

PUBLICATION

de

L'OBSERVATOIRE ASTRONOMIQUE DE STRASBOURG

Série

"Astronomie et Sciences Humaines"

n° 8

**Observatoire Astronomique
11, rue de l'Université
67000 Strasbourg (France)**

Table des Matières

Editorial	i
La recherche de la vie dans l'Univers : Enjeux et perspectives DAVOUST E.	1
Le développement de la mécanique antique sous l'impulsion de l'astrologie STIERLIN H.	15
Le dossier de l'étrange GOYG.	33
Plaidoyer pour la lune LEVY M.L.	43
Les calendriers Indo-Européens VERDIER P.	53
Observations sur l'iconographie des kudurrus cassites en Mésopotamie IWANISZEWSKI S..	71
Problèmes d'astronomie de position pour les recherches à caractère historique MORANDO B.	101
L'astronomie des Egyptiens PARISOT J.P.	113
La datation de la vie du Christ LAZARIDES Ch.	129
Index Volumes 1 à 7	155



Editorial

Ce huitième volume de la Série "Astronomie et Sciences Humaines" contient les exposés présentés lors des réunions 12 et 13 organisées avec l'aide financière de l'Université Strasbourg I et Strasbourg II, et les Amis de l'Université de Strasbourg de l'Académie de Strasbourg.

Nous remercions la Direction de l'Observatoire de Strasbourg qui a permis que ces comptes-rendus s'inscrivent dans la série des publications de l'Observatoire. Nous remercions également Mme Hamm pour la présentation et l'édition des articles, ainsi que l'Imprimerie de l'Observatoire pour le tirage off-set.

P. ERNY - C. JASCHEK

**La recherche de la vie dans l'Univers :
Enjeux et perspectives**

DAVOUST Emmanuel
Observatoire du Pic du
Midi et de Toulouse
Toulouse (France)

LA RECHERCHE DE LA VIE DANS

L'UNIVERS :

ENJEU ET PERSPECTIVES

This is a brief review of the search for life in the universe, with emphasis on the more recent developments. I first give a few reasons to believe that there is life outside Earth. The exploration of Mars, Europe and Titan by space probes should soon provide an answer to the question of life near the Sun. There is increasing evidence for planets (the most likely environment for life) outside the solar system. progress in climatology suggests that the continuously habitable zones around solar-type stars are wide. Finally, the search for artificial radio- signals from hypothetical extraterrestrial civilizations will enter a new phase as the NASA Mega-SETI receiver starts operating.

La conviction que nous autres terriens ne sommes pas les seuls êtres vivants dans l'univers est bien enracinée dans notre culture. Une abondante littérature de science-fiction nous permet même de nous faire une idée assez précise des habitants des autres planètes. Cependant, mis à part leur aspect physique, ces extraterrestres nous ressemblent étrangement ; ils ont des qualités et des défauts

bien humains, et un film comme "la guerre des étoiles" pourrait, sans grands changements, se dérouler dans un cadre terrestre.

Ce manque d'originalité est dû au simple fait que nous ignorons tout d'une vie extraterrestre, et cela pose un double problème aux scientifiques qui veulent se consacrer à la recherche de la vie dans l'univers. Tout d'abord, ils ne savent pas si l'actuelle absence de preuves est en fait preuve d'absence, c'est à dire s'il est raisonnable de poursuivre des recherches d'une vie dont on n'a aucun indice. En outre, à supposer qu'une vie extraterrestre existe, ils ne savent pas comment la définir. Ils se rabattent sur le seul cas connu, celui de la vie sur Terre, mais sans savoir si cet anthropomorphisme est justifié.

Anthropomorphisme

En effet, les principales recherches en exobiologie, la science de la vie extraterrestre, supposent implicitement ou explicitement qu' "ils" nous ressemblent. La recherche de la vie à la surface des planètes du système solaire et de leurs satellites naturels repose sur des expériences pour détecter des composés organiques comme des acides aminés, briques élémentaires du vivant sur Terre. La recherche de planètes autour d'autres étoiles n'a de sens pour l'exobiologie que si la vie peut (ou doit) se développer sur une planète. Enfin, la recherche de signaux radio artificiels en provenance d'hypothétiques civilisations extraterrestres suppose qu'elles connaissent les ondes radio et s'en servent pour communiquer à distance.

Je pense que cet anthropomorphisme est justifié, et qu'il est légitime de rechercher une forme de vie qui nous ressemble un tant soit peu. Le but ultime de la recherche de la vie extraterrestre, au-delà de ses conséquences pour notre vision du monde, est de communiquer avec "eux", du moins dans l'optique de la détection de signaux artificiels. Or, il serait probablement impossible, et en tout cas sans intérêt, de communiquer avec des êtres qui n'auraient rien de commun avec nous.

Imaginons un instant une forme de vie fondée, non pas comme notre vie sur des réactions chimiques, mais sur des interactions gravitationnelles, et qui se manifeste sous la forme de nuages de gaz géants, des millions de fois plus massifs que la Terre. Au-delà, imaginons que les galaxies elles-mêmes, avec leurs dizaines de milliards d'étoiles, puissent avoir atteint un niveau de complexité qui s'apparente à la vie. Le temps pour ces systèmes "vivants" se compterait en centaines de millions d'années et les distances en milliers d'années-lumière, des échelles sans commune mesure avec les nôtres.

C'est un exemple extrême, mais qui illustre bien le problème. L'hypothèse la plus simple et la plus intéressante par ses conséquences est de supposer une vie évoluant aux mêmes échelles de temps et de distances que nous. Ainsi, il est à mon avis légitime de s'inspirer de la colonisation des îles de l'océan Pacifique pour estimer le temps qu'une vague de colonisateurs extraterrestres mettrait pour parvenir jusqu'au système solaire. Et pour tenter de percer les motivations qui poussent ces hypothétiques civilisations à rester silencieuses, il ne faut pas hésiter à mettre à contribution la littérature de science-fiction.

En pratique, cela ne veut pas dire que seuls des êtres ayant une tête, deux bras et deux jambes peuvent envoyer des signaux artificiels. Il convient d'être plus nuancé, et de tenter d'universaliser autant que possible la notion de vie. C'est d'ailleurs tout l'intérêt de cette recherche, car elle relativise notre existence en la replaçant dans un contexte plus vaste, et nous renvoie une image plus nette de nous mêmes.

Une vie extraterrestre ?

Mais est-il légitime de supposer qu'il existe une vie ailleurs que sur Terre ? Cette question constitue la deuxième pierre d'achoppement de l'exobiologie. Ma conviction qu'il existe une vie extraterrestre repose sur trois points : l'universalité de la chimie du carbone, le fait que la Terre n'a pas une place privilégiée dans l'univers, et le phénomène de l'évolution, qui ne s'applique pas uniquement à la vie, mais à tous les aspects de l'univers. Par contre, l'immensité de l'univers ne m'encourage pas nécessairement à penser que la vie y soit très répandue. Reprenons ces quelques points plus en détail.

Les molécules organiques dont sont constitués les êtres vivants se retrouvent en abondance dans l'univers, principalement dans les nuages de poussières du milieu interstellaire, mais aussi dans les régions extérieures de certaines étoiles. La chimie du carbone, qui est à l'origine de ces molécules, se concocte dans les nuages obscurs et denses où précisément se formeraient les étoiles avec leur cortège de planètes, et nous savons même qu'elle se poursuit également dans la plupart des galaxies voisines, pour ne pas dire dans tout l'univers. Il est donc légitime de penser que cette chimie du carbone a pu donner naissance à des êtres vivants ailleurs dans l'univers. Nous ne pouvons toutefois pas exclure *a priori* l'existence d'organismes du même niveau de complexité que nous, mais fondés par exemple sur la chimie du silicium ou d'un autre élément chimique.

Deuxième point, notre place dans l'univers n'a rien d'exceptionnel. L'homme a longtemps placé la Terre au centre de l'univers ; mais, au fur et à mesure des progrès de l'astronomie, il a progressivement dû la reléguer à une place et un rôle de plus en plus mineurs dans l'univers. C'est ce que j'appelle la "*déprovincialisation*"

de la pensée occidentale. L'étape suivante ne serait-elle pas de dire que notre vie n'est qu'une forme de vie parmi tant d'autres dans l'univers ?

Enfin, le fait remarquable de l'évolution n'est pas propre à la vie. En effet, si nous replaçons notre histoire dans le cadre plus général de celle de l'univers, nous nous apercevons que l'évolution de la vie n'est qu'un aspect de l'évolution de l'univers. L'une des innovations les plus importantes de l'astronomie moderne a précisément été de montrer que l'univers n'est pas immuable, qu'il est au contraire continuellement en expansion et en évolution. La synthèse des atomes au coeur des étoiles a fait apparaître des processus et des structures de plus en plus complexes, au sommet desquelles il faut placer la vie humaine.

Dans cette optique, la vie n'apparaît plus comme un processus dynamique exceptionnel dans un univers figé, mais bien comme l'un des aspects de l'évolution d'un univers qui se diversifie et s'enrichit sans cesse, d'un univers qui ne cesse de se construire lui-même.

L'immensité de l'univers est un argument qui est parfois évoqué en faveur d'une vie répandue dans l'univers ; autrement, à quoi servirait cet univers ? Tout d'abord, il y a là de l'anthropomorphisme à vouloir attribuer une utilité à l'univers. De plus, un autre univers, et en particulier un univers plus petit, ne pourrait pas donner naissance à des étoiles comme le Soleil. Un univers où la force de gravitation serait plus faible, serait un univers sans étoiles. Si au contraire les forces nucléaires étaient différentes, l'univers serait composé d'étoiles évoluant très rapidement et mourant avant qu'une forme de vie puisse se développer.

Ce sont là quelques arguments simples pour justifier le bien-fondé de la recherche de vie ailleurs dans l'univers. Examinons maintenant les progrès récents de l'exobiologie, que j'ai schématiquement divisés en trois domaines.

Des planètes élusives

Les progrès les plus marquants des dernières années concernent la détection d'objets moins brillants que les étoiles : disques protoplanétaires, naines brunes et planètes. Ce sont tous des objets relativement froids, tout en étant proches d'une source d'énergie stellaire, et au voisinage desquels on pourrait concevoir que se développe une forme de vie.

C'est la mise en service de nouveaux détecteurs sensibles dans le domaine infrarouge qui a permis l'avènement d'une nouvelle branche de l'astronomie, l'astronomie des objets substellaires. Ces détecteurs, d'abord développés pour des usages militaires, ont été installés au foyer des télescopes terrestres lorsque leur

usage a été banalisé. Ils ont aussi été envoyés en orbite autour de la Terre, comme dans le cas du satellite IRAS en 1983, qui a détecté autour d'étoiles brillantes des excès de luminosité infrarouge attribués à des disques de poussière. Dans la mesure où il s'agit d'étoiles jeunes (500 millions d'années) ou très jeunes (un million d'années) ces disques précèdent la formation des planètes, ce qui leur a valu d'être qualifiés de protoplanétaires ; leurs dimensions sont généralement entre 2 et 10 fois plus grandes que celles du système solaire.

Les naines brunes sont des objets à la frontière incertaine entre étoile et planète, ayant 6 à 10 % de la masse du Soleil et une température de l'ordre de 2000 à 3000° C. On connaît actuellement moins d'une dizaine de naines brunes confirmées ou suspectées. Ce sont des objets très difficiles à détecter, puisqu'une naine brune à la distance de Neptune n'apparaîtrait pas plus brillante que Mars. L'astuce est de les rechercher dans l'infrarouge. A ces longueurs d'ondes, les naines brunes n'apparaissent que cent mille fois plus faibles qu'une étoile, alors que dans le visible le contraste est de plusieurs centaines de millions.

Le contraste de brillance entre une étoile et une planète voisine de cette étoile est encore plus important, et explique pourquoi il est impossible de détecter directement des planètes : le détecteur est ébloui par l'étoile.

Si les planètes sont encore hors limites de nos détecteurs, les méthodes de détection indirectes s'affinent. La plus prometteuse est de toute évidence la mesure des variations de vitesse d'étoiles proches par effet Doppler. Si une étoile a un compagnon planétaire ou stellaire, celui-ci perturbe légèrement sa trajectoire dans la Galaxie. Il s'agit de détecter ces perturbations dont l'ampleur nous indiquera s'il s'agit d'une étoile, d'une naine brune ou d'une planète. A titre de référence, la présence de Jupiter induit des oscillations de la vitesse du Soleil avec une amplitude de l'ordre de 13 m/s et une périodicité de 12 ans.

Il y a actuellement une dizaine de techniques proposées pour mesurer des variations de vitesse avec une précision de 50 m/s. Le programme d'observation le plus avancé est celui que mène l'astronome canadien Bruce Campbell au télescope Canada-France-Hawaii. Depuis 1981, il observe un échantillon de seize étoiles proches du type solaire. Sept de ces étoiles ont des variations de vitesse de l'ordre de 25 à 65 m/s qui pourraient s'expliquer par l'existence de compagnons un peu plus massifs que Jupiter ; l'une d'elles, gamma Cephei, est une étoile double, elle aurait en outre un compagnon planétaire en orbite avec une période de révolution de 2,7 ans. Les six autres étoiles candidates, dont epsilon Eridani à 10 années-lumière du Soleil, doivent encore être observées pendant quelques années avant qu'on puisse se prononcer, l'amplitude des variations impliquant dans la plupart des cas des périodes de révolution présumées (de la planète autour de l'étoile) de plus de dix ans.

La découverte d'une planète autour d'un pulsar et qui a récemment défrayé la chronique est elle aussi une détection indirecte. Des radioastronomes britanniques ont détecté des oscillations dans la période de rotation du pulsar PSR 1829--10. Ces oscillations de faible amplitude, environ 8 millisecondes pour une période moyenne de 330 millisecondes, pourraient être dues à la perturbation du mouvement du pulsar par une planète ayant 10,2 fois la masse de la Terre et tournant autour du pulsar suivant une orbite presque circulaire de 0,71 unités astronomiques de rayon, avec une période de 184 jours. Mais il y a peu d'espoir que cette planète abrite de la vie, car la naissance du pulsar dans l'explosion d'une supernova y aura éliminé toute forme de vie ; il y a même une forte probabilité pour que la planète se soit formée ailleurs et ait été capturée ultérieurement par le pulsar.

De toute façon, il ne suffit pas de détecter une planète pour pouvoir affirmer qu'on a détecté un site présumé de la vie. L'étape suivante, décider si une planète est habitable, dépend en toute rigueur de la définition que l'on se donne de la vie. Sur Terre, le spectre de conditions de températures et de pressions permettant la vie est très large, mais les organismes les plus complexes ne survivent que dans un intervalle très modeste de température. C'est cet intervalle plus restreint qui doit être considéré comme le plus favorable au maintien et à l'évolution de la vie vers des formes de plus en plus complexes.

Il s'agit donc de déterminer la zone circumstellaire à l'intérieur de laquelle l'atmosphère d'une planète comme la Terre peut rester stable pendant plusieurs milliards d'années. Ce type de recherche a été rendu possible par les progrès récents dans le domaine de la climatologie et de l'interaction géosphère -- biosphère sur Terre.

Selon le modèle climatique de la NASA, la zone continûment habitable de notre système solaire s'étend depuis l'orbite de la Terre jusqu'à celle de Mars. Pour empêcher tout basculement vers une ère glaciaire ou tropicale, il faut trouver un mécanisme régulateur de la température ; ce serait l'échange de gaz carbonique entre l'atmosphère et la croûte terrestre, suivant un cycle qui peut s'accélérer ou se ralentir suivant la température.

Mais comment expliquer que ce mécanisme n'ait pas joué sur Vénus et Mars ? En effet, si ces planètes se sont formées à partir des mêmes planétoïdes que la Terre, leur composition géologique doit être semblable à celle de notre planète. Pour Mars, le problème semble être sa masse qui n'est que le dixième de celle de la Terre. En raison de son rapport surface/volume élevé, la planète s'est refroidie trop vite, empêchant ainsi le gaz carbonique de s'échapper des roches carbonées. Pour Vénus, le problème est plus sérieux. La couche d'air froid qui sur Terre empêche les nuages de monter dans la stratosphère n'existe pas sur Vénus. Les

océans s'évaporent alors irréversiblement, en quelques millions d'années, supprimant l'un des éléments de la régulation.

Ces résultats doivent cependant être considérés avec prudence, en raison des nombreux paramètres incertains ou inconnus. La dérive des continents, les variations de la surface continentale (qui, sur Terre, a été de 20 % dans les derniers 180 millions d'années) et les courants océaniques ont un effet non négligeable sur le climat, ce qui complique singulièrement la tâche des théoriciens. Enfin la composante biologique, qui est absente de ces modèles, a aussi son mot à dire, du moins sur notre planète. En effet, si surprenant que cela paraisse, des éléments de la biomasse comme les forêts et le plancton des océans semblent avoir un rôle régulateur sur le climat de la Terre.

Aux zones continûment habitables par suite du chauffage solaire ou stellaire, il faut ajouter des zones autour de planètes géantes où les satellites sont chauffés par effet de marée. Sous sa croûte glacée, Europe, l'un des satellites galiléens de Jupiter, possède sans doute des océans. La chaleur résultant des frictions induites par les forces de marées à l'intérieur du satellite empêcherait cette eau de se solidifier. Comment expliquer autrement l'absence de cratères à la surface d'Europe ? Incidemment, ces océans pourraient être un milieu favorable au développement d'une forme de vie comparable à celle de la Terre primitive.

Inversement, la présence d'un satellite relativement important peut favoriser l'évolution de la vie sur une planète. Les marées océaniques provoquées par la Lune ont permis à la vie de quitter les océans. Mais, dans les "planètes doubles", d'autres éléments déterminants peuvent intervenir au détriment de la vie ; ainsi le système Pluton-Charon est certainement trop léger et trop loin du Soleil pour mériter notre attention de ce point de vue.

Des explorations à privilégier dans le système solaire

L'exploration des ressources vitales du système solaire et, en particulier, la recherche des molécules à la base des processus du vivant sont actuellement l'une des voies les plus prometteuses de l'exobiologie. Les planétologues n'ont pas abandonné l'idée de trouver des traces de vie sur Mars, malgré les résultats négatifs des sondes *Viking* en 1976. Rappelons que ces sondes avaient une panoplie limitée d'expériences biologiques (échange gazeux, libération de gaz marqués, pyrolyse) pour détecter des traces de vie microscopique de type terrestre.

Les études récentes de la surface de la planète rouge ont mis en évidence un important système de vallées de ruissellement aboutissant à des bassins sédimentaires qui pourraient avoir une épaisseur dépassant le kilomètre. L'eau est un élément essentiel de la chimie à la surface d'une planète, et l'étude de la composition chimique de ces sédiments nous renseignerait sur les conditions physiques et chimiques à l'époque du ruissellement, en particulier sur une éventuelle composante biologique dans ces sédiments, et sur la teneur en carbonates, dont un taux important serait dû à un apport de gaz carbonique de l'atmosphère martienne, qui, faute de gaz de serre, se serait progressivement refroidie.

L'absence de cratères dans les plaines nordiques de Mars suggère aussi que ces plaines seraient d'anciens océans profonds d'au moins 700 mètres, et qui auraient disparu il y a environ 1,5 milliards d'années. Si cette date assez récente (par rapport à l'âge présumé du système solaire qui est de 4,5 milliards d'années) est correcte, il se pourrait que la vie ait eu le temps de se développer dans ces océans. A défaut de vie sur Mars, on pourrait alors y trouver des fossiles.

Titan, l'un des satellites de Saturne, a d'autres raisons de nous intriguer. C'est, avec Triton, le seul satellite de notre système solaire qui ait une atmosphère, et celle-ci pourrait bien être favorable à une vie primitive de type terrestre. La mission Cassini, un projet commun NASA--ASE, sera probablement lancée en 1996 vers Saturne, qu'elle atteindra en 2004. L'Agence Spatiale Européenne a la charge de construire la sonde qui, lancée de l'orbiter de la NASA, descendra lentement dans l'atmosphère de Titan pour en analyser la composition et, une fois posée, analyser très rapidement celle du sol avant que l'émetteur radio ne défaille. De l'avis unanime des planétologues, l'atmosphère de ce satellite serait le siège d'une riche chimie organique, malgré une température au sol de -179°C . Les sondes *Voyager* y ont déjà détecté l'acide cyanhydrique, qui est par ailleurs l'un des composants essentiels des acides aminés du vivant.

En dehors du système solaire, la recherche de la vie reste une entreprise en apparence démesurée. Même si nous découvrons bientôt des planètes autour d'autres étoiles, ce dont je ne doute pas, la détection de signes de vie peut sembler hors de notre portée pendant encore plusieurs décennies. Quittant le système solaire, nous devons élargir notre définition des processus vivants, abandonner l'hypothèse d'une vie de type terrestre et considérer comme vivant tout système ayant atteint un certain niveau de complexité. L'existence de tels systèmes est sans doute liée à un déséquilibre physico-chimique de leur environnement immédiat. Il s'agit alors de détecter, par exemple, des signes de déséquilibre dans les atmosphères planétaires, comme l'excès d'oxygène dans celle de la Terre. Mais à quelle échéance pouvons-nous espérer mesurer un tel déséquilibre dans les atmosphères de planètes que nous n'avons pas encore les moyens techniques de détecter ? Sans doute faut-il faire preuve d'ingéniosité et rechercher plutôt des

signes en amont de la naissance de la vie, dans les abondances de chaînes de molécules complexes dans les nébuleuses protostellaires.

Des signaux dans l'univers

La recherche de la vie dans le système solaire autant que la détection possible de planètes, de molécules prébiotiques et, *a fortiori* la recherche de signes d'une vie élémentaire, bien que prometteuses, ne constituent des entreprises rentables qu'à long terme. Dans l'espoir de recevoir plus rapidement une réponse à la question "sommes-nous seuls ?", un certain nombre d'astronomes sont passés à des recherches dans un tout autre registre, et ont fait un pari audacieux, celui qu'il existe des civilisations extraterrestres intelligentes.

Si nous examinons le cas particulier de la vie terrestre, nous nous apercevons qu'elle provoque un déséquilibre relativement modeste de son environnement, sauf dans le domaine très particulier des ondes radio centimétriques et millimétriques, où elle se manifeste très bruyamment. Pouvons-nous en déduire que la forme de vie la plus facilement détectable est la civilisation extraterrestre qui se manifesterait par ses émissions de signaux radio ? Un volet important des recherches en exobiologie repose en fait sur cette hypothèse.

Trente ans d'écoutes radioastronomiques, pour la plupart ciblées sur des étoiles de type solaire, n'ont encore donné aucun résultat. Mais ces observations ont été réalisées avec des récepteurs conventionnels qui sont optimisés pour capter les rayonnements radio naturels de l'univers. Dans la majorité des cas, un tel rayonnement est émis dans un très large domaine de fréquences. Pour sortir du bruit naturel de l'univers et avoir des chances d'être détecté, un signal radio artificiel devrait au contraire n'être émis qu'à une seule fréquence. Une telle stratégie d'émission maximise aussi l'intensité du signal pour un budget énergétique donné.

La NASA a mis en place un projet de recherche de signaux artificiels fondé sur un récepteur d'une conception révolutionnaire. Le MCSA (mega channel spectrum analyzer) pourra découper les ondes radio captées dans un large domaine de fréquences, en plusieurs millions de signaux élémentaires, chacun correspondant à une fréquence. Il faudra ensuite analyser l'information dans chaque canal pour en extraire tout signal significatif éventuel. Ce genre de récepteur "méga-canaux" est jugé nécessaire pour explorer une portion significative du domaine radio et des étoiles cibles dans un temps raisonnable. La stratégie adoptée est double : observer soigneusement mille étoiles semblables au Soleil à deux fréquences, faire un balayage systématique du ciel dans un domaine de fréquences plus large, avec une résolution moindre.

Le budget du programme préliminaire, estimé à douze millions de dollars sur cinq ans (soit 0,04 % du budget de la NASA) a permis de réaliser un prototype, le MCSA 1, composé de 74 000 canaux de 0,5 hertz de large. Au cours de tests effectués en 1985, ce récepteur est parvenu à détecter le signal de 1 watt de la sonde *Pioneer 10* à 35 unités astronomiques (soit plus de cinq milliards de kilomètres) de la Terre, ainsi que le signal de la sonde *Voyager 2* alors en route vers Neptune. Des négociations sont en cours pour implanter ce récepteur au radiotélescope de Nançay. Le MCSA 2, dont la construction se termine, possèdera, lui, quatorze millions de canaux de 1 hertz de large. Il faut maintenant mettre au point un logiciel informatique capable d'analyser le signal dans tous les canaux simultanément, pour en extraire un signal artificiel éventuel. L'ensemble du système sera opérationnel en 1992.

Les détracteurs de la recherche de vie intelligente dans l'univers objecteront que les ondes radio ne constituent pas nécessairement le seul mode de communication interstellaire, ce qui nous ramène au problème de l'anthropomorphisme évoqué plus haut. S'il est vrai que d'autres ondes peuvent transporter des messages avec autant d'efficacité que les ondes radio, ces dernières ont tout de même la particularité d'être le siège de rayonnement de l'atome d'hydrogène, l'élément le plus répandu dans l'univers, et du radical OH, à 21 et 18 centimètres de longueur d'onde, domaine qui a été baptisé "*le point d'eau*" par les exobiologistes parce qu'il constitue en quelque sorte un point de ralliement symbolique des êtres qui ont un besoin vital d'eau.

Quoi qu'il en soit, la seule méthode pour tester l'hypothèse de l'existence des civilisations extraterrestres est expérimentale, et il faut persévérer dans ces écoutes jusqu'à ce qu'une proportion significative de la "*meule de foin cosmique*" ait été explorée.

Mais il est peut-être déjà trop tard ; l'utilisation de plus en plus courante d'émetteurs d'ondes radio sur Terre et même autour de la Terre rend toute écoute de plus en plus difficile. Certaines bandes de fréquences, d'importance cruciale pour la radioastronomie, sont protégées, dont les deux limites du fameux "*point d'eau*". Mais l'allumage des moteurs à essence et ce nouveau gadget qui permet d'ouvrir votre portail sans quitter votre voiture ne sont pas concernés par ces mesures de protection. Or un radiotélescope peut détecter l'émission d'ouverture de portail à 40 000 km. Autre exemple, le système soviétique de 12 satellites de navigation "Glonass" qui émet au voisinage de 18 centimètres, empêche le radiotélescope de Nançay d'observer à cette longueur d'onde 12 heures par jour. Lorsque les 24 satellites seront en orbite dans quelques années, cette longueur d'onde sera totalement condamnée à Nançay.

Conclusion

Venons-en maintenant au but de cette recherche. Tout a déjà été dit sur l'impact d'un contact et la littérature de science-fiction joue sur la fascination d'une éventuelle vie interstellaire. Certains promoteurs de l'exobiologie vivent dans l'attente messianique d'un contact ; une telle attitude m'est totalement étrangère. Je suis convaincu que, si nous découvrons un jour une forme de vie extraterrestre, la surprise sera totale. Il est donc inutile de tenter d'imaginer ce que sera cette rencontre. Les images du système solaire renvoyées par les sondes *Voyager* nous ont déjà montré un monde d'une variété insoupçonnée, et je ne doute pas que l'univers saura nous surprendre à nouveau. J'attends de la recherche que mène l'exobiologie, et quel qu'en soit le résultat, une meilleure compréhension du rôle de la vie sur Terre. L'inventaire de l'univers du point de vue de ses ressources vitales place notre existence dans une perspective plus vaste, et cette interrogation de l'univers constitue un dialogue, au cours duquel l'univers nous renvoie une image de nous-mêmes. Le but de l'exobiologie est de préciser cette image.

* * *

BIOGRAPHIE

Emmanuel DAVOUST, astronome à l'Observatoire Midi-Pyrénées à Toulouse, est l'auteur de :

- "Silence au point d'eau", éditions Teknea (1988)
- "La recherche de la vie extraterrestre", La Recherche, vol. 20, p.828 - 834 (1989)
- Comptes-rendus du Symposium "Bioastronomy, the search for extraterrestrial life - The search broadens", J. Heidmann et M.J. Klein (éditeurs), Lectures Notes in Physics - Springer Verlag (1991)

**Le développement de la mécanique
antique sous l'impulsion de l'Astrologie**

STIERLIN H.
Genève (Suisse)

LE DEVELOPPEMENT DE LA MECANIQUE ANTIQUE SOUS L'IMPULSION DE L'ASTROLOGIE

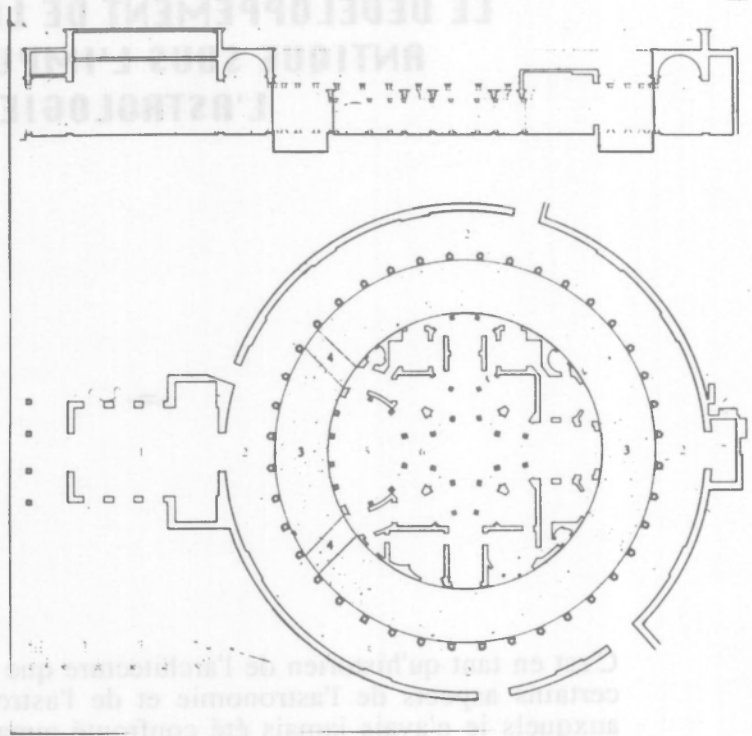
C'est en tant qu'historien de l'architecture que j'ai été amené à étudier certains aspects de l'astronomie et de l'astrologie antiques, thèmes auxquels je n'avais jamais été confronté auparavant. L'astrologie, en particulier, ne m'intéressait guère, le terme lui-même ne suscitant chez moi que condescendance à l'égard d'une superstition dont j'ignorais l'importance culturelle, en particulier durant l'époque gréco-romaine.

La genèse de cette recherche sur les origines de la mécanique antique mérite d'être rapportée ; car elle éclaire la démarche adoptée. A l'occasion de travaux consacrés à l'architecture romaine et au palais de Villa Hadriana à Tivoli, construit par l'empereur Hadrien (117-138), la conception du bâtiment qualifié de "*Théâtre Maritime*" a retenu toute mon attention en raison de son plan étrange. L'édifice cylindrique est hypèthre, c'est-à-dire ouvert sur le ciel. Il mesure 150 pieds (soit 44 m) de diamètre -comme le Panthéon, construit par le même Hadrien- et présente une disposition radioconcentrique : une galerie circulaire, couverte d'une voûte annulaire portée par 40 colonnes, en fait le tour à l'intérieur du mur qui le ceint. Puis un bassin annulaire, large de 4 m, entoure un îlot central de 27 m de diamètre. Au milieu de cette île se dressait un édicule à colonnettes de marbre.

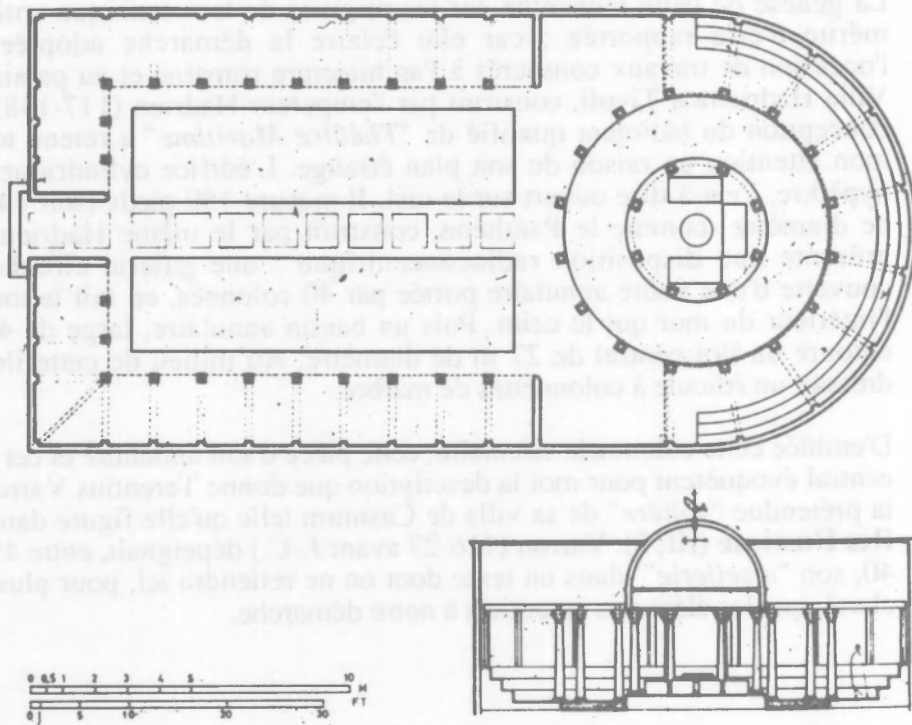
D'emblée cette colonnade circulaire, cette pièce d'eau annulaire et cet îlot central évoquèrent pour moi la description que donne Terentius Varro de la prétendue "*volière*" de sa villa de Casinum telle qu'elle figure dans le **Res Rusticae** (III, 5). Varron (116-27 avant J.-C.) dépeignait, entre 45 et 40, son "*oisellerie*" dans un texte dont on ne retiendra ici, pour plus de clarté, que les éléments essentiels à notre démarche.

Coupe longitudinale et plan du prétendu "Théâtre maritime" de Villa
Hadriana à Tivoli, qui est en réalité l'Aula Regia du palais impérial,
construite au début du règne d'Hadrien.

1. Vestibule d'entrée
2. Portique circulaire à voûte annulaire de la "circumambulatio"
3. Pièce d'eau circulaire
4. Position des ponts amovibles
5. Pronaos en amande, sur l'île centrale circulaire
6. Pavillon central à quatre piliers d'angles et huit colonnes.
Petite abside axiale



Volière



L'édifice "*en forme de tablette à écrire dont le haut est arrondi*" est entouré d'un mur. Il est large de 48 pieds (14 m), long de 72 pieds (21 m) pour la partie rectangulaire, ainsi que de 27 pieds (8 m) pour la partie arrondie. De la porte, située sur le petit côté, un chemin conduit -entre deux bassins ou viviers- à une structure ronde entourée d'une promenade circulaire large de 5 pieds (1,5 m) que borde une colonnade de pierre. Le dallage sur lequel reposent les colonnes présente une bordure de pierre dominant de deux pieds la surface d'un bassin annulaire, profond d'un pied, qui entoure un îlot central.

Cette île forme un socle circulaire avec, en son milieu, une tholos -édifice rond- à colonnes de bois. Au centre de cette construction, une table - comme une roue munie de rayons- peut tourner. Elle est disposée entre les lits d'un triclinium. De là on peut faire s'écouler de l'eau à volonté.

Le pavillon à colonnes de bois est surmonté d'une coupole. Au plafond, on voit tourner l'étoile Lucifer, le jour, et l'étoile Vesper, la nuit. Les mouvements des astres sur le pourtour de la coupole indiquent les heures. Au sommet du dôme se dresse une girouette, celle-ci est reliée par un axe à une flèche visible à l'intérieur qui indique la direction d'où souffle le vent - "*comme celle que fit à Athènes le nommé Cyrrhus*". On peut savoir ainsi, sans qu'il soit besoin de sortir de la tholos, d'où vient le vent.

Telle est, pour l'essentiel, la description de cette construction, dont Varron mentionne en outre que les viviers sont remplis de poissons, que des canards nagent sur le bassin annulaire, que des filets tendus par-dessus les colonnades enferment des oiseaux -d'où le nom de "*volière*"- et que des gradins avec de la verdure et des bosquets s'inscrivent dans l'ensemble architectural.

Sans s'étendre sur l'analogie absolue entre le plan circulaire du Théâtre maritime et de son "modèle" varronnien de 170 ans antérieur, on ne manquera pas de s'étonner de la présence, sous la couverture de la tholos, d'une mécanique céleste. Avec ses étoiles qui tournent au firmament de la coupole et qui fournissent l'heure, on se trouve en présence d'une réalisation technique très élaborée qui est surprenante au milieu du 1^{er} siècle avant J.-C.

En outre, l'existence de cette machine, de ce planétarium animé, ne s'explique pas dans le cadre d'une volière. L' "*oisellerie*" du vieil encyclopédiste qu'était Varron cache évidemment une fonction volontairement occultée, les volatiles n'ayant, de toute évidence, nul besoin de connaître l'heure...

La science mécanique

Que signifie cette allusion à un mécanisme tournant dans une tholos ? Quelles connaissances les Gréco-Romains avaient-ils des lois du mouvement imitant artificiellement la marche des astres ? De quelles ressources technologiques disposaient les constructeurs pour édifier de telles machines ?

