps terrestre* (TT), il convient donc, si dt représente la différence, en secondes de temps, entre la valeur réelle de TT-UTC et la valeur estimée de TT-UTC, alors les instants des phénomènes doivent être corrigés de dt , et les longitudes de $dL = 1,002738 dt/240$ degrés vers l'est si dt est positif ou vers l'ouest si dt est négatif.

Latitude de Jérusalem: 31°47'; longitude de Jérusalem: 35°13'
 $dt = (240dL)/1,002738$; ($dL = 35,2^\circ$ ce qui donne $dt = 2h20$)

Pour calculer à quel moment les éclipses furent visibles à Jérusalem il faut convertir le temps universel (UT) en temps local: $t = UT + 2h20$. Le début et la fin de la pénombre sont donnés par: début = $t - S.D.par$ et fin = $t + S.D.par$. Le début et la fin de l'ombre (pour les éclipses totales) sont donnés par: début = $t - S.D.tot$ et fin = $t + S.D.tot$ (les durées sont exprimées en heures et en minutes).

date	UT	Heure locale	visible à Jérusalem	début	fin	Mag.
13 mars -4	00:40	3:00	oui	1h50	4h10	36,7 %
5 septembre -4	11:06	13:26	non			
20 janvier -2	11:52	14:12	non			
17 juillet -2	5:12	7:32	non			
9 janvier -1	23:08	1:28	oui	23h41	3h15	179,2 %
17 juillet -1	8:37	10:57	non			
29 décembre -1	14:31	16:51	oui	15h35	18h07	57,9 %
24 janvier 1	9:12	11:32	non			

¹⁶ <http://lychnis.imcce.fr/cgi-bin/levcou.cgi>

Ainsi à Jérusalem, l'éclipse du 13 mars -4 a commencé à être visible vers 1h50 (magnitude 0%) avec un maximum vers 3h (magnitude 36,7%), la fin de l'éclipse étant vers 4h10. L'éclipse du 9 janvier a commencé à être visible vers 23h41 (magnitude 0%) avec un maximum vers 1h28 le 10 janvier (magnitude 179,2%), la fin de l'éclipse étant vers 3h15. Le début de l'ombre étant vers 0h38 (magnitude 100%) et la fin vers 2h18. Il peut y avoir un écart allant jusqu'à 16 minutes entre le temps sidéral et le temps universel à cause d'une légère variation des orbites¹⁷. Un résultat plus précis peut être obtenu sur demande auprès de l'Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides¹⁸. La théorie SLP98 a été utilisée pour le calcul des éphémérides. La théorie de la précession utilisée est celle de Lieske. La théorie de la nutation utilisée est celle de Wahr (1981). Le calcul du temps sidéral est fait à l'aide de la formule d'Aoki (1992) et pour tenir compte de la réfraction de l'atmosphère terrestre le formulaire de A. Danjon est utilisé, soit:

date	UT	Heure locale	Début [visible]	fin	Mag.	Surface occultée
13 mars -4	00:51	3:11	2h04	4h18	33,9 %	1/3
9 janvier -1	23:17	1:37	23h50	3h24	152,3 %	totale
29 décembre -1	14:40	17:00	15h45	18h15	53.1 %	1/2

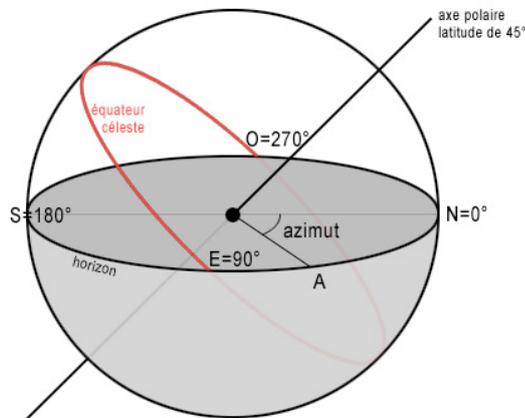
L'historien constate des écarts d'environ $\frac{1}{4}$ d'heure suivant les logiciels d'astronomie utilisés, pour cette période du début de notre ère. Il ne s'agit pas d'une erreur mais d'une difficulté à prévoir exactement la position spatiale de la terre dans le passé, parce que celle-ci ne tourne pas complètement rond! En effet, plusieurs facteurs perturbent la vitesse de rotation de la terre sur elle-même. L'énergie dissipée par les marées ralentit la terre d'environ 1 seconde (et éloigne aussi la lune de 4 cm) par an. Ce premier facteur est calculable, mais d'autres facteurs liés au climat produisent des variations chaotiques. La masse des océans, par exemple, dépend de la

¹⁷ <http://www.nmm.ac.uk/server/show/conWebDoc.351>

¹⁸ <http://lychnis.imcce.fr/ephem/eclipses/lune/lune.html>

fonte des glaces polaires, or on peut comparer la terre à une patineuse cosmique. Une patineuse qui tourne sur elle-même accélère son mouvement en rapprochant les bras vers son corps et le ralentit en les éloignant, de la même façon, une baisse de la température engendre une augmentation des glaces polaires et entraîne une diminution de la masse des océans ce qui accélère la rotation de la terre (une augmentation de température produit l'effet inverse). Les astronomes corrigent cependant ces variations grâce à des calibrages provenant des éclipses historiques exactement datées (rares). Ces variations sont faibles (environ de 1 seconde par an), mais induisent des incertitudes qui se montent à 1 heure au bout de 3600 ans (soit vers -1500). Une erreur de 1 heure peut paraître minime, mais devient très importante pour les éclipses de soleil qui occultent une bande de moins de 300 km sur la terre, or un fuseau horaire couvre une bande d'environ 1700 km (= $40000 \text{ km} / 24$) ce qui est cinq fois supérieur à la largeur de l'éclipse de soleil. En toute rigueur, pour prévoir géographiquement la zone obscurcie par d'éclipse de soleil, il faudrait disposer d'une précision minimum dans les logiciels d'environ $\frac{1}{4}$ d'heure.

Dans certains cas, l'historien peut désirer connaître la position exacte d'un astre dans le ciel pour vérifier la véracité de certaines données historiques. Les astronomes utilisent les coordonnées polaires: l'azimut (angle sur le plan horizontal de l'observateur) et l'altitude (angle sur le plan vertical):



La position de la lune est caractérisée par son altitude et son azimut¹⁹ (la position des astres peut être visualisée par de nombreux logiciels²⁰, ainsi que le lever et le coucher du soleil²¹):

Altitude de la lune en degrés en un endroit donné

$$a = \text{ArcSin}[\text{SindSinf} + \text{CosdCoshCosf}]$$

Azimut de la lune en degrés en un endroit donné

$$A = \text{ArcTan}[-(\text{CosdSinh})/(\text{SindCosf} - \text{CosdCoshSinf})]$$

$$h = 15 * (\text{GST0} + t - \text{ra}) + l$$

GST0 = Greenwich Sidereal Time at 00:00 UT

t = Universal Time

ra = Right Ascension of the Moon (in hours)

d = Declination of the Moon (in degrees)

l = Observer's Longitude (East +, West -)

f = Observer's Latitude (North +, South -)

La latitude de Jérusalem est 31°47' Nord et sa longitude est 35°13' Est, ce qui donne pour l'éclipse du 13 mars -4 une altitude $a = 61^\circ$:

$$a = \text{ArcSin}[\text{Sin}(3.2^\circ)\text{Sin}(31,8^\circ) + \text{Cos}(3.2^\circ)\text{Cos}(4,3)\text{Cos}(31,8^\circ)]$$

(GST0 = 11,2 h; t = 00:40 h; ra = 11.38 h; d = 3.2°; f = 31,8°; l = 35,2°; h = 4,3).

L'analyse astronomique des éclipses de lune durant la période allant de -4 à 1, implique de retenir, soit l'éclipse partielle du 13 mars -4, soit l'éclipse totale de 9 janvier -1. Le choix de l'éclipse totale paraît meilleur, puisqu'une éclipse partielle a bien moins de chance d'être remarquée par un observateur ordinaire. Les historiens ont cependant accepté l'éclipse partielle de -4 proposée par les astronomes, car Flavius Josèphe précise aussi qu'avant la mort d'Hérode, l'éclipse fut précédée par un jeûne, ce qui induit une datation, car les jeûnes se produisaient à dates fixes. Les astronomes ont cru que le jeûne mentionné par Flavius Josèphe était celui d'Esther du 13 Adar ce qui produisait un accord remarquable entre ce jeûne daté au 12 mars et l'éclipse de lune du 13 mars. Les historiens

¹⁹ <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/LEvis/LEaltitude.html>

²⁰ <http://www.fourmilab.ch/cgi-bin/uncgi/Yoursky>

<http://astro.nineplanets.org/astrosoftware.html>

²¹ <http://lychnis.imcce.fr/cgi-bin/levcou.cgi>

savent cependant que le jeûne d'Esther n'existait pas au 1^{er} siècle puisqu'il est apparu seulement à partir du 12^e siècle de notre ère²², après les travaux de Maimonide. Cette célèbre erreur d'appréciation montre que les astronomes ne peuvent dater correctement les événements qu'avec une collaboration active des historiens. Ainsi, la mention de commémorations dans un récit historique est une source de datation, car ces fêtes sont généralement fixées dans un calendrier.

DATATION PAR LES DATES DE CALENDRIER

Flavius Josèphe précise dans son passage sur la mort d'Hérode, qu'un jeûne commémoratif eut lieu peu de temps avant l'éclipse de lune qui marqua la mort du roi²³. Les Juifs effectuaient chaque année quatre jeûnes²⁴ aux dates du 17 Tammuz, 9 Ab, 3 Tishri et 10 Tébeth, selon la Mishna juive²⁵. De plus, l'antique rouleau des jeûnes²⁶ fixe la mort d'Hérode au 2 Shebat²⁷. Le jeûne du 10 Tebeth, par exemple, commémorait le sinistre début du siège de Jérusalem par Nabuchodonosor²⁸. Le calendrier juif est fondé sur le cycle lunaire et comporte 12 mois dont le 1^{er} mois est Nisan (religieux) ou Tishri (civil).

		mois	durée			mois	durée
1	7	<i>Nisan</i>	30	7	1	<i>Tishri</i>	30
2	8	<i>Iyar</i>	29	8	2	<i>Heshvan</i>	29
3	9	<i>Siwan</i>	30	9	3	<i>Kislev</i>	30
4	10	<i>Tammuz</i>	29	10	4	<i>Tebeth</i>	29
5	11	<i>Ab</i>	30	11	5	<i>Shebat</i>	30
6	12	<i>Elul</i>	29	12	6	<i>Adar</i>	29
				[13]		<i>[Adar2]</i>	[30]

²² <http://www.ou.org/chagim/roshchodesh/adar/thirteenth.htm>

²³ Antiquités juives XVII:166.

²⁴ Zacharie 8:19.

²⁵ Taanit 4:6.

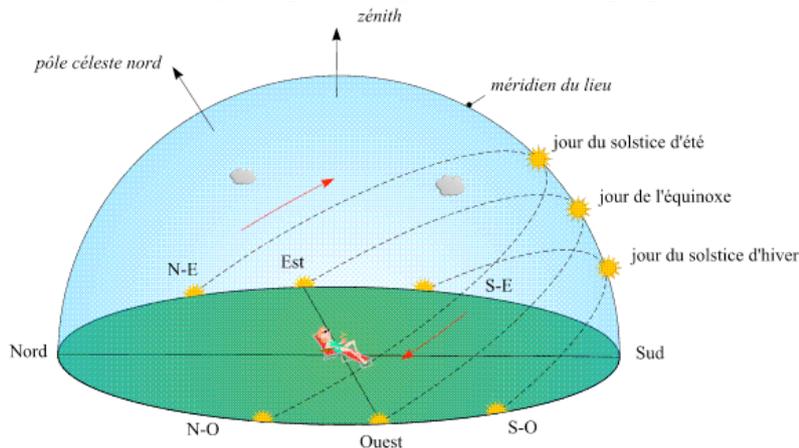
²⁶ W.E. FILMER - The Chronology of the Reign of Herod the Great in: The Journal of Theological Studies, Vol. XVII. Oxford 1966 p. 284.

H. LICHTENSTEIN - Die fastenrolle eine untersuchung zur jüdisch-hellenistischen geschichte in: Hebrew Union College Annual Cincinnati 1931-32 pp. 271,272.

²⁷ Megillat Taanit 23a.

²⁸ 2Rois 25:1.

Le fonctionnement de ce calendrier reposait entièrement sur l'observation, le 1^{er} jour de chaque mois étant calé sur le 1^{er} croissant de lune et le mois Tishri étant le 1^{er} mois à partir de l'équinoxe d'automne. Lorsque le mois de Tishri se terminait avant l'équinoxe d'automne, un 13^e mois (deuxième Adar) était ajouté à l'année pour la synchroniser avec l'année solaire. Cet ajustement se produisait environ tous les 3 ans, puisque l'année lunaire est plus courte que l'année solaire d'environ 11 jours (= $365 - 354$; $354 = 12 \times 29,5$). Les équinoxes (et les solstices) étaient faciles à repérer par les agriculteurs de l'époque:



A cause de la rotation de la terre sur elle-même en 24 heures, le soleil (comme tous les autres corps célestes) paraît se lever à l'Est et se coucher à l'Ouest. Lors de l'équinoxe, le jour et la nuit ont exactement la même durée de 12 heures et l'azimut du lever et du coucher de soleil est de $+90^\circ$ et -90° , par contre, lors des solstices, la durée du jour varie suivant la latitude de l'observateur, les maxima étant de 24 et 0 heure pour les pôles.

Le 1 de chaque mois correspond au 1^{er} croissant après la nouvelle lune. La lunaison moyenne étant de 29,53 jours, les mois lunaires ont une durée oscillant entre 29 et 30 jours, ainsi la nouvelle lune tombe le 29 ou le 30 et par conséquent la pleine lune tombe le 14 ou le 15. Comme les éclipses se produisent uniquement lorsque la lune, le soleil et la terre sont alignés, les éclipses de lune ne peuvent tomber que le 14 ou le 15 et les

éclipses de soleil ne peuvent tomber que le 29 ou le 30 dans un calendrier lunaire débutant au 1^{er} croissant. Cette règle astronomique permet déjà d'éliminer le jeûne du 17 Tammuz parmi les quatre jeûnes commémoratifs, puisqu'il ne peut que suivre une éclipse (éventuellement datée du 14 Tammuz) et non la précéder comme l'indique le récit de Flavius Josèphe.

Selon l'astronomie il est possible d'évaluer les dates d'équinoxes²⁹ et des premiers croissants³⁰:

		1 ^{er} croissant [= nouvelle lune + 1]	
		mois:	1 ^{er} jour du mois
		[équinoxe]	[25 septembre -2] [25 septembre -5]
7	1	Tishri	29 septembre -2 2 octobre -5
8	2	Heshvan	29 octobre -2 31 octobre -5
9	3	Kislev	27 novembre -2 30 novembre -5
10	4	Tebeth	27 décembre -2 29 décembre -5
11	5	Shebat	25 janvier -1 28 janvier -4
12	6	Adar	25 février -1 27 février -4
[13]		[Adar2]	
		[équinoxe]	[22 mars -1] [22 mars -4]
1	7	Nisan	25 mars -1 28 mars -4
2	8	Iyar	23 avril -1 12 avril -4
3	9	Siwan	23 mai -1 25 mai -4
4	10	Tammuz	21 juin -1 24 juin -4
5	11	Ab	20 juillet -1 24 juillet -4
6	12	Elul	19 août -1 22 août -4

L'année civile juive commence au 1^{er} Tishri qui coïncide avec le 1^{er} croissant de lune visible à Jérusalem après l'équinoxe d'automne et l'année religieuse juive commence au 1^{er} Nisan qui coïncide avec le 1^{er} croissant de lune visible à Jérusalem après l'équinoxe de printemps.

²⁹ <http://www.imcce.fr/page.php?nav=fr/ephemerides/astonomie/saisons/index.php>

³⁰ <http://portail.imcce.fr/fr/ephemerides/astonomie/Promenade/pages4/441.html>

Il est alors possible de dater exactement les 4 jeûnes:

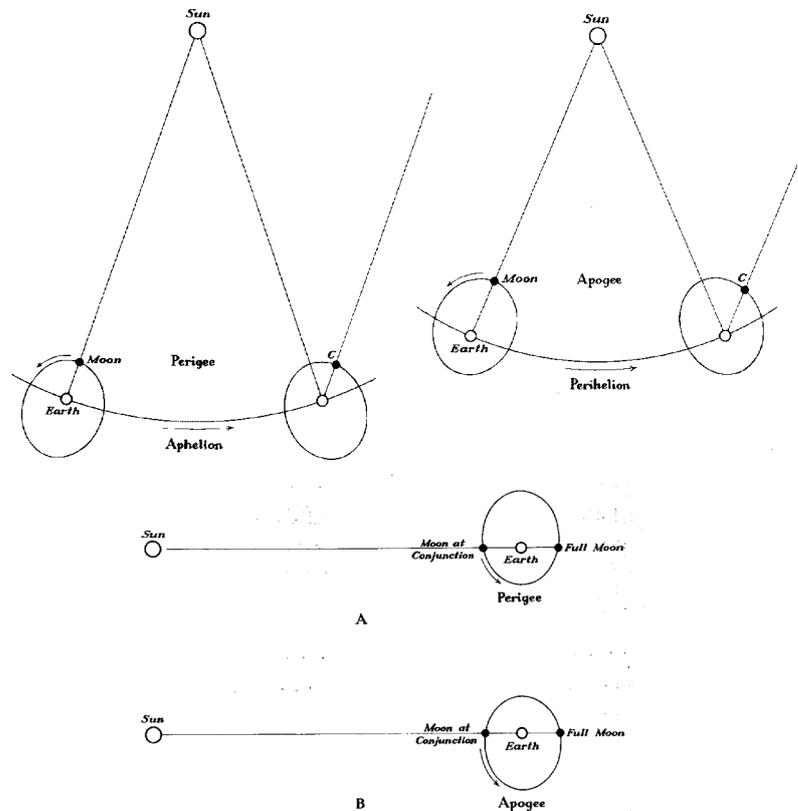
jeûnes	éclipse	date en -1	date en -4
3 Tishri		1 ^{er} octobre	4 octobre
Heshvan			
Kislev			
10 Tebeth	14 Tebeth	5 janvier 9 janvier (éclipse)	7 janvier
[2] Shebat		26 janvier	29 janvier
Adar	15 Adar		13 mars (éclipse)
Nisan			
Iyar			
Siwan			
17 Tammuz		7 juillet	10 juillet
9 Ab		29 juillet	1 ^{er} août
Elul			

Le récit de Flavius Josèphe correspond exactement aux dates en -1: jeûne du 10 Tébeth (5 janvier) suivi de peu par l'éclipse (10 janvier) puis de la mort d'Hérode le 2 Shebat (26 janvier), par contre en -4, il n'y a pas de jeûne avant l'éclipse partielle du 13 mars, de plus, le 2 Shebat (29 janvier) est avant l'éclipse et non après comme l'indique Flavius Josèphe. Les calendriers réels pouvaient toutefois être légèrement différents des calendriers calculés selon l'astronomie, car l'observation du 1^{er} croissant était délicate entraînant un décalage éventuel de 1 jour, et les mois intercalaires pouvaient être reportés à l'année suivante, d'où un décalage de 1 mois durant cette année. Il est nécessaire de connaître le fonctionnement du cycle lunaire pour mieux apprécier ces décalages éventuels.

DATATION PAR UN CALENDRIER LUNAIRE

La plupart des calendriers anciens sont d'origine lunaire, mais leur fonctionnement est assez différent suivant les époques et les endroits. Les principales différences viennent soit du fonctionnement interne qui fait débiter le mois au 1^{er} croissant ou à la pleine lune, soit du système de synchronisation fondé sur

l'observation ou le calcul. Le mois lunaire a une durée moyenne de 29,5305882 jours, mais le cycle lunaire réel peut osciller entre 29,26 et 29,80 jours³¹, à cause des orbites terrestre et lunaire qui sont légèrement elliptiques:



Ainsi l'apparition du 1^{er} croissant, visible après la nouvelle lune astronomique, peut varier entre 16,5 et 42 heures (à Babylone, latitude 32.5°). La pleine lune apparaît après la nouvelle lune entre 13,73 et 15,80 jours plus tard. La combinaison de l'ensemble de ces facteurs perturbe la série moyenne régulière 29-30-29-30-29, et bien que cela soit exceptionnel, une série de 5 mois successifs de 30 jours: 30-30-30-30-30 est possible.

³¹ R.A. PARKER - The Calendars of Ancient Egypt
in: Studies in Ancient Oriental Civilization N°26 (1950) Ed. University of Chicago pp. 1-7.

Les calendriers lunaires grecs étaient fréquemment calés sur des calculs (alternance régulière entre les mois de 29 et 30 jours) plutôt que sur l'observation ce qui pouvait entraîner des décalages de plusieurs jours entre le cycle réel et les dates calculées. Même dans le cas favorable où deux calendriers, égyptien et macédonien, étaient disponibles au même endroit et à la même époque, la synchronisation des dates restait approximative. La Pierre de Rosette, par exemple, est un document officiel précisément double daté: «*Ptolémée, vivant éternellement, aimé de Ptah, en l'an IX (...) le 4 du mois de Xandikos, correspondant pour les Égyptiens au 18^e jour de Mechir*»³². L'an 9 de Ptolémée est fixé en -196 et commence au 1^{er} Thot, soit le 11 octobre -197 et se termine au 1^{er} Thot suivant, soit le 11 octobre -196, ainsi le 18 Mechir correspond au 27 mars -196. Le premier mois du calendrier macédonien étant le mois de *Dios* calé sur l'équinoxe d'automne³³ celui-ci débutait au 26 septembre -197. Le 1^{er} croissant de lune³⁴ après l'équinoxe d'automne, soit le 1^{er} Dios, est daté du 24 octobre -197 et 1^{er} croissant du 6^e mois appelé Xandikos est daté du 21 mars -196. Le 4 du mois de Xandikos correspond donc au 24 mars -196, soit un écart de 3 jours avec la date égyptienne (27 mars -196).

Le calendrier lunaire babylonien, très ancien puisqu'il remonte au moins vers -2000, était fondé sur l'observation ce qui donne un bon accord avec le cycle astronomique. La seule difficulté provenait de l'observation du 1^{er} croissant qui pouvait être masqué par des nuages, une tempête de sable, etc., ce qui induisait un décalage de 1 jour. Le calendrier lunaire égyptien, probablement aussi ancien que son homologue babylonien et avec les mêmes difficultés d'observation, débutait à la pleine lune ce qui modifie complètement les coïncidences de dates. La datation de la mort d'Alexandre le Grand servira d'exemple d'utilisation du calendrier babylonien. Ce célèbre conquérant est mort à Babylone en -323 et par chance plusieurs comptes rendus officiels ont été rédigés pour fixer ce jour mémorable, soit:

³² C. ANDREWS – La Pierre de Rosette
London 1993 Ed. British Museum Press p. 26.

³³ <http://www.imcce.fr/page.php?nav=fr/ephemerides/astonomie/saisons/index.php>

³⁴ <http://portail.imcce.fr/fr/ephemerides/astonomie/Promenade/pages4/441.html>

Date	Calendrier	Source	Date julienne
29 Ayyaru	Babylonien	tablette BM 34075	10/11 juin
28 Daisios	Macédonien	Éphémérides royales	10 juin

La tablette babylonienne date l'événement au 29 Ayyaru (qui court du 10 juin vers 18 heures au 11 juin vers 18 heures), de plus, les tablettes babyloniennes référencées BM 34075 et BM 45962 donnent la séquence des mois pour l'année -323:

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIIa
323		29	30	30	30	30	29	30	29	29			

L'astronomie confirme cette séquence exceptionnelle de 4 mois consécutifs de 30 jours pour l'année -323, puisqu'il y eut effectivement 120 jours entre les nouvelles lunes du 10 juin et du 8 octobre³⁵. L'écart de 1 jour entre le calendrier babylonien et macédonien peut s'expliquer par une définition différente du jour qui commençait le soir (après 18h) pour le babylonien et le matin (vers 6h) pour le macédonien.