Le thème que constitue la mécanique antique demeure mal exploré par les philologues. Il est resté méconnu et décrié. Le plus souvent, lorsqu'un texte ancien fait allusion à un mécanisme, le traducteur-commentateur s'empresse de qualifier cette description d'affabulation poétique, d'exagération lyrique et d'hyperbole fondée sur une imagination débridée. L'historien postule d'emblée que ni les Grecs ni les Romains n'étaient capables de réaliser des mécanismes rotatifs complexes, et que les connaissances technologiques antiques restaient embryonnaires. Aussi les recherches scientifiques en la matière sont-elles demeurées, elles aussi, embryonnaires.

Textes à l'appui

Il existe pourtant une série d'écrits anciens qui font état de machines. Les descriptions qu'ils fournissent sont parfois d'une rigueur et d'une précision qui surprennent. Il semble difficile de ne les qualifier que de fables. C'est pourquoi il vaut la peine de les mentionner ici.

Le plus intéressant, peut-être, de ces écrits a pour auteur Cicéron, dont la démarche rationaliste est d'un réel "*modernisme*". Décrivant, dans **La République** (Livre I, XIV, 21-22), l'une des sphères d'Archimède, emportée comme trophée par M. Marcellus lors de la prise de Syracuse en 212 avant J.-C., Cicéron souligne en particulier :

"Lorsque C. Sulpicius Gallus se mit, avec sa vaste érudition, à nous expliquer le mécanisme de la sphère que nous avions sous les yeux, je compris que le Sicilien avait eu un génie dépassant tout ce que peut comporter, paraît-il, la nature humaine. (...) Dans cette sphère que nous contemplions étaient réalisés les mouvements du soleil et de la lune, ainsi que des cinq planètes que l'on nomme errantes ou vagabondes. (...) Ce qu'il y avait d'admirable dans l'invention d'Archimède, c'est qu'il avait obtenu qu'une rotation unique fit parcourir de façon constante à des corps des orbites inégales et variées, selon des vitesses très différentes. Lorsque Gallus mettait cette sphère en mouvement, poursuit Cicéron, la lune venait se placer devant le soleil après autant de tours dans la mécanique de bronze qu'il lui faut de jours pour le faire dans le ciel. Par conséquent, l'éclipse de soleil se produisait dans la sphère comme dans le ciel, et la lune pénétrait dans l'ombre produite par la

terre au moment où la lumière du soleil venait d'une direction exactement opposée..."

Suit, hélas, une longue lacune qui empêche le lecteur de connaître les développements de la démonstration cicéronienne. Mentionnons que l'exposé de Sulpicius Gallus relaté par l'écrivain se situe avant 149 avant J.-C., date de la mort de Sulpicius Gallus, lequel était célèbre pour ses connaissances en mathématiques et en astronomie, qui fut, en outre, légat de Paul-Émile. Varron, pour sa part, cite un ouvrage que ce savant aurait consacré à l'astronomie grecque.

Quant à Archimède, le plus célèbre mathématicien et mécanicien de l'antiquité, il est né à Syracuse en 287 avant J.-C. Fils de l'astronome Phidias, il va parfaire son savoir à Alexandrie, avant de revenir dans sa ville natale, où il fait des recherches pour Hiéron II, tyran de Syracuse. Archimède met ses connaissances au service du souverain, en particulier dans le domaine de la poliorcétique et dans celui des machines reproduisant les mouvements du ciel.

Certes, Cicéron, né en 65 et décédé en 27 avant J.-C., n'a pu connaître Sulpicius Gallus. Mais il a pu examiner la sphère d'Archimède dont il parle avec tant d'à propos. Quatre-vingts ans après la démonstration qu'il évoque, cet objet devait se trouver encore à Rome, avant qu'il ne disparaisse lors de l'incendie de la capitale sous Néron, en 64 avant J.-C. Cicéron a même été si impressionné par cette expérience qu'il en renouvelle la mention dans les **Tusculanes** (I, XXU, 61) :

*"Quant Archimède fixa dans une sphère le mouvement de la lune, du soleil et des cinq planètes, il réalisa la même chose que le dieu de Platon, l'être qui, dans le **Timée**, est l'architecte de l'univers : il réalisa le prodige d'une révolution unique où sont transcrits les mouvements les plus dissemblables par la lenteur et la vitesse. Et s'il est vrai que dans notre univers cela ne se peut faire sans un dieu, il fallait à Archimède, rien que pour en reproduire les mouvements sur sa sphère, une intelligence divine."*

Il serait surprenant que Cicéron -s'il n'avait pas examiné personnellement la sphère d'Archimède- ait souligné à deux occasions différentes, dans les mêmes termes, l'étonnement que lui causa la réalisation d'une machine cosmologique capable de doter les astres de vitesses différentes, tout en n'étant mue que par une seule source d'énergie. Ses deux textes découlent d'une émotion qui n'est pas imaginaire.

D'ailleurs, la même stupéfaction devant ces mécanismes en forme de planétariums, l'auteur la retrouve une troisième fois dans un écrit figurant dans son essai intitulé **De la nature des dieux**, où il évoque une sphère de même type, mais qu'avait construite un personnage considérable pour la pensée astrologique antique : je veux parler de Posidonius d'Apamée, qui vécut à Rhodes entre 135 et 50 avant J.-C. Aîné d'une trentaine d'année de Cicéron, qui fit sa connaissance en 87 avant J.-C., Posidonius

était un esprit universel, célèbre comme philosophe stoïcien, auteur de traités de géographie, d'histoire, d'ethnographie, de géologie et de métaphysique. Il était passionné par la cosmologie et cherchait à cerner la nature de l'univers. A ce titre, il réalisa un planétarium dans lequel se retrouvent les mêmes particularités que dans celui d'Archimède. Cicéron rend compte de cette mécanique en ces termes (Livre II, XXXIV-XXXV) :

"Si quelqu'un transportait jusqu'en Scythie ou en (Grande-) Bretagne cette sphère qu'a réalisée récemment notre Posidonius, où le cours du soleil, de la lune et des cinq planètes est indiqué, tel qu'il se déroule dans le ciel chaque jour et chaque nuit, lequel d'entre ces barbares douterait que la raison n'ait présidé à une telle oeuvre?"

Ainsi, à une troisième occasion, Cicéron qui a connu Posidonius, et dont on ne peut admettre qu'il n'ait pas vu, à Rhodes où il s'était rendu expressément, le mécanisme dont il parle, évoque une machine capable de restituer la marche des planètes.

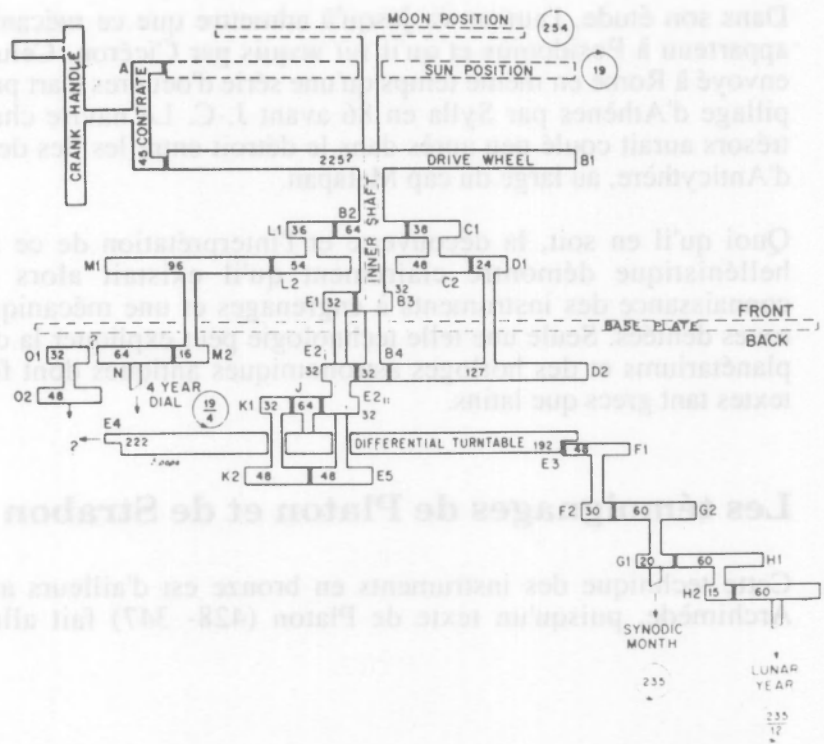
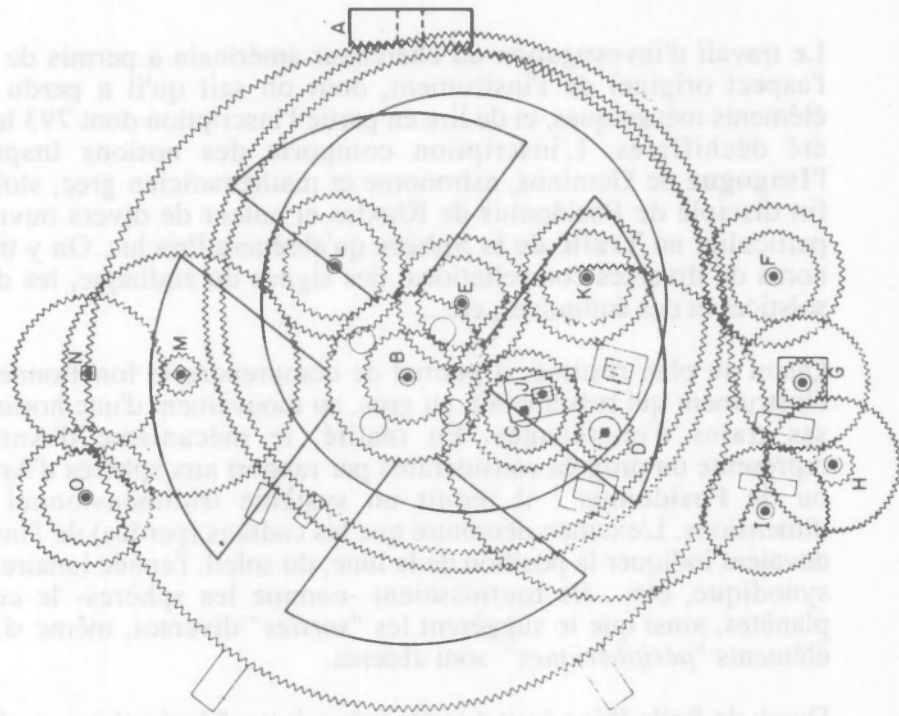
Le mécanisme d'Anticythère

Si les capacités des savants hellénistico-romains quant aux machines cosmologiques pouvaient encore être mises en doute il y a deux décennies, il n'est plus permis aujourd'hui de croire que les textes de Cicéron relèvent d'affabulations lyriques ou d'exagérations poétiques. En effet, l'interprétation récente d'un vestige archéologique fournit la preuve du savoir faire technologique des Anciens dans le domaine de la "micromécanique" de précision.

Il s'agit d'un appareil de bronze retrouvé dans l'épave d'un navire grec coulé dans la passe d'Anticythère et que des pêcheurs d'éponges découvrirent, en 1900, parmi des statues antiques en marbre et en bronze. Celles-ci retinrent naturellement tout l'intérêt des chercheurs, au point qu'il fallut attendre près de soixante-quinze ans pour que paraisse une étude scientifique sérieuse consacrée au "*Mécanisme d'Anticythère*". Intitulée **Gears from the Greek**, et datant de 1974, elle est le résultat des patients travaux de Derek de Solla Price, de l'Université de Yale.

L'objet mis au jour est un mécanisme profondément corrodé, mesurant 32 cm de long, 17 cm de large et une dizaine de centimètres d'épaisseur. Bien qu'incomplet, il a permis une reconstitution très précise. Il est formé d'une trentaine de roues dentées montées sur une quinzaine d'axes. Ces roues à engrenages, dont toutes les dents sont de grandeur identique, mais dont les diamètres varient de 11 mm à 126 mm, comptent de 15 à 225 dents. L'appareil était entraîné par une manivelle et monté sur une platine. Il se trouvait dans une boîte de bois (évidemment disparue suite à un séjour de 2000 ans dans la mer) à revêtement métallique sur lequel des inscriptions en grec faisaient office de mode d'emploi.

Mécanisme d'Anticythère



Le travail d'investigation du chercheur américain a permis de dessiner l'aspect originel de l'instrument, dont on sait qu'il a perdu certains éléments mécaniques, et de lire en partie l'inscription dont 793 lettres ont été déchiffrées. L'inscription comporte des notions inspirées de l'**Isagogue** de Geminus, astronome et mathématicien grec, stoïcien qui fut disciple de Posidonius de Rhodes et auteur de divers ouvrages, en particulier un **Traité de la Sphère** qu'abrègera Proclus. On y trouve les noms de diverses constellations, des signes du zodiaque, les dates des solstices et des équinoxes, etc...

Quant au plan restitué, il permet de comprendre le fonctionnement de l'instrument qui ressemblait, en gros, au mouvement d'une horloge, avec ses trains d'engrenages. En réalité, le mécanisme d'Anticythère représente un progrès considérable par rapport aux sphères d'Archimède ou de Posidonius : il réduit un système tridimensionnel à deux dimensions. L'examen démontre que les cadrans (perdus) de l'instrument devaient indiquer la position de la lune, du soleil, l'année lunaire, le mois synodique, etc... Ils fournissaient -comme les sphères- le cours des planètes, ainsi que le suggèrent les "*sorties*" diverses, même si certains éléments "*périphériques*" sont absents.

Derek de Solla Price écrit que *"le mécanisme d'Anticythère semble avoir été utilisé de manière que l'on puisse l'ajuster manuellement à une date du passé ou du futur, afin d'obtenir, au moyen des engrenages, des informations sur les divers phénomènes de l'astronomie et du calendrier à l'instant envisagé"*. Il s'agit donc d'une sorte de "*computer*" destiné à la consultation du ciel.

Dans son étude, l'auteur va jusqu'à admettre que ce mécanisme aurait appartenu à Posidonius et qu'il fut acquis par Cicéron. Celui-ci l'aurait envoyé à Rome en même temps qu'une série d'oeuvres d'art provenant du pillage d'Athènes par Sylla en 86 avant J.-C. Le navire chargé de ces trésors aurait coulé peu après dans le détroit entre les îles de Cythère et d'Anticythère, au large du cap Matapan.

Quoi qu'il en soit, la découverte et l'interprétation de ce mécanisme hellénistique démontre clairement qu'il existait alors une haute connaissance des instruments à engrenages et une mécanique fine des roues dentées. Seule une telle technologie peut expliquer la création des planétariums et des horloges astronomiques antiques dont font état les textes tant grecs que latins.

Les témoignages de Platon et de Strabon

Cette technique des instruments en bronze est d'ailleurs antérieure à Archimède, puisqu'un texte de Platon (428- 347) fait allusion à un

appareil astronomique construit à l'image du ciel. Dans le **Timée** (40 c-d) le philosophe évoque les mouvements célestes :

"Décrire les chœurs de danse des astres, faire connaître leurs positions voisines, près de l'horizon, quand leurs trajectoires rebroussent chemin, ou quand elles se devancent les unes les autres, montrer quels sont, dans les conjonctions et les oppositions, ceux de ces astres qui se placent en face les uns des autres et ceux qui se mettent à l'opposite, lesquels d'entre eux passent les uns devant les autres et peuvent ainsi être cachés et en quels temps, puis nous apparaître à nouveau, épouvanter de la sorte ou instruire des événements à venir les hommes incapables de raisonner, ce serait se donner une peine inutile que d'entreprendre de l'exposer, si on ne faisait voir, en même temps, quelque modèle construit à l'imitation de ces phénomènes" (je souligne ces mots qui ont échappé aux divers commentateurs du **Timée**).

L'allusion de Platon à un "modèle" -à une maquette de l'univers, c'est-à-dire à un planétarium- dans son exposé cosmologique démontre bien qu'il a vu l'une de ces sphères dont parlera Cicéron. C'est durant son voyage en Italie méridionale et en Sicile (Grande Grèce) que Platon eut probablement l'occasion de contempler une telle machine, en particulier à Tarente, lorsqu'il se rendit chez son ami Archytas, général et savant. Philosophe pythagoricien, mathématicien, astronome et physicien, Archytas passait dans l'Antiquité pour un "mécanicien" de génie. Diogène Laërce (III^e siècle après J.-C.) le considère même comme le fondateur de la mécanique. Il fut probablement le prototype même du personnage de Timée de Locres, dont le nom fournit le titre du célèbre dialogue platonicien.

Ces modèles, ces machines dont parlent les auteurs classiques, on en trouve un autre exemple dans un récit de Strabon relatif à la campagne du consul Lucullus contre Mithridate VI Eupator en Asie Mineure. Le Romain met le siège, en 70 avant J.-C., devant la ville de Sinope, capitale du royaume du Pont, sur la mer Noire, où se trouve le palais royal de l'irréductible adversaire de Rome. Après un long siège, les habitants fuient par mer, abandonnant la ville aux mains des légions qui la pillent. Strabon affirme (XII, 546) :

"Lucullus laissa intacts les monuments qui ornaient la ville, mais enleva le globe céleste de Billaros et la statue d'Autolykos, réalisée par Sthennis."

Billaros, était un astronome-mécanicien dont Appien, historien grec d'Alexandrie au II^e siècle de notre ère, écrit qu'il avait réalisé à Sinope une sphère capable de tourner sur son axe pour reproduire, grâce à un système mécanique, le mouvement apparent du ciel, ainsi que la course des planètes.

Ainsi, jusque dans un lointain royaume hellénistique d'Asie, l'usage des sphères célestes était attesté au I^{er} siècle avant notre ère. Cela prouve que le phénomène répondait à un besoin spécifique de la part des souverains, des philosophes ou des savants de l'époque.

Les machines cosmologiques dans l'architecture

L'exemple miniaturisé d'un instrument destiné à calculer le mouvement des astres, tel que le fournit le mécanisme d'Anticythère, pourrait faire supposer que les techniciens antiques n'étaient pas capables de réaliser des planétariums de vastes dimensions. Il n'en est rien. Et les témoignages des auteurs viennent, une fois de plus, révéler l'existence d'une technologie hellénistico-romaine très développée, embrassant des ouvrages importants.

On a mentionné déjà l'horloge-planétarium disposée dans la villa de Casinum que possédait Varron, au milieu de ce qu'il nommait sa "Volière". Un autre exemple, autrement plus impressionnant, a laissé des traces chez les écrivains gréco-latins : la Maison d'Or de Néron, avec la salle tournante de sa **coenatio** due aux architectes-ingénieurs Severus et Celer "*dont l'imagination audacieuse consistait à réaliser, au moyen de leur art, tout ce que concevait le prince et ce que la nature ne pouvait fournir*", selon l'expression de Tacite dans ses **Annales** (Livre XV, XLIII).

Suétone consacre un passage à la Domus aurea, dont il convient de citer un extrait de son **Néron**, (XXXI) :

"La salle principale était ronde et tournait continuellement sur elle-même, jour et nuit, comme le fait le monde."

Auparavant, il avait précisé :

"Le plafond de la salle à manger était fait de marqueterie d'ivoire, avec des caissons mobiles par les ouvertures desquels on pouvait répandre sur les convives des fleurs et des parfums."

A ce propos, Sénèque qui avait été le précepteur de l'empereur écrit à Lucilius (Livre XIV, 90, 14) :

"A qui prêtes-tu plus de sagesse ? Au mécanicien qui a inventé comment faire s'écouler d'une grande hauteur de l'eau couleur de safran par des tuyaux cachés (...) et qui assemble les caissons d'un plafond de salle à manger de telle manière que l'image qu'il donne à voir se modifie à volonté ? ou le philosophe (...) ?"

Ici, Sénèque veut paraître ne s'étonner de rien face à cette réalisation technologique merveilleuse qu'est la salle tournante de la Domus aurea,

dotée d'un plafond à dispositifs mobiles, d'où tombent, par des tuyaux (**fistulae**), des parfums qui aspergent (**spargerentur**) les convives. On notera tout d'abord que le mécanisme tournant n'affecte plus simplement les armilles mobiles d'une sphère, mais entraîne toute une salle, où l'empereur reçoit ses convives.

Les archéologues ont d'ailleurs retrouvé l'édifice en question à Rome sur la colline de l'Oppius. Cette salle à manger (**coenatio**) de la Maison d'Or est un octogone de 13 m de diamètre, entouré de cinq chambres rayonnantes. Cette rotonde présente en couverture une coupole de béton, avec un oculus de 6 m de diamètre.

Or c'est bien là la machine "tournant continuellement sur elle-même, jour et nuit, comme l'univers", oeuvre des techniciens (**machinatores**) Severus et Celer qui sont parvenus à doter la coupole d'un mouvement circulaire. Les études de Helmut Prückner et Sebastian Storz révèlent que le dôme de la Maison d'Or présentait deux rainures circulaires concentriques sur le rebord de l'oculus. Ces gorges devaient guider des roulettes permettant de mouvoir des plafonds en lambris (**laquearia**) de forme hémisphérique, suspendus dans la coupole. Les deux hémisphères tournaient à des vitesses différentes, voire en sens opposé pour simuler la marche des astres. Par un jeu d'ouvertures et de jours, il était possible de représenter, d'une part, les étoiles dites "*fixes*", et de l'autre, la course du soleil, avec, éventuellement, la figuration des mouvements de la lune ou des planètes, grâce à des mécanismes secondaires.

Quant aux tuyaux cachés permettant de faire tomber des gouttes d'eau sur l'assistance, ils servaient à simuler le pouvoir divin sur la pluie, exprimant une sorte de **hieros gamos** placé sous l'autorité impériale.

Dans un autre édifice, évoqué au début de cet article, répondant aux préoccupations cosmologiques antiques, il existait -par analogie avec la "*Volière*" de Varron- un planétarium de grandes dimensions : je veux parler de l'édicule en forme de baldaquin construit sur l'îlot aménagé au centre du Théâtre maritime d'Hadrien à Tivoli. Ici, la mise en scène d'un symbolisme cosmologique avait, comme dans la prétendue oisellerie, pour but de suggérer l'univers : avec leurs colonnades concentriques et leur bassin annulaire à l'image de l'océan cosmique de Strabon, les deux édifices n'avaient d'autre fonction que de fournir une **Imago mundi**.

Au centre, au lieu d'une tholos à colonnes de bois qui caractérisait l'édicule varronnien, l'édifice hadrianique en marbre marquait l'ère de faste inaugurée par le pouvoir impérial. Mais, dans l'un et l'autre cas, une coupole à planétarium formait le coeur de la construction. Celle du palais de Villa Hadriana devait bénéficier de tous les progrès de la mécanique et de l'observation du ciel réalisés durant les cent soixante-dix ans séparant les deux bâtiments. A Tivoli, la Tholos d'Hadrien comportait, vraisemblablement, un grand nombre d'astres capables de se mouvoir à l'intérieur de la structure à baldaquin qui formait la coupole aujourd'hui disparue.

En réalité, l'existence d'un tel baldaquin est mentionnée antérieurement dans un autre palais : la Domus Flavia, à Rome, édifiée par Domitien sur le Palatin, et dont font état les poètes Martial, dans ses "**Epigrammes**", et Stace, dans les "**Sylves**". Oeuvre de l'architecte Rabirius, ce palais avait suscité une vive admiration. Il comportait d'une part une **Aula regia** et de l'autre une salle de triclinium nommée **Coenatio Jovis**, c'est-à-dire Salle à manger de Jupiter. La première contenait la "Tholos de César", où l'empereur apparaissait au centre de la sphère céleste parsemée d'astres (**astra polumque**), selon l'expression de Martial, qui écrit (VII, 56) :

"Le ciel, avec ses étoiles, telle a été, Rabirius, la conception de ton esprit pieusement dévoué, toi dont l'art merveilleux bâtit sur la colline d'Evandre (le Palatin) la demeure impériale."

Et Stace de s'exclamer, lorsqu'il est reçu au palais, qu'il "*se trouve avec Jupiter (Domitien) au milieu des étoiles*". Partout, le thème stellaire est associé à celui de trône impérial et du pouvoir.

Un bâtiment spécifique : la Tour des Vents

Cette architecture régie par les machineries cosmologiques, on en trouve un exemple dans la Tour des Vents d'Athènes, à laquelle faisait allusion Varron en parlant d'un certain Cyrrhus, qui en était l'ingénieur. En réalité, l'écrivain se référait au savant Andronikos Cyrrhestès, dont l'oeuvre se situe vers 50 avant J.-C. Cette construction, Vitruve s'y réfère également dans son "**De Architectura**" (I, 6,4) :

"C'est Andronikos de Cyrrhos qui, pour indiquer la direction des vents, fit bâtir à Athènes une tour de marbre de forme octogonale. Sur les huit faces de cette tour sont représentées les effigies des huit vents, regardant chacun dans la direction d'où il souffle. Sur cette tour, il éleva une toiture de marbre pyramidale qu'il surmonta d'un triton d'airain muni d'une baguette. Ce triton était disposé de manière qu'il se prête au moindre caprice du vent, de sorte qu'il se présentait toujours face à celui qui soufflait, dont il indiquait l'effigie à l'aide de sa baguette."

Cette description paraît bien énigmatique et presque naïve, surtout pour qui a étudié l'intérêt réel de la Tour des Vents. On retrouve ici Derek de Solla Price qui, en collaboration avec Joseph Noble, s'est penché sur ce curieux édifice remarquablement conservé en bordure de l'Agora romaine d'Athènes. Sachant que Varron qualifie d'horloge ce bâtiment qui est effectivement doté de plusieurs cadrans solaires, et qui présente au sud une structure cylindrique accolée à l'octogone, ils en ont analysé les vestiges archéologiques **in situ**.

Les deux chercheurs ont constaté que ce cylindre creux devait contenir un système hydraulique actionnant une horloge à eau. Alimenté par la source nommée Clepsydre (sic), un réservoir occupait la partie haute du cylindre. Il fonctionnait selon un cycle de 24 heures (formule nyctémérale), l'écoulement actionnant, au moyen d'un flotteur, un mécanisme à chaîne s'enroulant sur un axe qui entraînait à son tour un disque disposé à l'intérieur de la Tour des Vents. Ce disque forme le cadran d'une horloge anaphorique.

La particularité de l'horloge anaphorique antique réside précisément dans ce disque qui présente, sur son pourtour, les douze signes du zodiaque. L'existence de ces cadrans circulaires a été amplement confirmée par la découverte, près de Salzburg, vers 1900, d'un fragment d'un tel disque de bronze mesurant 1,2 m de diamètre et pesant 45 kg.

Sur la moitié supérieure, seule visible, de ce disque, la rotation fait apparaître successivement les douze signes en un jour complet. Le mouvement s'effectue en même temps que, dans la réalité, les astres surgissent à l'horizon. Après un tour entier (24 heures), le flotteur talonne un levier au fond de la cuve, actionnant un nouveau remplissage automatique. Le disque était remis en place par un contrepoids et l'opération recommençait sans hiatus. Il suffisait de régler avec précision le débit de l'eau au moyen d'une bonde pour qu'un tel mécanisme, fondé sur les principes de Ctésibius et de Philon (III^e siècle avant J.-C.) et, par la suite, de Héron d'Alexandrie (I^{er} siècle de notre ère), soit capable d'indiquer l'heure avec une précision tout à fait satisfaisante. Telles étaient les performances des mécanismes hydrauliques antiques.

De Solla Price postule en outre dans la Tour des Vents la présence de jaquemarts et d'automates, tels que les décrivent certains auteurs anciens. Pour ma part, l'examen de la partie haute de la Tour des Vents m'a persuadé de l'existence d'un planétarium sous la coupole conique. En effet, on distingue clairement au deuxième étage une corniche rigoureusement circulaire qui fait saillie à l'intérieur de l'espace octogonal. Cette corniche, sans corbeaux ni caissons, contrairement à celle, octogonale du premier étage, devait recevoir un mécanisme tournant.

Une indication précieuse en faveur de cette interprétation est fournie par une tradition consignée vers 1670 par le voyageur turc Evliya Celebi. Celui-ci, après avoir fait état d'un miroir -il s'agit du disque en bronze de l'horloge anaphorique- qui avait disparu, relate : *"La tour contenait une sorte de zodiaque représentant, au plafond, les douze constellations ainsi que les sept planètes."* On aurait ainsi, dans cette tour, un mécanisme analogue à celui de la tholos de Varron ou de la **Coenatio** de Néron.

Sans s'étendre outre mesure sur cette Tour des Vents qui semble conjuguer une girouette, une horloge anaphorique et un planétarium, formant ainsi un appareil complexe de mesures scientifiques, on est en

droit de se demander qui en fut le fondateur. Qu'il suffise de mentionner ici les diverses personnalités qui entrent en considération : Scylla, vers 86 avant J.-C. ; Pompée, vers 48 avant J.-C. ; et César, le vainqueur de Pharsale, qui séjourna à Athènes en 47-46 avant notre ère. Selon toute vraisemblance, c'est à Jules César qu'il convient d'attribuer ce monument (pour différentes raisons dont l'énumération nous éloignerait de notre sujet).

Quoi qu'il en soit, la Tour des Vents, avec son triton tournant au sommet du bâtiment, évoque la girouette de la "*Volière*" de Casinum. En quoi la direction des vents était-elle si importante aux yeux des Gréco-Romains ? La réponse tient au rôle des "*météorologues*" dans la société antique, tel qu'il découle de la fonction des réalisations mécaniques étudiées.

Fonction des instruments cosmologiques

Il est temps en effet d'aborder cette question capitale : à quoi servaient ces planétariums, ces horloges, ces automates ? Lorsqu'ils sont confrontés à ces réalisations que sont les sphères cosmologiques, les historiens admettent en général qu'il s'agit d'objets de caractère pédagogique ou de démonstration, instruments que les auteurs anciens, emportés par l'enthousiasme, auraient dotés de propriétés mécaniques imaginaires. L'explication est un peu courte : on voit mal un philosophe ou un astronome faire construire des machines de bronze complexes pour les seuls besoins de la clarté de son exposé. La curiosité devant les mystères du fonctionnement de la mécanique céleste semble également une motivation insuffisante pour engager des frais artisanaux considérables. En outre, les grands planétariums qui sont édifiés pour des souverains et empereurs dépassent le rôle qu'on leur prête souvent de simples curiosités destinées à étonner le visiteur.

Une longue recherche m'a démontré que l'unique moteur de cette débauche d'efforts technologiques et scientifiques n'était autre que la curiosité des puissants face à l'avenir. Le désir de connaître le futur, de percer les arcanes du "*décret des astres*", de lire son destin dans le ciel au moyen de l'horoscope a mobilisé des générations de chercheurs. Bref, l'astrologie constitue le mobile profond des progrès de la technique antique. C'est à elle que le monde gréco-romain doit d'avoir élaboré des systèmes mécaniques complexes, des trains d'engrenages, des machines de bronze à roues dentées et des plafonds tournants.

Je sortirais du cadre de cet exposé en prétendant démontrer l'importance des préoccupations astrologiques chez les Anciens. D'autres l'ont fait, tels Bouché-Leclercq ou Joseph Bidez, Frederick H. Cramer ou Franz Cumont, Wilhelm Gundel et Wolfgang Hübner, Otto Neugebauer ou R. Turcan, avec plus d'autorité que je ne pourrais y prétendre.

Qu'il me suffise de mentionner le texte fondamental d'un auteur ancien qui apporte à mon interprétation une preuve irréfutable : je veux parler des **Dionysiaques** de Nonnos de Pannopolis. Il me semble en effet utile de citer quelques passages de ce poème alexandrin peu connu, dont l'auteur vécut au V^e siècle de notre ère. Ce poète grec évoque en effet une scène de consultation horoscopique dans laquelle intervient une machine astronomico-astrologique. C'est pourquoi cette évocation est capitale à la compréhension de la mécanique antique.

Voici ce que dit Nonnos de Pannopolis (dans la traduction que m'a communiquée le professeur Pierre Chuvin), lorsqu'il évoque une mère venant interroger un vieil astrologue au sujet de sa fille (VI, 1-104) :

"Elle se dirige, de sa belle démarche, vers la demeure d'Astraios. (...). C'est Etoile du Matin qui l'annonce. A la nouvelle, le vieil Astraios se lève. Pour y tirer des lignes, il avait répandu à la surface d'une table de la poussière sombre ; et, après avoir décrit un cercle avec la pointe d'un compas métallique, il trace sur les cendres grises un quadrilatère qui lui sert de base, et construit une autre figure en forme de triangle équilatéral."

Astraios procède donc au tracé qui permettra l'établissement d'un thème astrologique.

"Alors Astraios calcule le thème de la nativité, à l'heure où la déesse avait accouché de sa fille unique, et le temps qui va sans faux pas. (...) Puis, sur son ordre, un serviteur nommé Astérion prend une sphère tournante, globe parfait, image des Cieux, reflet de l'Univers, et la lui présente sur le couvercle du coffre où elle était enfermée. Alors le vieillard s'affaire, et, faisant pivoter une extrémité sur l'axe, il dirige ses regards vers le cercle du Zodiaque pour examiner de part en part les planètes et les astres fixes. Il met en branle le firmament. Lancée en tournoyant dans sa course sans trêve, cette fausse voûte céleste que perce un axe médian vire sans fin autour de sa borne avec ses étoiles factices."

Voici ce que découvre le prophète en embrassant la sphère de ses regards : la Lune en son plein traverse sur son orbite une zone de conjonction ; et le Soleil, dans la même phase que Méné (la Lune) qui lui fait face, se meut à son apogée inférieur ; mais un cône de ténèbres prend son essor et s'élève vivement de la Terre pour venir cacher la Lune, homologue du Soleil. (...) Lorsqu'il a tout observé, après avoir calculé la marche des astres, Astraios renferme la sphère au tournoiement éternel, la sphère constellée, à l'intérieur du coffre."(...)

Bien que sous une forme poétique, souvent elliptique, le texte de Nonnos de Pannopolis démontre bien quelle était la fonction des mécanismes cosmologiques antiques. Ils permettaient de reconstituer l'aspect du ciel à n'importe quel moment du passé ou de l'avenir pour en faciliter la consultation par les astrologues. Cette curiosité manifestée par les

Anciens pour la lecture du futur, si elle nous paraît puérile, correspondait à un ensemble de croyances fondées sur une **imago mundi** cohérente. C'est en effet sur la base d'une représentation du cosmos considéré comme une sphère homocentrique, avec ses différents niveaux occupés par la course des sept planètes, que s'élabore la conception du monde.

Or, dans ce système où l'on admet que les astres influencent les hommes par "*sympathie*", selon le concept des stoïciens, les influx stellaires parviennent sur terre par l'entremise des vents. Ce sont ces "*vents cosmiques*" (dirions-nous) qui apportent le message de chaque planète. D'où l'importance de la connaissance "*météorologique*" : il est capital de déterminer d'où soufflent les vents lorsque l'on veut savoir sous quelle influence se trouve un individu.

Si l'on se place donc dans la perspective qui était celle des Anciens, une absolue logique préside à la consultation horoscopique. Le caractère géométrique du tracé du thème astral, fondé sur le cercle, le carré et le triangle équilatéral, sur les alignements ou les oppositions, devait d'ailleurs conforter l'aspect scientifique du processus. Et l'apport de la mécanique -avec tout ce que la création d'automates peut comporter de magique- achevait de donner à l'astrologie un caractère rigoureux lui assurant sa pleine légitimité.

On voit donc que l'astrologie a conduit tout d'abord à une meilleure observation du ciel, nécessitant l'élaboration de théories cosmologiques complexes et de systèmes astronomiques qui recouraient, par exemple, aux épicycles. Mais son influence est plus grande encore sur le plan technologique, où elle est responsable d'un essor -non sans lendemain- de la mécanique antique, dont le développement restait jusqu'ici en grande partie insoupçonné.

--

Bibliographie

Le lecteur trouvera une orientation bibliographique dans l'ouvrage suivant :

STIERLIN, Henri, "*L'Astrologie et le pouvoir - de Platon à Newton*", préface de Pierre Grimal, de l'Institut, Paris, 1986 (ouvrage honoré d'un Prix d'Histoire de l'Académie Française).

Le dossier de l'étrange

GOY G.
Observatoire de Genève
Genève (Suisse)

LE DOSSIER DE L'ETRANGE

Durant trente-cinq ans, l'Observatoire de Genève a reçu un courrier inclassable qui exprime bien les relations irrationnelles qui peuvent s'établir entre l'être humain et sa situation dans l'Univers. Cette première étude tente de regrouper les aspects les plus immédiats contenus dans cet énorme courrier accumulé au cours d'un tiers de siècle : occultisme, astrologie, psychoses, angoisses, délires, etc.

During the last 35 years Geneva Observatory received mail which cannot be filed with ordinary mail. These letters show the irrational situations which may result when humans try to find their place in the Universe. This study tries to group the most important aspects contained in the enormous amount of mail received for over more than three decades : occultism, astrology, anxiety, delirium, and so on.

1. INTRODUCTION

Un observatoire est un lieu où travaillent physiciens et mathématiciens spécialisés dans le domaine de l'astronomie. La correspondance reçue couvre un très large domaine d'activité : astrophysique et sciences annexes, administration, enseignement, publications périodiques, ouvrages, colloques, publicité, bibliothèque, presse etc...

Chaque jour ouvrable ce sont environ six kilos de documents qui nous arrivent. Dans cette masse imposante nous trouvons parfois une correspondance inclassable : lettre étrange, texte hermétique, théorie ahurissante, histoire sans queue ni tête, substitution d'identité, réfutation d'une découverte, etc...