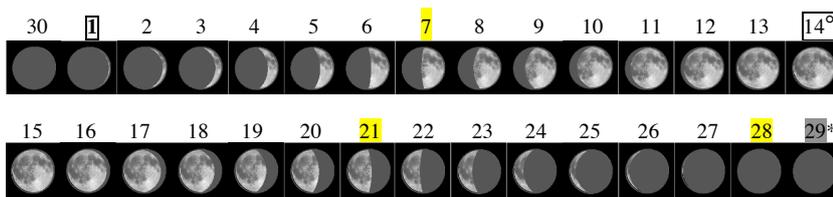
1		←----- 10 juin 323 -----→	←----- 11 juin 323 -----→			
2		nuit	jour	X 24h	jour	nuit
3		←----- 28 Ayyaru -----→	←----- 29 Ayyaru -----→	← 1 Simanu		
4		←----- 28 Daisios -----→	←----- 29 Daisios -----→			

Le calendrier lunaire égyptien est souvent présenté comme débutant à la 1^{ère} invisibilité en se référant aux travaux de R.A. Parker, mais il devait commencer à la pleine pour les raisons suivantes: le hiéroglyphe du 1^{er} jour du mois lunaire représente une pleine lune (et non une nouvelle lune) et ce 1^{er} jour du mois lunaire s'appelle *psdntyw* en égyptien qui provient du terme *psd* signifiant "briller [comme le soleil]". Il est évident que seule la pleine lune peut briller comme le soleil et non la nouvelle lune qui est invisible. La signification du 18^e jour du mois lunaire est "[jour de la] Lune". Dans un comput débutant à la pleine lune le 1^{er} croissant apparaît effectivement 17 jours après, par contre, dans un comput débutant à la nouvelle lune, la

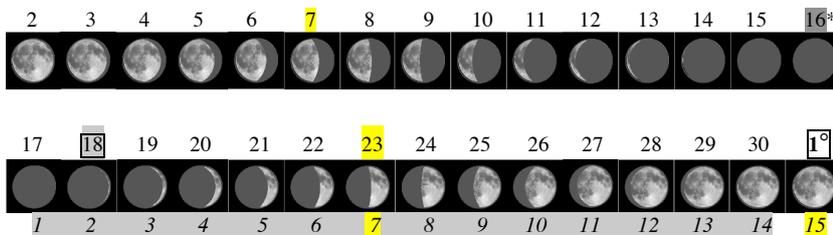
³⁵ <http://portail.imcce.fr/fr/ephemerides/astromomie/Promenade/pages4/441.html>

pleine lune apparaît seulement après 13 jours. Dans le comput de Parker le jour 18, pourtant éminemment lunaire, ne joue aucun rôle. De plus, Osiris commençait à ressusciter après le jour 17. Les fêtes *wag* et de Thot étaient liées au cycle lunaire. Les documents qui donnent les dates de ces fêtes dans le calendrier civil permettent de vérifier que la durée entre ces deux fêtes était effectivement de 17 jours. Dans la théologie égyptienne, la vie était associée à la lumière du soleil, ou de son double: la lune, il aurait donc été extrêmement paradoxal que ces Égyptiens aient célébré leurs fêtes au moment de la nouvelle lune, obscure et symbole de la mort. Le cycle lunaire se terminait par la pleine lune, bien que les Égyptiens n'aient décrit que 15 jours de ce cycle, le cycle suivant (de 30 jours) devait recommencer à la fin du précédent, soit à la pleine lune. On note que le jour 1 du calendrier babylonien (1^{er} croissant) correspond au jour 18 du calendrier égyptien et que la pleine lune est le jour 1 dans le calendrier babylonien et le 14 dans le babylonien:

Mois lunaire babylonien



Mois lunaire égyptien



Les dates marquées par ° sont celles de la pleine lune astronomique et les dates marquées par * celles de la nouvelle lune astronomique.

DATATION PAR LE CALENDRIER EGYPTIEN

Pour convertir une date égyptienne du calendrier civil, il suffit de se rappeler que le calendrier a 365 jours exactement et qu'il se décale donc de 1 jour tous les 4 ans par rapport au calendrier julien (365,25 jours). Le 1^{er} Thot en 139 étant daté le 20 juillet, soit le 201^e jour dans le calendrier julien on obtient l'équation pour la date (anx* = année astronomique):

$$\text{jour julien de l'anx}^* = 201 + (139 - \text{anx}^*)/4 + (\text{jour égyptien} - 1)$$

Tableau de conversion des jours de l'année julienne

	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septem	octobre	novem	décem												
N° mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
N° jour	1	1	1	32	1	60	1	91	1	121	1	152	1	182	1	213	1	244	1	274	1	305	1	335
2	2	2	33	2	61	2	92	2	122	2	153	2	183	2	214	2	245	2	275	2	306	2	336	
3	3	3	34	3	62	3	93	3	123	3	154	3	184	3	215	3	246	3	276	3	307	3	337	
4	4	4	35	4	63	4	94	4	124	4	155	4	185	4	216	4	247	4	277	4	308	4	338	
5	5	5	36	5	64	5	95	5	125	5	156	5	186	5	217	5	248	5	278	5	309	5	339	
6	6	6	37	6	65	6	96	6	126	6	157	6	187	6	218	6	249	6	279	6	310	6	340	
7	7	7	38	7	66	7	97	7	127	7	158	7	188	7	219	7	250	7	280	7	311	7	341	
8	8	8	39	8	67	8	98	8	128	8	159	8	189	8	220	8	251	8	281	8	312	8	342	
9	9	9	40	9	68	9	99	9	129	9	160	9	190	9	221	9	252	9	282	9	313	9	343	
10	10	10	41	10	69	10	100	10	130	10	161	10	191	10	222	10	253	10	283	10	314	10	344	
11	11	11	42	11	70	11	10	11	131	11	162	11	192	11	223	11	254	11	284	11	315	11	345	
12	12	12	43	12	71	12	102	12	132	12	163	12	193	12	224	12	255	12	285	12	316	12	346	
13	13	13	44	13	72	13	103	13	133	13	164	13	194	13	225	13	256	13	286	13	317	13	347	
14	14	14	45	14	73	14	104	14	134	14	165	14	195	14	226	14	257	14	287	14	318	14	348	
15	15	15	46	15	74	15	05	15	135	15	166	15	196	15	227	15	258	15	288	15	319	15	349	
16	16	16	47	16	75	16	106	16	136	16	167	16	197	16	228	16	259	16	289	16	320	16	350	
17	17	17	48	17	76	17	107	17	137	17	168	17	198	17	229	17	260	17	290	17	321	17	351	
18	18	18	49	18	77	18	108	18	138	18	169	18	199	18	230	18	261	18	291	18	322	18	352	
19	19	19	50	19	78	19	109	19	139	19	170	19	200	19	231	19	262	19	292	19	323	19	353	
20	20	20	51	20	79	20	110	20	140	20	171	20	201	20	232	20	263	20	293	20	324	20	354	
21	21	21	52	21	80	21	111	21	141	21	172	21	202	21	233	21	264	21	294	21	325	21	355	
22	22	22	53	22	81	22	112	22	142	22	173	22	203	22	234	22	265	22	295	22	326	22	356	
23	23	23	54	23	82	23	113	23	143	23	174	23	204	23	235	23	266	23	296	23	327	23	357	
24	24	24	55	24	83	24	114	24	144	24	175	24	205	24	236	24	267	24	297	24	328	24	358	
25	25	25	56	25	84	25	115	25	145	25	176	25	206	25	237	25	268	25	298	25	329	25	359	
26	26	26	57	26	85	26	116	26	146	26	177	26	207	26	238	26	269	26	299	26	330	26	360	
27	27	27	58	27	86	27	117	27	147	27	178	27	208	27	239	27	270	27	300	27	331	27	361	
28	28	28	59	28	87	28	118	28	148	28	179	28	209	28	240	28	271	28	301	28	332	28	362	
29	29			29	88	29	119	29	149	29	180	29	210	29	241	29	272	29	302	29	333	29	363	
30	30			30	89	30	120	30	150	30	181	30	211	30	242	30	273	30	303	30	334	30	364	
31	31			31	90		31	151		31	182	31	212	31	243		31	304		31	365			

Tableau de conversion des jours de l'année égyptienne

AKHET				PERET				SHEMOU																	
I ₁	II ₁	III ₁	IV ₁	I ₂	II ₂	III ₂	IV ₂	I ₃	II ₃	III ₃	IV ₃	(5)													
Thot	Paophi	Athyr	Khoiak	Tybi	Mechir	Phamen	Pharmo	Pachon	Payni	Epiphi	Mesore	épagé													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	(5)													
1	1	1	31	1	61	1	91	1	121	1	151	1	181	1	211	1	241	1	271	1	301	1	331	1	361
2	2	2	32	2	62	2	92	2	122	2	152	2	182	2	212	2	242	2	272	2	302	2	332	2	362
3	3	3	33	3	63	3	93	3	123	3	153	3	183	3	213	3	243	3	273	3	303	3	333	3	363
4	4	4	34	4	64	4	94	4	124	4	154	4	184	4	214	4	244	4	274	4	304	4	334	4	364
5	5	5	35	5	65	5	95	5	125	5	155	5	185	5	215	5	245	5	275	5	305	5	335	5	365
6	6	6	36	6	66	6	96	6	126	6	156	6	186	6	216	6	246	6	276	6	306	6	336		
7	7	7	37	7	67	7	97	7	127	7	157	7	187	7	217	7	247	7	277	7	307	7	337		
8	8	8	38	8	68	8	98	8	128	8	158	8	188	8	218	8	248	8	278	8	308	8	338		
9	9	9	39	9	69	9	99	9	129	9	159	9	189	9	219	9	249	9	279	9	309	9	339		
10	10	10	40	10	70	10	100	10	130	10	160	10	190	10	220	10	250	10	280	10	310	10	340		
11	11	11	41	11	71	11	101	11	131	11	161	11	191	11	221	11	251	11	281	11	311	11	341		
12	12	12	42	12	72	12	102	12	132	12	162	12	192	12	222	12	252	12	282	12	312	12	342		
13	13	13	43	13	73	13	103	13	133	13	163	13	193	13	223	13	253	13	283	13	313	13	343		
14	14	14	44	14	74	14	104	14	134	14	164	14	194	14	224	14	254	14	284	14	314	14	344		
15	15	15	45	15	75	15	105	15	135	15	165	15	195	15	225	15	255	15	285	15	315	15	345		
16	16	16	46	16	76	16	106	16	136	16	166	16	196	16	226	16	256	16	286	16	316	16	346		
17	17	17	47	17	77	17	107	17	137	17	167	17	197	17	227	17	257	17	287	17	317	17	347		
18	18	18	48	18	78	18	108	18	138	18	168	18	198	18	228	18	258	18	288	18	318	18	348		
19	19	19	49	19	79	19	109	19	139	19	169	19	199	19	229	19	259	19	289	19	319	19	349		
20	20	20	50	20	80	20	110	20	140	20	170	20	200	20	230	20	260	20	290	20	320	20	350		
21	21	21	51	21	81	21	111	21	141	21	171	21	201	21	231	21	261	21	291	21	321	21	351		
22	22	22	52	22	82	22	112	22	142	22	172	22	202	22	232	22	262	22	292	22	322	22	352		
23	23	23	53	23	83	23	113	23	143	23	173	23	203	23	233	23	263	23	293	23	323	23	353		
24	24	24	54	24	84	24	114	24	144	24	174	24	204	24	234	24	264	24	294	24	324	24	354		
25	25	25	55	25	85	25	115	25	145	25	175	25	205	25	235	25	265	25	295	25	325	25	355		
26	26	26	56	26	86	26	116	26	146	26	176	26	206	26	236	26	266	26	296	26	326	26	356		
27	27	27	57	27	87	27	117	27	147	27	177	27	207	27	237	27	267	27	297	27	327	27	357		
28	28	28	58	28	88	28	118	28	148	28	178	28	208	28	238	28	268	28	298	28	328	28	358		
29	29	29	59	29	89	29	119	29	149	29	179	29	209	29	239	29	269	29	299	29	329	29	359		
30	30	30	60	30	90	30	120	30	150	30	180	30	210	30	240	30	270	30	300	30	330	30	360		

Par exemple, le III Shemou 9 de l'an -1545 se calcule de la manière suivante: le III Shemou 9 [= 9 Epiphi] correspond au jour égyptien 309 et l'année anx* = -1544, d'où la valeur:

$$\begin{aligned}
 \text{jour julien} &= 201 + (139 + 1544)/4 + (309 - 1) = 929.75 \\
 &= 929 - 2 \times 365 \\
 &= 199 \text{ correspondant au 18 juillet (voir tableau précédent)}
 \end{aligned}$$

III Shemou 9 en -1545 = 18 juillet -1545

Le Papyrus Louvres 7848 de l'an 12 d'Amasis contient un vœu daté dans le calendrier égyptien du I Shemou 15 et dans le calendrier lunaire égyptien du II Shemou 13. La transcription du texte hiéroglyphique est: «*II šmw 13 n 15 I šmw*», et sa traduction littérale est "II Shemou 13 du 15 I Shemou", car la préposition "n" marque le datif et a pour sens habituel "à, pour, du". Les dates dans le calendrier lunaire étant extrêmement rares dans les papyrus égyptiens, il est logique de penser que la première date est ensuite explicitée par la seconde dans le calendrier civil usuel et non le contraire. Ce qui renforce cette explication est l'écriture particulière du nombre 15 qui est suivi d'un disque solaire signifiant "de tous les jours, quotidien", soit du calendrier civil. La phrase «*II šmw 13 n 15 I šmw*» se traduit donc littéralement "II Shemou 13 du 15 de tous les jours I Shemou", exprimant l'idée: "daté le II Shemou 13, soit le 15 du I Shemou dans le calendrier civil quotidien". Il paraît enfin logique de supposer que si l'auteur de cet écrit s'est rappelé aussi précisément le jour de son vœu c'est qu'il a dû le mettre par écrit relativement peu de temps après, or le document étant daté du I Shemou 21 (date civile), le vœu a pu être effectué 6 jours avant (I Shemou 15), si par contre la date du vœu dans le calendrier civil était le II Shemou 13, cela entraînerait un paradoxe, puisque le vœu aurait été mis par écrit (le I Shemou 21) 22 jours avant d'être prononcé (le II Shemou 13), ce qui impliquerait un vœu prophétique, dont la datation lunaire serait prévue à l'avance! En examinant la correspondance de cette double date dans le calendrier julien, on obtient (en se fondant sur un mois lunaire débutant à la pleine lune³⁶ = jour 1):

An	Année	<i>II Shemou 13</i> (date lunaire)	<i>I Shemou 15</i> (date civile)	écart
10	-560	14 septembre	21 septembre	7
11	-559	2 octobre	21 septembre	11
12	-558	22 septembre	21 septembre	1
13	-557	10 septembre	20 septembre	10
14	-556	30 septembre	20 septembre	10

³⁶ <http://portail.imcce.fr/fr/ephemerides/astromomie/Promenade/pages4/441.html>

L'écart de 1 jour est acceptable, car l'observation visuelle de la pleine lune peut être décalée de 1 jour par rapport à la datation astronomique (les mêmes écarts sont constatés avec l'observation du 1^{er} croissant).

La date actuelle de -1279 pour l'accession de Ramsès II repose uniquement sur l'interprétation de Parker de la date lunaire du II Peret 27 dans l'an 52 de Ramsès, date fondée sur un cycle lunaire égyptien débutant à la nouvelle lune³⁷, alors qu'en fait, il débute à la pleine lune. Comme le règne de Ramsès II suit immédiatement les 11 ans du règne de Séthi I qui débuta par un lever héliaque de Sirius³⁸ daté au I Akhet 1 en l'an 4 de son règne³⁹, il est possible de fixer le début du règne de Séthi I autour de -1294. Théon d'Alexandrie⁴⁰ indiquait que cette nouvelle période, qu'il nommait "ère de Ménophrès" (forme grecque du nom égyptien Menpehtyre de Ramsès I^{er}), avait commencé 1605 ans avant l'investiture de Dioclétien (en 285), soit en -1321 (il semble que Théon ait simplement effectué le calcul: -1321 = 139 - 1460). La date d'accession de Ramsès II, le III Shemou 27, servait à fixer les années de règne et correspondait à juin à cette époque (le mois de janvier débutait vers le III Peret). Les cycles lunaires étant de 25 ans ($25 \times 365 = 9125$ jours = 309×29.530588), le jour 1 lunaire = 1^{er} Thot civil au début de chaque cycle, soit en -1296, -1271, etc. La date lunaire étant calée sur le premier jour du mois (jour lunaire 1 = pleine lune), on obtient le cycle suivant:

³⁷ R.A. PARKER - The lunar dates of Thutmose III and Ramesses II
in: Journal of Eastern Studies XVI (1957) pp.39-43.

³⁸ J. VERCOUTTER - L'Égypte et la vallée du Nil
Paris 1992 Éd. Presses Universitaires de France pp. 74,75.

³⁹ J. CERNY - Note on the Supposed Beginning of a Sothic Period under Sethos I
in: Journal of Egyptian Archaeology 47 (1961) pp. 150-155.

K. SETHE - Sethos I und die Erneuerung der Hundssternperiode
in: Zeitschrift für Ägyptische Sprache 66 (1931) pp. 1-7.

F. GRIFFITH - The Abydos Decree of Seti I at Nauri
in: Journal of Egyptian Archaeology 13 (1927) p. 196.

⁴⁰ R.D. LONG - A Re-examination of the Sothic Chronology of Egypt
in: Orientalia 43 (1974) pp. 261-274.

M.B. ROWTON - Mesopotamian Chronology and the 'Era of Menophres'
in: Iraq VIII (1948) pp. 94-110.

An		AKHET				PERET				SHEMOU					
		I ₁	II ₁	III ₁	IV ₁	I ₂	II ₂	III ₂	IV ₂	I ₃	II ₃	III ₃	IV ₃		
-1296	1	1	30	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25		
-1295	2	19	19	18	18	18	17	17	16	16	15	15	14		
-1294	3	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	4	4	3	
-1293	4	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	23	23		
-1292	5	17	17	16	16	15	15	14	14	13	13	12	12		
-1291	6	6	6	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	
-1290	7	25	25	24	24	23	23	23	22	22	21	21	20		
-1289	8	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	10		
-1288	9	4	4	3	3	2	2	1	1	30	29	29	28		
-1287	10	23	23	22	22	21	21	20	20	19	19	18	18		
-1286	11	12	12	11	11	10	10	10	9	9	8	8	7		
-1285	12	2	1	1	30	30	29	28	28	27	27	27	26		
-1284	13	21	20	20	19	19	18	18	17	17	16	16	15		
-1283	1	14	10	9	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4
-1282	2	15	29	28	28	27	27	27	26	26	25	25	24	24	
-1281	3	16	18	18	17	17	16	16	15	15	14	14	14	13	
-1280	4	17	8	7	7	6	6	5	5	4	4	3	3	2	2
-1279	5	18	26	26	26	25	25	24	24	23	23	22	22	21	
-1278	6	19	16	15	15	14	14	14	13	13	12	12	11	11	
-1277	7	20	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	30	5
-1276	8	21	24	24	23	23	22	22	21	21	20	20	19	19	
-1275	9	22	13	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	8	
-1274	10	23	3	2	2	1	1	30	30	29	29	28	28	27	
-1273	11	24	22	21	21	20	20	19	19	18	18	18	17	17	
-1272	12	25	11	11	10	10	9	9	8	8	7	7	6	6	
-1271	13	1	1	30	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	
-1270	14	2	19	19	18	18	18	17	17	16	16	15	15	14	
-1269	15	3	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	4	4	3
-1268	16	4	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	23	23	
-1267	17	5	17	17	16	16	15	15	14	14	13	13	12	12	
-1266	18	6	6	6	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1
-1265	19	7	25	25	24	24	23	23	23	22	22	21	21	20	
-1264	20	8	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	10	
-1263	21	9	4	4	3	3	2	2	1	1	30	29	29	28	
-1262	22	10	23	23	22	22	21	21	20	20	19	19	18	18	
-1261	23	11	12	12	11	11	10	10	10	9	9	8	8	7	
-1260	24	12	2	1	1	30	30	29	28	28	27	27	27	26	
-1259	25	13	21	20	20	19	19	18	18	17	17	16	16	15	
-1258	26	14	10	9	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4
-1257	27	15	29	28	28	27	27	27	26	26	25	25	24	24	
-1256	28	16	18	18	17	17	16	16	15	15	14	14	14	13	

-1255	29	17	8	7	7	6	6	5	5	4	4	3	3	2	2
-1254	30	18	26	26	26	25	25	24	24	23	23	22	22	21	
-1253	31	19	16	15	15	14	14	14	13	13	12	12	11	11	
-1252	32	20	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	30	5
-1251	33	21	24	24	23	23	22	22	21	21	20	20	19	19	
-1250	34	22	13	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	8	
-1249	35	23	3	2	2	1	1	30	30	29	29	28	28	27	
-1248	36	24	22	21	21	20	20	19	19	18	18	18	17	17	
-1247	37	25	11	11	10	10	9	9	8	8	7	7	6	6	
-1246	38	1	1	30	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	
-1245	39	2	19	19	18	18	18	17	17	16	16	15	15	14	
-1244	40	3	9	8	8	7	7	6	6	6	5	5	4	4	3
-1243	41	4	28	27	27	26	26	25	25	24	24	23	23	23	
-1242	42	5	17	17	16	16	15	15	14	14	13	13	12	12	
-1241	43	6	6	6	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1
-1240	44	7	25	25	24	24	23	23	23	22	22	21	21	20	
-1239	45	8	15	14	14	13	13	12	12	11	11	10	10	10	
-1238	46	9	4	4	3	3	2	2	1	1	30	29	29	28	
-1237	47	10	23	23	22	22	21	21	20	20	19	19	18	18	
-1236	48	11	12	12	11	11	10	10	10	9	9	8	8	7	
-1235	49	12	2	1	1	30	30	29	28	28	27	27	27	26	
-1234	50	13	21	20	20	19	19	18	18	17	17	16	16	15	
-1233	51	14	10	9	9	9	8	8	7	7	6	6	5	5	4
-1232	52	15	29	28	28	27	27	27	26	26	25	25	24	24	
-1231	53	16	18	18	17	17	16	16	15	15	14	14	14	13	
-1230	54	17	8	7	7	6	6	5	5	4	4	3	3	2	2
-1229	55	18	26	26	26	25	25	24	24	23	23	22	22	21	
-1228	56	19	16	15	15	14	14	14	13	13	12	12	11	11	
-1227	57	20	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	1	30	5
-1226	58	21	24	24	23	23	22	22	21	21	20	20	19	19	
-1225	59	22	13	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9	8	
-1224	60	23	3	2	2	1	1	30	30	29	29	28	28	27	
-1223	61	24	22	21	21	20	20	19	19	18	18	18	17	17	
-1222	62	25	11	11	10	10	9	9	8	8	7	7	6	6	
-1221	63	1	1	30	29	29	28	28	27	27	26	26	25	25	

Avec un écart de 1 jour, soit le II Peret 28 (au lieu du II Peret 27) en -1221 ou en -1246, cette accession serait décalée en -1272 ou en -1297, ce qui est exclu, car la date sothiaque fixe cette accession en 1283 +/- 4 ans, soit entre -1279 et -1287. Le II Peret 27 = 20 décembre [en -1232] = pleine lune à Thèbes⁴¹.

⁴¹ <http://portail.imcce.fr/fr/ephemerides/astromie/Promenade/pages4/441.html>

DATATION PAR LE CALENDRIER BABYLONIEN

Le calendrier lunaire babylonien est très ancien puisqu'il remonte au moins vers -2000, il était fondé sur l'observation ce qui donne un bon accord avec le cycle astronomique. La seule difficulté provenait de l'observation du 1^{er} croissant qui pouvait être masqué par des nuages, une tempête de sable, etc., ce qui induisait un décalage de 1 jour. La mention des éclipses de lune dans certaines tablettes babyloniennes permet une datation.

La tablette référencée sous la cote BM 32234, par exemple, permet de dater le règne de Xerxès I, car elle comporte la mention de deux d'éclipses de lune. Elle est fréquemment citée⁴² pour appuyer la date de la mort de Xerxès en 465. Cette tablette mentionne le meurtre de Xerxès par son fils, après une éclipse et avant une suivante datée du 14/VIII. La datation en 465 repose sur l'identification des deux éclipses du 4 juin et du 29 novembre⁴³. La tablette BM 32234 utilisée pour dater la mort de Xerxès I est malheureusement très abîmée et à cause de cet état endommagé, F.R. Stephenson⁴⁴ la d'ailleurs jugé inutilisable pour l'extraction d'une information astronomique précise. H. Hunger a donné la transcription suivante:

1' *ina* 18^{t1} [...]
 2' 40 GAR Í[R *u* ZÁLAG] 'TÚG' AN 'GAR'
 3' *ina* KI 4-ÁM *ár šá* PA *ád* KIN DIR
 4' IZI 14^t 'Hi-šit^{t1}-ár-šú DUMU-šú GAZ-šú
 (blank)

5' APIN 14 13 GE₆
 6' GIN TA DIR È
 7' '4^{t1}-ú HÁB-*rat* 'Á' [x]
 8' *u* MAR ŠÚ 8' [...]
 9' ZÁLAG 'x' [...]

⁴² M.W. STOLPER - The Evidence of Cuneiform Texts for the date of Xerxes' Death in: The Journal of Hellenic Studies vol CVIII (1988) pp. 196-198

⁴³ H. HUNGER - Astronomical Diaries and Related Texts from Babylonia vol V Wien 2001 Ed. Akademie der Wissenschaften pp. 20,21,396

⁴⁴ F.R. STEPHENSON - Historical Eclipses and Earth's Rotation Cambridge 1997 Ed. Cambridge University Press pp. 152, 153.

à 18°? [...]

40° contact, [phase maximale et dégagement]. Le "vêtement du ciel" se trouvait là dans l'aire des 4 étoiles arrières du Sagittaire, elle [la lune] a été éclipsée, mois VI fut intercalaire mois V le 14[?], Xerxès, son fils le tua.

mois VIII le 14, 13° après le coucher du soleil, [la lune] est sortie d'un nuage 1/4 du disque dans [...] et le côté ouest fut couvert. 8°? [contact et] dégagement [..]

Les parties entre crochets⁴⁵ sont des reconstitutions probables et les parties grisées paraissent être des incises ultérieures. De nombreux chiffres sont incertains, seules les dates apparaissent distinctement. Le premier point le plus facilement vérifiable, à partir d'un calcul⁴⁶, est l'existence ou non de ces deux éclipses en sachant que seules celles visibles à Babylone furent observées. La présence d'un mois intercalaire peut décaler les dates d'un mois, ainsi un 14/IX peut devenir un 14/VIII si l'année comporte un deuxième Elul (VI^e mois). Un examen de toutes les éclipses de lune qui se sont produites sur cette période donne les résultats suivants:

année	(14 III) (Sivan)	éclipse	14 VIII (Heshvan)	éclipse
476	6-juil.	OK	1-déc.	–
475	26-juin	OK	20-déc.	OK
474	15-juil.	–	9-déc.	OK
473	3-juil.	–	28-nov.	–
472	23-juil.	–	17-déc.	–
471	12-juil.	–	6-déc.	–
470	1-juil.	–	25-nov.	–
469	19-juin	–	14-nov.	–
468	9-juil.	–	3-déc.	–
467	28-juin	–	22-nov.	–
466	16-juil.	OK	11-déc.	–
465	5-juin	OK	29-nov.	OK
464	25-juil.	–	19-déc.	–

⁴⁵ H. HUNGER - Astronomical Diaries and Related Texts from Babylonia vol V Wien 2001 Ed. Akademie der Wissenschaften pp. 20,21,396

⁴⁶ <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/LEcat/LEcatalog.html>

Les deux éclipses de lune en 475 ou en 465 conviennent à la description de la tablette. Seul un examen détaillé de ces éclipses peut départager les deux possibilités, et notamment en examinant les indications supplémentaires suivantes: le type de l'éclipse (partielle ou totale) ainsi que ses caractéristiques (durée, surface couverte, début et fin par rapport au lever ou au coucher du soleil). Les exemples suivants permettront d'apprécier le fonctionnement et la fiabilité des relevés babyloniens d'éclipses.