Depuis 1955, jour après jour, nous avons classé tous ces documents dans un dossier qui pèse aujourd'hui 6,8 kg. Dans la grande majorité ce sont des lettres avec en plus quelques dizaines de fascicules imprimés.

Les astronomes ne sont pas la seule cible des imaginations débordantes. Les mathématiciens et les biologistes ont aussi leur lot de courrier étrange. Mais nous battons tous les records d'abondance.

Classification d'après la nature des documents :

On trouve sept catégories de documents :

- 1) Les lettres manuscrites,
- 2) Les lettres tapées à la machine,
- 3) Les textes thématiques manuscrits,
- 4) Les textes thématiques tapés à la machine,
- 5) Les fascicules imprimés,
- 6) Les documents graphiques : photos, dessins, cartes, etc...
- 7) Les cartes de visite publicitaires.

2. PERIODE COUVERTE

De 1955 à 1990. J'ai arrêté à l'année 1984 la photocopie d'échantillons pour des raisons de respect humain. J'ai toujours effacé les noms des auteurs pour assurer un anonymat qui me paraît indispensable.

3. ANALYSE TEXTUELLE

Aux sept catégories de documents décrites plus haut, correspondent des caractères communs qu'il est intéressant de décrire.

3.1. Les lettres manuscrites

Elles ont un caractère spontané, parfois brouillon. Elles sont souvent difficiles à lire, raturées, surchargées de signes, de croquis, de renvois. Le français est parfois chaotique, entrecoupé d'exclamations et d'incises qui suggèrent tout un

contexte laissé à l'imagination du lecteur. En résumé, les manuscrits vont de la lettre bien sage (plutôt rare) au texte presque illisible et incohérent, qui reflète un état psychique en brutal déséquilibre même pour un lecteur non-spécialiste des problèmes mentaux.

3.2. Les lettres à la machine

Elles sont beaucoup moins spontanées car plus "léchées". Il est généralement possible de deviner où l'auteur veut en venir mais les raisonnements restent hermétiques et les objectifs déconcertants.

3.3. Les textes thématiques manuscrits, les textes thématiques tapés à la machine

Comme pour les lettres, le manuscrit est plus spontané que l'imprimé, mais il est rare. En règle générale, nous recevons des doubles au carbone. Cela peut signifier que nous ne sommes pas les uniques destinataires mais aussi que l'auteur tient à garder une preuve de sa primeur dans les idées exprimées. En fait, ces correspondants se présentent quelquefois comme des "découvreurs" et beaucoup plus souvent comme des "réfuteurs". Le français est généralement cohérent mais le contenu scientifique général hermétique. Ces documents se rapprochent beaucoup de ceux décrits dans le paragraphe ci-dessous mais ils sont beaucoup plus courts (1 à 3 pages).

3.4. Les fascicules imprimés

Ils sont imprimés à frais d'auteur. Ils sont impeccablement présentés. L'orthographe y est bonne, les phrases bien construites et grammaticalement cohérentes. Dans l'ensemble, la rédaction me semble bien supérieure à celle des journaux. Le volume est agrafé ou broché et peut contenir jusqu'à une centaine de pages. Manifestement, ces documents sont produits par des gens cultivés qui ont beaucoup lu, aussi bien dans le domaine littéraire que scientifique. Le texte est un assemblage de phrases où l'on retrouve des expressions courantes en astronomie, comme :

(...) inverse du carré de la distance (...),
 (...) énergie potentielle (...),
 (...) direction de la résultante de toute les forces d'attraction (...),
 etc...

Le tout est fondu dans un texte général parfaitement incompréhensible (scientifiquement parlant) dans son ensemble.

Voici quelques titres que nous avons sélectionnés parmi une cinquantaine :

Constitution intérieure de la Terre.

Naples, 1950, 16 pages

Nouvelle théorie de notre planète.

Un pilier de la relativité s'écroule.

1969, 28 pages

Réfutation de Michelson et Einstein à propos de la vitesse de la lumière.

Mon petit poisson.

1963, 77 pages

Texte très poétique où l'on parle, sans transitions, de la canne à sucre, de Confucius, des libellules, de la lune, de la paix, de Minouche, des histoires électriques, de Mohammed, des syndicats, d'une théorie des moteurs électriques copiée dans un traité, d'une théorie de la poussière etc... etc...

Théorie de l'intégration de la science.

En anglais, 99 pages.

Solution proposée pour les "constantes éponymes".

On y trouve des équations (?) dans le genre :

$$\frac{(\text{Faraday})^2 \times \text{Boltzmann} \times \text{Wien} \times \text{Hubble}}{C^2 \times \text{Rydberg} \times \text{Planck} \times \text{Newton}} = \frac{(\text{Avogadro})^2 \times \text{Boltzmann} \times \text{Wien}}{(\text{Faraday})}$$

Fantaisie consciente ? ou (d'après un psychiatre) délire ?

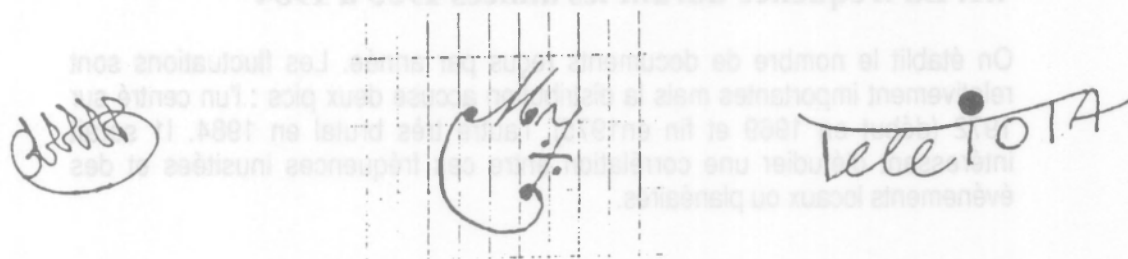
3.5. Les cartes de visite publicitaires

Ces documents sont, au contraire, parfaitement cohérents. Ils nous sont envoyés par des astrologues, chefs de sectes ou autres gourous des "*sciences occultes*". Ils résultent d'une technique commerciale très éprouvée : rechercher la caution des scientifiques pour consolider leur propre crédibilité vis-à-vis de leurs clients. Leur espoir est simple : obtenir une réponse sur papier à en-tête de notre Institut. Notre éventuelle lettre deviendrait alors la preuve que l'Observatoire de Genève fait partie de leurs "*correspondants scientifiques*".

Nous terminerons cette première présentation par quelques documents graphiques.

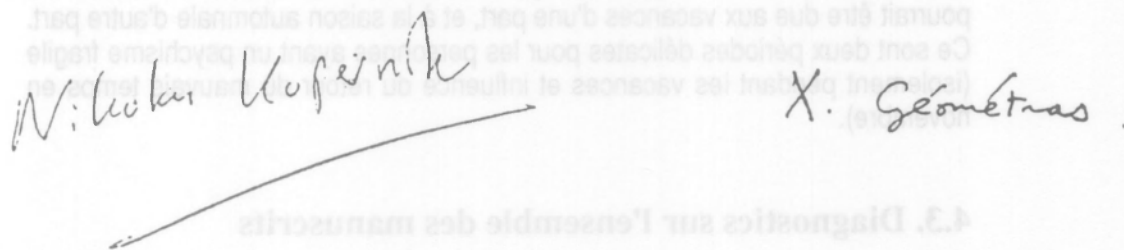
Les signatures symboles

Nous reproduisons, trois signatures qui ont sûrement un sens. Les auteurs, quand ils nous écrivent plusieurs fois, utilisent généralement le même graphisme, sauf dans le cas cité plus bas. Il faut relever un point remarquable : les documents reçus ne sont jamais anonymes. Les documents sont signés et contiennent le nom et l'adresse de l'expéditeur.



Les signatures de substitution

Ces signatures reproduisent celle d'un grand personnage réel ou mythique. Nous avons retenu celles de Nicolai Copernic et X. Géométras.



Un cas particulier

Un correspondant nous a écrit très régulièrement pendant plus d'une année. Toutes les lettres sont de la même écriture, mais on peut en faire 3 paquets qui se distinguent par les 3 signatures reproduites ci-dessous, comme si l'auteur se sentait dans la peau de 3 personnages à choix. Il serait intéressant de comparer le contenu des lettres avec le type de signature.



4. QUELQUES DONNEES STATISTIQUES

Un psychiatre a examiné cette correspondance pour en extraire quelques points de vue d'ensemble. Voici, en résumé, quelques données tirées de ses notes.

4.1. La fréquence durant les années 1955 à 1984

On établit le nombre de documents reçus par année. Les fluctuations sont relativement importantes mais la distribution accuse deux pics : l'un centré sur 1972 (début en 1969 et fin en 1975), l'autre très brutal en 1984. Il serait intéressant d'étudier une corrélation entre ces fréquences inusitées et des événements locaux ou planétaires.

4.2. La fréquence saisonnière

Les documents ont été classés par mois, toutes les années confondues. La moyenne se situe autour de cinq documents reçus par mois, mais un large pic avec un double sommet apparaît en juillet et en novembre. Cette recrudescence pourrait être due aux vacances d'une part, et à la saison automnale d'autre part. Ce sont deux périodes délicates pour les personnes ayant un psychisme fragile (isolement pendant les vacances et influence du retour du mauvais temps en novembre).

4.3. Diagnostics sur l'ensemble des manuscrits

Sur 111 lettres examinées, 87 proviennent de malades et 24 peuvent être classées sous divers. Les 87 malades (78 %) peuvent se classer sous trois types d'affections :

· schizophrénie	12 %
· psychose maniaco depressive	2 %
· psychose délirante chronique	64 %

Provenance par pays :

· Suisse	40 %
· Italie	14 %
· France	19 %
· Allemagne	4 %
· U.S.A.	7 %
· Autres (10 pays)	10 %

Cette statistique n'est évidemment pas très significative. Genève est en effet une ville très internationale et il n'est pas possible de distinguer les étrangers domiciliés dans la région genevoise de ceux qui habitent réellement à l'étranger.

5. CONCLUSION

Cette première étude n'est qu'un survol général des points les plus marquants d'un dossier très hétéroclite. L'essentiel reste à faire : une étude en profondeur du contenu.

*** * ***

Plaidoyer pour la Lune

LEVY M.L.
Institut National d'Etudes
Démographiques
Paris (France)

PLAIDoyer POUR LA LUNE

L'ignorance, générale en Occident, du cycle lunaire complique l'intégration des immigrés observant le calendrier musulman. Pour rendre plus concrète la succession des lunes, il est proposé de les nommer publiquement, suivant les douze appellations du calendrier républicain, complétées par un treizième nom, pour la lune intercalée sept fois en dix-neuf ans., comme dans le calendrier juif. La désignation de la "Lune de printemps" pourrait suivre une règle simple, et servir de référence universelle.

C'est une banalité de constater que nos contemporains, devenus citadins et automobilistes, n'ont plus l'occasion de regarder le ciel. S'émerveiller de la beauté du ciel nocturne, repérer la Grande Ourse et la Voie lactée, est devenu une émotion de luxe, réservée aux vacances et aux voyages, ou à la rigueur un *hobby*, que pratiquent certains, les navigateurs amateurs par exemple, capables de désigner Cassiopée et le Bouclier d'Orion, auréolés alors de l'admiration de leurs semblables.

Obscurantisme

L'ignorance générale s'étend même à la Lune, qu'on ne regarde plus. Un célèbre dessin de Sempé, du temps où l'Homme marchait sur la Lune, montrait d'innombrables couples figés devant leurs téléviseurs montrant le disque lunaire, tandis que l'astre brillait solitaire dans le ciel nocturne, au dessus des immeubles.

Si je vous demandais quel jour de la Lune nous sommes, il est probable que beaucoup d'entre vous plongeraient la main vers leur agenda, au lieu de se demander quelle forme avait la Lune hier soir. Plus généralement, il serait piquant qu'un sondage teste les connaissances de nos contemporains et de nos enfants sur ce sujet. Combien sauraient dire correctement la durée de son cycle, expliquer le premier et le dernier quartier, montrer en quel point cardinal et à quel moment de la journée elle se lève et se couche, selon ses phases ? On sait en général que les marées, et spécialement les grandes, ont à voir avec elle, mais mieux vaut ne pas trop approfondir ce savoir.

En plus des inconvénients de tout obscurantisme, en particulier la tendance à la superstition, cette ignorance-là complique inutilement deux des problèmes actuels de la société française, l'un particulier, "l'intégration" des immigrés d'origine musulmane, et l'autre plus général, l'adaptation de la laïcité républicaine au monde moderne.

L'Islam, comme on sait, a pour symbole le Croissant de lune, et respecte un calendrier lunaire, qui rythme les rites annuels. Le rite le plus connu par les non-musulmans est d'ailleurs un mois tout entier, celui de *Ramadan*, période d'abstinence diurne de nourriture, dont le début et la fin donnent lieu à des célébrations particulières. Les musulmans de France, peu pratiquants par ailleurs, mais attachés, comme tout un chacun, à leurs traditions familiales, observent en général ce rite, au moins partiellement. Ce serait la moindre des choses que les Français non-musulmans sachent, chaque année, à quelle lune correspond cette période d'abstinence.

De même, plusieurs fêtes juives tombent à la Pleine Lune (*Pessah*, Pâque, au printemps, *Pourim*, fête d'Esther, juste avant, et *Soukkot*, fête des Cabanes, à l'automne, six mois plus tard). Une autre à la Nouvelle Lune de *Soukkot* (*Rosch-Hachanah*, Nouvel An). La présentation des textes bibliques qui fondent ces rites, les liens qu'ils présentent avec le cycle pascal des églises catholique et réformée, et avec les Pâques chrétiennes orthodoxes, pourrait fournir une occasion de parler, à l'école, au collège et au lycée, des religions pratiquées en France, occasion indépendante de tout contexte métaphysique ou clérical, et donc acceptable par les plus farouches opposants à toute introduction de la religion à l'école. On n'introduirait pas "l'histoire des religions", comme on l'a proposé jusqu'ici, on introduirait en quelque sorte "l'astronomie des religions".

Encore faudrait-il que la Lune elle-même soit re-découverte. Or l'adoption en Occident du calendrier "julien", divisant le zodiaque en 12 mois de 30 ou 31 jours, fait que le mois lunaire ne scande plus l'année. Pour commencer à remédier à ce manque, il conviendrait d'abord de corriger la présentation des calendriers à l'école.

On les divise en général en deux types, l'un dit "solaire" et l'autre "lunaire". Or l'année a une définition astronomique seulement solaire - durée que met

apparemment le soleil à faire le tour du zodiaque - et inversement *le mois*, ou *lune*, à une définition astronomique seulement lunaire - durée que met apparemment la lune à parcourir ses quatre phases. Le quart approximatif de ce temps, celui d'une seule phase, est appelé *semaine* et fixé conventionnellement à sept jours. Ce qu'on appelle abusivement l'*année lunaire*, n'est que la succession de douze lunes, et inversement ce qu'on appelle abusivement le *mois solaire*, et que nous appelons mois, tout court, n'est que le douzième approximatif de l'année solaire de 365 jours 1/4, arrondi à 30 ou 31 jours, avec l'anomalie de février, trace du temps où l'année commençait en mars.

Le cycle lunaire, beaucoup plus court et plus concret que le cycle solaire, s'impose évidemment comme première forme de mesure de la succession des jours. Au collège, les filles réglées, une fois informées de la coïncidence troublante - dont je n'ai pas d'explication - entre le cycle féminin et le cycle lunaire, pourraient en être des utilisatrices naturelles, mais les garçons aussi, grands amateurs de westerns et d'histoires d'Indiens, qui comme chacun sait, mesurent les durées en nombre de lunes.

Nommer les lunes

On se heurte ici à une difficulté. Les lunes successives n'ont plus de nom dans les langues occidentales. Les noms des mois et ceux des signes du zodiaque découpent l'année en périodes de 30 ou 31 jours, simplement décalées, les signes du zodiaque commençant vers le 21 des mois solaires [1]. On trouve certes dans les dictionnaires et encyclopédies les noms des mois musulmans et juifs, et on peut aujourd'hui les consulter sur le minitel du Bureau des Longitudes (36-16 BDL). Celui-ci nous apprend ainsi qu'aujourd'hui, 22 novembre 1991, lendemain de Pleine Lune, est le 15ème jour de la lune dite "Djoudada l'Oula" dans le calendrier musulman et "Kislev" dans le calendrier israélite.

(Notons, entre parenthèses, que cette coïncidence du comput du mois lunaire entre juifs et musulmans est exceptionnelle. En général, le premier jour de la lune musulmane est plutôt celui de l'apparition du Croissant de lune, tandis que le premier jour de la lune juive est plutôt la nouvelle lune proprement dite, quand la lune est encore invisible, un jour ou deux auparavant. Cela introduit un décalage d'un jour ou deux entre la mesure des mois musulmans et juifs. Fermons la parenthèse).

Il n'y a aucune raison de nommer les lunes en français avec des noms arabes, ceux du calendrier musulman, ou persans, ceux du calendrier juif adopté pendant l'Exil de Babylone. Il se trouve qu'en France, on dispose d'une liste de noms de mois, à la fois populaires et désuets, ceux du calendrier, dit par erreur *révolutionnaire*, et qui s'appelait *républicain*. Ces douze noms, prévus à l'origine pour des "mois" solaires, évoquent de façon poétique les saisons de nos contrées.

Si on les utilise, les lunes correspondantes ne devraient donc pas remonter l'année à la manière des douze mois musulmans, mais rester aussi fixes que possible dans les saisons, comme les mois juifs.

Ce résultat est obtenu, dans le calendrier israélite, par l'adjonction, à peu près tous les trois ans d'une treizième lune. Exactement c'est 7 fois en 19 ans, en vertu de la constatation du "*cycle de Méton*", selon laquelle 19 années solaires, soit 228 mois, valent 235 lunes (sept mois lunaires de plus que de mois solaires). La lune intercalée dans le calendrier juif ne porte pas un treizième nom, mais redouble le nom de la douzième lune, celle-ci étant comptée en partant de celle de *Nisan*, lune de la Pâque. Cette douzième lune, est dite *Adar*, selon le nom figurant dans le *Livre d'Esther* (3,7). La treizième, quand elle est nécessaire, est donc dite *Veadar*, ou *Adar II*.

Par analogie, si on commence l'année au printemps par *Germinal*, l'équivalent serait donc d'avoir, 7 fois sur 19, deux lunes successives appelées *Ventôse, I et II*. Nous préférons donner un nom original à cette lune supplémentaire, et suggérons celui d'*Eglantine*, en hommage à Philippe-François Nazaire Fabre d'Eglantine, qui proposa ces noms à la Convention le 24 octobre 1793, qui devenait ainsi le 3 Brumaire de l'an II [2]. Ce nom d'une fleur printanière est aussi adéquat que les autres à nommer les saisons, puisque cette lune tomberait, les années où elle serait utilisée, entre celles d'hiver et ceux de printemps, entre *Ventôse* et *Germinal*, vers notre mois de Mars.

Il ne s'agit pas de créer un calendrier supplémentaire, tentative ridicule qui serait évidemment vouée à l'échec. Il s'agit de redonner à nos contemporains la curiosité de la lune, et les moyens de comprendre les civilisations, anciennes ou actuelles, qui l'utilisent pour distinguer les jours. Un moyen simple de populariser l'usage proposé serait que les annonceurs des bulletins météorologiques de nos chaînes de télévision veuillent bien annoncer les phases des lunes successives, en utilisant ces noms républicains. Nous aurions su hier que c'était la Pleine Lune de *Brumaire*, et nous nous attendrions, d'ici deux semaines, le 6 décembre, à entrer dans celle de *Frimaire*. On pourrait aussi suggérer à M. Jospin¹ de stabiliser enfin les trois trimestres scolaires, redevenus des *saisons*, en fixant définitivement les vacances de Pâques en *Germinal* et celles de Noël en *Frimaire*...

Les trois années précédentes, le *Ramadan* musulman, qui revient toutes les douze lunes, a coïncidé avec la Lune que les Juifs appellent *Nisan*, et qui serait celle de *Germinal* dans notre proposition. Mais l'année prochaine, le calendrier juif intercale sa treizième lune. Le prochain *Ramadan* coïncidera donc avec la lune d'*Adar II*, que je propose d'appeler *Eglantine*, allant du 4 mars au 3 avril prochains. (Il se trouve que le 4 mars 1992 sera aussi le mercredi des Cendres, premier jour du Carême catholique. Cette coïncidence entre la période d'abstinence musulmane et catholique, dont je ne sais quelle est la fréquence serait évidemment propice à

¹ Ministre de l'Education Nationale au moment de la conférence

d'intéressantes leçons de rites religieux comparés). Les années suivantes, le *Ramadan* coïncidera avec la lune d'*Adar*, celle de *Ventôse*, jusqu'à la suivante intercalation d'une treizième lune, en 1995, qui la décalera encore d'un cran, et la fera coïncider pendant deux ans avec la lune précédente, celle de *Chevat* du calendrier juif, correspondant à *Pluviose* dans notre liste républicaine, et ainsi de suite.... La remontée du *Ramadan* dans le cycle des saisons, due au fait que douze lunes ne représentent que 354 jours, soit onze de moins que l'année, deviendrait accessible à la conscience commune.

Rien n'empêcherait de réutiliser ce système de façon rétrospective, les astronomes ayant tous les moyens de recalculer les phases de la lune des années juliennes et grégoriennes. Disposer des dates lunaires d'un nombre suffisant de naissances permettrait par exemple aux démographes de vérifier si oui ou non, il existe un cycle lunaire de la natalité, sujet de controverses. Et les historiens ne seraient pas toujours indifférents d'apprendre si, telle nuit de bataille ou de siège, la Lune brillait ou non.

La lune de printemps

Notre proposition, qui consiste à "traduire" dans les noms du calendrier républicain les noms des lunes du calendrier juif, n'est qu'une commodité de départ. Si l'usage proposé avait quelque succès, il faudrait évidemment remplacer par une règle astronomique la règle d'intercalation de la treizième lune que respecte le calendrier juif, et qui est d'ailleurs légèrement erronée : l'année solaire juive (il serait plus correct de dire " la 19ème partie d'un cycle de 19 années - 235 lunes - juives ") mesure 365,24696 jours au lieu de 365,24220, soit un excès de 0,00476 jour par an ([3], p. 113) : tous les 210 ans, soit 11 cycles de 19 ans ($11 \times 19 = 209$), il y a un jour d'écart, et le cycle annuel des fêtes juives recommence un jour trop tard. Depuis la "mise en service" du système actuellement en usage, vers l'an 4600 de la Création du monde (840 ap. J.-C.), voici 11 siècles, la dérive n'est que de 5,5 jours, alors que la dérive julienne était, en 1582, de 10 jours en 12 siècles. Mais il arrive aujourd'hui que *Pessah*, la Pâque juive censée marquer la Pleine Lune de Printemps, commence après le 21 avril, c'est-à-dire plus d'un mois après l'équinoxe de printemps. C'est arrivé le 24 avril 1986 (5746), cela arrivera le 22 avril 1997 (5757) [4].

Pour *Germinal*, il vaudrait mieux éviter une telle anomalie, et décider de façon autonome par rapport au calendrier juif si l'intercalation de la lune d'*Eglantine* est nécessaire. En 1997, il ne devrait pas y avoir de lune d'*Eglantine*, de façon que la Pleine Lune du 23 mars soit celle de *Germinal*. Peut-être verrait-on le judaïsme adopter alors une mini-réforme de calendrier, qui réalignerait la détermination de l'intercalation de la treizième lune sur la constatation d'un phénomène astronomique, comme au temps du Temple de Jérusalem. Mais ceci est une autre histoire..

Et puisque j'en suis aux suggestions irresponsables, pourquoi l'Eglise catholique ne réexaminerait-elle pas les conditions de l'adoption du calendrier julien, conservé par l'église orthodoxe, pour revenir aux décisions du Concile de Nicée, en l'an 325, fixant la date de la Résurrection "au premier dimanche qui suit la Pleine Lune d'après le 21 mars" et proclamant hérétique la pratique "judaisante" de fêter Pâques le jour de *Pessah* [5]. Les pratiques orthodoxes sont restées plus proches du système de Nicée que le système incompréhensible du *nombre d'or*, de l'*épacte* et de la *lettre dominicale*, sans parler de l'*indiction romaine*, tout système qui cherche à introduire la Lune dans le calendrier solaire grégorien, non sans écarts entre la "lune ecclésiastique" et la "lune vraie" [6]. Une négociation entre églises chrétiennes, quelque part entre Belgrade et Zagreb, sur la date de Pâques, serait une belle contribution à l'œcuménisme.

Quant aux Musulmans, ils n'auraient rien à modifier, sauf à réexpliquer comment Mahomet supprima l'intercalation qui maintenait le pèlerinage à la saison des récoltes ([7], p. 131), et à bien vouloir indiquer, à chaque intercalation de la treizième lune, la nouvelle correspondance entre leurs douze désignations, y compris celle de *Ramadan*, et les désignations juive et républicaine.

En somme, le système suggéré pourrait aboutir à une règle astronomique simple de désignation de la lune de printemps, celle de *Germinal*, par exemple "première Pleine lune après l'équinoxe", qui servirait ensuite de référence commune pour expliquer et faire connaître les divers systèmes fixant des rites religieux. La Lune et la laïcité républicaine peuvent-elles obtenir cette forme de dialogue interconfessionnel ? Je ne sais, mais je crois que le jeu en vaut la chandelle. Et si, au passage, la France facilite l'intégration des enfants pratiquant les divers rites, nous aurions gagné quelque chose à avoir, au nom de la Liberté, favorisé la connaissance contre l'obscurantisme, et souhaité la Paix, au Ciel comme sur la Terre, aux Hommes de bonne volonté.

Références

- [1] Michel Louis LEVY : "Jésus est-il né au solstice d'hiver ?", Journée "Astronomie et sciences humaines" Strasbourg, 9 novembre 1990, et *Les nouveaux cahiers* (Alliance israélite universelle) n°104, printemps 1991, p. 36-40
- [2]. Paul SMITH : "Avertissement" dans *Agenda républicain*, Syros-Alternatives, 1989, p. 8-23

- [3] *Lettre de MAIMONIDE sur le calendrier hébraïque*, traduite par Robert WEIL, annotée par Simon GERSTENKORN, Editions Meir, 1988.
- [4] Roger STIOUI "*Le calendrier hébraïque*", Les éditions Colbo, 1988.
- [5] Daniel S. MILO "*Trahir le temps (Histoire)*", Les belles lettres, 1991.
- [6] Paul COUDERC "*Le calendrier*". Que Sais-je, n° 203, 5ème édition, PUF, 1981
- [7] Slimane ZEGHIDOUR "*La vie quotidienne à La Mecque*", Hachette, 1989

— — —

BIOGRAPHIE

Michel Louis LEVY, né en 1939, statisticien et démographe, administrateur et chef du service de Diffusion de l'Institut National d'Etudes Démographiques, est rédacteur depuis 1977 du bulletin *Population et Sociétés*. Il est l'auteur d'ouvrages pédagogiques sur les statistiques sociales et d'articles sur la laïcité : "*Déchiffrer la démographie*" (Synes-Alternatives, 1990), "*Alfred Sauvy ; compagnon du siècle*" La Manufacture, 1990).

Publ. Obs. Astron. Strasbourg
Ser. "Astron. & Sc. Humaines" N° 8

Les calendriers Indo - Européens

VERDIER J.P.
(France)

LES CALENDRIERS INDO-EUROPÉENS

L'étude des calendriers du Bassin méditerranéen oriental dans les millénaires qui précèdent notre "An Zéro" est tout à fait instructive pour l'éveil, puis l'avancée possible de l'esprit scientifique dans notre monde antique. Si l'on veut bien relire la plupart des grands textes de la littérature de cette Antiquité moyen-orientale, que ce soit de la Bible (ou du moins certains de ses chapîtres) ou de ce qu'on appelle la mythologie, on s'aperçoit qu'ils sont fort nombreux à pouvoir recevoir une interprétation calendaire qui en explicite le sens.

Mon objet aujourd'hui, c'est précisément d'attirer l'attention sur le phénomène de la lecture du temps dans l'ensemble de nos civilisations moyen-orientales des trois derniers millénaires avant l'An Zéro : on ne peut qu'être frappé d'une sorte de convergence des différentes pensées, très ancienne et peut-être initiale, qui nous fait nous poser une interrogation sur l'origine de cette unicité. Depuis les empires chaldéens de Sumer et d'Akkad jusqu'à l'Empire romain, en passant par les mythologies grecque, égyptienne, celtique et par la pensée biblique, c'est comme si tous ces peuples avaient développé une pensée qui leur avait été commune. Si tel était le cas, il faudrait que cette communauté leur soit venue de ce qu'on appelle communément les indo-européens. Et ce sera là mon hypothèse de travail...

une certaine idée du temps :

Ce n'est pas une nouveauté de dire que le temps, auquel l'ensemble du monde sensible est soumis, est une abstraction difficilement maîtrisable par la pensée humaine. Le temps nous domine, nous en percevons confusément le décours, mais il faut se livrer à toute une série d'opérations intellectuelles pour essayer d'en mesurer la fuite.

Souvenons-nous de la Caverne platonicienne : les hommes y sont prisonniers, tournés vers la muraille du fond et ils ne voient de la réalité extérieure que les ombres projetées comme dans un film par la lumière du grand feu de la connaissance qui nous est pratiquement inaccessible...

L'idée essentielle des peuples moyen-orientaux (et d'autres aussi sur la planète...) depuis une période proto-historique est d'avoir envisagé que le monde réel est fait de deux parties antinomiques ;

- d'un côté, il y a le monde de l'incrée éternel, autant esprit que matière, qui contient effectivement le temps, lequel paraît en être l'essence même ;

- de l'autre, il y a l'ensemble du créé, voué à une disparition plus ou moins proche, soumis au temps qu'il n'arrive pas à connaître parce que celui-ci n'est pas dans sa nature.

Entre les deux parties du monde, la source d'incompréhension majeure est précisément cette abstraction temporelle ;

La seconde idée des hommes a été de considérer que tout être incrée et éternel de nature a été à l'origine de l'apparition de l'autre partie du réel: il y a toujours, parmi l'ensemble de l'Incrée éternel, un démiurge qu'on appela créateur de notre monde. Il y aurait beaucoup à dire sur le phénomène même de la Création: contentons-nous d'affirmer que le démiurge ne se livre pas à une création ex nihilo mais à une sorte de tri dans la matière et dans l'esprit incréés, à un aménagement du Chaos originel: matière et esprit préexistent à la Création, le démiurge y met seulement un ordre de type rationnel...

Un des aspects les plus fondamentaux de cette mise en ordre du chaos tient dans l'apparition, au début de la Création, de la notion abstraite de temps et des moyens qui seront nécessaires aux hommes pour le mesurer: chaque démiurge crée d'abord la pulsion de l'invisible éternel avec le jour alternant avec la nuit; puis il place les astres mesureurs du Temps, la lune astre de la nuit, le Soleil astre du jour. C'est d'abord ce qui est dit au premier chapitre de la Genèse biblique...

Si on lit la Création du monde selon les Chaldéens, on s'aperçoit qu'il en est ainsi pour une raison très précise, que reprendront sans pratiquement la transformer, les socratiques et les platoniciens : les astres sont tous images-miroirs du monde des dieux, représentants de l'Incrée que, sans eux, les hommes créés ne pourraient pas même percevoir.

C'est donner à l'astronomie, qui est d'abord observation précise du ciel et de ses mystères, un statut privilégié à la charnière de la science et de la religion...

Et l'Incrée éternel est toujours doué d'un mouvement éternel et continu, soumis à des lois strictes et infrangibles que seule la religion permet d'entrevoir ou de mettre en évidence quand elle est éclairée par la science. A l'époque dont je parle, il n'y a pas de coupure entre raison et sentiment et l'esprit religieux est la forme supérieure de l'esprit scientifique.

C'est que le démiurge n'opère la Création de notre réel que parce qu'il a des raisons impérieuses pour le faire et l'homme religieux doit chercher à les comprendre au mieux à travers la religion : on ne vénère bien que ce que l'on comprend...

Les résultats de l'observation :

Les hommes ont observé les astres pendant des millénaires à partir d'observatoires qu'ils ont installés; mais si l'observation est nécessaire, elle n'est toutefois pas suffisante à la religion : il faut la réinterpréter à travers une mathématisation de l'observation. Seuls, alors, les résultats obtenus seront transcrits en mythes à l'aide de la poésie... Et ils seront plus ou moins diffusés pour des rituels spécifiques depuis les initiés jusqu'à ceux qui ne le sont pas à travers des contes qui diront une part de la vérité sans dévoiler la démarche qui permet qu'on y arrive.

Le premier astre qu'apparemment les hommes ont utilisé fut la lune; peut-être parce qu'on était à la période de l'élevage et que le cycle lunaire est l'instrument nécessaire à la mesure de la gestation.

1. Toute mesure du temps, observée à partir des astres, est faite dans un double but :

- il s'agit de gérer un calendrier des hommes et de la société ;
- et de déterminer de manière précise les fêtes religieuses où se retrouvera l'ensemble de la société.

A partir d'une observation et de la mathématisation de celle-ci, on va, de fait, gérer au moins deux temps :

- . un temps laïc, pour les activités individuelles ou sociales des hommes;
- . un temps divin, religieux exclusivement, dont on recherche l'exactitude absolue parce que les prêtres se doivent de suivre la vie des dieux au plus juste.

Ces résultats s'inscrivent ensuite dans un système calendaire qui n'est qu'une structure vide ; pour qu'elle prenne sens et valeur, il faut qu'on en détermine très précisément l'origine et celle-ci n'est guère que conventionnelle et propre à chaque société :

- la fondation de Rome n'est reconnue que par les Latins ;
- le franchissement de la Mer des Roseaux et les Dix Plaies d'Egypte ne peuvent être référence que pour les Hébreux;
- le moment mythique des Douze Travaux d'Héraklès ne l'est que pour les Grecs ;
- l'historicité religieuse des scènes représentées sur le Chaudron de Gundestrup, que pour les Celtes...

La question devient troublante à partir du moment où j'ai l'impression que les dates auxquelles on arrive, entre autre dans les cas qui viennent d'être mentionnés semblent être,

- . mythiques, certes,
- . mais grossièrement les mêmes...

2. Les cycles du temps sont tous composés de la juxtaposition d'un nombre plus ou moins important de jours, lesquels sont eux-mêmes complexes :

- . plus le "jour" est long, moins la "nuit" l'est; les deux étant complémentaires...
- . il peut aussi arriver que jour et nuit soient égaux.
- . mais il existe aussi un jour le plus long dans chaque révolution astrale;
- . et un jour le plus court.

3. La révolution lunaire :

Du fait que la lune prend quatre formes différentes durant sa révolution, on en a tiré un moyen simple de cadrage du mois ; celui-ci a généralement commencé avec la néoménie, c'est-à-dire l'observation du jour où se voit la plus petite faucille, au lendemain donc de la NL. On a pu voir que la révolution lunaire dure, en jours pleins inscrits dans un calendrier, soit 29 soit 30 j. Sans que ce décompte soit exact, il est cependant satisfaisant.

4. La révolution solaire :

On s'aperçut aussi que le soleil, qui gère les saisons de la terre observées dans l'agriculture, passe également par quatre phases que sont les solstices et équinoxes durant sa révolution annuelle :

- . quand le lever du soleil, observé dans un site, est le plus au nord possible, on est au solstice d'été et les jours sont les plus longs de l'année ;
- . quand le soleil levant est le plus au sud possible, on est au solstice d'hiver et les jours sont les plus courts de l'année ;
- . quand le lever ou le coucher de l'astre se produit à la bissectrice de l'angle formé par les deux points précédents et dont la position de l'observateur est le sommet, on est aux équinoxes et les jours sont alors égaux aux nuits.

Ainsi, globalement, soleil et lune se comportent de manière identique durant leurs révolutions respectives et leur observation permet d'étalonner un site selon leurs lieux d'apparition et de disparition sur l'horizon.

5. Le zodiaque, instrument de mesure essentiel :

Les deux courses astrales peuvent, d'une manière approximative, être comparées l'une à l'autre; pour établir cette comparaison, il suffisait de disposer d'un troisième élément: en utilisant un fond de ciel réputé fixe, et on pouvait obtenir l'instrument de référence pour repérer dans l'absolu du ciel le second passage de l'astre devant le même repère. Il suffit d'utiliser les étoiles qui se trouvent en lever ou coucher héliaques lors de la date choisie arbitrairement pour initiale du cycle de sa révolution.

Une telle observation valant pour le soleil, comme pour la lune ou les autres astres errants, on détermina,

- a). une bande de ciel réputée fixe servant de toile de fond, de part et d'autre de l'écliptique;
- b). la course étant réputée circulaire, on avait ainsi une circonférence que l'on pouvait découper en autant d'arcs égaux que l'on voulait.

c). l'observation de la lune montra qu'il lui fallait exactement douze mois pour qu'elle revienne à la même place dans le ciel. On découpa donc la ceinture zodiacale en douze arcs de chacun 30° et, à l'intérieur de chacun, on détermina une constellation spécifique permettant de s'y reconnaître.