Le texte⁴⁷ de l'éclipse totale de lune du 13 décembre 317 est bien préservé et permet une comparaison pertinente avec les données de l'astronomie⁴⁸.

5' GAN 15 Á ULÙ u KUR
 6' *ki* TAB ina 19' *gab* ŠÚ 5 ÍR
 7' *ina* 16 *ana bi* SI u KUR ZÁLAG
 8' 40 GAR ÍR u ZÁLAG *ina* GAR ÍR
 9' *né-ḫi ina* ZÁLAG *ḫa-muṭ*
 10' AN-KU₁₀-šú SA₅ 1 ½ KÙŠ
 11' *ina* IGI MAŠ-MAŠ *ár ad ina* 44 'GE₆ GIN'

Mois IX, le 15. Quand elle commença au sud est en 19° tout fut couvert. 5° de phase maximale.

En 16° elle se dégagea du nord à l'est.

40° contact, phase maximale et dégageement. Contact à phase maximale lent, dégageement rapide.

Cette éclipse fut rouge. 1 1/2 coudée

en face de β Gem elle s'éclipsa. 44° après le coucher du soleil.

Selon l'astronomie, cette éclipse commença vers 20h36 en heure locale, soit 3h34 après le coucher du soleil qui eut lieu vers 17h02 à Babylone. Cette durée de 3h34 correspond à 54°, puisque 1 degré de temps babylonien est équivalent à 4 minutes.

⁴⁷ H. HUNGER - *Astronomical Diaries and Related Texts from Babylonia* vol V Wien 2001 Ed. Akademie der Wissenschaften pp. 6,7,395.

⁴⁸ F.R. STEPHENSON - *Historical Eclipses and Earth's Rotation* Cambridge 1997 Ed. Cambridge University Press pp. 176,177.

phénomène décrit [éclipse]	selon la tablette	selon l'astronomie
1 ^{er} contact	44° après le coucher	54° après le coucher
1 ^{er} contact - 2 ^e contact [partielle]	19°	17°
2 ^e contact - 3 ^e contact [totale]	5°	21°
3 ^e contact - 4 ^e contact [partielle]	16°	17°
1 ^{er} contact - 4 ^e contact	40°	55°

Bien que l'accord avec les données de l'astronomie soit bon dans l'ensemble, il y a cependant deux écarts importants. Le début de l'éclipse est en effet mesuré 10° (soit 40 minutes) avant son début selon l'astronomie et la durée de l'éclipse est aussi 15° (soit 1h) plus faible. Cet écart entre les données babyloniennes et l'astronomie est fréquent, il est même parfois de 1h30⁴⁹. Il peut s'expliquer par la difficulté rencontrée par les Babyloniens à mesurer le temps avec de rudimentaires horloges à eau. Le deuxième écart est plus surprenant, puisque la phase maximale est seulement de 5° (20 minutes), or selon l'astronomie la durée de l'éclipse totale entre le deuxième et troisième contact est de 82 minutes⁵⁰ (21°). Il doit s'agir d'une erreur d'écriture, même si ce 5° est confirmé par les autres valeurs (5° = 40° - [19° + 16°]). En effet, les comptes rendus astronomiques, contrairement aux contrats commerciaux soigneusement vérifiés, comportent de fréquentes erreurs, car ils servaient uniquement de support aux prédictions et n'étaient pas destinés à publication⁵¹.

Le texte⁵² de l'éclipse partielle de lune du 5 avril 397 est bien préservé et permet une comparaison pertinente avec les données de l'astronomie⁵³.

⁴⁹ F.R. STEPHENSON - Historical Eclipses and Earth's Rotation
Cambridge 1997 Ed. Cambridge University Press p. 1190.

⁵⁰ <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/LEcat/LE-0399--0300.html>

⁵¹ N.M. SWERDLOW - The Babylonian Theory of the Planets
1998 New Jersey Ed. Princeton University Press p. 28.

⁵² H. HUNGER - Astronomical Diaries and Related Texts from Babylonia vol V
Wien 2001 Ed. Akademie der Wissenschaften pp. 12,13,395.

⁵³ F.R. STEPHENSON - Historical Eclipses and Earth's Rotation
Cambridge 1997 Ed. Cambridge University Press pp. 169,170.

- 2' DIR-ŠE 14
 3' Á ULÙ TAB
 4' 4-ú ḪAB ŠÚ
 5' *ana* MAR ZÁLAG 27
 6' GAR ÍR *u* ZÁLAG
 7' TÚG AN GAR ULÙ GIN
 8' *ina* 48 GE₆ GIN

Mois XIIbis, le 14

elle commença au sud

1/4 du disque fut couvert.

Elle se dégagea à l'ouest. 27°

contact, phase maximale et dégageant.

Le "vêtement du ciel" était là, le vent du sud soufflait.

48° après le coucher du soleil.

Selon l'astronomie, cette éclipse commença vers 21h34 en heure locale, soit 3h09 après le coucher du soleil qui eut lieu vers 18h25 à Babylone. Cette durée de 3h09 correspond à 47°. L'accord pour ce premier contact est très bon, mais les indications concernant la surface couverte du disque lunaire et la durée de l'éclipse sont beaucoup plus approximatives.

phénomène décrit	selon la tablette	selon l'astronomie
1 ^{er} contact	48° après le coucher	47° après le coucher
surface du disque couverte	0.25	0.08
1 ^{er} contact - 4 ^e contact	27°	16°

Les observations babyloniennes des éclipses sont donc bonnes, mais ne possèdent pas toutefois la rigueur des mesures astronomiques actuelles. Il est important d'avoir cet écart présent à l'esprit avant d'examiner les éclipses associées à la mort de Xerxès I. Selon le texte de la tablette BM 32234, la première éclipse, celle qui précéda le meurtre de Xerxès fut totale (et dut marquer les observateurs, car c'était toujours un signe de mauvais présage), et la deuxième fut partielle. L'astronomie donne les indications suivantes sur le type de ces éclipses:

Date de l'éclipse	selon la tablette	Type d'éclipse	$\frac{\phi_{ombre}}{\phi_{lune}}$	selon la tablette
-475 Juin 26	14 III	Totale	1,82	totale
-475 Décembre 20	14 VIII	Partielle	0,62	[1/4]
-465 Juin 05	14 III	Partielle \neq	0,94	totale
-465 Novembre 29	14 VIII	Totale \neq	1,45	[1/4]

Selon ce tableau, la concordance avec les données de la tablette est bonne en 475. En effet, l'éclipse du 26 juin fut totale comme la première mentionnée dans la tablette, par contre celle du 5 juin 465 fut partielle et l'éclipse du 20 décembre 475 fut partielle comme la deuxième mentionnée dans la tablette, par contre, celle du 29 novembre 465 fut totale. La surface de lune couverte pendant l'éclipse en 475 est de 1/4 selon la tablette, ce qui est faible, les chiffres de 3/4 ou 2/3 seraient meilleurs.

Les indications de la tablette BM 32234 sont parcellaires, car le début de la ligne est endommagé. Concernant la première éclipse, la précision: «*Le "vêtement du ciel" se trouvait là dans l'aire des 4 étoiles arrières du Sagittaire, elle [la lune] a été éclipsée*» est obscure, car le "vêtement du ciel" est un terme inconnu, par contre, l'expression la "dame du ciel" NIN AN, expression désignant la lune, conviendrait mieux au contexte. La mention: «*13° après le coucher du soleil, [la lune] est sortie d'un nuage*» indique que cette éclipse a commencé après le coucher du soleil. Il est possible de comparer ces données avec celles de l'astronomie moderne:

date éclipse n° 1	début				fin	mag. max. %	lever du soleil	coucher du soleil
	1	2	3	4				
26 juin -475	4:05	5:02	6:42	7:39	182	5:02	19:06	
5 juin -465	21:51			0:55	94	5:00	18:59	

date éclipse n° 2	début				fin	mag. max. %	lever du soleil	coucher du soleil
	1	2	3	4				
20 déc. -475	20:24			23:20	61	7:02	17:00	
29 nov. -465	14:25	15:31	17:05	18:11	146	6:47	16:55	

(gris foncé = éclipse totale; gris clair = éclipse partielle; gris hachuré = éclipse non observée à Babylone).

Les éclipses sont datées en temps universel⁵⁴ (UT), il faut lui ajouter 2h57 pour dater les observations à Babylone (longitude 44°24' Est, latitude 32°33' Nord). De plus, les éclipses de lune ne sont observables que la nuit, soit entre le coucher et le lever de soleil⁵⁵. Selon ces indications, la fin l'éclipse du 26 juin 475 et le début de celle du 29 novembre 465 n'ont pas pu être observés à Babylone. Il semble que, dans ce cas de figure, les Babyloniens complétaient leurs observations par des valeurs calculées⁵⁶.

D'après l'astronomie, l'éclipse du 20 décembre 475 débuta à Babylone vers 20h24, soit environ 51° après le coucher du soleil et celle du 29 novembre 465 commença vers 14h25, soit environ 38° avant le coucher du soleil. Un écart d'environ 1 heure entre le temps indiqué par les tablettes et le temps indiqué par l'astronomie est très fréquent⁵⁷. L'indication: «13° après le coucher du soleil, [la lune] est sortie d'un nuage» pourrait désigner un phénomène atmosphérique gênant l'observation et non le début de l'éclipse. Le reste de la phrase: «8° [contact et] dégagement [...]» pourrait désigner la durée totale de l'éclipse (le chiffre 8° est cependant de lecture incertaine).

Première éclipse	selon la tablette	26 juin 475	5 juin 465
1 ^{er} contact	[-]	13° avant le lever	43° après le coucher
1 ^{er} - 2 ^e contact	[-]	14°	
2 ^e - 3 ^e contact	[-]	25°	
3 ^e - 4 ^e contact	18°	14°	
1 ^{er} - 4 ^e contact	40°	54°	46°

La durée totale de l'éclipse ne permet pas de trancher, par contre la durée du 3^e au 4^e contact est en très bon accord avec celle de l'éclipse totale du 26 juin 475. L'éclipse du 5 juin 465 étant partielle, elle ne peut posséder cette durée.

⁵⁴ <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/LEcat/LE-0499--0400.html>

⁵⁵ <http://lychnis.imcce.fr/cgi-bin/levcou.cgi>

⁵⁶ N.M. SWERDLOW - The Babylonian Theory of the Planets 1998 New Jersey Ed. Princeton University Press pp. 44,45.

⁵⁷ J.M. STEELE - A Re-analysis of the Eclipse Observations in Ptolemy's Almagest in: in Centaurus n°42/2 (avril 2004) p. 99.

Deuxième éclipse	selon la tablette	selon l'astronomie	
		20 déc. 475	29 nov. 465
1 ^{er} contact	13° après le coucher	51° après le coucher	53° avant le coucher
1 ^{er} - 2 ^e contact			17°
2 ^e - 3 ^e contact			24°
3 ^e - 4 ^e contact			17°
1 ^{er} - 4 ^e contact	[8°]	44°	57°

Un autre moyen de confrontation des données de la tablette avec celles de l'astronomie, concerne la position de la constellation du Sagittaire au moment de l'éclipse. Grâce à des logiciels⁵⁸, il est possible de simuler la position exacte des astres dans le ciel à un moment donné, avec une erreur inférieure à 1 heure en -500⁵⁹. Selon cette simulation, la lune se trouvait dans la constellation du Sagittaire durant l'éclipse du 5 juin 465, par contre, elle se trouvait près des 4 étoiles arrières du Sagittaire durant l'éclipse du 26 juin 475.

Les informations astronomiques contenues dans la dans la colonne IV de la tablette BM 32234 sont donc en meilleur accord avec celles des deux éclipses en 475. Il est donc probable que ces deux éclipses ont été classées selon les années des règnes officiels et non selon leurs positions réelles. Il est d'ailleurs intéressant d'observer que d'autres éclipses ont été mal classées dans cette tablette⁶⁰. Cela oblige de reculer de 10 ans la chronologie traditionnelle de Xerxès, confirmant la corégence de 10 ans de Xerxès avec Darius I son père.

⁵⁸ <http://www.fourmilab.ch/cgi-bin/uncgi/Yoursky>

⁵⁹ F.R. STEPHENSON - Historical Eclipses and Earth's Rotation Cambridge 1997 Ed. Cambridge University Press pp. 508,509.

⁶⁰ H. HUNGER - Astronomical Diaries and Related Texts from Babylonia vol V Wien 2001 Ed. Akademie der Wissenschaften pp. 392,395.

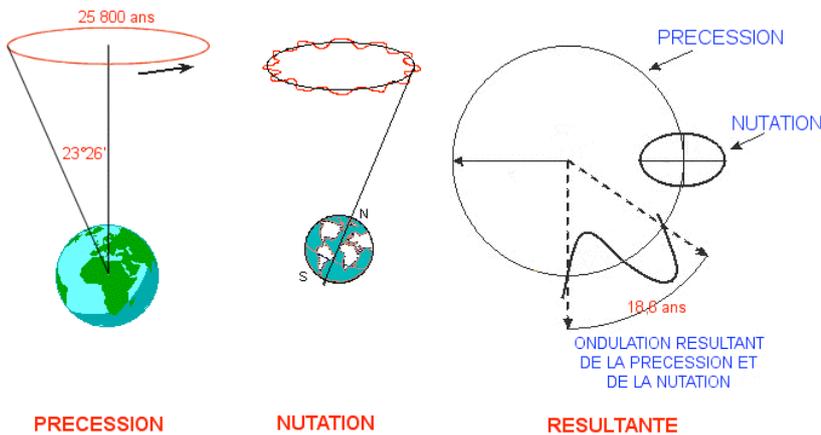
DATATION PAR LES LEVERS HELIAQUES

Le lever héliaque se dit du lever d'un astre qui a lieu au même moment que celui du soleil (*helios* en grec), lorsque cet astre se couche avec le soleil, on parle de coucher héliaque. Dans la pratique, à cause de la très grande luminosité du soleil, le lever héliaque d'un astre ne peut être observé à l'œil nu que lorsque le soleil est légèrement en dessous de l'horizon⁶¹ (l'astre observé devant être légèrement au-dessus de l'horizon), cet angle d'observation est appelé *arcus visionis* (le lever acronyque désigne l'instant où l'étoile se lève quand le Soleil se couche, et le coucher acronyque, l'instant où l'étoile se couche, quand le Soleil se lève). Cet angle dépend de la magnitude de l'astre. L'étoile Sirius, par exemple, est très brillante et devient visible dès le début du crépuscule, lorsque le soleil se trouve 6° en dessous de l'horizon, et qu'elle est 2° au-dessus de l'horizon, son *arcus visionis* est dans ce cas de 8°. Cet angle est généralement supérieur à 11° pour les étoiles ordinaires.

La classification actuelle reprend celle des astronomes, mais utilise le terme de magnitude plutôt que le terme de grandeur. Il se trouve que l'œil humain ne distingue pas tant les différences absolues de luminosité entre deux objets, mais plutôt leur rapport (l'œil humain a une réponse logarithmique). Une étoile ordinaire de magnitude 0 est 2,5 fois plus brillante qu'une étoile de magnitude 1, qui est elle-même 2,5 fois plus brillante qu'une étoile de magnitude 2 et ainsi de suite. L'étoile la plus brillante du ciel est Sirius (magnitude de -1,5) et la planète la plus brillante est Vénus avec une magnitude autour de -4,2 qui varie légèrement selon la position relative par rapport à la terre et au soleil. La pleine lune a une magnitude d'environ -12,5 et le soleil a une magnitude de -26,7. Les objets les moins brillants visibles à l'œil nu ont une magnitude comprise entre 3 et 8 selon les conditions d'observation (la magnitude 8 n'étant visible que dans des conditions particulièrement exceptionnelles et par des observateurs très expérimentés. En milieu urbain on ne voit guère mieux que la magnitude 3).

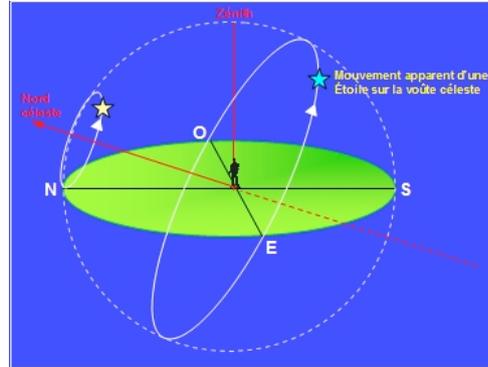
⁶¹ http://www.dil.univ-mrs.fr/~gispert/enseignement/astronomie/1ere_partie/calendrier/leverHeliaque.html

Le lever héliaque peut être prédit exactement par l'astronomie à condition de connaître la position de la terre autour du soleil (trajectoire elliptique), sa vitesse de rotation sur elle-même, son axe d'inclinaison par rapport à son plan orbital ($23^{\circ}26'$). Il faut aussi tenir compte de la précession des équinoxes et de la nutation de l'axe de rotation (mouvements identiques à celui d'une toupie par rapport à son axe de rotation):

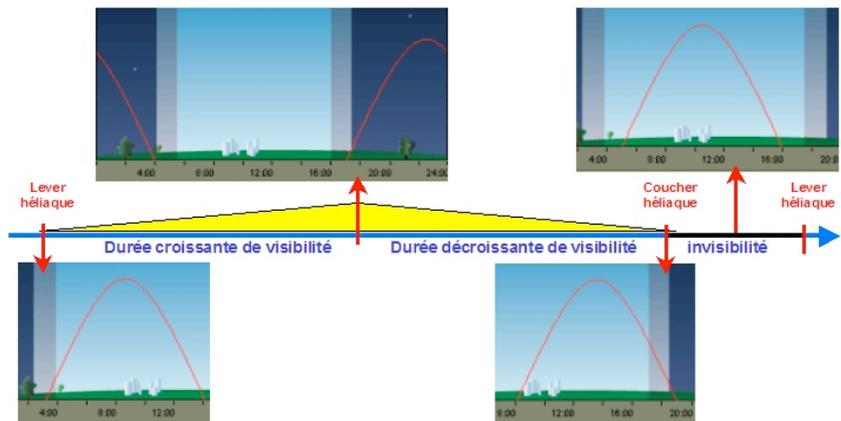


Tous ces mouvements sont cycliques et peuvent être calculés précisément à l'exception de la rotation de la terre sur elle-même. En effet, plusieurs facteurs perturbent cette vitesse de rotation. L'énergie dissipée par les marées ralentit la terre d'environ 1 seconde par an. Ce premier facteur est calculable, mais d'autres facteurs liés au climat produisent des variations plus chaotiques. La masse des océans, par exemple, dépend de la fonte des glaces polaires, or on peut comparer la terre à une patineuse cosmique. Une patineuse qui tourne sur elle-même accélère son mouvement en rapprochant les bras vers son corps et le ralentit en les éloignant, de la même façon, une baisse de la température engendre une augmentation des glaces polaires et entraîne une diminution de la masse des océans ce qui accélère la rotation de la terre (une augmentation de température produit l'effet inverse). La terre ne tourne donc pas vraiment rond. Les astronomes corrigent ces variations grâce à des calibrages provenant des (rares) éclipses exactement datées par l'histoire.

Toutes les étoiles se lèvent l'est et se couchent à l'ouest, cependant à cause de l'inclinaison de l'axe de rotation de la terre par rapport à son plan orbital, certaines étoiles (comme la Grande Ourse) sont vues en permanence, elles sont appelées circumpolaires. Par contre, les étoiles qui se trouvent sur l'équateur céleste disparaissent pendant la moitié de l'année après leur coucher sothiaque.



La disparition de l'étoile est apparente, car elle provient en fait de la grande luminosité du soleil qui masque ces étoiles dans le ciel durant la journée:



A cause de sa brillance exceptionnelle, l'étoile Sirius a été observée depuis la plus haute Antiquité et particulièrement son lever héliaque. L'*arcus visionis* étant un paramètre d'observation, il est difficile à prédire exactement, cependant un ensemble d'études⁶² sur le lever héliaque de planètes et d'étoiles a montré que l'on pouvait simuler⁶³ cet *arcus visionis* selon les équations:

- $arcus\ visionis = 10.5 + 1.44 \times \text{magnitude (au lever héliaque)}$.
- $arcus\ visionis = 8.90 + 1.10 \times \text{magnitude (au lever acronyque)}$.

Pour les planètes, dont la magnitude est positive, l'*arcus visionis* pour le lever héliaque dépasse la valeur de 10.5°, mais pour Sirius qui est extrêmement brillante (magnitude = -1.46) l'*arcus visionis* moyen vaut 8.4°, avec une oscillation possible de +/- 0.7° à cause de la variation de magnitude de +/- 0.5. Le lieu d'observation est un autre paramètre important pour calculer le lever héliaque de Sirius. Une étude a montré que les observations sothiaques en Égypte dépendaient en partie de la capitale de l'époque (voir l'enquête II:7), soit Thinis jusqu'au début de la XVIII^e dynastie, puis Thèbes jusqu'au début de la XXVI^e dynastie, puis Saïs et enfin Alexandrie. Cela permet de fixer la latitude des observations pour ces 3 périodes, d'abord à Éléphantine (latitude 24°), puis à Thèbes (latitude 25°) et enfin à Saïs ou près d'Alexandrie (latitude 31°).

Les dates égyptiennes des levers sothiaques servent à obtenir des dates absolues (à 4 ans près). Le décret de Canope, par exemple, est daté de l'an 9 de Ptolémée III Évergète et du II Shemou 1 dans le calendrier civil égyptien. Les synchronismes historiques permettent se situer cet événement autour de -240. A cette époque, l'observatoire était probablement situé à Bouto (longitude 30°45', latitude 31°12'), ce qui donne un lever sothiaque au 18 juillet en utilisant un *arcus visionis* de 8.4° ou au 19 juillet en utilisant un *arcus visionis* de 9.1°⁶⁴. La date du II Shemou 1 tombait alors le 19 juillet de -241 à -238 et le 18 juillet de -237 à -234. L'an 9 de Ptolémée III peut ainsi être daté

⁶² <http://www.alcyone.de/PVis/documentation/accuracy.html>

⁶³ <http://www.alcyone.de/PVis/documentation/compphen.html>

⁶⁴ <http://www.imcce.fr/page.php?nav=en/ephemerides/astronomie/sothis/index.php>

vers -237,5 +/- 3,5 ans, ce qui est en très bon accord avec la date exacte de -238. Cette datation sothiaque est particulièrement intéressante pour les périodes reculées de l'histoire égyptienne. Le règne de Séthy I débuta par un lever héliaque de Sirius⁶⁵ daté au I Akhet 1, probablement en l'an 4 de son règne⁶⁶. Théon d'Alexandrie⁶⁷ indiquait que cette nouvelle période, qu'il nommait "ère de Ménophrès" (forme grecque du nom égyptien Menpehtyre de Ramsès I^{er}), avait commencé 1605 ans avant l'investiture de Dioclétien (en 285), soit en -1321 (il semble que Théon ait simplement effectué le calcul: -1321 = 139 - 1460). En utilisant les données suivantes, soit une période évaluée autour de -1320, longitude de 32°39' E et latitude de 25°42' N pour Thèbes, cela donne un lever sothiaque au 11 juillet en utilisant un *arcus visionis* de 8.4° ou au 12 juillet en utilisant un *arcus visionis* de 9.1°. La date du I Akhet 1 tombe alors le 12 juillet de -1293 à -1290 et le 11 juillet de -1289 à -1286, ce qui permet de dater le début du règne de Séthy I, soit l'an 1 de son règne, vers -1293,5 +/- 3,5 ans. La date de -1294 est en excellent accord avec le début du règne de Ramsès fixé en -1283 par une date lunaire (voir la datation par le calendrier égyptien) et les données historiques qui donnent un écart de 11 ans entre le début du règne de Séthy I et celui de Ramsès II:

Séthy I	11 ans (1 mois)	05 -1294 06 -1283
Ramsès II	66 ans (3 mois)	06 -1283 09 -1217

⁶⁵ J. VERCOUTTER - L'Égypte et la vallée du Nil

Paris 1992 Éd. Presses Universitaires de France pp. 74,75.

⁶⁶ J. CERNY - Note on the Supposed Beginning of a Sothic Period under Sethos I

in: Journal of Egyptian Archaeology 47 (1961) pp. 150-155.

K. SETHE - Sethos I und die Erneuerung der Hundssternperiode

in: Zeitschrift für Ägyptische Sprache 66 (1931) pp. 1-7.

F. GRIFFITH - The Abydos Decree of Seti I at Nauri

in: Journal of Egyptian Archaeology 13 (1927) p. 196.

⁶⁷ R.D. LONG - A Re-examination of the Sothic Chronology of Egypt

in: Orientalia 43 (1974) pp. 261-274.