6. Pratiquer ainsi, c'était déjà, implicitement, comparer les deux révolutions solaire et lunaire ; puisque la lune n'avait pas, à proprement parler, de course annuelle, on en créa une, analogue de celle du soleil. Et l'année lunaire valut soit 354, soit 355 j., tandis que l'année valait, elle, 365j. approximatifs... Par le choix de telles valeurs approximatives, on butta déjà sur la grande difficulté des calendriers, qui est celle de la mesure exacte des cycles, jusque dans leurs lointaines décimales.

Une telle comparaison, sous cette forme, ne pouvait être que partielle : elle pouvait suffire, grosso modo, pour un calendrier civil ne servant qu'à mesurer le temps approximatif des hommes... On recalait tant bien que mal les valeurs des deux années par adjonction de jours épagomènes au décompte lunaire. Mais une démarche aussi grossière ne pouvait suffire pour l'exacte mesure du temps des dieux qui justifiait toute théologie.

C'est ainsi qu'on en arriva à la définition d'un nouveau modèle scientifique capital qu'on appela le calendrier luni-solaire et que je préfère dénommer "calendrier en double comptage".

Les exigences du double comptage :

Définissons d'abord ce qu'est le double comptage :

1. Jusqu'à maintenant, pour le mois comme pour l'année, on pouvait s'abstenir de définir une chronologie précise ; seul, le mouvement des astres détermine l'initiale et la finale de chaque révolution.

Pour le double comptage inscrit dans un calendrier, il faut définir un Premier Jour commun aux deux systèmes en comparaison : ce sera forcément, pour la lune comme pour le soleil, une des phases remarquables de la course: un solstice, par exemple, et une néoménie.

2. Ce Premier Jour ainsi défini sera inscrit au premier jour de la plaque calendaire, structure vide. Et à partir de ce Premier Jour la suite ininterrompue des jours se déroulera; les révolutions de chaque astre ne comptent guère dans ce nouveau décompte ; on ne peut plus réellement compter en années ou en mois; il faut compter en jours.

3. Le nouveau cycle s'achèvera la veille du jour où on retrouvera la même initiale observée qu'au début.

De tels cycles peuvent être fort longs: ils sont conditionnés par des choix importants laissés au libre arbitre des hommes, notamment le décompte des jours représentés dans la structure vide de la plaque de calendrier ;

. les cycles les plus brefs, les plus aisés à concevoir, furent cependant utilisés dans tout le Bassin méditerranéen, puisqu'on s'aperçut très vite d'une autre réalité :

- les mois lunaires étant tous identiques, il n'y a aucune raison pour en arrêter le décours à douze ;

- de même pour les années solaires.

4. Dans le double comptage, il faut cependant réajuster un décours temporel sur l'autre: il y faut des intercalations. C'est-à-dire qu'un décours astral sert de référence par rapport à l'autre; historiquement, ce fut celui du soleil.

a) On s'aperçut, par l'observation, qu'il était possible de recaler le cours lunaire sur celui du soleil au bout de trois années environ: en rajoutant une "treizième lunaison"... L'intercalation se fit alors tous les trois ans lunaires approximativement et l'endroit dans l'année où on l'inséra fut générateur d'exactitude ou d'inexactitude calendaire. Diverses possibilités furent testées avant que l'on arrive à la meilleure.

b) Ce type d'intercalation générant un "cycle triennal" ne fut pas la seule utilisée : qu'on pense au calendrier romain de la Royauté ou de la République, par exemple, avec son système nundinal, au calendrier grec avec l'Olympiade double de 99 mois ou avec la Grande Année, entre autres; ou encore, bien entendu, au calendrier celtique qui nous est proposé par la plaque de Coligny...

C'est que l'on peut ajouter aux exigences minimales qui viennent d'être données pour la définition du système en double comptage toute une série d'autre critères, tout aussi conventionnels mais exigeants...

c) Ainsi, si l'on veut prévoir les éclipses, il faut définir un Premier Jour qui sera aussi initiale de la révolution draconitique et le caler de telle manière qu'on pourra toujours s'y référer, en liaison avec l'initiale retenue des révolutions synodiques lunaire et solaire... A ce Premier Jour, il se sera produit une éclipse qui le sacrifiera d'autant...

Le Premier Jour, théoriquement conventionnel, devient ainsi l'initiale d'une chronologie dont la détermination fort complexe peut appartenir en commun à plusieurs civilisations et on s'y référera pour recaler des systèmes calendaires de double comptage différents.

Il me semble que c'est encore dans l'observation astronomique qu'on peut retrouver ce Premier Jour complexe dont tous les Européens suivent la trace dans leurs calendriers.

J'ajouterais encore que même le Pape Grégoire, quand il s'autorise au XVe siècle la nécessaire Réforme du calendrier, si controversée pourtant, n'a peut-être pas perdu cette réalité de vue :

. Conventionnellement, en effet, solstices et équinoxes sont, depuis fort longtemps, sur des dates bloquées aux 25, malgré l'évolution que leur fait subir la précession des équinoxes.

. Le calage du calendrier retenu par les astronomes autour du Pape fait en sorte que les dates astronomiques réelles des solstices et équinoxes de la réforme seront effectivement aux 25 dans le nouveau calendrier...

. De sorte qu'on réconciliait ainsi la tradition du mythe, la religion et la réalité astronomique en un calendrier rénové. Et on était tranquille pour un millénaire environ avant que le décalage entre convention traditionnelle et réalité ne soit trop flagrant: nos solstices et équinoxes de la fin de ce second millénaire sont simplement à trois ou quatre jours des dates théoriques religieuses bloquées...

Une hypothèse pour l'initiale calendaire possible :

Quand on observe le ciel, on constate que l'ensemble de la voûte étoilée tourne lentement au fil des saisons.

On peut même dire que cette voûte est géographiquement composée de trois parties,

. deux "hémisphères", si l'on peut dire; ils sont d'égale importance et complémentaires du point de vue de leur visibilité; quand l'un est plus grand, l'autre est plus petit d'autant ...

. Entre les deux "coule" une traînée laiteuse mystérieuse que seuls les mythes de l'Antiquité ont cherché à expliquer ; on ne trouve pas chez les astronomes ou chez les philosophes anciens de tentative d'explication scientifique à la Voie Lactée.

Mais le mythe est très discret à son sujet ; je ne prendrai d'exemple que chez les Grecs, mais les explications qui sont données ailleurs sont sensiblement de même nature... Un Géant, -et c'est évidemment Héraklès-tout bébé, a été abandonné par sa mère parce qu'il est un enfant adultérin du Roi des Dieux et que l'épouse de celui-ci est d'une jalousie qui passerait pour maladie si elle n'était pas totalement justifiée. Pour que son destin s'accomplisse, il faut qu'il soit, de fait, reconnu par l'Epouse du Roi des Dieux et c'est par une ruse que ce résultat est atteint ; la Déesse-Reine le prend dans ses bras et lui donne à têter ; mais l'enfant est d'une force peu commune et, dans son ardeur, il mord tellement fort la poitrine de sa mère adoptive que celle-ci a un mouvement de recul qui arrache le mamelon de la bouche du bébé. Une giclée de lait se répand à travers l'azur et, depuis lors, y est restée sous l'apparence de cette Voie Lactée.

Une autre source indique qu'il s'agit d'un fleuve mystérieux et primordial, dangereux comme tous les Fleuves des origines et dont la fonction est de séparer deux continents célestes, ceux qui viennent d'être nommés précédemment. On notera avec intérêt que cette source se retrouve dans

une population actuellement marocaine et convertie à l'Islam. Puisqu'il s'agit d'une frontière, on ne peut sans danger la franchir...

C'est dans cette géographie mythique que s'effectuent les observations journalières des prêtres chargés du calendrier...

Ajoutons encore qu'une autre partie du Mythe grec m'intéresse: le bébé Héraklès dort dans son berceau ; sa Mère adoptive divine qui le hait, lui envoie un grand Serpent-dragon pour le tuer ; et c'est l'enfant qui le tuera...

Le franchissement de la Voie Lactée...

Sur des millénaires d'observations, on ne put pas ne pas se rendre compte, même s'il était alors impossible d'en définir les causes, que les points d'équinoxes se déplaçaient dans les visées des observatoires; la précession des équinoxes ne peut pas ne pas se voir quand on vise les levers/couchers des astres en un même lieu... Ayant constaté ce déplacement, les prêtres ont pu voir, à une haute période, pratiquement proto-historique (ce qui ne manque pas d'être troublant) que les deux points des levers/couchers des équinoxes solaires se trouvèrent sur une rive de la Voie Lactée. Pendant un temps, les mêmes levers/couchers se produisirent dans la Voie Lactée où l'astre risquait d'être englouti. Puis il sortit victorieux de l'épreuve, apparaissant alors sur l'autre rive.

Si l'on se réfère à notre datation grégorienne, on peut retrouver grossièrement la date où se produisit un tel phénomène. On sait que la précession des équinoxes fait rétrograder les quantièmes d'un jour tous les 71,66 ans ou de 50" d'arc tous les ans.

Puisque l'équinoxe de printemps actuel est au 21 mars grégorien, c'est environ l'an 1600 qu'il était au 25 mars, situation dont a certainement le Pape Grégoire...

Quand on prend une carte du ciel et qu'on place l'équinoxe de printemps à la sortie de la Voie Lactée on s'aperçoit de ce qui suit :

a). le soleil quitte la constellation des Gémeaux pour franchir le fleuve ;

b). l'équinoxe de printemps s'installe, sur l'autre rive, dans la première étoile du Baudrier d'Orion, (ce personnage étant un des géants de l'antiquité)

tandis que l'équinoxe d'automne vient, lui, dans une étoile de la Queue du Serpent que tient Ophiucus, un géant de la mythologie grecque.

Or, dans le ciel, Ophiucus est situé à toute proximité de la constellation d'Hercule, visible quand Orion est absent et, par conséquent, complémentaire de ce dernier...

c). En dates grégoriennes toujours, le phénomène a dû se produire

- . autour du 15 juin pour le lever de l'équinoxe de printemps ;
- . autour du 18 décembre pour celui de l'équinoxe d'automne...

L'équinoxe de printemps étant, de nos jours, au 21 mars, une série d'opérations simples peut nous indiquer qu'entre 1990 et l'événement il s'est écoulé environ 6290 ans ; ce fut donc vers - 4300 que se produisit ce franchissement important pour le Mythe...

Or, nous sommes actuellement dans l'Ere astronomique des Poissons qui a débuté en l'An 1 ; une Ere zodiacale dure 2144 ans environ... Le franchissement de la Voie Lactée par le soleil levant des équinoxes a pu se produire au début de l'Ere astronomique du Taureau, à la fin de notre Préhistoire, dans l'Age du Bronze, et à l'époque de l'épopée chaldéenne de Gilgamesh à peu près... On voit ainsi que ce franchissement pourrait encore être une clé d'explicitation de l'épopée en question avec l'apparition du second Géant, frère et complément de Gilgamesh...

Les deux types d'année...

On sait que le monde méditerranéen connut deux sortes d'année :

- . l'année de printemps, dans laquelle nous sommes toujours ;
- . l'année d'automne qui lui fut antérieure.

Il y eut donc un moment où, par une Réforme de calendrier, on passa de l'une à l'autre... Insistons sur le terme de Réforme : passer d'une forme d'année à l'autre est difficile, car il faut respecter la chronologie et le changement doit se faire dans la continuité du Temps... Les mythes méditerranéens nous parlent de cette mutation: souvenez-vous de l'épisode biblique de la Sortie d'Egypte avec Moïse et Aaron, à la fin des Dix Plaies (qui sont Douze, autant qu'il y a de mois dans une année lunaire...).

Le texte biblique insiste alors sur le rôle de Yahwé dans le processus de libération des Hébreux: c'est bien le Dieu qui organise tout et qui demande ensuite que le peuple libéré en garde le souvenir éternel dans sa vie et ses rituels. Et que fait-il ? Il instaure la fête de la Pâque ("du Passage"), changeant de six mois le cours de l'ancienne année pour en mettre le début à l'équinoxe de printemps et à la PL (c'est là la définition de la fête et nous sommes bien dans le Double Comptage) ; puisque le nouveau

calendrier déplace son initiale de six mois, cela signifie donc qu'auparavant, l'initiale était à l'équinoxe d'automne: même le nom des mois est alors changé pour qu'il n'y ait plus moyen de retourner à l'ancien système... Il serait sans aucun doute nécessaire d'aller au bout de l'explication d'un tel texte, mais ce n'est pas le lieu ici...

On notera pourtant que tous les éléments exposés plus haut pour définir le double comptage s'y retrouvent, même l'aspect de conte populaire que j'ai indiqué.

C'est à partir d'une telle analyse qu'on peut chercher des comparaisons dans le reste du Bassin méditerranéen ; elles s'y rencontrent aisément: Moïse, sur l'ordre de Yahvé et avec sa puissance, libère le peuple par les Dix-Douze Plaies d'Egypte qui sont autant de pratiques magiques; et que fait d'autre Héraklès avec ses Douze Travaux ? On pourrait aussi voir, dans le déroulement même de ceux-ci, qu'on arrive de fait à une nouvelle organisation du temps annuel par l'intervention du Géant.

Dans le récit des Douze Travaux, Héraklès n'est pas toujours l'acteur principal, bien qu'il en soit toujours le héros. C'est que, si l'on rapporte ces textes à l'observation du ciel, on sait bien que dans le décours d'une année de douze mois/douze travaux la constellation ne sera pas toujours présente dans le ciel nocturne... Aussi le mythe a-t-il certains subterfuges qui lui permettent d'exposer une telle réalité qu'il doit suivre à la lettre puisqu'elle est observée... Notamment dans les derniers Travaux, le héros divin est surtout dans l'Au-delà du monde.

La révolution draconitique serait-elle liée à un équinoxe d'automne ?

Héraklès est le Gémeau céleste représentant l'équinoxe d'automne; le soleil, à son lever triomphant quand il eut franchi la Voie Lactée, se trouva dans la constellation d'Ophiucus et c'est peut-être à cette période qu'on cala aussi, pour le calendrier, la révolution draconitique (celle du Serpent maîtrisé) sur les révolutions synodiques du soleil et, surtout, de la lune... Il aurait suffi qu'alors, à ce lever triomphant de l'équinoxe, il y eût une éclipse:

. s'il s'agissait d'une éclipse de soleil, le mois synodique commençait avec une néoménie ;

. s'il s'agissait d'une éclipse de lune, le mois synodique débutait avec une PL ;

mais dans les deux cas, l'équinoxe solaire était en conjonction de double comptage avec un noeud ou un ventre de la révolution draconitique : tout ceci se produisait à une certaine date, à un certain quantième, dont il fallut garder la mémoire dans les siècles des siècles ; et ce pourrait être la raison du blocage des dates calendaires capitales à certaines valeurs...

Retoucher par la suite un tel système quand il se décale permet l'exactitude de la prédiction des éclipses et j'utilise, en ce moment, de cette manière la plaque de Coligny pour la mesure de notre temps ; un tel calendrier est, par essence même, perpétuel (puisque'il est religieux) et qu'il est fait pour mesurer l'éternel retour des Dieux dans notre chronologie humaine. J'ai la preuve ainsi que le calendrier de Coligny est redoutablement exact, même sur des millénaires, puisqu'on le réajustait régulièrement à partir d'observations astronomiques réelles et nombreuses qu'il faut toujours faire aujourd'hui.

De sorte que, si mon hypothèse vaut, on aurait dans le ciel nocturne de l'équinoxe, les références nécessaires à un recalage exact qui tient compte nécessairement de la précession des équinoxes et de la modification du zodiaque depuis cette période reculée...

La précession fut théorisée seulement au II^e siècle avant notre Ere par le Grec Hipparque, cela est connu; mais il semble que son observation était accomplie depuis bien longtemps.

Viser des levers d'astres dans un paysage à l'aide de matériel d'observation dans des stations qu'il faut bien appeler observatoires et qui furent utilisées sur des millénaires impose, en effet, qu'on voie les effets de la précession. Or, de tels observatoires existent: les archéologues les ont mêmes fréquemment rencontrés, soit chez les Chaldéens, soit chez les Egyptiens, soit même dans notre pays ou en Europe occidentale, chez les Celtes...

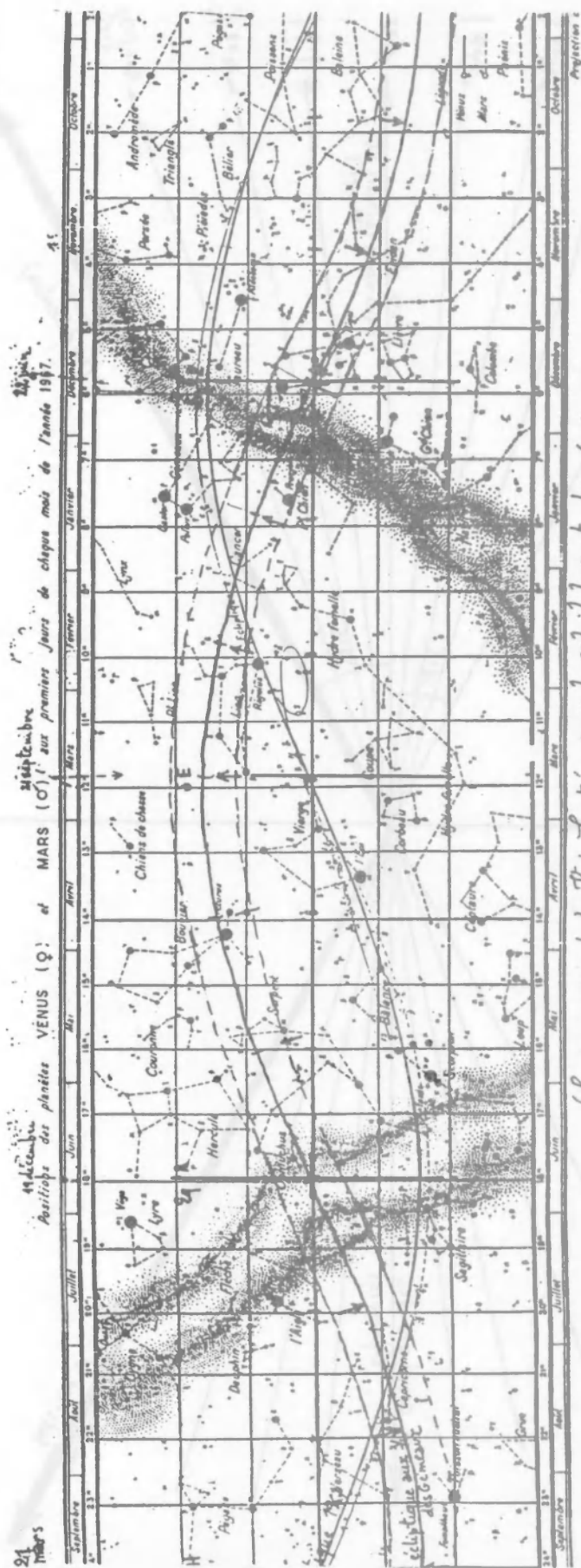
**

Il me semble qu'une des grandes conquêtes intellectuelles de l'Antiquité fut bien cette mise au point du système de double comptage du temps ; partant de la prise en compte d'une exigence toujours plus grande d'exactitude dans les mesures et dans les observations, elle a contraint l'homme à une précision de pensée qu'il n'avait sans doute pas, qui s'est traduite par la mise au point de nouveaux moyens d'évaluation d'une réalité peu saisissable et elle a permis d'affiner, en fin de compte, la nécessité de rigueur de l'esprit scientifique chez les peuples du Bassin méditerranéen.

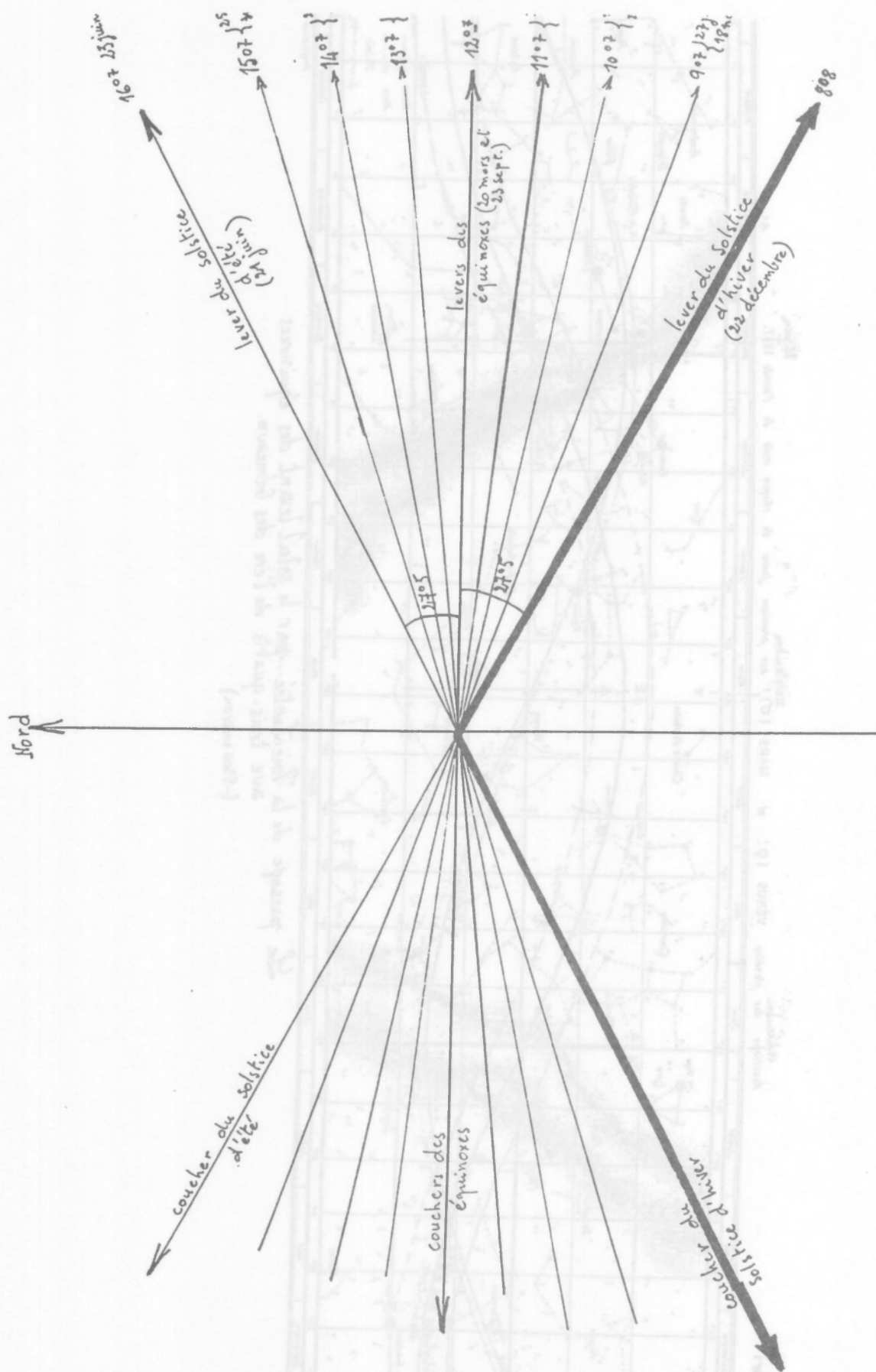
- - -

BIOGRAPHIE

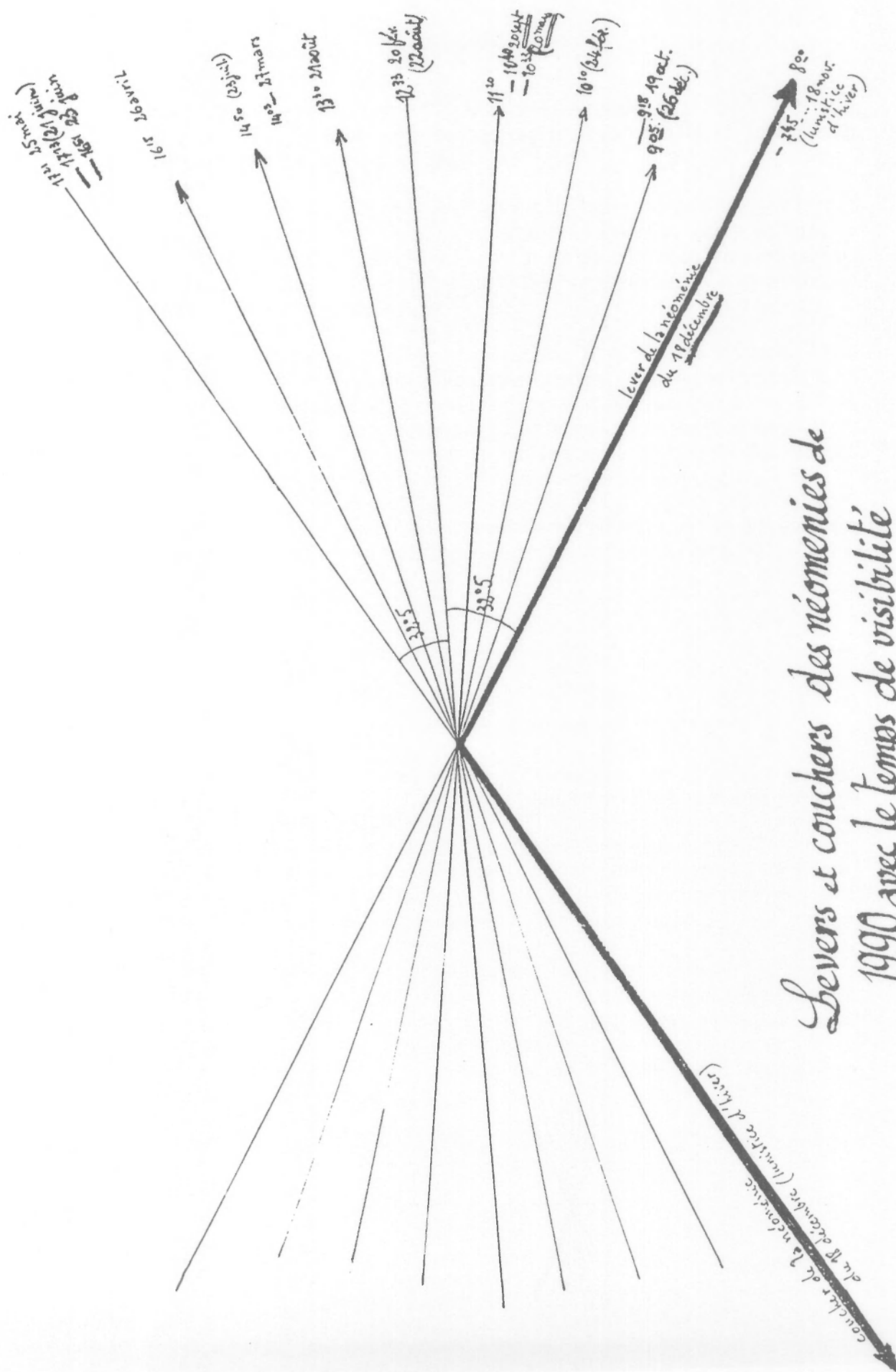
Paul, Emile, André VERDIER, né le 23 juillet 1936 à Poitiers ; Licence d'Allemand et de Lettres ; CAPES de Lettres et Université de Berlin et Göttingen ; Doctorat d'Etat, 1971, Grenoble "Structure et Imaginaire dans le conte togolais" ; Directeur de l'Ecole des Lettres de Lomé (Togo) ; Maître assistant à Madagascar puis à Paris XIII ; Conseiller culturel ; Inspecteur d'Académie ; Recteur de l'Académie de Nice ; actuellement Directeur de Recherches associé au CNRS.



Le passage de la *Tridactyle*... par le soleil levant. des épineux
aux trois-quarts de l'ère des Gémeaux.
(-5300 environ)



*L'éventail des levers et couchers du soleil
en 1990 avec la durée de visibilité
et aux dates de la néoménie.*



Levers et couchers des néoménies de 1990 avec le temps de visibilité

Sont entre parenthèses les dates ne correspondant pas à des néoménies...

**Observations sur l'iconographie des
kudurrus cassites en Mésopotamie**

IWANISZEWSKI S.
State Archaeological Museum
Warszawa (Pologne)

OBSERVATIONS SUR L'ICONOGRAPHIE DES KUDURRUS CRSSITES EN MESOPOTAMIE

Introduction

L'étude des kudurrus, c'est-à-dire des pierres de bornage, repose sur une longue tradition et reflète différentes tendances en assyriologie. Des analyses philologiques furent entreprises au début du siècle par Scheil (1900-1908) et King (1912). Ces études philologiques furent suivies par les études des représentations symboliques placées sur les kudurrus (Frank 1906, Zimmern 1906). Puis on vit bientôt apparaître plusieurs tentatives de décryptage de leurs significations astronomiques ou zodiacales (Hinke 1907 et Hommel cité par Seidl 1989, 17), études caractéristiques des tendances de l'époque. Tout ceci fut suivi par Steinmetzer (1922) qui se concentra sur la signification légale et administrative des kudurrus. Après cela on a vu tomber le nombre d'études sur les kudurrus. A part la tentative isolée de Watelin (1953) pour expliquer le sens ésotérique des symboles divins, les années suivantes n'apportèrent qu'une étude innovatrice et monumentale, celle de Seidl (1968, 1989) qui se concentra sur le développement d'une forme idéale standardisée des pierres de bornage. En 1978 à partir des stèles publiées par Seidl (1968) et en leur appliquant un traitement systématique, j'ai mis au point un modèle de description du ou des processus qui ont contribué à la formation de ces monuments tels que nous les connaissons (Iwaniszewski 1978). Avec le développement de l'archéoastronomie, les interprétations astronomiques sont réapparues (Cullens et Tuman, 1986).

Présentation du problème

Le problème principal de l'aspect astronomique des kudurrus est celui de l'éventuelle signification astronomique des symboles divins. Alors que certains symboles représentent assurément des étoiles ou des planètes, d'autres peuvent figurer des constellations ou des groupes d'étoiles. De plus, beaucoup de symboles de dieux, (par exemple le scorpion, le poisson-chèvre, le pêcheur) présentent une

ressemblance avec les représentations zodiacales plus récentes, mais leur identification astronomique à de l'époque cassite reste incertaine.

Au début du 20^{ème} siècle, Hommel (1900 and 1920, cité par Seidl 1989, 17) discute l'hypothèse selon laquelle, à part les représentations planétaires et peut-être celles de la Voie Lactée, toutes les autres figureraient les signes du zodiaque. Pour sa part, Hinke (1907, 98-101) était bien d'accord que quelques signes du zodiaque pouvaient se trouver sur les monuments mais qu'en fin de compte, seuls quelques signes et non le zodiaque entier y seraient représentés. Il soutenait également (1907, 115) qu'il s'y trouvait des représentations du dodekaoros plutôt que du zodiaque.

En 1986 Cullens et Tuman développèrent une nouvelle hypothèse à propos des représentations astronomiques de ces monuments. Ils avancèrent que les Cassites avaient marqué ainsi les positions des planètes dans les constellations situées sur le plan de l'écliptique. En calculant leur position ils obtinrent approximativement les dates correspondantes. Malheureusement les dates obtenues par les calculs astronomiques ne coïncidaient pas avec les dates inscrites sur les pierres.

Seidl (1968, 1989) démontre que le processus de standardisation des kudurrus entre le 14 et le 12^{ème} siècle avant J.C. aboutit à l'établissement d'une forme normalisée. Mais elle n'essaya pas de définir les règles d'arrangement des noms et symboles divins. Pourtant, l'idée même d'établir une forme standardisée des kudurrus implique quelque sorte de grille de références, il est donc légitime de rechercher les principes qui auraient pu guider les sculpteurs cassites dans leur choix de disposition des symboles sur les monuments.

Puisque les bornes furent installées à différentes périodes chronologiques (dynasties Cassites, Isin II, trois dynasties courtes et les dynasties incertaines, etc..., voir Brinkman 1968) elles devraient être analysées séparément. Dans cet article, je ne discuterai que des kudurrus de la période Cassite.

Caractéristiques de base des kudurrus cassites

Sur les 110 pièces étudiées par Seidl (1968) soixante six, ou 60 % auraient été gravées durant les règnes cassites entre le milieu du 14^{ème} siècle et le milieu du 12^{ème} (environ 1150). C'est donc le plus important groupe de monuments se rattachant à une même période culturelle. Ici, j'ai analysé 74 kudurrus entièrement ou partiellement préservés. En plus des 66 stèles mentionnées et huit fragments sans inscriptions conservées qui auraient déjà été étudiés par Seidl (1968) trois autres proviennent de la publication de Margueron et Arnaud (Margueron 1972, Arnaud 1972). Au moment de la rédaction, je n'avais à ma disposition qu'un seul du

kudurru analysé par Borger (1970), celui publié aussi par Seidl (1989, 222, table 33). Les autres kudurru mentionnés par Brinkman (1976) et Seidl (1989) n'apparaissent pas dans cette étude.

Un kudurru ou pierre de bornage peut être défini comme une stèle de pierre portant une inscription gravée, traitant d'habitude d'une transaction légale, de dons ou privilèges royaux (propriété terrienne, exemptions d'impôts) et se terminant par des menaces détaillées. Les représentations des symboles divins sont d'habitude placées sur l'autre face de la stèle.

On connaît deux formes différentes de kudurru (Hinke 1907, Steinmetzer 1922, Seidl 1968, 1989) que j'appelle ici les pierres cubiques et les pierres coniques. Il y a une relation étroite entre la forme et la disposition des symboles divins. Sur les pierres cubiques les symboles divins sont arrangés sur des registres étages alors que sur les coniques sont distribués autour du sommet de la stèle. Les kudurru cubiques sont généralement plus grands et plus larges que les coniques.

L'usage du terme "kudurru" médio-babylonien fut conservé dans les dialectes plus tardifs. Dans le dialecte médio-babylonien il portait les sens suivants (selon CAD et AHW) :

- a) pierre de bornage, traceur de limite,
- b) frontière, limite de territoire,
- c) territoire

L'étude présente ne tiendra pas compte d'autres sens de ce terme.

Le document inscrit sur la stèle est un texte légal qui se termine par des malédictions qui en appellent aux dieux contre les individus qui menaceraient de changer ou mutiler l'inscription ou la pierre de borne elle-même. Le nombre des divinités invoquées se situe en général entre dix et vingt (le kudurru SB 26 constitue la seule exception). Parmi les divinités les plus fréquemment invoquées on trouve : Adad, Anu, Sin, Ea, Enlil, Samas, Marduk, *"tous les dieux qui sont marqués sur la pierre"*, viennent ensuite Gula, Sumalia et Suqamuna (voir table 1)

Un nombre équivalent de symboles divins est placé sur l'autre face de la pierre. Parmi les signes les plus fréquents, on trouve : la tiare, le croissant, l'étoile, la lance, le serpent, l'éclair, le lion-serpent, le disque solaire, le scorpion, la lampe, le chien et l'oiseau perché sur un bâton (voir table 2). Ils représentent respectivement : Anu et Enlil, Sin, Istar, Marduk, Istaran, Adad, Marduk et Nabu, Samas, Nusku, Gula, Sumalia et Suqamuna.

Le rapport entre les arrangements des deux séries constitue le sujet de la présente analyse.

Noms divins et symboles

La première impression est que les deux listes correspondent approximativement, mais un examen plus détaillé montre que cela est loin de refléter la vérité. Déjà Hinke (1907, 92-93, 115) et Thureau-Dangin (1919, 135) avaient noté le manque de corrélation étroite entre les noms des dieux et leur symbole. Pour tenter de répondre à cette question, j'ai mis ici en oeuvre un test simple de corrélation selon la formule de Kolchin et Sher (1970, 14) et Kamienietsskii et al (1975, 50-51) :

$$\frac{s^2}{k \times l}$$

où k marque le nombre d'attributs de A_k objets
 l marque le nombre d'attributs de A_l objets
 s marque le nombre d'attributs communes à A_k et A_l .

Ce coefficient est adapté aux statistiques non paramétriques où il est caractérisé par les propriétés suivantes :

- a) les objets peuvent être décrits par différents attributs,
- b) le coefficient est déterminé par le nombre d'attributs communs,
- c) est facile à calculer
- d) $s = 0 \Rightarrow f = 1$
- e) $s = k = l \Rightarrow f = 1$
- f) $0 \leq f \leq 1$

Dans le groupe de 69 kudurrus, il n'y avait que 7 stèles (environ 10 %) qui contenaient une liste des noms et des symboles divins. Les correspondances entre les noms et les symboles apparaît comme suit :

BM 90 829	f= 0.251
BM 90 827	f= 0.200
SB 22	f= 0.266
SB 21	f= 0.347
SB 26	f= 0.247
BM 90 850	f= 0.134
L 7076	f= 0.400

Ces résultats confirment l'impression d'une faible association entre les noms des dieux et les signes placés sur les mêmes kudurrus. Il semble que nous ayons, là à faire avec deux groupes de divinités similaires mais arrangées différemment.

Mais ont-elles été placées dans un ordre intentionnel ? Je suppose que l'ordre d'apparition des éléments de chaque catégorie n'est pas le fruit du hasard ; pour chaque élément, on devait avoir tenu compte du contexte des éléments voisins. Dans les données écrites, l'ordre linéaire des noms est facile à établir mais l'analyse des symboles divins est beaucoup plus complexe. Dans le cas des kudurrus cubiques où les symboles divins sont placés sur des registres horizontaux, chacun de ces registres a été analysé séparément sans tentative de les lier aux précédents ou aux suivants. Dans le cas de kudurrus coniques, où les symboles divins sont arrangés autour du sommet de la pierre, les signes voisins, supérieurs et inférieurs, précédents et suivants ont été pris en compte. La table des contigences a été composée et un test de corrélation appliqué selon la même formule.