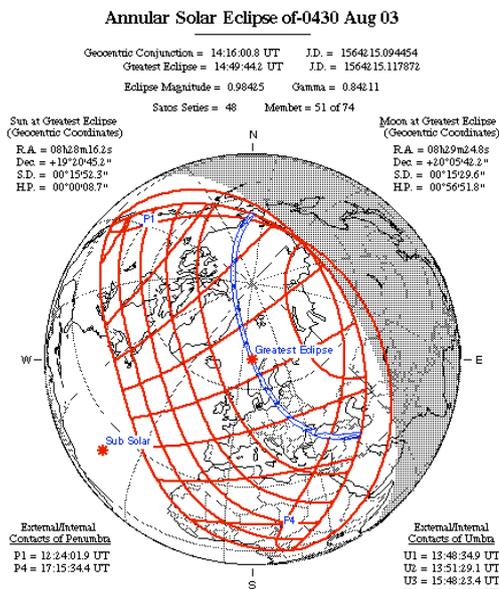
M.B. ROWTON - Mesopotamian Chronology and the 'Era of Menophres'

in: Iraq VIII (1948) pp. 94-110.

DATATION PAR LES ECLIPSES DE SOLEIL

Le lieu d'observation d'une éclipse de soleil étant beaucoup plus restreint (bande inférieure à 300 km) qu'une éclipse de lune qui est visible par la moitié de la terre, elles sont beaucoup plus rares et leur datation est donc plus facile (si le lieu d'observation est indiqué, ce qui n'est pas toujours le cas).

L'historien Thucydide mentionne une éclipse de soleil: *«Le même été, un jour de nouvelle lune, il y eut en début d'après-midi une éclipse de soleil. Celui-ci prit la forme d'un croissant et quelques étoiles devinrent visibles; puis il reprit sa forme normale»*⁶⁸. Cette éclipse, visible près d'Athènes, coïncida avec le début de la guerre. Si on examine les éclipses de soleil presque totales, visibles dans cette région, qui eurent lieu l'été et en début d'après-midi, entre 440 et 420, seule celle du 3 août 431 (éclipse annulaire, magnitude maximum de 98%, mais 90% près d'Athènes)⁶⁹ correspond à la description complète⁷⁰:



⁶⁸ La guerre du Péloponnèse II:28

⁶⁹ <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEcat/SE-0499-0400.html>
<http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEhistory/SEplot/SE-0430Aug03A.gif>

⁷⁰ F.R. STEPHENSON - Historical Eclipses and Earth's Rotation
 Cambridge 1997 Ed. Cambridge University Press pp. 346-348

Cette datation par l'astronomie correspond à la datation historique, car Thucydide précise aussi qu'il y eut un traité avec Darius II, dans sa 13^e année, conclu durant le printemps à la 20^e année et dernière année de la guerre, lorsque Alexippidas était éphore⁷¹ (soit au printemps 411, car Alexeppidas fut éphore de l'automne 412 à l'automne 411). La 1^{ère} année de guerre remonte donc en 431 et l'été de cette année correspond exactement à la date de l'éclipse du 3 août 431 en début d'après midi. Cependant les éclipses de soleil historiques sont généralement mal décrites, de plus, pour les périodes reculées [avant -800] l'écart de dates entre les logiciels d'astronomie est supérieur à 1 heure, soit une précision sur le trajet de l'éclipse d'environ 1700 km.

Le règne de Murshilish II peut être daté par une éclipse de soleil⁷², car au début de l'an 10 de ce roi il y eut "un présage solaire", interprété comme une éclipse totale de soleil (probablement sur la capitale hittite Hattusha). Or, durant cette période de l'histoire, il n'y eut que deux éclipses totales de soleil sur le territoire hittite⁷³, celle du 8 janvier -1340 et celle du 24 juin -1312. L'éclipse du 13 avril 1308 ne peut être retenue, car ce fut une éclipse annulaire d'une magnitude de 95% ce qui signifie qu'elle ne fut pas remarquée, puisqu'un observateur ordinaire ne peut voir que les éclipses d'une magnitude supérieure à 98%, de plus, la trajectoire de cette éclipse ne passa pas sur le territoire hittite⁷⁴. Par contre, l'éclipse du 24 juin 1312 fut totale (magnitude de 102%)⁷⁵, et le trajet de cette éclipse passa près de Hattusha la capitale hittite. Cette éclipse s'est produite peu après le début de l'année comme le texte du présage l'indique (le 1^{er} Nisan débutait autour du 27 avril en -1312), et deuxièmement la capitale Hattusha était sur le trajet de l'éclipse de -1312, alors que le trajet de celle de -1340 est situé à plus de 200 kilomètres au nord de la capitale⁷⁶.

⁷¹ La guerre du Péloponnèse VIII:58

⁷² E. WENTE, C. VAN SICLEN - Studies in Honor of George R. Hughes in: Studies in Ancient Oriental Civilization 39 (Chicago, 1976) p. 249.

⁷³ P.J. HUBER -The Solar Omen of Mursili II

in: Journal of the American Oriental Society 121 (2001) pp. 640-644.

⁷⁴ <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEAtlas/SEAtlas-2/SEAtlas-1319.GIF>

⁷⁵ <http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEcat/SE-1399--1300.html>

⁷⁶ <http://www.egiptomania.com/EEF/ACAE1.pdf>

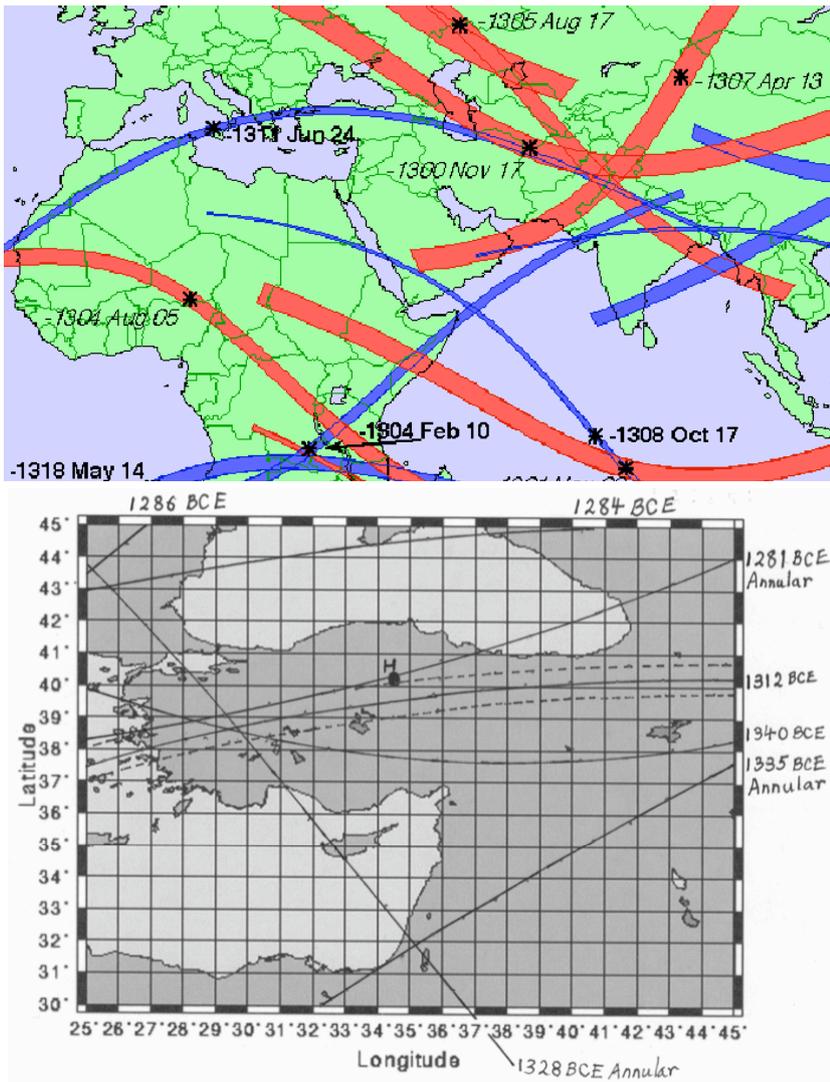


Figure 1 Candidate Eclipses for Solar Omen of Mursili II

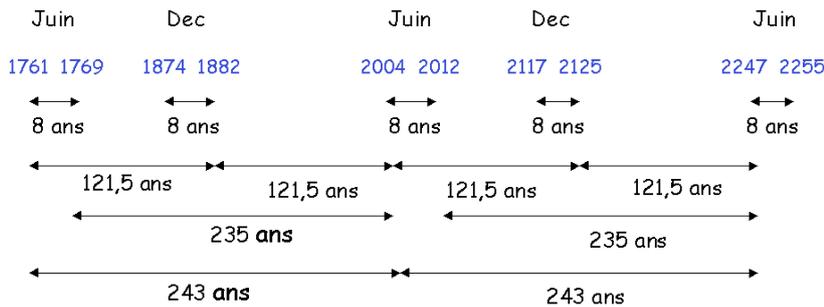
H = Hittite capital Hattusa (Bogazkale), 40.0°N, 34.6°E
 Dashed lines show bounds of totality for eclipse of 1312 BC

L'an 10 de Murshilish II peut donc être daté en -1312 et il est possible d'en déduire que -1322 fut l'année de son accession et donc aussi celle de la mort de son prédécesseur, le roi hittite Shuppiluliumash.

DATATION PAR LES CONJONCTIONS D'ASTRES (VENUS)

Une conjonction est le rapprochement apparent de deux astres dans le ciel, cette situation particulière se produisant lorsque deux astres se trouvent alignés avec la terre. Les conjonctions les plus fréquentes sont celles qui produisent des éclipses ou des occultations. On dit qu'un astre A est éclipsé par un astre B quand A se trouve dans le cône d'ombre portée par B dans la direction opposée au soleil. Cela correspond à un quasi alignement du soleil et des astres B et A dans cet ordre. Inversement, on dit que dans cette situation, vu de A, le soleil est occulté par l'astre B, ou bien que B passe devant (ou transite devant) le soleil. Ainsi, quand la lune passe dans le cône d'ombre de la terre, on a une éclipse de lune et quand la terre passe dans le cône d'ombre de la Lune, on a une éclipse de terre; cependant, comme les observateurs sont généralement sur terre, on voit alors passer la lune devant le soleil. On devrait dire en toute rigueur que dans cette situation, on observe une occultation du soleil par la lune, mais on parle alors abusivement d'éclipse de soleil. La planète Vénus étant la plus brillante, elle fut particulièrement observée par tous les peuples de l'Antiquité. Les occultations du soleil par Vénus étant assez exceptionnelles elles sont très intéressantes pour la datation. La périodicité des transits de Vénus est complexe. Le retour des transits de Vénus est lié aux passages de Vénus et de la terre aux noeuds. Or la direction des noeuds de l'orbite de Vénus sur l'écliptique varie lentement du fait des perturbations dues aux autres planètes et notamment à Jupiter : Cette ligne des noeuds tourne autour du Soleil dans l'écliptique à raison de $17''85$ par an dans le sens rétrograde (sens opposé aux mouvements héliocentriques des planètes). Les planètes repassent donc par un même noeud au bout d'un temps légèrement inférieur à leur période sidérale. A partir d'un instant où la terre passe à l'un des noeuds, elle met ainsi 365.25133 jours pour y repasser (période draconitique), et de son côté Vénus met 224.69889 jours pour y revenir. Si l'on fait l'hypothèse d'un passage simultané de la terre et de Vénus à

un même nœud, on pourra avoir leur retour simultané à ce même nœud s'il existe deux entiers p et q tels que l'on ait: $p \times 365.25133 = q \times 224.69889$. Plusieurs couples d'entiers (p, q) satisfont cette égalité: (8, 13), (235, 382), (243, 395), etc., en sachant que l'écart entre les deux termes doit être inférieur à 1 jour pour que la conjonction ait lieu. L'occultation du soleil par Vénus se reproduit donc 8 ans plus tard, puis de nouveau après 235 et 243 ans. Il existe encore une deuxième période qui provient de l'alignement de Vénus et de la terre qui se reproduit lorsque les planètes sont de l'autre côté du soleil à la moitié de l'année, on obtient ainsi:



Il est possible de calculer les conjonctions⁷⁷ de Vénus observées à l'époque du roi Ammisaduqa (qui régna 21 ans) et de retenir un choix de chronologie (les synchronismes fixent un règne d'Ammisaduqa vers -1580 +/- 80 ans, cette valeur satisfaisant les chronologies moyenne et basse):

Date	instant (UT)	durée	chronologie
20/11/-1764	23h13	02h56	haute
18/11/-1756	12h35	07h23	
23/05/-1650	01h00	05h55	moyenne
20/05/-1642	18h17	07h22	
20/11/-1521	23h57	04h28	basse
18/11/-1513	13h04	06h51	
23/05/-1407	6h08	05h09	ultra basse
20/05/-1399	23h14	07h40	

⁷⁷ http://www.imcce.fr/page.php?nav=fr/ephemerides/phenomenes/passages/html_passage/CanonVenus.php

DATATION PAR LES EPONYMES (SYNCHRONISMES)

Les listes des années éponymes (chaque année recevant le nom d'un dignitaire) sont très précieuses pour obtenir des synchronismes et lorsqu'elles sont étalonnées par des événements astronomiques, elles permettent en retour de dater les événements historiques. Diodore⁷⁸, par exemple, fait état de la mort de Thémistocle «*sous l'archontat de Praxierge à Athènes*» juste avant l'archontat de Démotion, or Praxierge et Démotion furent archontes⁷⁹ à Athènes respectivement en 471/470 et 470/469. Ces listes d'éponymes bien datées sont cependant bornées dans le temps, ainsi la liste des archontes grecs⁸⁰ ne remonte que jusqu'à -753 et la liste des consuls romains⁸¹ ne remonte que jusqu'à -509.