Cette procédure a révélé deux groupes différents (voir Tables 3 et 4) et l'on peut donc en déduire que les noms divins de même que les symboles ont été arrangés selon des paradigmes différents.

Liste de dieux et de noms divins

Quelles étaient donc ces règles d'ordonnement des noms divins et des symboles ? Au second millénaire avant J.C. commença un processus de classification de différentes sortes d'informations. Cette tendance peut-être suivie jusqu'à la période paléo-babylonienne lorsque le calendrier fut unifié. Les noms babyloniens qui désignaient les mois furent adoptés dans le Sud de la Mésopotamie.

Après l'invasion hittite de Babylone vers 1595 avant J.C. ce processus fut suspendu. Babylone fut occupé par les Cassites, un peuple venu des montagnes de l'Est. Mais la culture originale des Cassites fut lentement babylonisée. Lorsque la période d'acculturation fut terminée la tendance à la standardisation reprit. Quelque part entre les 14^{ème} et 12^{ème} siècles, des traditions plus anciennes furent rassemblées et ordonnées systématiquement (Pallis : 1956, 726-727 ; Soden : 1960, 9 ; Oppenheim : 1964, 18). Des mythes, des croyances religieuses, des prières, des listes de phénomènes naturels furent collectées, restructurées et de nouvelles normes furent établies. Seidl (1968, 73-93 ; 1989, 73- 93) a démontré qu'un mouvement de standardisation avait pris place dans l'évolution stylistique des bornes. Une forme canon standard apparaît à la fin de l'époque cassite.

J'ai ici comparé les listes des noms divins et des symboles avec les listes standard des dieux de la même époque. Ces listes de dieux sont de simples suites de noms dans une sorte d'ordre qui peut relever de règles lexicales ou théologiques (Lambert : 1969, 473). L'une de ces listes, connue sous le nom de "*Weidner list*" fut compilée dans les périodes Ur II et Isin Larsa et son usage se maintenant jusqu'à l'époque néobabylonienne (Weidner : 1924, 5). L'autre est une liste paléobabylonienne bien

connue AN = (ilu) Anum, publiée par Zimmern (1911). Les résultats de la comparaison apparaissent dans la Table 5.

Le coefficient de corrélation est environ deux fois plus élevé pour les noms divins que pour les symboles divins. Ce résultat montre que l'ordre des noms divins sur les kudurrus pourrait dépendre de celui de la composition des noms divins sur les listes standards. Un examen plus attentif de l'arrangement des noms de dieux (Table 3) montre que pour leur établissement on se référait aux mêmes règles (théologiques) que les compilations des listes de Weidner et AN = ¹Anum. La suite de noms des kudurrus définit clairement les groupes de Nergal et Sin. La section d'Ea semble elle aussi marquée de manière prononcée. Moins important semble l'entourage de Ninurta qui est séparé et se compose de deux groupes. Par contre, les dieux des sections d'Enlil et Istar sont dispersés et ceux qui appartiennent aux sections d'Anu et Belet ili sont très rares.

Les noms des dieux sont indubitablement arrangés selon l'ordre des listes de dieux, toutefois ce n'est pas exactement l'ordre de la liste An = ¹Anum. Elle ressemble plutôt aux suites de la liste de Weidner en cela que les groupes de dieux d'un même entourage sont séparés par des suites de dieux appartenant à d'autres sections. Une tendance générale s'observe ici : après les trois dieux Anu, Enlil, Ea suivent les groupes de Sin, Ea, Ninurta et Nergal. Les dieux qui appartiennent à la section d'Istar ne semblent pas occuper une place constante, ils apparaissent souvent insérés dans le groupe de Sin. Afin de montrer plus clairement cet arrangement, j'ai présenté les plus longues suites de noms de dieux placés sur des kudurrus (SB 26, SB 21 et BM 90 827) avec leurs affiliations respectives selon AN = ¹Anum (Table 6).

Je dois mentionner ici une approche assez similaire de l'étude des arrangements des noms divins et des symboles par Steinmetzer (1922, 192-198). Selon son étude, 10 groupes de dieux furent établis (ceux de grands dieux, Sin, Šamaš, Marduk, Nabu, Ninurta, Istar, Adad, Nergal and Istaran) et au moins un représentant de chaque groupe devrait être placé sur chaque pierre. Mais, on doit remarquer que les groupes mentionnés ci-dessus ne semblent pas tant avoir été voulus délibérément par les savants - théologiens de l'époque qu'issus des prémisses de l'auteur.

Si à partir des mêmes kudurrus, on compare les symboles des dieux et la liste AN = ¹Anum on montre (voir Table 6) que les symboles n'ont pas été ordonnés d'après les listes canoniques de dieux. Ainsi, se trouve confirmé la conclusion précédente qu'aucun lien n'existe entre l'ordre de répartition des groupes de symboles de dieux et ceux de leurs noms. Mais puisque les listes des noms de dieux étaient arrangées selon une forme standard, il est raisonnable de suggérer que les symboles étaient aussi placés d'une manière systématique. C'est ici que l'on doit tester l'hypothèse de la possible origine astronomico-astrologique des motifs d'arrangement.

L'astronomie et les symboles divins

L'ordre général des symboles de dieux tels qu'on les voit apparaître dans la Table 4 manque de clarté. Il est possible que les deux formes de kudurrus mentionnées aient influencé l'arrangement des symboles selon différents paradigmes. Aussi ai-je mené une recherche séparée des symboles selon qu'ils proviennent de stèles cubiques ou coniques. C'est seulement alors que leurs dispositions furent comparées aux listes d'étoiles et aux diagrammes.

La détermination de la règle qui aurait pu influencer la sélection et l'ordre des symboles divins est une tâche plus difficile. Tout d'abord, on doit identifier les dieux qu'ils représentent. On trouve quelques kudurrus où les noms des dieux sont inscrits sur les symboles. Et plusieurs identifications furent déjà réalisées au début du siècle (Frank 1906, Zimmern 1906, Hinke 1907) corrigées et modifiées plus tard (e.g. Toscanne 1917, Thureau-Dangin 1919, 1924, Scheil 1937). Une autre étape dans l'identification des symboles divins fut marquée par l'étude monumentale de Buren (1945). Aujourd'hui un grand nombre de symboles semblent avoir été correctement identifiés (e.g. Seidl, 1969, 1989, 223-225). Mais il est beaucoup plus difficile d'identifier les symboles ou les dieux qu'ils représentent avec des corps célestes. Dans de nombreux cas, on ne peut être assuré que si les symboles des constellations utilisés plus tard, par exemple des dessins associés à leurs noms d'étoiles de la période séleucide, purent avoir signifié des mêmes corps célestes. Malheureusement tous les symboles ou dieux ne peuvent être associés avec des planètes, étoiles ou constellations. Ainsi, alors que pour un grand nombre de symboles divins, les dieux respectifs peuvent être déterminés, l'identification des figures avec des constellations reste incertaine. Mon analyse reste incomplète et les résultats devraient être considérés en termes de voies tracées plutôt qu'au titre de conclusions finales. Dans le tableau 7 j'ai rassemblé les correspondances entre les symboles des dieux, les noms divins et les corps célestes.

Trois groupes de documents présentent un intérêt pour l'étude de la signification astronomique des symboles divins.

- a) la série de ^{mul}APIN (le plus vieil exemple date de 687 avant J.C.). C'est une liste astronomique qui énumère les étoiles fixes placées dans les régions de Enlil, Anu et Ea ;
- b) les séries de présages astrologiques "*Enuma Anu Enlil*" qui nomment aussi des étoiles fixes ;
- c) les séries de "*Trois étoiles chacune*" appelées astrolabes. Ce sont des diagrammes circulaires ou rectangulaires du ciel avec les noms d'étoiles fixes (la plus ancienne est l'astrolabe B provenant d'Assur et inscrite vers 1100 avant J.C.).

Tous ces documents marquent les dernières étapes avant l'introduction des signes du zodiaque : ils décrivent des constellations situées sur la trajectoire de la lune et des saisons astronomiques. Il faut souligner que ces listes d'étoiles fixes furent gravées pendant la période néoassyrienne (722 - 611), c'est-à-dire, environ six siècles après la chute de la dynastie cassite. Par contre les datations paléographiques et astronomiques des séries ^{mul}APIN suggèrent qu'elles auraient pu être composées vers 1000 avant J.C. à la latitude de Ninive (Reiner 1981, 6). De même les séries "*Enuma Anu Enlil*" peuvent être datées plus tôt (Reiner 1981, 1 discute la possibilité que le groupe d'origine des présages et des phénomènes astronomiques dateraient même de la période paléobabylonienne (1894-1595 avant J.C.)).

Les données assemblées dans la Table 4 ont été comparées avec les séries ^{mul}APIN. Il est notoire que les Babyloniens divisaient tout le ciel en trois zones nommées les voies d'Anu, Enlil et Ea. La plus septentrionale était la voie d'Enlil. A quelques exceptions près, toutes les étoiles d'Anu sont situées dans une bande allant de $+12.5^{\circ}$ à -25.8° . Puisque les étoiles les plus septentrionales de la voie d'Ea sont situées à la déclinaison -11.3° on ne peut affirmer qu'elles représentent trois bandes rigides parallèles à l'équateur. Une des listes standard de la série ^{mul}APIN contient une liste de 33 étoiles d'Enlil, 23 étoiles d'Anu et 15 étoiles d'Ea. Cette liste fut comparée aux symboles divins placés sur les kudurrus. Et puisque nous sommes en présence de deux types différents de kudurrus, les calculs ont été effectués séparément (voir Tables 8 et 9).

Les symboles divins placés sur les formes cubiques se répartissent en cinq groupes différents. Presque toutes les constellations identifiées se trouvent aussi dans les séries ^{mul}APIN pourtant les groupes ne sont pas agencés selon leurs affiliations. Si toutefois, les positions des constellations et des étoiles sont comparées avec leurs arrangements en astrolabes, un paradigme intéressant émerge. Dans les astrolabes trois étoiles marquent chaque mois. Elles sont divisées en trois ensembles de douze : les étoiles d'Ea, Anu et Enlil. Selon les listes le coucher héliaque des étoiles se situe six mois après le lever héliaque. Inutile de dire que cette supposition n'est pas vraie pour la majorité des étoiles. Les douze étoiles de chaque groupe forment six paires qui marquent leur coucher et lever simultanés. On observe que les étoiles et les constellations qui apparaissent dans les mêmes sections ont tendance à être situées à 5-6 mois ou 1-2 mois de distance (voir Table 8b). Si on les marque sur une carte du ciel, ces constellations et ces étoiles révèlent les mêmes tendances (voir Table 8c).

A part la constellation d'Orion il n'y a pas de corps célestes situés entre l'ascension droite 0 h et 6 h, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas distribués régulièrement (voir Table 8c), la plupart des constellations sont situées entre 8 h et 24 h. Les axes principaux d'étoiles groupées par paires sont localisés dans la zone 8 h-11 h, 20 h - 23 h (Groupe II) ; 11 h -15 h, 23 h -24 h (Groupe III) ; 4 h -6 h, 15 -19 : (Groupe IV) et 6 -8, 16 -22 (Groupe V).

Il est encore possible de chercher une autre sorte de paradigme qui aurait influencé l'ordonnement des symboles divins sur les formes cubiques. Je suggère que dans ce cas nous avons affaire à un modèle de division verticale du monde. Il ne semble pas accidentel que les symboles divins désignent des dieux astraux (le croissant de lune de Sin, le disque solaire de Šamaš, l'étoile à huit branches d'Ištar) ou des dieux célestes de type météorologiques [la tiare d'Anu, le dieu du ciel et d'Enlil, le dieu de l'air, le bélier-chèvre d'Ea qui sous cet aspect dénote probablement un dieu des eaux célestes, et aussi l'objet en forme de bande de Ninhursanga (γ Velorum)] qui sont ordinairement placés dans la partie supérieure de la stèle et les dieux associés au monde inférieur et à la mort (la tortue d'Ea, qui désigne peut-être celle-ci comme une divinité des eaux souterraines) le serpent d'Ištaran (dieu du monde inférieur), le dragon-lion de Nergal (dieu du monde inférieur), le chien de Gula (la déesse de la santé et de la mort) et le scorpion d'Išhara (la déesse de justice et des oracles, Buren 1937, 39,3) se trouvent sur le registre inférieur. Comme nous ne possédons que de très rares informations, ce sujet demanderait à être étudié avec plus d'attention.

La disposition des étoiles et des constellations placées sur les kudurrus de forme conique est un peu différente. Leur ascension droite varie entre 6 h et 23 h. D'habitude on leur trouve associé les corps célestes qui sont situés dans le voisinage ou à l'opposé du ciel (voir Table 9c). Ceci suggère que les monuments de forme conique ne représentent pas un "modèle" de la voûte céleste ni une carte du ciel. Les associations entre les symboles indiquent des différences par rapport aux arrangements sur les kudurrus cubiques. Des recherches plus approfondies sont encore nécessaires.

Conclusion

L'étude de la distribution des motifs de noms de dieux et de leurs symboles sur les kudurrus suggère que les listes standard de noms de dieux de la même époque d'une part et les séries d'étoiles composant ce que l'on appelle les astrolabes d'autre part, furent parmi les facteurs qui ont guidé les sculpteurs cassites dans leur choix et l'arrangement des pierres de borne. Puisque il est possible d'expliquer ces dispositions par les connaissances astronomiques de l'époque cela prouve que les symboles représentent vraiment des étoiles et des constellations.

Cela démontre aussi que l'hypothèse de la représentation des objets célestes au lever et au coucher qui avait été proposée par Cullens et Tuman (1986) est acceptable. Bien que le développement du paradigme général contredit leur idée de possibilités d'une datation astronomique des kudurrus. Malgré que l'iconographie corresponde en effet à des phénomènes astronomiques, elle ne représente pourtant pas une situation particulière de l'état du ciel au moment de la sculpture de ces monuments.

Il semble aussi que les étoiles et les constellations tracées sur les kudurrus ne représentent ni les étoiles *ziqpu* (en culmination) ni les étoiles dans le passage de la lune, ni les étoiles équatoriales ou zodiacales. Ceci correspond bien aux tendances de l'époque : la nécessité de standardisation et d'unification de traditions antérieures. Il est bien connu que ce n'est qu'après que ce processus se soit terminé, que s'est mis en place le mouvement dynamique d'une "astronomie scientifique" (dans le sens d'Aaboe 1974). Compte tenu de cela les pierres de bornes cassites témoignent d'une étape importante dans le développement de l'astronomie mésopotamienne.

References

- Aaboe A.** : 1974, Scientific Astronomy in Antiquity. In : *"The Place of Astronomy in the Ancient World"*, F. R. Hodson (ed), pp 21-42 Philosophical Transactions of the Royal Society of London, vol. 276, n° 1257.
- Arnaud D.** : 1972, Deux Kudurru de Larsa. Etude épigraphique. *Revue d'Assyriologie et d'Archéologie Orientale* 66, 163-176.
- Basmachi F.** : 1967, Miscellanea in the Iraqi Museum. *Sumer* 23, 122-12
- Brinkman J.A.** : 1968, *Political History of Post-Kassite Babylonia 1158-722 BC* ; Analecta Orientalia 4, Pontificium Institutum Biblicum, Rome.
- Brinkman J.A.** : 1976, *Materials and Studies for Kassite History*. Vol. I. The Oriental Institute of the University of Chicago, Chicago.
- Buren E. D. (van)** : 1937- 39 , The Scorpion in Mesopotamian Art and Religion. *Archiv für Orientforschung* 12, 1-28.
- Buren E. D. (van)** : 1945, *Symbols of the Gods in Mesopotamian Art*. Analecta Orientalia 23. Pontificium Institutum Biblicum, Rome.
- Cullens L. , Tuman V.S.** : 1986, Immortality Etched in Stone. Dating Ancient Mesopotamian Stones from Astronomical Symbols. *Griffith Observer* 50,1, 10-19.
- Frank K.** : 1906, *Bilder und Symbole babylonisch-assyrischer Götter*. Leipziger Semitistische Studien Band 2, Heft 2 : 1-32. J.C. Hinrich'sche Buchhandlung, (reedited by Zentralantiquariat der DDR, Leipzig 1968)
- Gadd, C.J.** : 1948, The fan of Baba. *Iraq* 10,2 : 93-100.

Green A. : 1983, Neo-Assyrian apotropaic figures. *Iraq* 45,1 : 8796.

Green A. : 1988, The iconography of Meslamtaea. *Revue d'Assyriologie et d'Archéologie Orientale* 82, 2 : 173-174.18

Hinke W.J. :1907, *A new boundary stone of Neburhadrezzar I from Nippur*. University of Pennsylvania, Philadelphia.

Huber P.J. : 1982, *Astronomical dating of Babylon I and Ur III*. Monographic Journals of the Near East, Occasional Papers 1/4 (June 1982), Undena Publications, Malibu.

Iwaniszewski S. : 1978, *Rola kudurru w kulturze kasyckiej*. Unpublished Master's thesis. Institute of Archaeology, Warsaw University

Kamieniecki I.S., B.I. Marschak and Y.A. Sher : 1975, *Analiz arkheologicheskikh istochnikov*. Nauka, Moskva.

King L.W. : 1912, *Babylonian Boundary-Stones and Memorial-Tablets in the British Museum*. London.

Kolchin B.A., Sher Y.A.: 1970, *Statistiko-kombinatornye metody v arkheologii*. Nauka, Moskva.

Kugler F.X. : 1913, *Sternkunde und Sterndienst in Babel*. Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung, Münster.

Lambert W.G. : 1969, Götterlisten. In : *Reallexikon der Assyriologie* III, 6 : 473-479. Walter de Gruyter & Co., Berlin.

Margueron J.C. : 1972, Deux kudurru de Larsa. Etude iconographique. *Revue d'Assyriologie et d'Archéologie Orientale* 66 : 147-162.

Oppenheim A.L. : 1964, *Ancient Mesopotamia. Portrait of a Dead Civilization*. University of Chicago Press, Chicago. (first published in 1938).

Pallis S. A. : 1956, *The Antiquity of Iraq*. EjnarMunksgaard Ltd, Copenhagen.

Reiner E. : 1981, *Enuma Anu Enlil. Tablet 50-51*. Bibliotheca Mesopotamica, vol. 2, fasc. 2 Undena Publications, Malibu. (in collaboration with D. Pingree)

Scheil V. : *Mémoires de la Délégation en Perse*. Paris.

Scheil V. : 1937, La charrue, symbole de Ningirsu. *Revue d'Assyriologie et d'Archéologie Orientale* 34,1 : 42.

- Seidl U.** : 1968, Die babylonischen Kudurru-Reliefs. *Baghdader Mitteilungen* 4 : 7-220.
- Seidl U.** : 1969, Göttersymbole und Attribute. In : *Reallexikon der Assyriologie*, III, 7 : 484-490. Walter de Gruyter, Berlin.
- Seidl U.** : 1989, *Die babylonischen Kudurru-Reliefs. Symbole mesopotamischer Gottheiten*. Orbis Biblicus et Orientalis 87. Universitätsverlag Freiburg, Schweiz, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
- Soden W. (von)** : 1960, Zweisprachigkeit in der Geistigen Kultur babyloniens. *Sitzungsberichte der österreichische Akademie der Wissenschaften, Philosophisch-Historische Klasse* 235, 1 : 3-33.
- Steinmetzer F X.** : 1922, *Die babylonischen Kudurru (Grenzsteine) als Urkunden*. Verlag von Ferdinand Schöningh, Paderborn.
- Thureau-Dangin F.** : 1919, Un acte de donation de Marduk-zakir-sumi. *Revue d'Assyriologie et d'Archéologie Orientale* 16,3 : 177-156.
- Thureau-Dangin F.** : 1924, Les sculptures rupestres de Maltaï. *Revue d'Assyriologie et d'Archéologie Orientale* 21,4 : 185-197.
- Toscanne P.** : 1917, Sur la figuration et le symbole du scorpion. *Revue d'Assyriologie et d'Archéologie Orientale* 14,2 : 187-203.
- Waerden B. L. van** : 1974, *Science Awakening II*. Noordhoff International Publishing, Leyden and Oxford University Press, New York.
- Watelin L. Ch.** : 1933, *Observations nouvelles sur les kudurru*. Paul Geuthner, Paris.
- Weidner E.F.** : 1915, *Handbuch der babylonischen Astronomie*. J.C. Hinrichs'sche Buchhandlung, Leipzig.
- Weidner E.F.** : 1924-5, Altbabylonische Götterlisten. *Archiv für Keilschriftforschung* 2 : 1-82.2
- Weidner E.F.** : 1927, Eine Beschreibung des Sternenhimmels aus Assur. *Archiv für Orientforschung* 4 : 73-85.
- Zimmern H.** : 1906, *Göttersymbole des Nazimarittas-Kudurru*. Leipziger Semitistische Studien Band 2, Heft 2 : 33-44. J.C. Hinrich'sche Buchhandlung, Leipzig, (reedited by Zentralantiquariat der DDR, Leipzig 1968).

Zimmern H. : 1911 Zur Herstellung der grossen babylonischen Götterliste An = (ilu)
*Anum. Berichte über die Verhandlungen der Königlich Sächsischen Gesellschaft
 der Wissenschaften, Philologisch-historische Klasse 63,4 : 83-125.*

TABLE 1. Nombre des divinités invoquées.

divinités	nombre de fois qu'elles apparaissent dans les inscriptions	divinités	nombre de fois qu'elles apparaissent dans les inscriptions
Adad	13	Šamaš	11
Anu	12	Harhur	11
Sin	12	Šumalia	10
Is	11	Gula	10
Enlil	11	Šuškunna	8
Ilani	11		

TABLE 2. Nombre des symboles divins placés sur les kudurrus.

symboles divins	nombre de fois qu'elles apparaissent sur les monuments	symboles divins	nombre de fois qu'elles apparaissent sur les monuments
tiare	35	lion-serpent	30
étoile	34	disque solaire	29
croissant	34	scorpion	26
épée	33	lance	25
serpent	32	chien	25
écail	31	oiseau perché sur un bâton	22

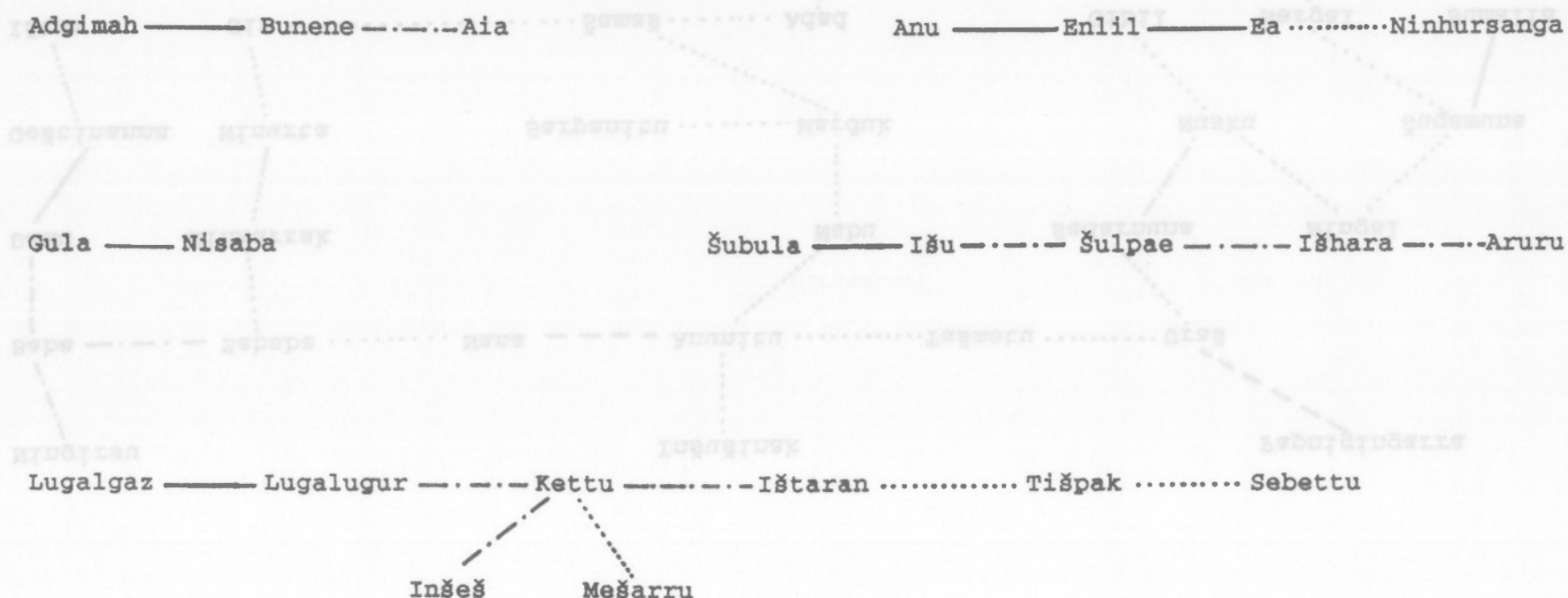
TABLE 1. Nombre des divinité invoqués.

dieux	nombre de fois qu'ils apparurent dans les inscriptions	dieux	nombre de fois qu'ils apparurent dans les inscriptions
Adad	13	Samas	11
Anu	12	Marduk	11
Sin	12	Sumalia	10
Ea	11	Gula	10
Enlil	11	Sugamuna	8
ilani	11		

TABLE 2. Nombre des symboles divins placés sur les kudurrus.

symboles divins	nombre de fois qu'ils apparurent sur les monuments	symboles divins	nombre de fois qu'ils apparurent sur les monuments
tiare	35	lion-serpent	30
étoile	34	disque solaire	29
croissant	34	scorpion	26
épieu	33	lampe	25
serpent	32	chien	25
éclair	31	oiseau perché sur un bâton	22

TABLE 3. cont



valeurs du coefficient de corrélation: ——— 1.00 - 0.50; ——— 0.49 - 0.3; ——— 0.29 - 0.1;
 0.09 - 0.06

TABLE 4. Analyse statistique de l'arrangement des symboles divins disposés sur les kudurrus cassites.

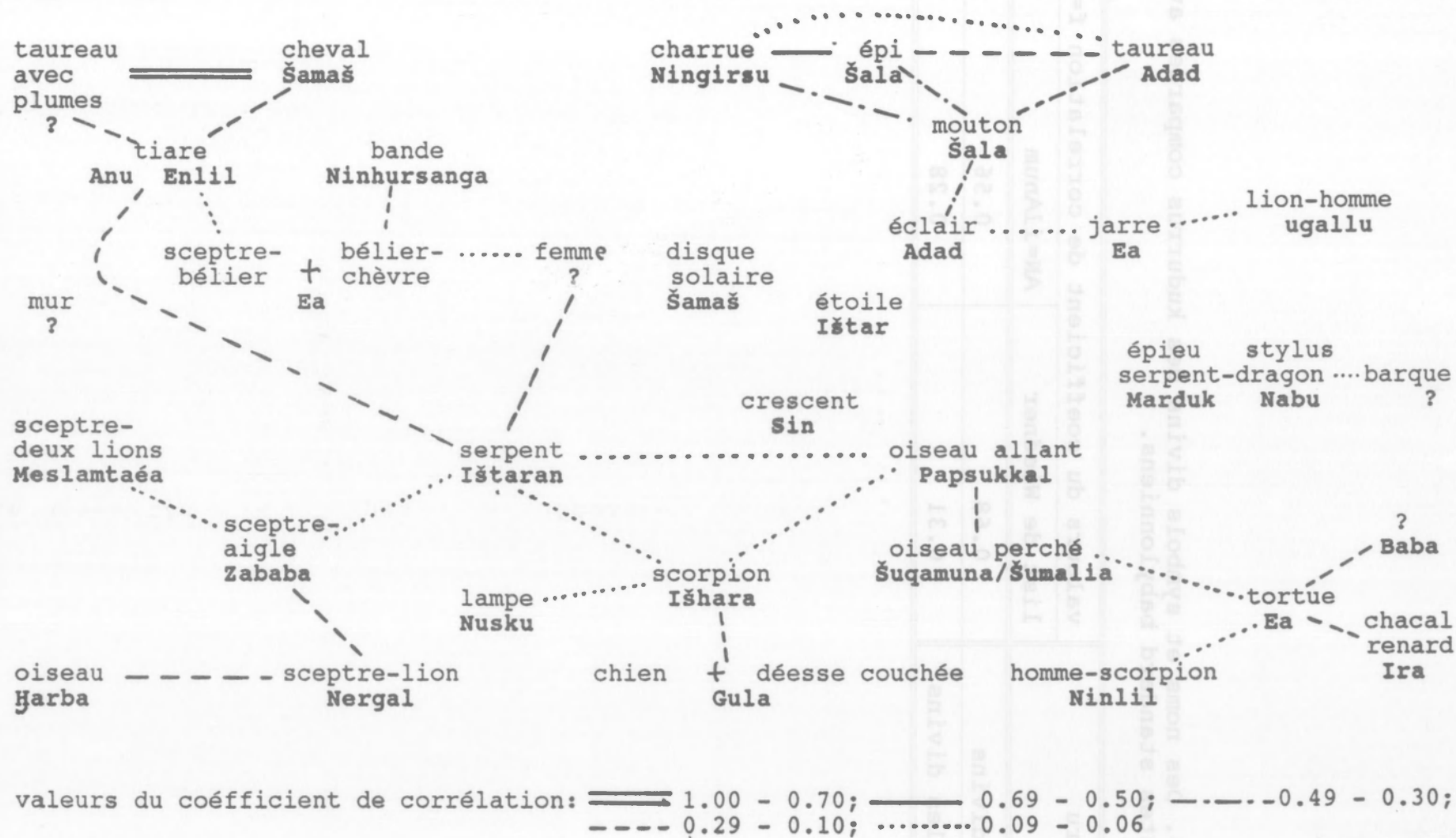


TABLE 5. Des noms et symbols divins des kudurrus comparées avec des listes standard babyloniens.

kudurru	valeurs du coefficient de correlation f=	
	list de Wiedner	AN=ilAnum
noms divins	0.68	0.56
symboles divins	0.31	0.28

TABLE 6. Un choix des plus longues suites de noms de dieux placés sur des kudurru cassites avec leur affiliations selon AN=ilAnum.

kudurru SB 26

noms	affiliations	noms	affiliations
Anu	Anu	Nana	Istar
Enlil	Enlil	Adad	Sin
Ea	Ea	Sala	Sin
Ninhursanga	Belet ili	Mesarru	Sin
Sin	Sin	Nergal	Nergal
Samas	Sin	Las	Nergal
Aia	Sin	Isum	Nergal
Bunene	Sin	Subula	Nergal
Adgimah	Sin	Lugalgirra	Nergal
Inses	Sin	Lugalasal	Nergal
Kettu	Sin	Mamitu	Nergal
Mesarru	Sin	Mesarru	Sin
Marduk	Ea	Ninbad	
Sarpanitu	Ea	Tispak	
Nabu	Ea	Istaran	Nergal
Tasmetu	Ea	Papnigingarra	Ninurta
Ninurta	Ninurta	Nusku	Enlil
Ninkarrak		Sadarnuna	Enlil
Zababa	Ninurta	Uras	Ninurta
Bau	Ninurta	Ninegal	(Ninurta)
Damu	Ninurta	Sugamuna	Nergal
Gestinnanna	Sin	Sumalia	Nergal
Istar	Istar		

Kudurru BM 90827

noms	affiliations	noms	affiliations
Anu	Anu	Samas	Sin
Enlil	Enlil	Adad	Sin
Ea	Ea	Papnigingarra	Ninurta
Sin	Sin	Uras	Ninurta
Samas	Sin	Ninegal	Ninurta
Adad	Sin	Sugamuna	Nergal
Marduk	Ea	Sumalia	Nergal
Ningirsu	Ninurta	Istar	Istar
Bau	Ninurta		

Kudurru SB 21

noms	affiliations	noms	affiliations
Marduk	Ea	Adad	Sin
Anu	Anu	Gibil	Ea
Enlil	Enlil	Nusku	Enlil
Ea	Ea	Šugamuna	Nergal
Šulpae	Enlil	Šumalia	Nergal
Ishara	Enlil	Istaran	Nergal
Arurru		Kettu	Sin
Sin	Sin	Lugalur	Nergal
Šamaš	Sin	Lugalgaz	Nergal
Ištar	Ištar	Meslamtaéa	Nergal

TABLE 7. Les correspondances entre les symboles des dieux, les noms divins et les corps célestes.

symbols	dieux	corps célestes
croissant	Sin	Lune
disque solaire	Samas	Soleil
étoile	IŠtar	Vénus
éclair	Adad	Corvus ¹
le mur de défense		
la tour dégradée		
la barque divin		
tiare	Anu, Enlil	Ophiuchus ²
épieu	Marduk	Jupiter α Leo ³
instrument pour écrire	Nabu	α Sco
charrue	Ningirsu	Centaurus ⁴
lampe	Nusku	BAR ⁵
jarre	Ea	
masse		
	Baba ⁶	
épi	Sala	α + Virginis
chat		
chien	Gula	Hercules Lyra ⁷
chacal, renard	Ira	80-86 UMa
cheval	Samas ⁸	une partie de Pégase? ⁹
taureau	Adad	
mouton	Sala	
oiseau avec sa tête retourné	Harba	
oiseau allant	Papsukkal	Orion
oiseau perché sur le bâton	Suqamuna et Sumalia	
tortue	Ea	
serpent	Ištaran	Hydra
scorpion	IŠhara	Scorpio

sceptre avec les têtes doublés des lions	Meslamtaéa ¹⁰	Gemini
sceptre avec la tête de lion ¹¹	Nergal	Cygnus + une partie de Cepheus
sceptre avec la tête d'aigle	Zababa	Ophiuchus ¹²
sceptre avec la tête de bélier	Ea	Piscic Austrinus ¹³
femina avec les piés croissant		
homme-scorpion	Ninlil	Ursa Maior
homme-lion	ugallu ¹⁴	
animal-homme portant		
cénaire	Pabilsag	Saggitarius + θ Ophiuchi
bélier-chèvre	Ea	Capricornus
lion-dragon	Adad	
serpent-dragon	Marduk, Nabu	
taureau avec plumes		
dieux à l'éclair dieux à le vase	Adad Ea	
déesse couchée déesse à l'épi	Gula Sala	voir chien
bande	Ninhursanga	γ + Velorum
croix		

¹ l'identification reste on des séries ^{mul}APIN.

² Il y a plus d'étoiles et des planètes associées avec Anu et Enlil. Ophiuchus est le seul nom qui se réfère aux deux dieux (voir V R 4616, Weidner 1915:51).

³ Jupiter est le premier des corps célestes que représente Marduk. Toutefois, dans mon analyse j'ai choisila deuxième possibilité parce qu'elle désigne une étoile fixe.

⁴ La charrue est un symbol bien établi de Ningirsu (Scheil 1937). La constellation associée à Ningirsu est le Centaure (BM 86378 II,22, Weidner 1915:36), bien qu'il y ait une constellation bien connue de la charrue.

⁵ Cette association est notée dans V R 46:14 (Weidner 1915:51) mais aucune constellation moderne n'a pu lui être associée.

⁶ Gadd 1948.

⁷ Le deux symboles de Gula (un chien et une déesse assise)

représentent les deux constellations (BM 86378 I,24-25, Weidner 1915:35, voir aussi Kugler 1913:58).

⁸ Bien que Seidl (1989:145) identifie ce symbole avec Anu et/ou Ea, le cheval devrait plutôt être associé avec une divinité solaire (p.e. Buren 1945:39). Dans les mythologies indo-européennes (l'origine des Cassites n'est pas connue, ils étaient au moins en contact avec les Indo-européennes) les chevaux sont des symboles solaires par excellence.

⁹ la position exacte de cette constellation n'est pas connue (Kugler 1913:11).

¹⁰ Selon Green (1988) Meslamataea est décrit comme "un dieu qui porte une hache double et une masse" (emphase de l'auteur).

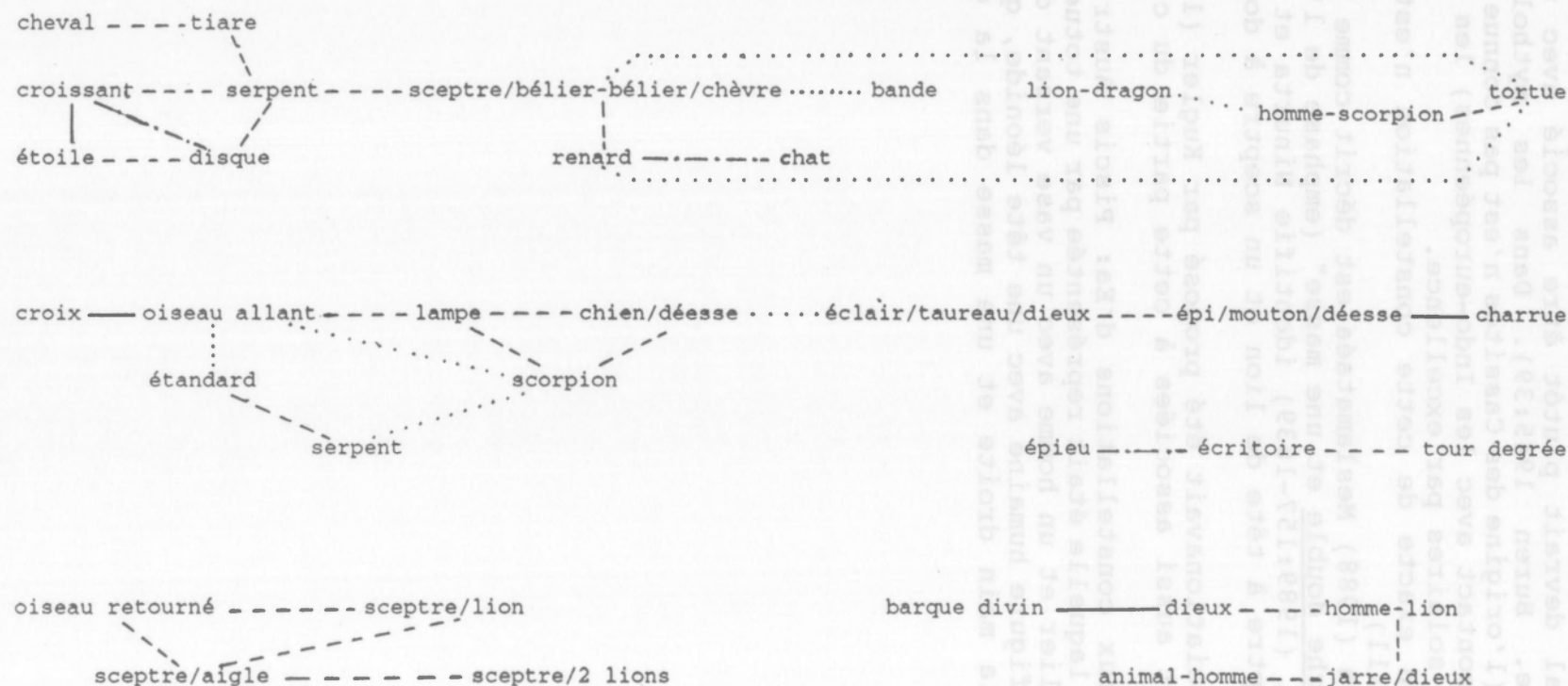
¹¹ Mais Seidl (1989:157-1639) identifie Ninurta et Nergal à la fois une sceptre à tête de lion et un sceptre à double tête de lion.

¹² Cette association avait été proposé par Kugler (1913:42). Anu et Enlil sont aussi associées à cette partie du ciel. Est-ce possible?

¹³ Il y a deux constellations d'Ea: Piscis Austrinus et ζ + Puppis. Mais laquelle était représentée par une totue, un sceptre à tête de bélier et un homme avec un vase versant de l'eau?

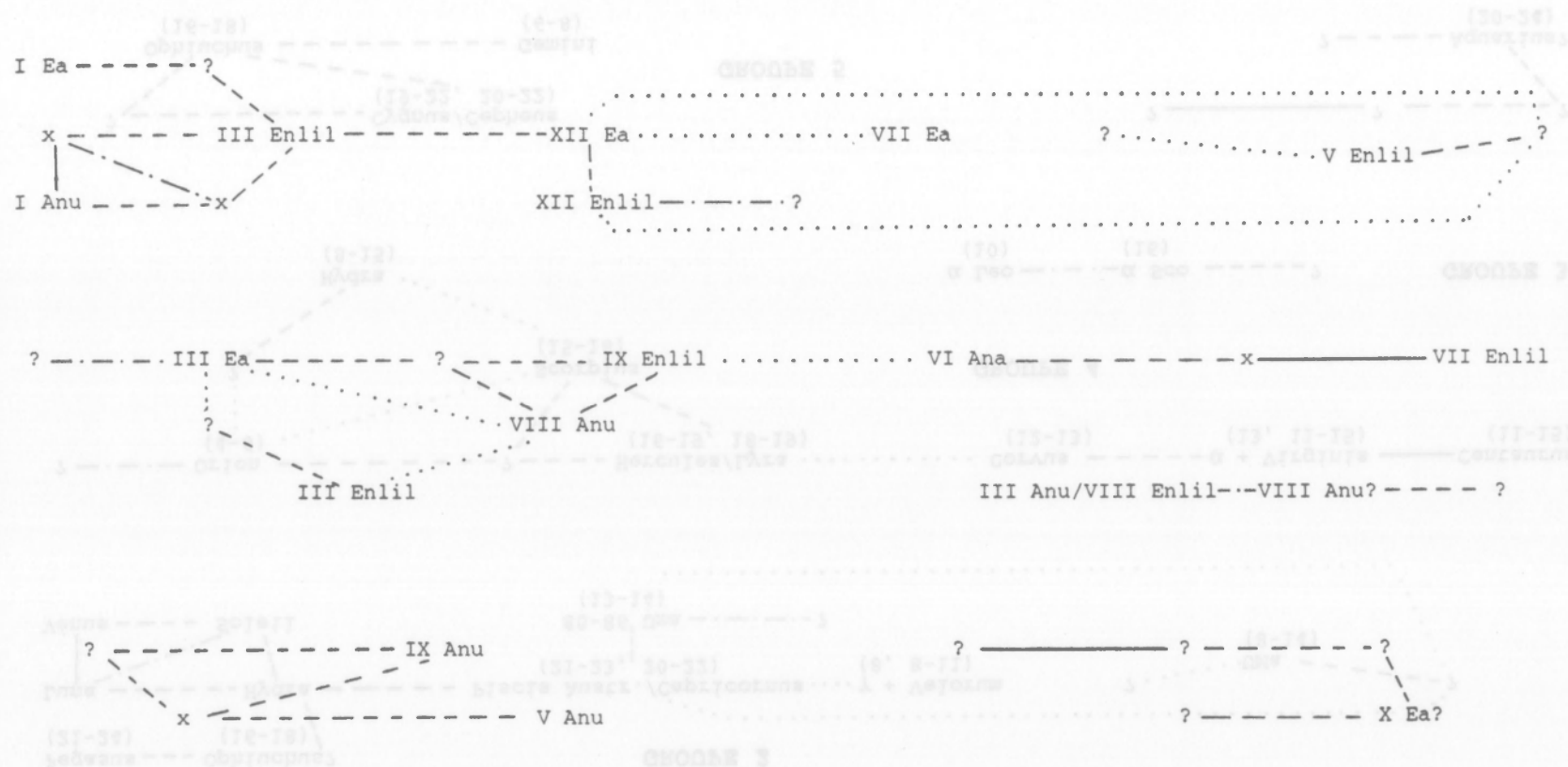
¹⁴ C'est une figure humaine avec une tête léonide, qui porte une dague dans la main droite et une masse dans la gauche (Reed 1983).

TABLE 8a. Analyse statistique de l'arrangement des symboles divins disposés sur les kudurrus de forme cubique.



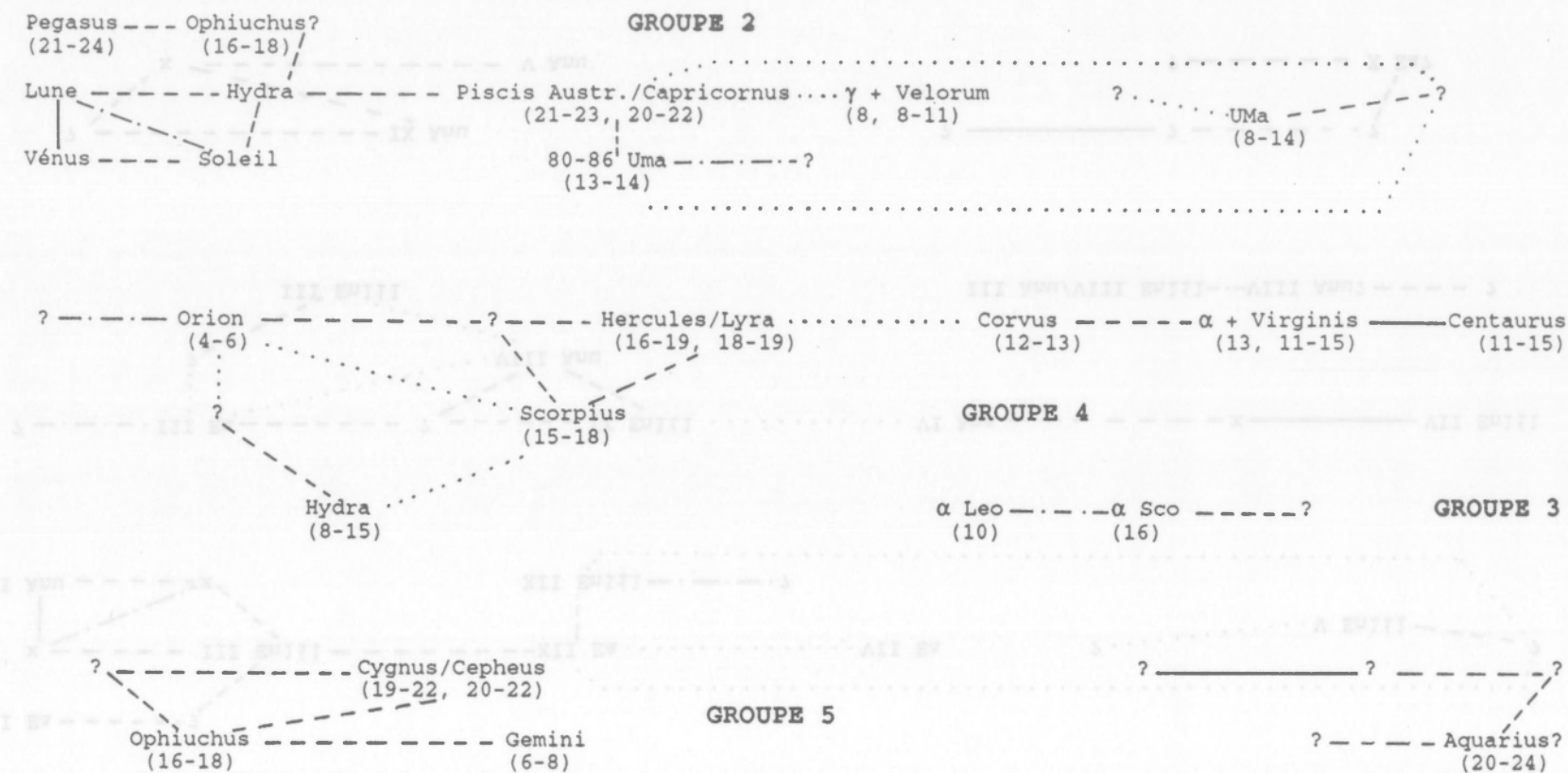
valeurs du coefficient de corrélation: ————— 1.00 - 0.50; ———— 0.49 - 0.3; --- 0.29 - 0.1;
 0.09 - 0.08

TABLE 8b. Analyse statistique de l'arrangement des symboles divins disposés sur les kudurrus de forme conique. Les symboles sont associés avec les corps célestes et comparés avec leur arrangements en l'astrolabe B. Les nombres indiquent les positions des mois dans l'année babylonienne.



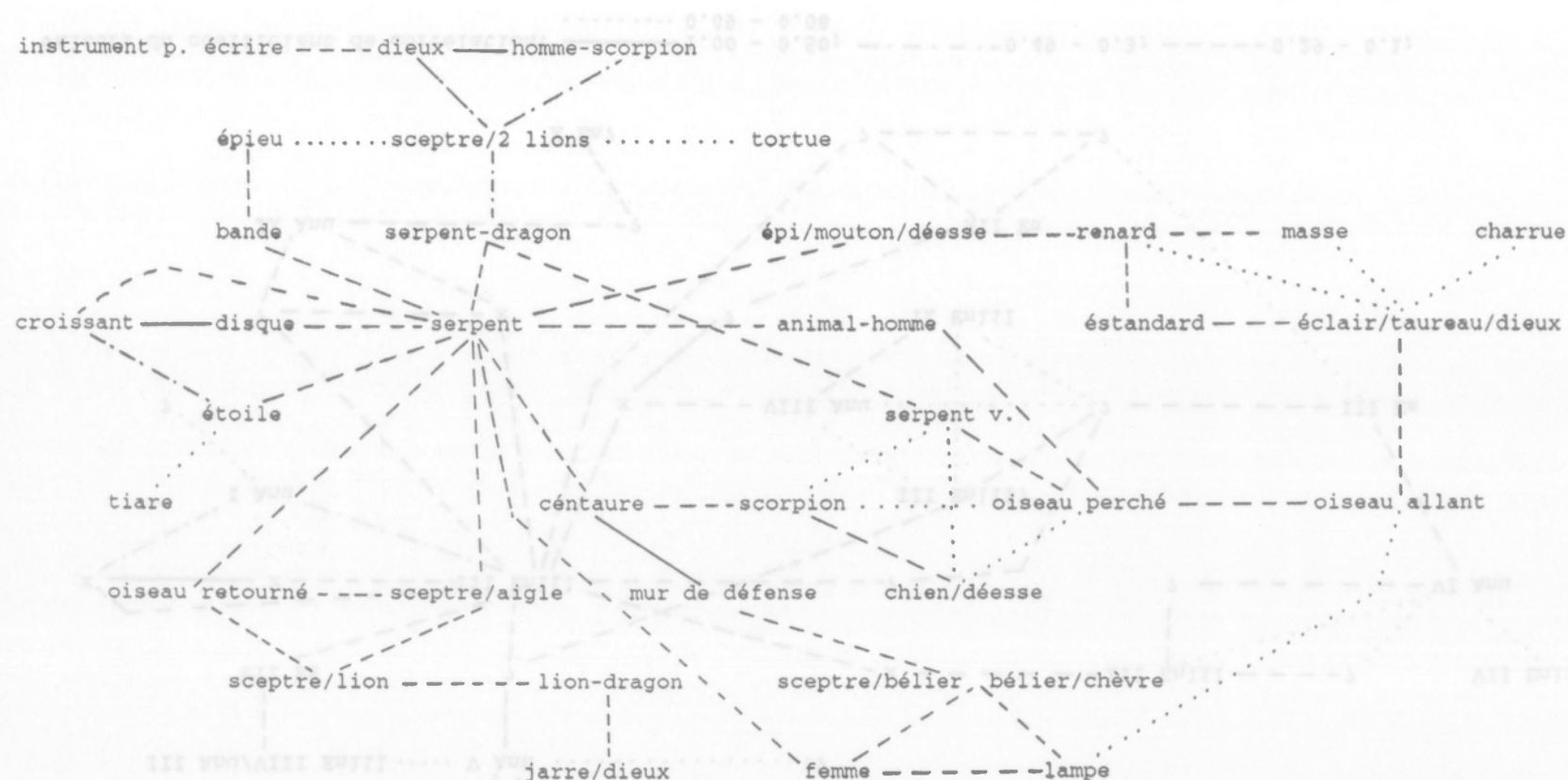
valeurs du coefficient de corrélation: 1.00 - 0.50; 0.49 - 0.3; 0.29 - 0.1; 0.09 - 0.08

TABLE 8c. Analyse statistique de l'arrangement des symboles divins disposés sur les kudurrus coniques. Les symboles sont associés avec les corps célestes. Les nombres marquent les valeurs de l'ascension droite (heure) à l'époque de référence (l'an 1950).



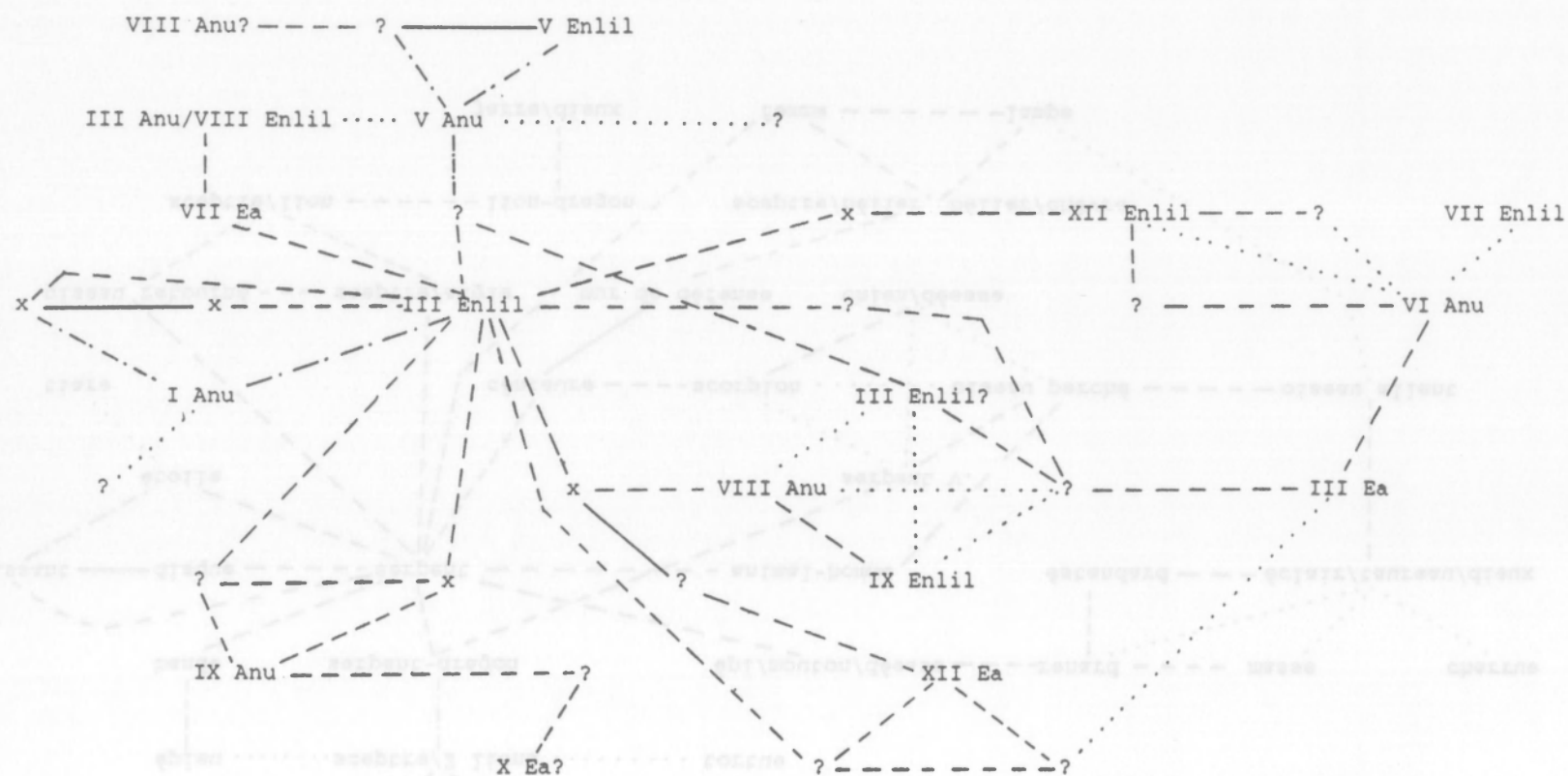
valeurs du coefficient de corrélation: ————— 1.00 - 0.50; ———— -0.49 - 0.3; ——— -0.29 - 0.1;
..... 0.09 - 0.08

TABLE 9a. Analyse statistique de l'arrangement des symboles divins disposés sur les kudurrus coniques.



valeurs du coefficient de corrélation: ————— 1.00 - 0.50; - - - - - 0.49 - 0.3; - - - - 0.29 - 0.1;
 0.09 - 0.08

TABLE 9b. Analyse statistique de l'arrangement des symboles divins disposés sur les kudurrus coniques. Les symboles sont associés avec les corps célestes et comparés avec leur arrangements en l'astrolabe B. Les nombres indiquent les positions des mois dans l'année babylonienne.



**Problèmes d'astronomie de position
pour les recherches à caractère
historique**

MORANDO B.
Bureau des Longitudes
Paris (France)

PROBLEMES D'ASTRONOMIE DE POSITION POUR LES RECHERCHES A CARACTERE HISTORIQUE

Demandes des historiens

Les phénomènes astronomiques ou les positions des astres à une date donnée peuvent être prédits avec précision par les astronomes. Comparées aux observations ces données peuvent être utilisées pour établir la position de l'observateur à la surface de la Terre, c'est le problème de la navigation, mais aussi pour préciser ou éclaircir bien d'autres faits : hauteurs et azimuts du Soleil pour les architectes, levers et couchers de Soleil en un lieu donné, etc...

A la lumière des demandes faites depuis trente ans au Bureau des longitudes on peut établir la liste suivante, non exhaustive, des besoins des historiens en ce domaine.

1) Datations d'événements (avènements de souverains, batailles, etc.) quand les chroniqueurs y associent des phénomènes astronomiques remarquables (éclipses, apparition de comète) ou plus courants (phases de la Lune, visibilité de certaines constellations). Citons par exemple la date de la mort de Louis le Débonnaire qui a pu être fixée à 840 après J.-C. grâce au fait qu'un chroniqueur a signalé qu'une éclipse de Soleil eut lieu cette année là le 5 mai, veille de l'Ascension.

2) Orientation ou signification de monuments dont on est amené à penser que leur construction s'est appuyé sur des considérations astronomiques. C'est le cas par exemple pour les monuments d'Abou Simbel ou la pyramide de Chéops dont une galerie est éclairée jusqu'au fond à une certaine heure d'un certain jour de l'année. Les monuments mégalithiques de Stonehenge ont donné lieu à de nombreuses études de ce genre.

3) Etudes liées à l'établissement de calendriers, qu'il s'agisse du calendrier égyptien pour lequel le lever héliaque de Sirius jouait un grand rôle ou du calendrier républicain français dont le début de l'année, lié à l'équinoxe d'automne, a donné lieu à d'intéressantes controverses.

De même sont utiles les calculs des dates des fêtes religieuses, en particulier de la date de Pâques et des fêtes mobiles avec elle.

4) Compréhension du fonctionnement de cadrans solaires anciens ou de monuments tels que les méridiennes (Saint Sulpice à Paris, par exemple).

5) Vérification de dates ou de circonstances particulières figurant dans des œuvres littéraires. Certaines précisions de ce genre données dans les romans sont fantaisistes. Alexandre Dumas, par exemple, est peu rigoureux dans ce domaine c'est ainsi que dans *Les mohicans de Paris*, les héros sortent d'un cabaret à minuit le mardi gras de l'année 1827 par un magnifique clair de Lune. Il est facile de vérifier que c'était justement la nouvelle lune ce jour là.

Chateaubriand, au contraire est toujours crédible quand il donne des précisions d'ordre astronomique. C'est grâce à cela que l'astronome André Danjon a pu faire corriger la fin des *Mémoires d'outre-tombe*. En effet on y lit la phrase suivante : "En traçant ces derniers mots, ce 16 novembre 1841, ma fenêtre, qui donne à l'ouest sur les jardins des missions étrangères, est ouverte : il est six heures du matin; j'aperçois la lune pâle et élargie; elle s'abaisse sur la flèche des Invalides à peine révélée par le premier rayon doré de l'Orient ..." Mais le 16 novembre 1841 à six heures du matin la Lune était couchée depuis longtemps. La date réelle est le 1er novembre, écrit 1r sur le manuscrit. Le copiste a pris le r pour un 6 (cf. *Les Mémoires d'outre-tombe* Edition du centenaire. Flammarion, appendice du tome IV).

Il est intéressant de noter que si les historiens ont souvent besoin des astronomes, inversement les astronomes peuvent avoir besoin des historiens. C'est le cas par exemple quand on veut établir la loi qui préside au ralentissement de la durée de la rotation de la Terre autour de son axe. Ce phénomène, très lent puisque la durée du jour s'accroît de deux millièmes de seconde par siècle environ, a pour conséquence qu'une éclipse de Soleil ancienne n'a pas été vue à l'endroit prévu par un calcul s'appuyant sur la valeur actuelle de la durée du jour. Les astronomes recherchent donc les récits anciens d'éclipses dont ils espèrent de précieux renseignements. C'est ainsi que l'astronome américain Newcomb, à la fin du siècle dernier, a étudié les éclipses décrites par Xénophon. Un travail récent par Stephenson et Yau sur une éclipse de Soleil vue dans le nord de la Chine en 1221 doit paraître dans *Astronomy and Astrophysics*. Par ailleurs des chroniques chinoises anciennes décrivent le passage de la planète Vénus sur le disque du Soleil, observé fortuitement alors que le Soleil rouge sur le point de se coucher pouvait être regardé sans danger. Cette observation est également précieuse pour mesurer le ralentissement de la Terre.

Nature des données et des calculs nécessaires

On peut classer les renseignements cherchés par les historiens sous les rubriques suivantes :

1) Calcul de l'heure du lever ou du coucher du Soleil, de la Lune, des planètes ou de certaines étoiles brillantes.

Ces calculs exigent de manipuler des algorithmes assez complexes pour les profanes. Il existe cependant des descriptions des opérations à effectuer que des amateurs entraînés peuvent programmer eux-même sur calculatrice programmable ou micro ordinateur mais ce n'est pas facile, surtout pour la Lune.

L'utilisation de programmes tout faits n'est pas non plus évidente car on peut commettre des erreurs en rentrant les coordonnées du lieu (signe de la longitude, en général négatif à l'est de Greenwich, unités : heures minutes et secondes ou degrés minutes et secondes). Les *Ephémérides du Bureau des longitudes* (désignées par EPHBDL dans la suite) ne donnent ces heures que pour l'année en cours et pour Paris ainsi que des méthodes de corrections pour d'autres lieux. Si les heures du lever et du coucher du Soleil varient peu pour une date donnée d'une année à l'autre, ceci est tout à fait faux pour la Lune et les planètes. Pour obtenir les heures de lever et de coucher des astres pour des lieux quelconques et des dates quelconques le mieux est de s'adresser au Service minitel du Bureau des longitudes, 36 16 BDL (voir plus loin) ou d'écrire au BDL.

2) Calcul des coordonnées d'un astre à un instant donné.

Ceci permet de savoir par exemple si une planète se trouvait dans telle ou telle constellation ou au voisinage de telle étoile brillante à telle époque. Ceci permet également de calculer la hauteur et l'azimut des astres.

Rappelons les définitions suivantes

L'observateur du ciel se croit au centre d'une sphère limitée par le plan et le grand cercle de l'horizon. La sphère céleste, dite aussi *sphère des fixes*, car les étoiles ont l'air d'y être fixées, semble tourner en 24h autour d'un axe, l'*axe du monde*, passant par l'observateur et par un point du ciel, appelé pôle céleste nord, voisin de l'étoile dite *polaire* (alpha de la Petite Ourse). Le plan de l'équateur céleste est le plan passant par l'observateur et perpendiculaire à l'axe du monde, il coupe la sphère des fixes suivant un grand cercle, l'*équateur*. Sur l'équateur on prend pour origine un point remarquable le point g ou équinoxe où se trouve le Soleil au début du printemps. La *déclinaison* d'un astre est l'angle que fait la direction de cet astre avec le plan de l'équateur, compté de 0° à 90° vers le pôle nord et de 0°

à -90° vers le pôle sud. L'*ascension droite* de l'astre est l'angle que fait la projection de la direction de l'astre sur le plan de l'équateur avec la direction du point g. Elle est comptée de 0° à 360° (ou de 0h à 24h) dans le sens direct (ou sens trigonométrique).

L'angle que fait la direction d'un astre à un instant donné avec le plan de l'horizon est appelé *hauteur de l'astre*, il est compté de 0° à 90° au dessus de l'horizon, de -0° à -90° en dessous. Le point de hauteur $+90^\circ$, point situé à la verticale de l'observateur, s'appelle le *zénith* du lieu. Le plan passant par la verticale de l'observateur et par la direction du pôle s'appelle le *méridien* du lieu, il coupe le cercle de l'horizon en deux points, un point appelé *nord* du côté du pôle nord et un point appelé *sud* du côté opposé. L'angle que fait la projection de la direction d'un astre sur l'horizon avec la direction du sud s'appelle l'*azimut* de l'astre. Il es compté en général de 0° à 360° à partir du sud positivement vers l'ouest.

L'ascension droite et la déclinaison des étoiles varient peu, ce qui permet justement de les grouper en constellations apparemment immuables sur la sphère céleste. En revanche l'ascension droite et la déclinaison du Soleil, de la Lune et des planètes varient beaucoup au cours du temps. Calculer ces variations c'est calculer l'*éphéméride* des ces corps ce qui est un calcul difficile même si l'on se contente d'une faible précision. Par ailleurs le pôle se déplace lentement parmi les étoiles (phénomène de la précession) si bien que l'étoile polaire n'a pas toujours été celle que nous connaissons. Des constellations visibles du bassin méditerranéen dans l'antiquité ne le sont plus aujourd'hui (le Centaure par exemple).

On pourra consulter la classique *Astronomie Générale* d'André Danjon, récemment republiée par A. Blanchard mais, surtout, les ouvrages de J. Meeus *Calculs astronomiques pour amateurs*, (en français), publié par la Société astronomique de France et *Astronomical algorithms* (en anglais) chez Willman-Bell (cf. bibliographie) ou le livre de C. Dumoulin et J.-P. Parisot *Astronomie pratique et informatique* (Masson). On trouvera dans EPHBDL des éphémérides des corps du système solaire pour l'année en cours, pour le passé on pourra consulter les anciens annuaires du BDL ou la *Connaissance des Temps* où figurent pour les trois derniers siècles des tables interpolables des coordonnées des corps du système solaire.

Pour un passé plus lointain, ou même pour un passé récent ou pour l'avenir on utilisera l'ouvrage *Planetary programs and Tables from -4000 to +2800* de P. Bretagnon et J.-L. Simon (cf. bibliographie). Pour le Soleil et les planètes Mercure, Vénus et Mars on doit faire la somme de séries trigonométrique dont les coefficients figurent dans des tables, pour les autres planètes on doit sommer les termes d'un polynômes dont les coefficients sont à choisir selon la période de temps envisagée. Des disquettes pour micro ordinateur accompagnent le livre ce qui permet de réduire au minimum l'intervention de l'utilisateur.

En ce qui concerne la Lune un ouvrage tout à fait semblable dû à J. et M. Chapront a paru chez le même éditeur sous le titre *Lunar tables and*

programs from 4000 BC to 8000 AD. les précisions données dans ces deux ouvrages qui sont au pire d'un centième de degré (de presque un degré pour la Lune il y a 4000 ans) sont largement suffisantes pour les besoins des historiens.

Le calcul de la hauteur et de l'azimut d'un astre, ou de l'azimut à son lever (quand la hauteur est nulle), est très souvent utilisé. Il dépend :

- de la position de l'observateur à la surface de la Terre, caractérisée par la donnée de sa longitude et de sa latitude,
- de l'heure,
- de la position de l'astre sur la sphère des fixes caractérisée par la donnée de son ascension droite et de sa déclinaison.

Quand on connaît ces trois ensembles de données le calcul n'est pas très difficile. Il est décrit dans les EPHBDL, mais on peut l'obtenir au 3616 BDL.

3) Calcul des dates d'éclipses et des circonstances locales d'une éclipse de Soleil.

Les éclipses de Lune sont visibles de tout l'hémisphère terrestre pour lequel la Lune est levée. En général il suffit de savoir s'il y a eu une éclipse de Lune à une date donnée. On consulte les "canons d'éclipses", soit le *Canon der Finsternisse* d'Oppolzer paru en 1887 et republié par Dover publications en 1962, soit le *Canon of lunar eclipses* de J. Meeus et H. Mucke publié par l'Astronomisches Buro de Vienne en 1983.

En ce qui concerne les éclipses de Soleil le problème est plus difficile car leur visibilité dépend du lieu. Les canons, et en particulier le *Canon of solar eclipses* de H. Mucke et J. Meeus (1983), donnent non seulement les dates des éclipses mais les éléments de Bessel permettant de calculer les circonstances locales de l'éclipse (heures de début et de fin par exemple) ainsi que la façon d'utiliser ces données. Des explications analogues figurent dans les EPHBDL. Les calculs ne sont pas très compliqués.

Signalons aux possesseurs de Macintosh que le logiciel "Voyager", remarquable à bien des égards, est particulièrement efficace pour les éclipses dont on peut simuler le déroulement sur l'écran.

4) Relations d'apparition de comètes.

Les comètes visibles à l'œil nu sont assez rares mais elles ont toujours attiré l'attention et ce d'autant plus qu'on leur a longtemps donné valeur de présage. De ce fait elles peuvent jouer un grand rôle pour la chronologie. Les éléments de l'orbite héliocentrique d'une comète permettent, soit par calcul programmé, soit à l'aide du logiciel Voyager, de connaître l'éphéméride de la comète et donc de savoir où et quand elle a été vue. Pour une orbite parabolique ces éléments sont : la distance périhélie, l'inclinaison

du plan de l'orbite sur le plan de l'écliptique, la longitude du nœud ascendant, la distance angulaire entre le nœud ascendant et le périhélie et enfin l'instant du passage au périhélie. Si l'orbite est elliptique au lieu de la distance périhélie il faut connaître le demi-grand axe et l'excentricité. Des listes de telles données pour la plupart des anciennes comètes figurent dans le *Catalogue of cometary orbits* de B. G. Marsden (1989).

Un document très utile est le *Catalog of ancient and naked-eye comets* de Ichiro Hasegawa, publié dans *Vistas in Astronomy* qui donne des informations complètes sur les comètes apparues (région du ciel où elles ont été vues, pays où elles ont été signalées, etc.)

5) Phases de la Lune. Phénomènes astronomiques divers.

Là encore il est possible de programmer soi-même les dates et heures des phases pour un mois donné d'une année quelconque mais il existe des listes comme celle publiée dans *Phases of the moon 1801-2010*, de Jean Meeus ou dans ses *Astronomical tables*. Le 36 16 BDL donne ces dates depuis -4000.

D'autres phénomènes remarquables peuvent intéresser les historiens comme les dates des équinoxes et solstices (cf. *Equinoxes and solstices on Earth and Mars 1580-2500*, Christian Steyaert 1976 et *Astronomical tables* de J. Meeus) ou les dates d'oppositions des planètes supérieures, époques où elles sont le plus près de la Terre et brillent toute la nuit (cf. *Opposition of Mars 0-3010*, Edwin Goffin 1976 et *Astronomical tables* de J. Meeus).

6) Calendriers. Chronologie

On pourra consulter le livre intitulé *La chronologie* de V. Grümel qui comporte en outre de nombreuses listes d'éclipses et de comètes. La date de Pâques dans le calendrier julien ou le calendrier grégorien peut se calculer au moyen d'algorithmes simples que l'on trouve par exemple chez Meeus mais des listes de dates de Pâques et de fêtes religieuses dans différents calendriers figurent aussi dans les EPHBDL.

Le Bureau des longitudes a publié à l'occasion du bicentenaire de la Révolution un ouvrage très complet sur le calendrier républicain français (cf. Bibliographie).

Classement des sources

1) Ephémérides publiées

La Connaissance des Temps, éphéméride française officielle, a été créée en 1679 et a paru tous les ans depuis. Elle est calculée et publiée par le Bureau

des longitudes depuis la fondation en 1795 de cet organisme qui édite également depuis cette date un *Annuaire du Bureau des Longitudes*, éphéméride de faible précision. Ces ouvrages, disponibles dans les bibliothèques, constituent une source précieuse de renseignements tout calculés pour les trois derniers siècles. On trouvera des renseignements du même type dans le *Nautical Almanach* anglais, publié depuis 1767.

2) Calculs d'éphémérides

On a cité plus haut de nombreux ouvrages où l'on peut trouver des algorithmes de calcul d'éphémérides ou de phénomènes astronomiques. La programmation de ces algorithmes paraîtra plus ou moins simple selon la familiarité qu'on aura avec l'astronomie et l'informatique. Il faut savoir aussi que les performances des programmes, en particulier la durée d'exécution, dépend beaucoup du matériel utilisé. Ainsi par exemple un programme en langage Pascal du calcul de l'heure du lever et du coucher du Soleil, ainsi que du début et de la fin du crépuscule civil en un lieu donné pour chaque jour d'une année entière prend 50 minutes sur un Macintosh SE. Exactement le même programme pour le même calcul prend 23 secondes sur un Mac II ou un Powerbook 170.

Si l'on ne veut pas programmer soi-même on trouve des programmes tout faits en Basic dans certains ouvrages. De toute façon les bureaux d'éphémérides, en particulier en France le Bureau des longitudes, effectuent des calculs à la demande, si les demandes sont raisonnables. Les renseignements que demandent les historiens sont en général les plus appréciés par nos collègues car ils se présentent souvent sous forme de problèmes curieux et inattendus.

3) Le service Minitel du Bureau des longitudes

Depuis le printemps 1991 le Bureau des longitudes est maître d'œuvre d'un serveur minitel accessible par le 36 16 BDL. L'utilisateur trouve un menu qui lui permet de s'orienter vers le renseignement de son choix. En mai 1992 sont disponibles les rubriques suivantes : heures de lever et de coucher du Soleil et de la Lune, azimuts et hauteur du Soleil n'importe où et pour n'importe quelle date. Eclipses de Lune et de Soleil, phases de la Lune, date des saisons. Définitions et concordances des calendriers. Fêtes légales et religieuses. Heure légale en France, dates de changement d'heure. Vers la fin de mai 1992 seront disponibles les éphémérides des corps du système solaire. Tous ses renseignements concernent toute la Terre et sont valables pour des époques reculées remontant en général jusqu'à 4000 ans avant J.C.