La liste des éponymes assyriens (les *limmu*), par contre, remonte, de façon lacunaire, jusqu'au début du 2^e millénaire⁸², mais n'est précisément datée que jusqu'à -911. En effet, pour synchroniser la période comprise entre -911 et -649 avant notre ère (la période -649 -609 est très lacunaire), la mention d'une éclipse de soleil en regard du nom de l'éponyme Bur-Saggile, gouverneur de Guzana, sert de date pivot, car cette éclipse qui eut lieu au mois de Siwan (mai/juin) est datée du 15 juin -763 par l'astronomie (éclipse totale de magnitude 106% qui fut visible à Aššur la capitale de l'Assyrie).

Eponyme	Lieu	Précision	An
Mushallim-Ninurta	de Tille	à Media	[766]
Ninurta-mukin-nishi	d'Habruri	à Hatarikka: plaie	[765]
Sidqi-ilu	de Tushhan	dans le pays	[764]
Bur-Saggile	de Guzana	révolte dans la citadelle; en Siwan il y eut une éclipse de soleil.	[763]
Tab-belu	d'Amedi	révolte dans la citadelle	[762]

⁷⁸ Histoire XI:54-60.

⁷⁹ ALAN SAMUEL - Greek and Roman Chronology
Munich, 1972 p. 206.

⁸⁰ http://www.fact-index.com/a/ar/archons_of_athens.html

⁸¹ <http://www.roman-empire.net/articles/article-024.html>

⁸² K.R. VEENHOF - The Old Assyrian List of Year Eponyms from Karum Kanish and its Chronological Implications, Ankara 2003 Ed. Turkish Historical Society.

Les variantes découvertes dans les listes d'éponymes ont montré que l'établissement d'une chronologie exacte était plus difficile que ce que l'on croyait. Ainsi, la période de -911 à -649, qui était jugée fiable, recèle pourtant quelques difficultés⁸³ et les listes d'éponymes du 2^e millénaire avant notre ère comportent probablement une incertitude de 80 à 100 ans⁸⁴. L'imprécision augmentant régulièrement en remontant le temps, les listes d'éponymes sont classées en différentes périodes:

- I. de -649 à -911, période jugée fiable à +/- 1 an, grâce à l'éclipse de -763 qui donne une date d'ancrage.
- II. de -911 à -1114 marquant le début du règne de Tiglath-phalazar I, période jugée fiable à +/- 2 ans.
- III. de -1114 à -1430 marquant le début du règne de Enlil-našir II, période jugée fiable à +/- 3 ans par siècle, à cause de l'incertitude sur les intercalations.
- IV. de -1430 à -1737 marquant le début du règne de Šamšī-adad I, période jugée fiable à +/- 55 ans, à cause des 15 ans venant des périodes précédentes et des 40 ans provenant des lacunes et des variantes, sans parler de l'interprétation du mot *tuppišu* = 0 an, qui reste discutée (entre Belu-bani et Aššur-dugul 6 rois successifs auraient régné 0 année). L'année -1737 est ainsi datée à +/- 65 ans.

Les listes des périodes III et IV sont actuellement sans année d'ancrage et sont donc à la merci d'un effet domino lors du réajustement d'une seule date. L'incertitude vient de l'ignorance du système assyrien des mois intercalaires avant le règne de Tiglath-phalazar I. Certains⁸⁵ ont émis l'hypothèse d'une absence d'intercalation en se fondant sur l'absence de mois intercalaires avant ce roi et la présence d'une année durant le règne de Tiglath-phalazar I composée de 6 mois de 30 jours suivis de 6 mois de 29 jours, soit une année lunaire de 354 jours. Cette

⁸³ A. MILLARD – The Eponym Lists in English

in: State Archives of Assyria Studies volume II (1994) pp. 55-71.

⁸⁴ G. HAGENS – The Assyrian King List and Chronology: a Critique

in: *Orientalia* vol. 74 (2005) pp. 23-41.

⁸⁵ H. GASCHE, J.A. Armstrong, S.W. Cole – Dating the Fall of Babylon

in: *Mesopotamian History and Environment* (1998) Chicago pp. 50-62.

absence de synchronisation par rapport à l'année solaire induirait un retard de 11 jours chaque année, soit 3 ans par siècle.

Cette hypothèse originale est encore mal assurée, car l'absence de preuves n'est pas une preuve de l'absence. Le système babylonien des mois intercalaires, par exemple, est attesté dès le début du 2^e millénaire avant notre ère, mais il n'était pas uniforme, puisque la 30^e année de Rim-Sin à Larsa (vers -1800), contient des mois de 48 jours appartenant à un cycle de 54 ans et la 4^e année de Zimri-Lim (vers -1750), à Mari, contient 8 mois de 30 jours⁸⁶. Il semble que la première réforme pour standardiser le calendrier babylonien soit de Samsuiluna. Ce roi babylonien imposa (vers -1700), pour unifier son empire hétérogène et rebelle, un "calendrier mésopotamien standard". Ce calendrier devait être synchronisé comme le prouve la signification de certains noms de mois:

mois	saison agricole [Palestine]	calendrier de Guézer	Sens du mois akkadien [ou sumérien]	nom de la lunaison
septembre	vin nouveau			
	Récolte	Récolte	commencement	Tashritu
octobre			(équinoxe d'automne)	
	Récolte olive	<i>Récolte</i>	[mois de la charrue]	Arahsamnu
novembre				
	Semaines	Semaines		Kislimu
décembre				
		<i>Semaines</i>		Tebetu
janvier			(solstice d'hiver)	
		Semaines tardives		Shabatu
février				
	Semaines tardives	<i>Semaines tardives</i>		Addaru
mars				
	lin rentré	Cueillette du lin		Nisanu
avril			(équinoxe de printemps)	
	Moisson des orges	Moisson des orges	floraison	Ayaru
mai				
	Moisson des blés	Moisson et compte	C'est le temps	Simanu
juin				
		Émondage		Tammuzu
juillet			(solstice d'été)	
	Émondage	<i>Émondage</i>	[mois qui fait feu]	Abu
août				
	Fruits d'été	Fruits d'été		Ululu

⁸⁶ M.E. COHEN - The Cultic Calendars of the Ancient Near East Maryland 1993 Ed. CDL Press pp. 4-13.

Il serait curieux que le calendrier assyrien fortement dépendant du calendrier babylonien n'ait pas été synchronisé avec l'année solaire. Le mois Tishri signifie "commencement" et était calé sur l'équinoxe d'automne, le mois suivant signifie "mois des labours" en sumérien et le mois après Nisan, calé sur l'équinoxe d'été, signifie "floraison" ce qui semble prouver que cette année était en accord avec l'année solaire⁸⁷ des agriculteurs sinon, après 2 siècles, les saisons auraient été inversées par rapport aux noms des mois. La présence de mois intercalaires dans le calendrier babylonien existe, comme celui mentionné par Hammourabi (vers -1700): *«La présente année doit comporter un mois supplémentaire. Que le mois qui vient soit donc enregistré comme Elulu-bis, et la paiement des impôts à Babylone, au lieu de se terminer le 25 Tashrîtu, devra se terminer, le 25 Elulu-bis»*, cependant la mention de ce genre de mois reste rare durant cette période. De plus, la présence d'années "aberrantes" (composées d'une succession de plus de 5 mois identiques, ce qui reste inexplicable) existent aussi dans le calendrier babylonien, mais ne servent pas à prouver que ce calendrier lunaire n'était pas synchronisé avec les équinoxes.

Un argument plaide plutôt en faveur d'un calendrier assyrien synchronisé et donc utilisant l'intercalation. L'éclipse totale de soleil qui eut lieu au début de l'an 10 de Murshilish II, datée du 24 juin -1312, s'est effectivement produite peu après le début de l'année (soit 2 mois avant l'éclipse, car le 1^{er} Nisan débutait autour du 27 avril en -1312) comme le texte du présage l'indique. Un autre moyen permettant de trancher la question des mois intercalaires assyriens est d'obtenir une date pivot grâce à un recoupement croisé de divers synchronismes. En effet, les lettres d'El-Amarna ont révélé qu'il y eut une intense activité diplomatique et militaire entre l'Égypte dont la chronologie peut être fixée par l'astronomie et les différents royaumes orientaux de cette époque, y compris l'Assyrie dont la chronologie peut être fixée par les éponymes. Un événement particulièrement important est le traité de paix entre le roi hittite Hattušili III et

⁸⁷ B. LAFONT – Organisation du temps et calendriers
in: Les Dossiers d'Archéologie n°191 (mars 1994) pp. 26-28.

Ramsés II daté en l'an 21 du pharaon égyptien au I Peret 21, soit le 22 novembre -1263. Certains chercheurs⁸⁸ ont proposé une reconstitution chronologique complète des différents règnes de cette époque uniquement fondée sur les synchronismes:

EGYPTE	HATTI	ASSYRIE	BABYLONE
Amenhotep III 06 -1384 12 -1347	Tuḫaliya IV -1274 -1254	Eriba-Adad I -1383 -1357	Kadašman-Enlil I -1369 -1355
Amenhotep IV 11 -1358 12 -1347 (Akhenaton) 12 -1347 10 -1341	Šuppiluliuma -1254 -1322	Aššur-uballit I -1356 -1322	Burna-Buriaš II -1354 -1328
Semenkhkaré 08 -1341 12 -1340			
Ankhhépérouré 12 -1340 02 -1336			
Toutankhamon 02 -1336 10 -1327			
Aÿ 10 -1327 11 -1323	Muršili II -1322 -1299	Enlil-nirari -1321 -1312	Kara-ḫardaš -1328 Nazi-Bugas -1328
Horemheb 11 -1323 01 -1295		Arik-den-ili -1311 -1301	
Ramsès I 01 -1295 05 -1294	Muwatali II -1299 -1274	Adad-nirari I -1300 -1270	Nazi-Maruttaš -1302 -1277
Séthi I 05 -1294 06 -1283			Kadaš-Turgu -1276 -1259
Ramsès II 06 -1283 09 -1217	Muršili III -1274 -1269	Salmanazar I 1269 -1241	Kadašman-Enlil II -1258 -1250
	Ḫattušili III -1269 -1244		Kudur-Enlil -1249 -1241
	Tuḫaliya IV -1244 -1219		Tukulti-Ninurta I -1240 -1205
			Kaštiliašu IV -1227 -1220
			Tukulti-Ninurta I -1220

⁸⁸ J. FREU – Histoire du Mitanni
Paris 2003 Éd. L'Harmattan pp. 177-208.
H. GASCHE, J.A. Armstrong, S.W. Cole – Dating the Fall of Babylon
in: Mesopotamian History and Environment (1998) Chicago pp. 62-66.

Ḫattušili III est probablement mort autour de l'an 40 de Ramsès II⁸⁹, ce qui situerait sa mort vers -1243, de plus, ce roi hittite semble avoir commencé son règne en même temps que Salmanazar I, or ce roi assyrien vainquit le Hanigalbat (Mitanni) environ 3 ou 4 ans après le début de son règne (selon la liste des éponymes) et juste avant le traité de paix en l'an 21 de Ramsès II. Ces synchronismes imposent de dater le début du règne de Salmanazar I en -1367 +/- 3 ans (date qui est en accord avec la chronologie ultra basse proposée par H. Gasche), en supposant que la contemporanéité des événements ait été dans l'année.

⁸⁹ C. VANDERSLEYEN - L'Égypte et la vallée du Nil Tome 2
Paris 1995 Éd. Presses Universitaires de France p. 534.

QUELQUES DONNEES UTILES POUR LES CALCULS

Durée moyenne l'année solaire: 365,24219 jours.

Durée moyenne du mois lunaire: 29,5305882 jours.

Coordonnées⁹⁰ et décalage horaire:

Ville	Longitude	Latitude	temps local (UT = 0 h)
Alexandrie	29° 57' E.	31° 11' N.	2h00
Athènes	23° 43' E.	37° 58' N.	1h35
Aššur	35° 32' E.	43° 15' N.	2h22
Babylon	44° 24' E.	32° 33' N.	2h57
Bouto	30° 45' E.	31° 12' N.	2h03
Éléphantine	32° 53' E.	24° 05' N.	2h11
Jérusalem	35° 14' E.	31° 46' N.	2h20
Nimrud (Kalhu)	36° 06' E.	43° 20' N.	2h24
Ninive	43° 09' E.	36° 22' N.	2h52
Saïs	30° 46' E.	30° 58' N.	2h03
Thèbes	32° 39' E.	25° 42' N.	2h10
Ugarit	35° 45' E.	35° 35' N.	2h23
Uruk	45° 39' E.	31° 19' N.	3h02

⁹⁰ <http://www.astro.com/cgi/aq.cgi?lang=e>