4) Le logiciel Voyager

Le logiciel Voyager est un logiciel pour Macintosh édité par la compagnie Carina Software. Il coûte environ cent cinquante dollars. L'écran représente le ciel étoilé pour un lieu donné, dans une direction donnée, à un instant

donné, ces paramètres étant choisis par l'utilisateur. Le Soleil, la Lune et les planètes y figurent et de plus l'utilisateur peut introduire les éléments d'autres astres tels que des comètes dont l'icône apparaît alors parmi les étoiles. Il est impossible de donner la liste complètes des possibilités de ce logiciel remarquable. Il nous sert constamment en particulier pour satisfaire des demandes faites par des historiens.

Bibliographie

- BOUIGES S. *Calcul astronomique pour amateurs adapté à l'emploi d'un calculateur ou d'un micro-ordinateur* 1981. Masson.
- BRETAGNON P. & SIMON J.-L. *Planetary programs and tables from -4000 to +2800* 1986. Willmann-Bell, Inc. PO Box 3125 Richmond, Virginia 23235 Etats-Unis.
- BUREAU DES LONGITUDES *Le calendrier républicain* 1989. Diffusé par l'observatoire de Paris, 61 avenue de l'observatoire, 75014 Paris.
- CHAPRONT-TOUZÉ M. & CHAPRONT J. *Lunar tables and programs from 4000 B.C. to AD 8000* 1991. Willmann-Bell, Inc. PO Box 3125 Richmond, Virginia 23235 Etats-Unis.
- DANJON A. *Astronomie Générale*. 1959. Réédition en 1980. Albert Blanchard, 8 rue de Médicis 75006 Paris.
- DUFFET-SMITH P. *Practical astronomy with your calculator* 1980. Cambridge University Press.
- DUMOULIN C. & PARISOT J.-P. *Astronomie pratique et Informatique* 1987. Masson.
- GOFFIN E. *Oppositions of Mars 0-3010* 1976. Memoirs of the Vereniging voor Sterrenkunde, Ringlan 3 B-1180 Bruxelles, tome 1.
- GRUMEL V. *La chronologie* 1958. Presses Universitaires de France.
- ICHIRO HASEGAWA *Catalogue of ancient and naked-eye comets* 1980. Vistas in Astronomy, vol. 24 pp. 59-102. Pergamon Press.
- MARSDEN B. G. *Catalogue of cometary orbits* 1989. Central Bureau for astronomical telegrams. Minor planets center. Smithsonian Astrophysical observatory, 60 Garden street Cambridge, MA 02138 Etats-Unis.
- MEEUS J., GROSJEAN C. & VANDERLEEN W. *Canon of solar eclipses* 1966. Pergamon Press, 24 rue des écoles 75005 Paris.
- MEEUS J. *Phases of the Moon* 1976. Memoirs of the Vereniging voor Sterrenkunde, Ringlan 3 B-1180 Bruxelles, tome 2.
- MEEUS J. *Planetary phenomena 1976-2005* 1977. Memoirs of the Vereniging voor Sterrenkunde, Ringlan 3 B-1180 Bruxelles, tome 5.
- MEEUS J. *Astronomical formulae for calculators* 1982. Willmann-Bell, Inc. PO Box 3125 Richmond, Virginia 23235 Etats-Unis.
- MEEUS J. *Astronomical tables of the Sun, Moon and planets* 1983. Willmann-Bell, Inc. PO Box 3125 Richmond, Virginia 23235 Etats-Unis.

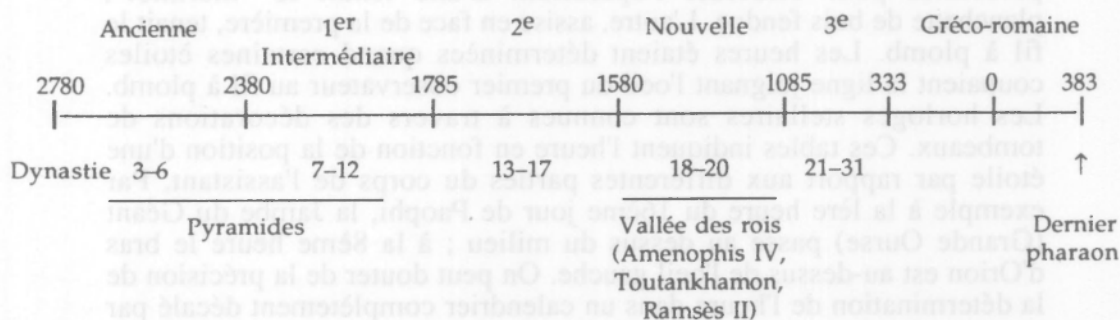
- MEEUS J. & MUCKE H. *Canon of lunar eclipses* 1983. Astronomisches Büro, Hasenwartgasse 32, A1238 Wien Autriche.
- MEEUS J. *Calculs astronomiques à l'usage des amateurs* 1986. Société Astronomique de France, 3 rue Beethoven 75016 Paris. Tel: 42 24 13 74.
- MEEUS J. *Astronomical algorithms* 1991. Willmann-Bell, Inc. PO Box 3125 Richmond, Virginia 23235 Etats-Unis.
- MUCKE H. & MEEUS J. *Canon of solar eclipses* 1983. Astronomisches Büro, Hasenwartgasse 32, A1238 Wien Autriche.
- OPPOLZER Th. von *Canon der Finsternisse* 1887 & 1962 Dover Publications.
- STEYAERT Ch. *Equinoxes and solstices on Earth and Mars 1580-2500*, 1976. Memoirs of the Vereniging voor Sterrenkunde, Ringlan 3 B-1180 Bruxelles, tome 3.
- VOYAGER The interactive desktop planetarium, version 1.2. Carina Software 830 Williams street, San Leandro, CA 94577 Etats-Unis

L'astronomie des Egyptiens

PARISOT J.P.
Observatoire de Bordeaux
FLOIRAC (France)

L'astronomie des Egyptiens

Petite chronologie égyptienne



1) Généralités.

Nos connaissances des Egyptiens en astronomie sont réduites à quelques manuscrits sur papyrus ou parchemins récents. Cette information est également déduite de scènes funéraires où le ciel et les astres sont représentés, de l'orientation de bâtiments, de calendriers qui ornent les couvercles des sarcophages du Moyen Empire..., des données sujettes à interprétation. Les textes tardifs semblent avoir été fortement influencés par la Grèce et sont moins représentatifs de la science égyptienne. L'astronomie égyptienne souffre de deux lacunes qui ont été des obstacles à son développement :

- Les observations sont pratiquement inexistantes comparativement aux Mésopotamiens. Par exemple, aucune éclipse n'est signalée dans les documents écrits.
- Le manque d'outil mathématique propre à l'astronomie. L'arithmétique égyptienne réduisant toutes les opérations à des additions était inadaptée

aux calculs astronomiques qui étaient de ce fait fortement simplifiés. Par exemple, ils ne savaient manipuler que des fractions dont le numérateur est 1 ; avant tout calcul, les fractions sont décomposées sous forme d'une somme de "fractions égyptiennes". Cette décomposition n'est pas unique et pour la même fraction, on peut trouver une infinité de solutions.

$$\frac{2}{41} = \frac{1}{24} + \frac{1}{246} + \frac{1}{328} = \frac{1}{21} + \frac{1}{861}$$

Avant de décrire en détail l'élaboration de leur calendrier, il est bon de citer quelques instruments d'observation utilisés par les Egyptiens.

- Pendant la nuit, les heures étaient déterminées par le passage des étoiles dans le plan méridien (Nord-Sud). Curieusement, il fallait deux personnes pour effectuer l'opération. L'une tenait le "merkhet", planchette de bois fendue. L'autre, assise en face de la première, tenait le fil à plomb. Les heures étaient déterminées quand certaines étoiles coupaient la ligne joignant l'oeil du premier observateur au fil à plomb. Les horloges stellaires sont connues à travers des décorations de tombeaux. Ces tables indiquent l'heure en fonction de la position d'une étoile par rapport aux différentes parties du corps de l'assistant. Par exemple à la 1ère heure du 16ème jour de Paophi, la Jambe du Géant (Grande Ourse) passe au dessus du milieu ; à la 8ème heure le bras d'Orion est au-dessus de l'oeil gauche. On peut douter de la précision de la détermination de l'heure dans un calendrier complètement décalé par rapport aux saisons !

Le principe du calendrier diagonal est basé sur la constatation suivante : si l'année contient exactement 360 jours, tous les 10 jours les étoiles et constellations qui passent au méridien à minuit se décalent de 10°. Ainsi, toutes les décades les décans se décalent d'une unité. Dans la réalité le décalage est plus subtil et ceci pour 2 raisons :

- l'année contient 360 jours + 5 jours épagomènes
- les heures sont des heures inégales car on compte 12 h entre le coucher et le lever du soleil.

Les Egyptiens avaient semble-t-il traité ces 2 difficultés en utilisant 36 + 12 décans en introduisant une 37ème décade durant les 5 jours épagomènes. Dans le calendrier diagonal, les décans sont notés 1, 2, ..., 35, 36, A, B, ..., K, L. Le tableau donne l'heure de lever de 12 décans durant chacune des 37 décades (une par colonne). Par exemple, durant la 10ème décade (10ème colonne) le 10ème décan se lève à la 1ère heure de la nuit, le 11ème à la 2ème heure, ...

Hr	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	A	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
2	B	A	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
3	C	B	A	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
4	D	C	B	A	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
5	E	D	C	B	A	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
6	F	E	D	C	B	A	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
7	G	F	E	D	C	B	A	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
8	H	G	F	E	D	C	B	A	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
9	I	H	G	F	E	D	C	B	A	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
10	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
11	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
12	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12

Le principe du calendrier diagonal est basé sur la constatation suivante : si l'année contient exactement 360 jours, tous les 10 jours les étoiles et constellations qui passent au méridien à minuit se décalent de 10°. Ainsi, toutes les décades les décans se décalent d'une unité. Dans la réalité le décalage est plus subtil et ceci pour 2 raisons

- l'année contient 360 jours + 5 jours épagomènes
- les heures sont des heures inégales car on compte 12 h entre le coucher et le lever du soleil.

Les égyptiens avaient semble-t-il traité ces 2 difficultés en utilisant 36 + 12 décans en introduisant une 37ème décade durant les 5 jours épagomènes. Dans le calendrier diagonal, les décans sont notés 1, 2, ..., 35, 36, A, B, ..., K, L. Le tableau donne l'heure de lever de 12 décans durant chacune des 37 décades (une par colonne). Par exemple, durant la 10ème décade (10ème colonne) le 10ème décan se lève à la 1ère heure de la nuit, le 11ème à la 2ème heure,...

- Pendant le jour, un cadran solaire rudimentaire vertical donne l'heure en fonction de la longueur de l'ombre. Les Egyptiens n'ont jamais compris les corrections à apporter à la graduation pour tenir compte de la période de la journée ou de la latitude. Les appareils qui nous sont parvenus sont tous faux. L'un d'eux compensait imparfaitement la variation de hauteur en fonction de la journée grâce à un plan incliné.
- A partir du XVI^e siècle avant J.-C. les Egyptiens utilisent l'horloge à eau que les Grecs appelleront "clepsydre". L'appareil de forme tronconique se vide par une petite ouverture à la base. Ils espéraient compenser la baisse irrégulière du niveau grâce à la forme évasée, ce qui donnait des résultats très approximatifs. Le jour égyptien commence au coucher du Soleil et chacune des 2 parties de la journées (la nuit : gereh ; le jour : herou) est divisée en 12 heures inégales suivant les saisons. A l'intérieur du récipient, à chaque mois correspond une rangée verticale de marques indiquant les heures. Ces instruments mesurant l'écoulement du temps étaient peu précis, ce que l'on constate par exemple sur les tables d'heures de jour. Le jour du solstice d'hiver, la durée mesurée est de 9 h 20 mn, alors qu'en réalité aux latitudes de l'Egypte elle est toujours supérieure à 10 h 5 mn.

Les étoiles sont regroupées en constellations qui sont à peu près identiques à celles que nous utilisons aujourd'hui mais nos symboles actuels sont inspirés des Babyloniens. Les 12 signes du zodiaque sont inconnus des Egyptiens qui découpent la voûte céleste en 36 décans. Ce sont des groupes d'étoiles ou des étoiles brillantes : Sourcil du Sud, Sourcil du Nord... Ce système de décans qui remonte à 2800 avant J.-C. commence par Sirius (Sothis - Sepedet - L'excellente). Il ne s'agit pas d'un découpage régulier en tranches de 10° mais plutôt de repères placés à peu près parallèlement à l'écliptique ; c'est vers 300 av. J.C. que les décans égyptiens et les décans du zodiaque sont confondus. Les Egyptiens en connaissaient les heures de lever et ceci dans les 36 périodes de 10 jours de l'année. C'est un système simple qui permet de lire l'heure par simple observation des étoiles ou des constellations qui se lèvent. Cette méthode est plus efficace que celle des levers héliaques qui limitent les observations à l'instant du lever du Soleil. En raison de la précision médiocre des observations des Egyptiens, les heures de lever et coucher qui nous sont parvenues ne sont pas très bonnes. Le système est décrit dans un tableau représentant le schéma d'un "calendrier diagonal".

On pense que jusqu'en 4236 avant J.-C. (ou 4228 suivant les auteurs) le calendrier, qui remonte à plus de 10 millénaires, est très simple : l'année de 360 jours est constituée de 12 mois de 30 jours. Puis lui succède le *calendrier vague* de 365 jours : 12 mois de 30 jours répartis en 3 saisons, complétés par 5 jours que les Grecs appelleront *épagonèmes*. Bien que la dérive du calendrier dissocie les mois des saisons réelles, les mois sont répartis de la manière suivante :

Inondation (Akhet)	: Thot- Paophi - Athyr - Choeac
Hiver (Peret)	: Tybi - Méchir - Phaminoth - Pharmouti
Été (Shemou)	: Pachon - Payni - Epiphi - Mésori

Dans les textes, les dates sont précisées par l'année de règne du roi. Par exemple "L'an 2, le 3e de l'Inondation, le 1er jour sous la majesté Amenemhat III...". La première année d'entrée en fonction est donnée par rapport au jour de l'An, c'est-à-dire par rapport au premier jour des crues du Nil : la chronologie est établie comme en Chine et en Inde : la mort du pharaon le comptage repart à zéro !

Le premier mois de l'année porte le nom du dieu-Lune Thot, inventeur du calendrier et de l'écriture. C'est également lui l'inventeur des jours épagomènes nés d'après les légendes de la manière suivante : la déesse du ciel Nouït ayant fauté avec le dieu de la terre Geb, ne pouvait accoucher dans aucun jour de l'année ; Thot amoureux de la déesse joua avec la lune et gagna une fraction de chaque jour de l'année avec les quels il constitua les 5 jours supplémentaires. C'est ainsi que la déesse mit 5 enfants au monde : Osiris, Haroréis, Seth, Isis et NBephtys. Cette allusion à la Lune témoigne d'une origine lunaire abandonnée au profit d'une base de temps solaire. Les Egyptiens ont fait figure d'originaux à une époque où les calendriers lunaires ou luni-solaires avaient un certain succès. A côté du calendrier civil, existait un calendrier *liturgique* lunaire dans le but de définir les dates des fêtes religieuses. La coïncidence des phases de Lune avec le calendrier vague tombe tous les 25 ans. En effet, 25 années vagues comptent 9125 jours qui correspondent à environ 309 lunaïsons. La correspondance est médiocre mais suffisante pour que les prêtres se situent facilement à l'intérieur des fêtes mobiles lunaires et pour qu'ils choisissent une grande ou une petite année du cycle, c'est-à-dire 12 ou 13 fêtes lunaires.

2) Défaut du calendrier vague.

Les Egyptiens n'ont jamais réalisé la correspondance entre leur année civile et l'année tropique comme nous le faisons avec nos années bissextiles. Grâce à l'ancienneté de leur calendrier, ils étaient conscients de l'écart et on connaît plusieurs propositions d'amélioration qui ont échoué : en 46 avant J.-C., quand Jules César fait appel à l'astronome Sosigène pour réformer le calendrier romain, celui-ci propose naturellement un calendrier égyptien amélioré qui deviendra le calendrier julien. Durant les années bissextiles, le jour supplémentaire est placé curieusement entre le 24 et le 25 février. En faisant démarrer l'année le 1er mars, le 24 février est le 360e jour de l'année et le jour bissextile serait placé entre les 12 mois normaux et les 5 jours épagomènes.

Mars				Février				22	23	24	25	26	27	28	1	2
1	2	3	4	1	2	3										
1	2	3	4	338	339	310		359	360	361	362	363	364	365		

5 jours épagonèmes																

On peut exprimer la dérive du calendrier vague de plusieurs manières.
Avec un manque de 1/4 de jour par an le décalage est de

	Egyptien / Tropic	Egyptien / Julien
1 jour en	4,12 ans	4 ans
1 mois	123,8 ans	120 ans
6 mois	743,2 ans	720 ans
1 année	1508 ans	1460 ans

Au bout de 1 460 années juliennes et de 1461 années vagues tout rentre dans l'ordre et les saisons sont à nouveau en accord avec le calendrier. On peut penser que les Egyptiens ont été les premiers à découvrir la nécessité d'allonger l'année de 365 jours afin de l'amener à 365,25 jours. Mais pourquoi ont-ils toléré cette discordance pendant plusieurs milliers d'années ? Il semble que l'association d'un calendrier liturgique et d'un calendrier civil ait empêché toute modification ; l'introduction d'un jour tous les 4 ans dans le calendrier civil produit une rupture du cycle liturgique inacceptable par tradition. Dans l'histoire de l'Egypte on connaît deux tentatives qui ont avorté :

- En 238 avant J.-C., le roi Ptolémée III, s'appuyant sur les progrès de l'astronomie, décrète l'emploi d'un 6e jour épagonème *tous les 4 ans*. On se refuse d'utiliser ce jour qui bouleverse les traditions.

- En 30 avant J.-C., Auguste impose à l'Egypte la réforme julienne. Cette réforme limitée aux actes officiels n'est pas appliquée puisque jusqu'en 139 après J.-C. les rites associés au calendrier égyptien sont encore fêtés !

Cette réticence est compréhensible : le calendrier n'a rien d'astronomique, le seul souci étant de déterminer les époques des cérémonies religieuses largement tributaires de la Lune. L'accord avec les saisons est secondaire, car ce rôle est rempli naturellement par une observation astronomique simple, réalisable par tous : le lever héliaque de Sirius. Les Egyptiens n'avaient aucune raison de bouleverser inutilement un calendrier liturgique guidant les fidèles dans l'accomplissement de leurs devoirs religieux.

3) Les crues du Nil et le lever héliaque de Sirius.

En juillet, fortement alimenté par les pluies de mousson sur le haut plateau abyssin, le Nil est en crue. C'est le début de la période d'inondation qui va apporter aux agriculteurs les éléments fertiles essentiels aux cultures de la vallée. Ce phénomène saisonnier qui suit d'une dizaine de jours le solstice d'été n'a pas une régularité suffisante pour servir de base à un calendrier agraire. En effet, des fluctuations de plusieurs semaines sur le début de la crue sont trop importantes : il faut un autre phénomène régulier, annonciateur de la crue et en relation si possible avec elle. Le choix du lever héliaque de Sirius (cf. Paragraphe X-2) remplissait un double objectif :

- C'est un point de repère facile à localiser dans le temps car Sirius est l'étoile la plus brillante du ciel. Le lever héliaque se produit quelques jours avant le solstice d'été. Il annonçait le retour des grandes chaleurs : la constellation du Grand Chien où se situe Sirius a donné naissance au mot canicule (de "Canis Major").
- C'est cette convergence qui a poussé les prêtres d'Héliopolis à lier le début de l'année à ce phénomène astronomique. Dans cette logique, l'année de 365 jours est au départ réglée sur le Nil ; c'est ce qu'on pourrait appeler une *année agraire*. C'est le phénomène des inondations qui leur importait véritablement et le choix du lever héliaque de Sirius (la sortie de Sepedet pour les Egyptiens) a été un bon compromis en raison de l'inexactitude de la date des crues. En se plaçant dans les conditions les plus défavorables où la crue se produit avec une avance ou un retard de 6 semaines alors que la coïncidence entre le jour de l'An (1er Thot) et le lever héliaque est brisée à raison d'une dérive de 1 jour tous les 4 ans. Le phénomène est détecté quand la dérive dépasse la dispersion sur la date des crues.

Ainsi, il faut attendre au moins $6 \times 7 \times 4 \approx 170$ ans pour que la dérive de l'année vague soit évidente. Ce phénomène ne leur a pas échappé à partir de l'époque où le lever héliaque est pris comme jour de l'An. Au lieu de se maintenir le 1er Thot, il se produit le 2, puis le 3..., et avec lui les saisons défilaient dans le calendrier. Au bout de 1461 années, tout revient dans l'ordre: le lever héliaque tombe le 1er Thot. On a célébré ces retours par des fêtes extraordinaires appelées fêtes sothiaques.

Le grammairien Censorin nous signale une telle manifestation en 139 après J.-C., le 21 juillet. Pendant toute l'époque qui englobe l'histoire de l'Egypte, deux levers héliaques de Sirius sont séparés d'environ 365,25 jours, ce qu'on appelle une année sothiaque. On peut noter la coïncidence avec la durée de l'année julienne (365,25 jours) : l'année sothiaque a une durée qui est exactement égale à celle de l'année julienne. Ainsi, dans

toute l'époque qui nous intéresse, le lever héliaque de Sirius a eu lieu aux alentours du 21 juillet si on rapporte la date dans un calendrier julien.

Cette coïncidence masque une réalité complexe car, si à première vue le lever héliaque tombe à date fixe dans le calendrier julien, il dérive lentement par rapport au solstice et ceci de 3 jours tous les 400 ans ! Ainsi, si on remonte 4 000 ans en arrière à une époque où certains ont fixé le début du calendrier vague, le lever héliaque se produisait environ $\frac{3 \times 4\,000}{400} = 30$ jours après les crues du Nil. On peut douter de

l'ancienneté du lever héliaque comme indicateur des crues, pour se rattacher à une date beaucoup plus tardive (2276 avant J.-C.) où l'indicateur commençait à avoir un sens.

Des calculs complexes décrits dans les paragraphes suivants permettent de calculer avec précision les dates des fêtes sothiaques en partant du 21 juillet 139. On trouve les années 4235, 2776 et 1318 avant J.-C., 139 et 1591 après J.-C. Des textes datant de 1877 avant J.-C. (an 7 de Sésoutis III), de 1546 avant J.-C. (an 9 d'Aménophis I) et de 1470 avant J.-C. (Thoutmosis III) relatent l'observation du lever héliaque. L'établissement du calendrier serait antérieur et l'époque proche de 2776 avant J.-C. correspond le mieux à nos connaissances de l'histoire de l'Egypte.

En 30 avant J.-C., quand Auguste impose à l'administration le 6e jour épagonème, le 1er Thot tombe le 29 août. C'est le départ du calendrier julien. Le calendrier copte utilisé en Egypte et Ethiopie a perpétué cette origine. On compte les années à partir du 29 août 284 qu'on appelle l'ère des Martyrs ou de Dioclétien. L'année bissextile précède celle du calendrier julien.

Hostiles à toute réforme de leur calendrier vague de 365 jours, les Egyptiens usent d'autres moyens afin de se rattacher simplement aux saisons. En effet, avec une dérive du 1er Thot (1er jour de l'année) de 1 jour tous les 4 ans, à l'issue de 120 ans le calendrier est décalé d'un mois sur les saisons ; tout rentre dans l'ordre à l'issue de 1460 ans ! Or sous la latitude de Memphis, les premiers jours des crues du Nil coïncidaient avec le lever héliaque de Sothis (Sirius). Le Nil alimenté, par des pluies périodiques d'Ethiopie commence à grossir en période de solstice d'été ; il grossit durant 100 jours puis décroît 20 jours après son maximum. Cette coïncidence des crues fécondatrices et du 1er lever de la déesse de la fécondité (Isis) avait fixé l'attention des prêtres d'Héliopolis qui l'ont utilisé comme point de repère astronomique fixe pour définir par exemple l'année agricole.

4) Concordances julien-égyptien

Malgré son grave défaut, l'année "vague" a été utilisée pendant plus de 4000 ans sans tenir compte des saisons. La coïncidence des crues du Nil

avec le retour de Sirius dans le ciel avait donné à ce phénomène astronomique une importance capitale puisqu'il fournissait un repère astronomique fixe, rôle que ne pouvait remplir le calendrier. La coïncidence de ce phénomène avec le début de l'année (1er Thot) définissait le départ d'une nouvelle période (de 1460 années) appelées période sothiaque qui était célébrée par des fêtes très importantes ; la dernière s'acheva le 20 juillet en 139 ap. J.C. Ces coïncidences permettent de recaler le début de l'année par rapport au calendrier julien ce que nous proposons de réaliser à partir des résultats précédents. Les astronomes grecs (Hipparque, Ptolémée) ont réussi à dresser une chronologie assez précise mêlant l'histoire de la Mésopotamie à celle d'Egypte. Pour rattacher à une même série les observations anciennes, Ptolémée s'est servi de tableaux chronologiques où se succèdent par ordre d'époques les rois Assyriens, Mèdes, Perses, Grecs,... qui à la suite de Nabonassar ont occupé Babylone : c'est ce qu'on appelle le "Canon des Rois" qui est construit en années égyptiennes de 365 jours. On a fondé une ère artificielle pour tirer parti des observations anciennes dite "ère de Nabonassar" du nom du monarque dont le début du règne (26/2/-746 ou 26 février 747 av J.C dans le calendrier julien) a défini cette ère.

Dans ce paragraphe, nous allons développer une méthode simple pour passer du calendrier julien (ou grégorien) au calendrier égyptien et inversement. Quand on remonte le temps et que l'on est amené à comparer des dates éloignées dans le temps, on se rattache à une échelle de temps continue afin de s'affranchir des différents calendriers qui se sont succédé. On compte les jours dans l'échelle des jours juliens qui a été créée au XVIème siècle par Scaliger (Joseph de l'Escaie qui signait Scaliger 1540-1609). Les jours sont comptés les uns derrière les autres indépendamment des semaines, mois et années à partir d'un origine prise le 1er janvier -4712 à 12h TU. Pour effectuer des calculs, il suffit de connaître les relations qui permettent de passer de la date julienne à une date dans le calendrier (julien ou grégorien dans notre cas).

En raison de la structure simple du calendrier égyptien, le rattachement au jour julien est élémentaire ; il suffit de connaître le jour julien correspondant au 1er Thot de l'an 1. L'ère de Nabonassar a pris naissance le 26/2/-746 jour julien 1446 638.

Soit JJ/MM/AA une date dans ce calendrier. Le jour julien est donnée par :

$$JJ = 1\,448\,242 + 365\,AA + 30\,MM + J$$

Calcul inverse : Soit JJ le jour julien. On forme :

F	= JJ - 1 448 242
Année	= INT (F/365)
Mois	= INT ((F - 365 A)/30)
Jour	= F - 365 A - 30 M

Exemple :

le 1 Janvier 2000 ; JJ = 2451 545

$$F = 1003\ 303 ; A = \text{INT}(1003\ 303/365) = \text{INT}(2748.77) = 2748$$

$$M = \text{INT}(283/30) = \text{INT}(9.4333) = 9 ; J = 1\ 003\ 303 - 2748 \times$$

$$365 - 30 \times 9 = 13$$

13 Pachon 2748

5) Les fêtes sothiaques

En sachant que le 1er Thot de la première année (26/2/-746) est le jour julien 1448 638, si y est l'année égyptienne comptée à partir de l'ère de Nabonassar, le jour julien du premier Thot de l'année y se calcule simplement :

$$J = 365 (3968 + y) - 47$$

On recherche par exemple les années (juliennes) où le 1er Thot tombe le 20 juillet dans le calendrier julien. On détermine le jour julien J correspondant au 20 juillet de l'année julienne Y par la relation :

$$J = \text{INT}(365.25 Y) + 1721259$$

En égalisant les 2 expressions on écrit :

$$\text{INT}(365.25 Y) + 272\ 986 = 365 y$$

On peut remarquer que $\text{INT}(365.25 Y)$ conserve la même valeur 4 années consécutives ; en ignorant la fonction INT, on obtiendra la date la plus précoce. En divisant les 2 membres par 365 la relation devient

$$y = Y + \frac{0.25 Y + 272\ 986}{365}$$

Pour rechercher les couples (Y, y) qui vérifient cette égalité, on opère de la manière suivante. La fraction de droite étant un entier et si on appelle n' cet entier on peut écrire :

$$y = Y + n'$$

$$Y = 1460 n - 1\ 091\ 944$$

ou encore

$$Y = 1460 n - 1324$$

où l'entier n peut prendre toutes les valeurs possibles.

Ex. $n = 1$ $Y = 136$ $y = 884$

le 1er Thot	884	est tombé le	20/7/136
"	885	"	20/7/137
"	886	"	20/7/138
"	887	"	20/7/139

Le calcul est effectué pour la date du 20 juillet. Si on recherche la coïncidence du 1er Thot avec une autre date du calendrier julien, le calcul découle directement du précédent ; soit x le nombre de jours qui séparent la nouvelle date du 20 juillet. (Ex.: 22 juillet ; $x = 2$). On aura

$$y = Y + \frac{0.25 Y + 272986 + x}{365}$$

$$Y = 1460 n - 1324 - 4 x$$

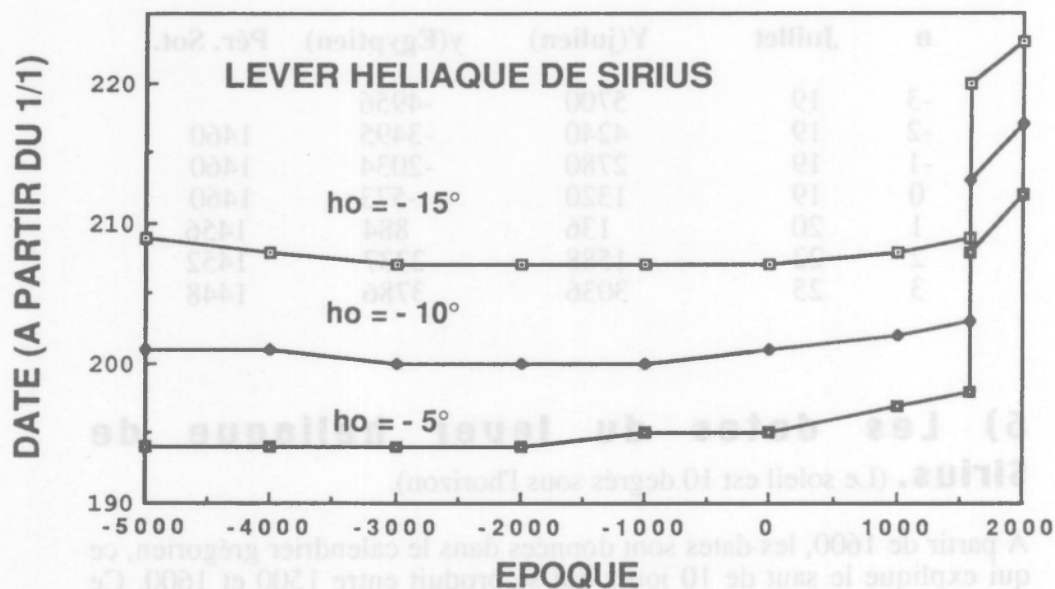
En faisant varier la valeur de n entre -3 et +3 pour couvrir la période historique, et en choisissant des valeurs de x liées aux dates du lever héliaque de Sirius, on obtient les résultats du tableau suivant

n	Juillet	$Y(\text{julien})$	$y(\text{Egyptien})$	Pér. Sot.
-3	19	5700	-4956	
-2	19	4240	-3495	1460
-1	19	2780	-2034	1460
0	19	1320	-573	1460
1	20	136	884	1456
2	22	1588	2337	1452
3	25	3036	3786	1448

6) Les dates du lever héliaque de Sirius. (Le soleil est 10 degrés sous l'horizon).

A partir de 1600, les dates sont données dans le calendrier grégorien, ce qui explique le saut de 10 jours qui se produit entre 1500 et 1600. Ce saut artificiel dans la date du lever héliaque est souvent à l'origine d'estimation erronée de l'effet de la précession car entre -5000 et 2000, la date n'a pas varié de 16 jours mais seulement de 6 jours.

	Equinoxe de print.	Solstice d'été	Lever héliaque
2000	20 mars	21 juin	5 août
1900	21 mars	21 juin	4 août
1800	20 "	21 "	3 "
1700	20 "	21 "	2 "
1600	20 "	21 "	1 "
1500	11 "	12 "	22 juil.
1400	11 "	13 "	21 "
1300	12 "	13 "	21 "
1200	13 "	15 "	21 "
1100	14 "	15 "	21 "
1000	15 "	16 "	21 "
0	22 "	24 "	20 "
-1000	30 "	2 juil.	19 "
-2000	7 avril	11 "	19 "
-3000	15 "	18 "	19 "
-4000	23 "	26 "	20 "
-5000	2 mai	2 août	20 "



Dates du lever héliaque de Sirius (rapportée au 1er janvier) entre -5000 et 2000. Les calculs sont effectués pour la latitude de 32° avec une hauteur du soleil qui varie entre 5° et 15° sous l'horizon.

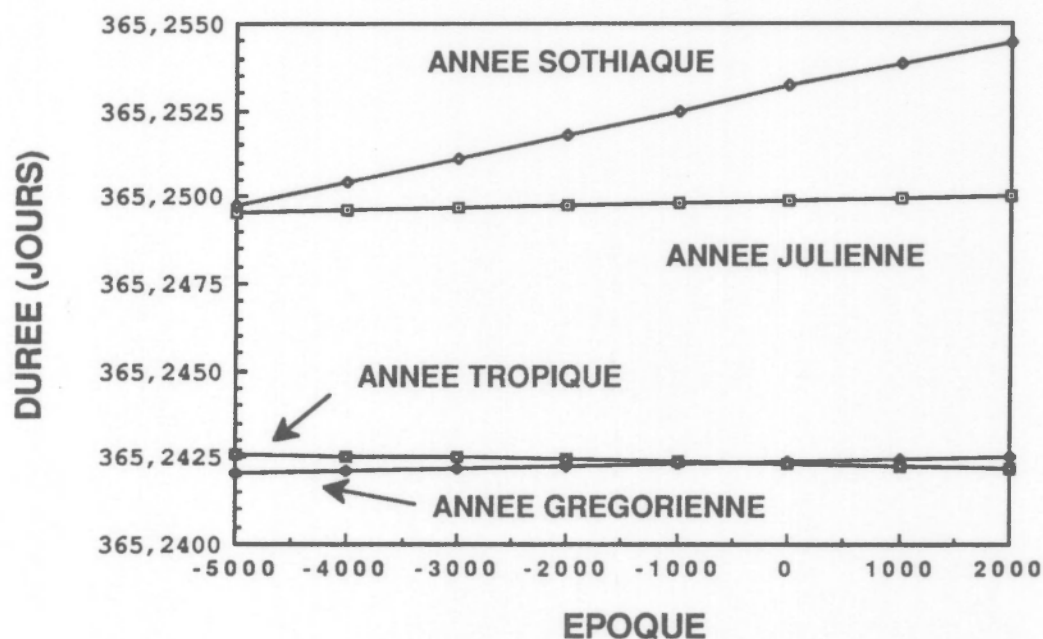
L'année sothiaque avait la même durée que l'année julienne entre -5000 et 2000. A cette époque, le lever était fixe dans le calendrier julien.

Actuellement la dérive est de 1 j en 83 ans dans le calendrier grégorien; elle serait seulement de 1 j en 225 dans le julien qui est plus proche de l'année sidérale que le grégorien qui reproduit presque parfaitement l'année tropique (ou de saisons). L'écart exprime le nombre d'années à l'issue desquelles les 2 années comparées dérivent de 1 jour.

	Année julienne	Année grégorienne	Année tropique	Année sothiaque
2000	365.250006	365.242506	365.242192	365.254438
1000	365.249943	365.242443	365.242253	365.253821
0	365.24988	365.24238	365.242315	365.253205
-1000	365.249816	365.242316	365.242377	365.252504
-2000	365.249753	365.242253	365.242438	365.251802
-3000	365.249689	365.242189	365.2425	365.251102
-4000	365.249626	365.242126	365.242561	365.250443
-5000	365.249562	365.242062	365.242623	365.249742

$$\begin{aligned} \text{Année tropique} &= 365.242198 - 61610 \cdot 8 \cdot T \\ \text{Année julienne} &= 365.25 (1 + .0015/86400 \cdot T) \\ \text{Année grégorienne} &= 365.2425 (1 + .0015/86400 \cdot T) \end{aligned}$$

Avec $T = (\text{Année} - 1900) / 100$



Comparaison entre les durées des différentes années et de l'intervalle de temps séparant 2 levers héliques de Sirius. L'accord est remarquable entre les durées des années juliennes et sothiaques.

La datation de la vie du Christ

LAZARIDES Ch.
Strasbourg (France)

LA DATATION DE LA VIE DU CHAIST

C'est là une question qui fait l'objet de débats depuis pratiquement le début de l'ère chrétienne (déjà au II^e siècle, chez Irénée ou chez Tertullien). Dans le cadre d'un exposé de trois quarts d'heure il ne pourra s'agir que de donner quelques indications "*programmatisques*" pour ainsi dire, car sur chaque élément (la date de la naissance, la date de la Crucifixion, la date du Baptême, la question de "*l'Étoile*", etc...) il existe une très vaste littérature. Il s'agit vraiment d'un thème pluridisciplinaire tout à fait en rapport avec l'intitulé de nos réunions "*Astronomie et Sciences Humaines*" : s'y sont consacrés des historiens, des théologiens, des chronologistes, et d'autre part des astronomes car les deux dates déterminantes, la naissance et la mort, sont liées -directement et indirectement- à des phénomènes astronomiques. Notons aussi que cette question a pu intéresser des "*astrologues*" ou des "*ésotéristes*"

Une enquête à rebondissements

On sait que les données historiques sur le Christ -en dehors des textes du Nouveau Testament- sont pratiquement inexistantes, et les quelques rares mentions sont sujettes à caution. C'est donc uniquement dans les données des quatre Évangiles et de quelques passages des Actes des Apôtres que nous trouvons les éléments pouvant servir à une datation et à une chronologie. Il existe en effet quelques "*synchronismes*" nous permettant de faire le pont avec la réalité historique connue par ailleurs. Un "*synchronisme*" est la mise en parallèle, dans le texte du Nouveau Testament, d'un fait de la vie de Jésus-Christ avec un fait repérable historiquement : ainsi la naissance (Matthieu, 2,1) a lieu "*au temps du roi Hérode*", la Crucifixion à l'époque où Ponce Pilate était gouverneur (ou préfet) de la Judée, etc... Il y a ainsi un tout petit nombre d'éléments dont on pourrait penser avoir fait rapidement le tour ; et l'on pourrait escompter ainsi soit arriver rapidement à une datation indiscutable, soit devoir renoncer définitivement -par manque de documents- à toute datation. Mais le

paradoxe, et la véritable fascination que peut exercer ce sujet, c'est que depuis pratiquement 2000 ans l'enquête rebondit sans cesse. Les progrès, ou les solutions temporaires, en histoire, en chronologie, en astronomie, ont fait sans arrêt réviser des choses qui paraissaient définitives. Nous ne saurions rendre compte ici de cette histoire des déterminations chronologiques car c'est par dizaines de milliers que se comptent les travaux sur le sujet.

La quadrature du cercle

L'équation à résoudre se pose en gros de la manière suivante. La naissance est principalement reliée à deux synchronismes :

Matthieu, 2,1. *"Jésus étant né à Béthléem de Judée au temps du roi Hérode."*
(Trad. T.O.B)

Luc, 2,1. *"Or, en ce temps-là parut un décret de César Auguste pour faire recenser le monde entier. Ce premier recensement eut lieu à l'Époque où Quirinius était gouverneur de Syrie."* (Trad. T.O.B)

A cela s'ajoute la mention de l'étoile des Mages, qui a fait couler beaucoup d'encre mais qui, au départ, ne permet aucun synchronisme évident.

C'est ensuite en Luc, 3 qu'apparaissent les éléments d'un autre synchronisme :

Luc, 3,1-3. *"L'an quinze du gouvernement de Tibère César, Ponce Pilate étant gouverneur de la Judée, Hérode tétrarque de Galilée, Philippe son frère tétrarque du pays d'Iturée et de Trachonitide, et Lysanias tétrarque d'Abilène, sous le sacerdoce de Hanne et Caïphe, la parole de Dieu fut adressée à Jean fils de Zacharie dans le désert. Il vint dans toute la région du Jourdain, proclamant un baptême de conversion..."* (Trad. T.O.B.)

Luc, 3,23. *"Jésus, à ses débuts, avait environ trente ans"* (Trad. T.O.B)

Tout un débat existe sur la traduction de ce passage. Est-ce "Jésus, à ses débuts...", ou bien "entraît dans ses trente ans", ou bien "entraît dans les années de la trentaine" etc.... En bref : avait-il alors 29, 30, 31 ans ?

Mais cela ne nous dit pas précisément depuis combien de temps Jean-Baptiste baptisait lorsque Jésus vint à lui. D'autre part la quinzième année de Tibère peut être déterminée de plusieurs façons :

- du 1-10-27 au 30- 9-28
- du 1- 1-28 au 31-12-28
- du 19- 8-28 au 18- 8-29

Enfin, la mention de Ponce Pilate dans les événements de la Semaine Sainte situe cette dernière quelque part entre l'an 26 et l'an 36.

Sachant par ailleurs que l'on n'a pas de renseignement sur la durée précise de la vie de Jésus-Christ (33 ans est une tradition qui ne repose sur aucun passage des Évangiles), et que l'on n'a pas non plus la durée exacte du "ministère" du Christ (c'est-à-dire de son activité à partir du Baptême dans le Jourdain), nous avons ainsi affaire à un système qui est au départ assez mobile : les déterminations peuvent remonter jusqu'à pratiquement l'an 12 avant Jésus-Christ pour la naissance et aller jusqu'à l'an 36 après Jésus-Christ pour la mort, ce qui, dans l'hypothèse la plus extrême, pourrait conduire à une vie de près de 50 ans.

C'est là du moins ce que permettent les synchronismes bruts. Mais, en tenant compte maintenant des progrès de la chronologie, de l'astronomie, et de certaines découvertes archéologiques et historiques récentes, ce système mobile peut être "calé", et -à mon sens- nous sommes maintenant très près d'une datation très cohérente de la vie de Jésus-Christ.

La date de la Crucifixion

L'absence de J.P. Parisot, qui devait parler plus spécialement de la datation de la naissance, va m'obliger à développer plus moi-même cette question, et de ce fait je passerai rapidement sur le problème de la date de la Crucifixion, non pas qu'il ne soit pas important et passionnant -loin de là !- mais parce qu'il est aujourd'hui pratiquement résolu et que je ne pourrais que répéter ce qui a été bien établi par plusieurs chercheurs, en particulier Humphreys et Waddington (voir bibliographie) et repris par J.P. Parisot justement, dans un article de la revue *Ciel et Espace* (voir bibliographie).

Ces travaux établissent la date du 3 avril 33 comme étant la seule date remplissant toutes les conditions et en particulier correspondant parfaitement au calendrier juif. Dès 1934 Fotheringham avait établi la chose de manière quasi certaine, et même dès 1880 Riess était arrivé aux mêmes conclusions. Il faut savoir que cette date avait déjà été proposée au XII^e siècle.

Tous les problèmes chronologiques de la Semaine Sainte ne sont pas résolus, en particulier le fait que sont donnés -dans les Évangiles de Marc et de Jean- deux jours différents pour la date de la Caién. Mais les travaux d'Annie Jaubert (voir biblio.) ont au moins montré qu'il pouvait y avoir là, non pas une contradiction insoluble, mais l'utilisation d'un double calendrier. De toute façon cela ne modifie pas vraiment la détermination du jour de la mort, qui serait donc le Vendredi (veille du sabbat) 3 avril de l'an 33. Et l'on note que ce jour-là eut lieu sur la fin du jour une éclipse... de lune. Nouvelle interrogation, car il est

signalé dans le Nouveau Testament que le soleil s'est obscurci. Une éclipse de soleil est de toute façon une impossibilité au moment de la Pâque juive puisque celle-ci se situe à un moment de pleine-lune (où seules sont possibles des éclipses de lune). Tout un débat s'est ouvert récemment sur la visibilité de cette éclipse de lune depuis Jérusalem le soir de la Crucifixion car elle s'est déroulée très près de l'horizon et c'est "au millimètre près" que l'on peut discuter de ces conditions de visibilité. Mais cela ne change rien au problème de datation. Quant au phénomène d'obscurcissement du soleil, plusieurs hypothèses pourraient l'expliquer sans faire appel à une erreur ou à une confusion de l'Évangéliste.

Le problème de la datation du Baptême

Je passerai très rapidement aussi sur ce problème. Sur la base du passage cité plus-haut concernant le synchronisme avec Tibère, et en tenant compte du fait que trois pâques différentes sont mentionnées dans l'Évangile de Jean, on peut situer le Baptême en l'an 31, ou bien en l'an 30 si l'on admet une pâque qui n'aurait pas été mentionnée (thème de "l'année silencieuse du Christ"). A quel moment de l'année ? C'est toute une nouvelle série d'hypothèses qui se présentent là. La date traditionnelle du 6 janvier a-t-elle quelque valeur historique ?

En situant -par hypothèse- le Baptême le 6 janvier de l'an 30, nous aurions 3 ans et 1/4 pour la durée du "ministère" ; en la situant le 6 janvier de l'an 31, nous aurions une durée de 2 ans 1/4. C'est une question essentielle car c'est vraiment à ce moment du Baptême que, pour ainsi dire, naît le Christ proprement dit :

Luc, 3,22. *"Tu es mon fils, moi, aujourd'hui, je t'ai engendré"* (Trad. T.O.B)

Je penche pour la solution des 3 ans et quelques ; mais nous ne développerons pas cette question ici.

Le problème de la datation de la naissance

Nous passons donc à ce moment qui représente l'autre borne de la biographie et dont la détermination pose des problèmes très complexes.

Nous avons vu qu'il y avait 2 synchronismes essentiels dont il fallait tenir compte : Hérode et le "recensement" par Quirinius.

1) - dans le sens du texte de Matthieu, Hérode était vivant au temps de la naissance de Jésus. En d'autres termes, cette naissance a précédé la mort

d'Hérode, et même "d'un certain temps", car il faut justifier le fait qu'Hérode fait tuer tous les enfants de moins de 2 ans. Si l'on avait donc la date de la mort d'Hérode, on aurait une sorte de terminus ante quem, avant lequel il faudrait chercher la naissance. Or, Flavius Josèphe (voir bibliographie) apporte des éléments concernant le règne d'Hérode et sa mort. Il y a en particulier la mention d'une éclipse de lune (encore ! ou déjà !) qui aurait précédé de peu cette mort d'Hérode. Après divers recoupements -dans le détail desquels je n'entrerai pas ici- deux solutions s'avèrent possibles : l'éclipse de lune du 12/13 mars de l'an 4 avant J.C. et l'éclipse totale de lune du 9/10 janvier de l'an 1 avant J.C. En étudiant par ailleurs les deux déterminations chronologiques du règne d'Hérode données par Flavius Josèphe, la plupart des chercheurs ont cru pouvoir affirmer que c'est la date de 4 avant J.C. qui était la bonne. Et, à partir de là, ils ont supposé vers 6 avant J.C. la naissance de Jésus.

2) - le problème du "*recensement*" de Quirinius est assez complexe aussi. Il y a mention d'un tel recensement, mais en 6 **après** J.C. ce qui ne peut s'accorder de toute façon avec aucune chronologie de la vie d'Hérode. Mais l'on sait par ailleurs que ce Publius Sulpicius Quirinius fut chargé de la politique romaine dans la région dès l'an 12 avant J.C. et l'on peut supposer un "*recensement*" -dont les documents ne disent rien- à n'importe quel moment entre l'an 12 avant J.C. et l'an 1 avant J.C.

A ces deux synchronismes sont venus s'ajouter deux éléments beaucoup plus aléatoires, mais qui -par une sorte de renforcement mutuel entre eux, ainsi qu'avec les deux synchronismes- ont fini par créer une sorte de pseudo-évidence qui a bloqué la recherche pendant des décennies. Ces deux autres éléments sont :

3) - ladite "*erreur*" de Denys le Petit (5^e siècle), qui se serait trompé de 6 ans en déterminant le début de l'ère chrétienne

4) - le thème de "l'étoile", avec en particulier la fascination exercée par la triple conjonction Jupiter-Saturne en l'an 7 avant J.C.

Nous voyons donc s'instituer une sorte de "cercle vicieux" entre ces quatre éléments qui semblent se soutenir l'un l'autre. Mais est-ce sur une base solide ?

En fait dès 1880 Florian Riess (voir bibliographie.) avait remis en question l'un après l'autre ces quatre éléments et il était arrivé à la conclusion que rien n'interdisait -et même que tout justifiait- de situer la naissance en l'an **1 avant J.C.**

Une petite précision sur le comptage des années s'avère nécessaire ici. Il y a deux manières de compter les années "*préchrétiennes*" :

- le mode "*astronomique*", avec une année "0" puis, en remontant, les années -1, -2, -3, etc....

- le mode "*historique*", où il n'y a pas d'an 0 et où l'on passe donc directement de l'an 1 avant J.C. à l'an 1 après J.C. L'an 1 avant J.C. correspond à l'an 0 des astronomes, l'an 2 avant J.C. à l'an -1, etc... Il y a donc toujours une unité de décalage entre les deux décomptes des temps "prochrétiens". Par contre l'an 1 après J.C. est le même pour tout le monde. Ceci est important à noter car il existe des articles où il y a confusion entre le comptage en "-" et en "avant J.C.", ce qui peut amener des confusions quant aux phénomènes astronomiques qui se sont déroulés telle ou telle année. Dans mon schéma, j'indique les 2 comptages, ainsi que les deux comptages des années romaines (celui de Denys le Petit et celui que l'on prétend "rectifié" et qui est le plus courant dans les manuels d'histoire).

Après donc les remises en question passées inaperçues de F. Riess (1880 et 1883), pendant 90 ans la grande majorité des travaux vont placer comme une sorte de point de départ la nécessité de reculer la naissance vers l'an 6 avant J.C. C'est en 1972 que va paraître un ouvrage qui, lui aussi, est passé grandement inaperçu, et qui mettait à nouveau en doute les 4 a priori que nous avons mentionnés. Il s'agit du travail de Ormond Edwards "**A new Chronology of the Gospels**" (voir bibliographie.). Puis, à partir de 1978, et -semble-t-il- indépendamment des travaux d'Edwards, d'autres chercheurs (Ciotti, Martin, Mosley, Lemmer, etc...) (voir bibliographie.) vont remettre aussi en question ces différents "alibis" de la chronologie en faveur de l'an 6 avant J.C., pour constater en particulier que le problème de la mort d'Hérode pouvait être pris tout autrement. En 1982 Edwards (voir bibliographie.) donnera une étude solide pour étayer le déplacement de la mort d'Hérode vers l'an 1 avant J.C. et il en tirera les conséquences pour la datation de la naissance de Jésus dans un livre de 1986 "**The Time of Christ (A Chronology of the Incarnation)**" (voir bibliographie). Si l'on veut résumer très succinctement ces différents travaux, on peut dire :

1) - selon la façon dont on comptabilise les années du règne d'Hérode selon les deux indications différentes de Josèphe, on peut aboutir, pour sa mort, à l'an 1 avant J.C. Par ailleurs, les conditions de la mort d'Hérode relatées par Josèphe, et en particulier la mention de l'éclipse de lune, peuvent aussi être situées -de façon tout à fait cohérente- en l'an 1 avant J.C.

2) - en ce qui concerne ledit "*recensement*" de Quirinius -qui de toute façon ne peut pas être celui de l'an 6 après J.C.- ce serait donc, ainsi que le dit le texte de l'Évangile, un "*premier recensement*", c'est-à-dire antérieur à celui plus connu de 6 après J.C. recensement qui pourrait être situé -a priori- en l'an 2 ou 1 avant J.C. Un fait curieux est qu'il est fait mention d'un tel recensement chez l'écrivain Orose (5^e siècle) ; il pourrait s'agir d'un recensement atypique pour le jubilé (25 ans de règne) d'Auguste.

1) 738	739	740	741	742	743	744	745	746	747
2) 744	745	746	747	748	749	750	751	752	753
3) 10 av	9 av	8 av	7 av	6 av	5 av	4 av	3 av	2 av	1 av
4) -9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
Après donc les 7 années les plus fréquemment adoptées pour dater la Nativité.									
Triple conjonction Jupiter-Saturne									
Comète (ou Nova) dans le Capricorne									
Nova de 8^e style									
Conjonction remarquable de Jupiter et Vénus									
Triple conjonction Jupiter-Régulus									
Conjonction remarquable de Jupiter et Vénus									
Grand regroupement (Doriphonie) de toutes les planètes									
Triple quadrature Jupiter-Saturne									

1) Années de Rome de Denys le Petit

2) Années de Rome courantes

3) Datation "historique"

4) Datation "astronomique"

3) - ladite "erreur" de Denys le Petit pourrait bien alors ne pas être une erreur, ou bien se limiter -tout au plus- à un problème d'ajustement sur une année (précisément l'an 0 des astronomes qui n'existe pas en chronologie historique). Il faudrait ici étudier en détail par quelles voies on en est arrivé à supposer cette prétendue "erreur".

4) - enfin, la question de "l'étoile" serait à ré-envisager dans une tout autre optique, et c'est ce que je vais tenter de faire au paragraphe prochain.

Ces différents éléments nous permettent d'effectuer un **RETOUR A L'AN ZÉRO (1 AVANT J. C.)**, pour ainsi dire. La naissance pourrait se situer au tout début de cet an 0, voire à la fin de l'an -1 (2 avant J.C.). La mort d'Hérode se situerait entre l'éclipse du 9/10 janvier et la pâque de cet an 0. Une première conséquence de cette datation serait que la vie de Jésus-Christ -en admettant la date du 3 avril 33 pour sa mort- aurait duré **33 ans (et 3 mois)**.

Bien entendu, chaque détail de la démonstration demanderait à être longuement étudié, mais l'on peut dire -à la lumière de ces travaux récents (Edwards, Ciotti, Martin, Mosley, Lemmer) (voir bibliographie)- qu'en tout cas cette datation ne rencontre plus les 3 ou 4 obstacles que l'on croyait inamovibles, et que par ailleurs elle résout de façon cohérente la plupart des contradictions qui demeuraient avec une naissance située vers 6 ou 4 avant J.C.

Mais alors, l'étoile ?

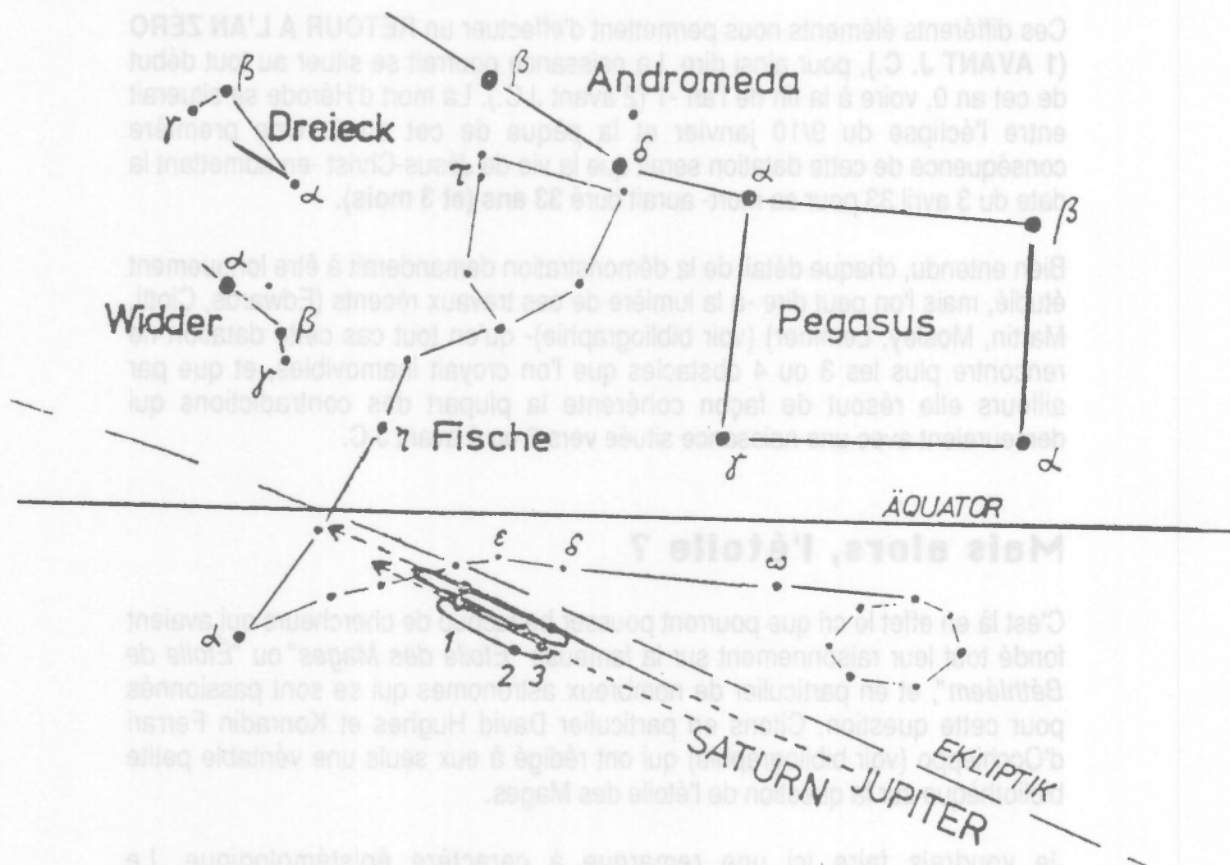
C'est là en effet le cri que pourront pousser beaucoup de chercheurs qui avaient fondé tout leur raisonnement sur la fameuse "*Étoile des Mages*" ou "*Étoile de Béthléem*", et en particulier de nombreux astronomes qui se sont passionnés pour cette question. Citons en particulier David Hughes et Konradin Ferrari d'Occhieppo (voir bibliographie) qui ont rédigé à eux seuls une véritable petite bibliothèque sur la question de l'étoile des Mages.

Je voudrais faire ici une remarque à caractère épistémologique. Le raisonnement de la plupart de ceux qui ont lié la datation de la naissance au problème de l'étoile repose sur deux postulats qui me paraissent tous deux très aléatoires :

- tout d'abord l'idée que l'étoile devait correspondre à un phénomène astronomique visible, et surtout **uniquement à cela** ;
- ensuite l'idée qu'il devait y avoir **simultanéité** ou **synchronicité** entre ce phénomène astronomique et la naissance.

La triple conjonction Jupiter-Saturne de l'an 7 avant J.C. (-6)

(Hoffmann K.F. "Der Stern der Weissen")



Cela a conduit à une recherche des phénomènes astronomiques s'étant déroulés entre 12 avant J.C. et 1 avant J.C. -fort intéressante au demeurant- mais où, me semble-t-il, on a cherché, avec une mentalité très matérialiste, ce qui avait été le plus spectaculaire, le plus visible, le plus "*gros*", donc à travers des critères et une hiérarchie des valeurs qui n'étaient peut-être pas ceux de cette époque, et qui ont pu faire passer à côté d'éléments essentiels.

Le phénomène qui a le plus attiré l'attention est la triple conjonction Jupiter-Saturne au cours de l'année 7 avant J.C. (-6). Képler déjà avait signalé ces conjonctions, surtout d'ailleurs pour les mettre en rapport avec celles de 1604. Cette triple conjonction de l'an -6 se déroula dans la constellation des Poissons, à proximité du point vernal. Il y a là toute une symbolique s'accordant bien avec l'idée de la Venue du Messie (Les Poissons sont traditionnellement le signe du Sauveur du Monde). Mais d'autres phénomènes ont été proposés pour occuper le rôle déterminant : la comète (ou la nova) du Capricorne en 5 avant J.C., la nova de l'Aigle en 4 avant J.C., la triple conjonction de Jupiter avec Régulus en 3 et 2 avant J.C. (là encore, on notera la symbolique de Régulus = "*le petit roi*", lié à la naissance d'un Roi), les conjonctions entre Vénus et Jupiter en 3 et 2 avant J.C. Je passe sur un certain nombre d'autres propositions.

Or, par rapport à ces phénomènes qui parlent en effet un langage symbolique singulièrement précis, et qui sont astronomiquement remarquables, on peut se situer d'une tout autre manière que de chercher à tout prix au moment de quel phénomène particulier la naissance a pu avoir lieu.

Si l'on situe -dans le sens de l'hypothèse ici défendue- la naissance au cours de l'an 0 (1 avant J.C.), on constate que les phénomènes en question s'étendent sur pratiquement les 6 ou 7 ans qui précèdent. Dans le sens de l'astrologie ou des conceptions religieuses anciennes, on peut bien envisager la chose suivante.

Tout d'abord, il est assez évident que l'étoile, avant d'avoir une signification astronomique, signifie l'âme qui, dans les mondes spirituels, s'approche de la naissance. Cela n'empêche pas d'ailleurs -toujours dans le sens même d'une symbolique religieuse-astrale- que ce processus se lie précisément aux phénomènes astronomiques. Dans ce sens, les Mages ont bien pu voir le début de ce processus spirituel dans la fameuse triple conjonction de l'an 7 avant J.C., comme un signe annonciateur de la Venue du Messie. Ensuite, les divers autres phénomènes, et en particulier les conjonctions Jupiter-Régulus, ont pu marquer des étapes de ce processus de préparation ou de gestation spirituelle. Quant à la naissance elle-même, elle aurait eu lieu à proximité d'un autre événement qui n'est jamais évoqué dans les études sur le sujet mais qui prend en fait une grande signification dans la logique de l'astronomie-astrologie antique, babylonienne en particulier : la triple quadrature Jupiter-Saturne de l'an 0. En effet il existe un lien organique entre la triple conjonction et la triple quadrature (qui a toujours lieu environ 7 ans après), qui certes est moins spectaculaire mais qui, dans la logique astrologique, représente en quelque sorte la concrétisation

de ce qui n'était que signe annonciateur dans la conjonction. Certains auteurs -et ne versant pas obligatoirement dans des spéculations ésotériques- ont remarqué que Jupiter pouvait être pris comme une sorte de guide au cours de ces 7 ans ; en suivant ses diverses rencontres avec les autres planètes et avec les étoiles fixes, il semble raconter une sorte d'histoire symbolique, qui se réalisera par la suite de façon plus concrète. (voir schéma)

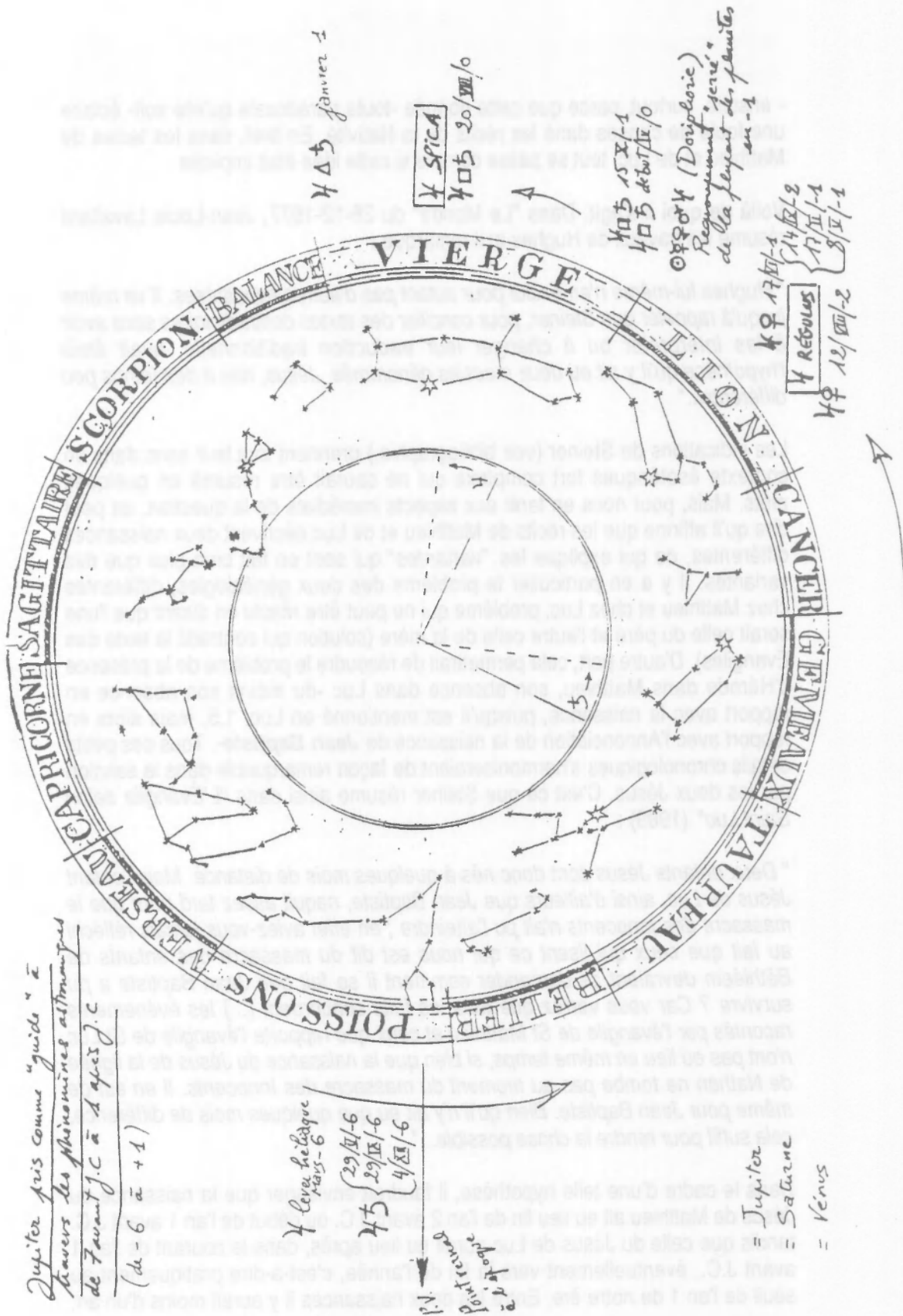
Les phénomènes astronomiques situés entre 7 avant J.C. et 1 après J.C. ne seraient donc pas à interpréter comme simultanés ou synchrones avec la naissance mais comme significatifs d'une sorte de "*gestation spirituelle*". La naissance proprement dite se situerait au terme de cette "*histoire céleste*" pour ainsi dire. Bien sûr, il faudrait entrer ici dans le détail des significations symboliques des rencontres entre planètes entre elles ou avec les étoiles fixes. Et surtout cela débouche sur des questions encore plus difficiles, et que souvent les astronomes qui "cherchent l'étoile" estompent un peu trop.

Ils sont en effet souvent pris dans une logique contradictoire : d'un côté, ils veulent bien voir dans l'étoile le signe de la naissance, mais ensuite ils ne tirent pas les conséquences épistémologiques de cela : car si Jésus naît vraiment et que le signe en est manifesté par l'Univers, cela cautionne toute une forme d'astrologie. Ou bien alors il faut supposer que des prêtres manipulateurs ont construit tout un mythe sur la base des phénomènes astronomiques. Souvent, les astronomes éludent ces implications. Il est intéressant de noter qu'un directeur de planétarium où se pratiquait depuis des années le classique spectacle d'avant Noël sur "*l'étoile de Bethléem*" s'est un jour aperçu qu'en fait toute la logique du spectacle était une caution implicite de la logique astrologique et s'est empressés de "*rectifier*" ce programme du planétarium. En fait la plupart des travaux d'astronomes sur l'Etoile des Mages flirtent avec les mêmes ambiguïtés. Personnellement, cela ne me gêne pas car je n'ai pas à défendre une logique rationaliste pure et dure mais je pose la question aux intéressés.

Une naissance ? Ou deux naissances ?

Je voudrais -pour conclure- aborder une question qui va aller encore plus loin dans l'hérésie, et qui va sûrement déclencher une certaine épouvante chez certains. Et je le ferai pour deux raisons :

- d'abord parce que c'est un auteur scientifique -au départ non suspect de complaisance pour les spéculations mystiques- qui aboutit à cette hypothèse après des années de travaux sur le sujet. Il s'agit de David Hughes (voir bibliographie.)



- ensuite, surtout, parce que cette donnée -toute paradoxale qu'elle soit- éclaire une foule de choses dans les récits de la Nativité. En bref, dans les textes de Matthieu et de Luc, tout se passe comme si cette idée était implicite.

Voilà de quoi il s'agit. Dans "Le Monde" du 28-12-1977, Jean-Louis Lavallard résume les travaux de Hughes et il remarque :

" Hughes lui-même n'en exclut pour autant pas d'autres hypothèses. Il va même jusqu'à rappeler que Steiner, pour concilier des textes contradictoires sans avoir à les interpréter ou à changer leur traduction traditionnelle, avait émis l'hypothèse qu'il y ait eu deux messies dénommés Jésus, nés à des temps peu différents..."

Les indications de Steiner (voir bibliographie.) prennent tout leur sens dans un contexte ésotériques fort complexe qui ne saurait être résumé en quelques mots. Mais, pour nous en tenir aux aspects immédiats de la question, on peut dire qu'il affirme que les récits de Matthieu et de Luc décrivent deux naissances différentes, ce qui explique les "variantes" qui sont en fait bien plus que des variantes. Il y a en particulier le problème des deux généalogies, différentes chez Matthieu et chez Luc, problème qui ne peut être résolu en disant que l'une serait celle du père et l'autre celle de la mère (solution qui contredit le texte des Évangiles). D'autre part, cela permettrait de résoudre le problème de la présence d'Hérode dans Matthieu, son absence dans Luc -du moins son absence en rapport avec la naissance, puisqu'il est mentionné en Luc, 1,5, mais alors en rapport avec l'Annonciation de la naissance de **Jean Baptiste**-. Tous ces petits détails chronologiques s'harmoniseraient de façon remarquable dans la solution par les deux Jésus. C'est ce que Steiner résume ainsi dans "*L'Évangile selon Saint Luc*" (1909) :

" Deux enfants Jésus sont donc nés à quelques mois de distance. Mais l'enfant Jésus de Luc, ainsi d'ailleurs que Jean Baptiste, naquit assez tard pour que le massacre des Innocents n'ait pu l'atteindre ; en effet aviez-vous jamais réfléchi au fait que ceux qui lisent ce qui nous est dit du massacre des enfants de Béthléem devraient se demander comment il se fait que Jean Baptiste a pu survivre ? Car vous verrez que tous les faits concordent (...) les événements racontés par l'évangile de St Matthieu et ceux que rapporte l'évangile de St Luc n'ont pas eu lieu en même temps, si bien que la naissance du Jésus de la lignée de Nathan ne tombe pas au moment du massacre des Innocents. Il en est de même pour Jean Baptiste. Bien qu'il n'y ait eu que quelques mois de différence, cela suffit pour rendre la chose possible..."

Dans le cadre d'une telle hypothèse, il faudrait envisager que la naissance du Jésus de Matthieu ait eu lieu fin de l'an 2 avant J.C. ou début de l'an 1 avant J.C. tandis que celle du Jésus de Luc aurait eu lieu après, dans le courant de l'an 1 avant J.C., éventuellement vers la fin de l'année, c'est-à-dire pratiquement au seuil de l'an 1 de notre ère. Entre les deux naissances il y aurait moins d'un an;

ce serait donc bien une question de mois et non d'années. Hérode étant mort en février ou mars de cet an 1 avant J.C. il serait compréhensible que Luc n'évoque plus ledit "massacre des Innocents".

Nous aurions donc au cours de l'An Zéro (1 avant J.C.) les deux naissances, voire les trois, dans l'ordre : celle du Jésus de Matthieu au tout début de l'année, celle de Jean Baptiste vers le moment du solstice d'été, et celle du Jésus de Luc à la fin de l'année.

Or, il est à remarquer -et on peut avoir un aperçu de ce débat jusque dans la très respectable revue "Nature" (voir bibliographie.)- que plusieurs textes hébraïques anciens contiennent des éléments indiscutables sur l'attente des deux messies et du prophète. Il semble que ces trois naissances étaient la base de l'attente messianique juive au 1er siècle avant J.C. : l'Annonciateur, le Messie Royal, le Messie Sacerdotal. Or c'est bien ce qui apparaît dans la double généalogie : Messie Royal -par Salomon- chez Matthieu, Messie Sacerdotal -par Nathan- chez Luc. C'est aussi dans ce sens que pourraient être interprétés certains éléments astronomiques des 7 ans préparatoires.

Des éléments de réflexion sur cette question des deux messies se trouvent dans les articles de Beasley-Murray et de Philonenko (voir bibliographie) ainsi que dans le texte gnostique "Pistis Sophia" et dans les Manuscrits de la Mer Morte.

Par ailleurs, on retrouve dans des tableaux de la Renaissance une trace picturale de cette tradition des deux Jésus. Bien sûr, cela ne démontre rien en ce qui concerne la véracité d'un tel fait, mais il est quand même très curieux qu'apparaissent de façon ostensible sur de nombreux tableaux la présence de deux Jésus. Hella Krause-Zimmer a consacré un livre entier à cette question (voir bibliographie.). Nous lui empruntons la reproduction d'un tableau parmi les plus beaux de ceux où s'exprime cette énigme : il s'agit d'un tableau de Bergognone (ou Borgognone) représentant la fameuse scène de Jésus enseignant les docteurs dans le Temple, et où l'on voit au premier plan un second Jésus qui semble s'en aller, "céder la place". On notera la magnifique complémentarité des gestes des deux Enfants. C'est en tout cas, d'après Steiner, le moment -à l'âge de 12 ans (c'est-à-dire 12 ans pour l'un, et éventuellement 11 ans pour l'autre)- où l'un des enfants serait mort, et c'est à partir de ce moment que nous n'aurions plus qu'un seul Jésus.

Je termine donc sur cette hypothèse osée mais qui -je le répète- a attiré l'attention de plusieurs chercheurs tout à fait rigoureux, dont des astronomes, qui ont été conduits à l'envisager, on peut dire : sous l'évidence même des faits rencontrés en approfondissant le sujet de la datation de la naissance de J.C. Bien sûr, ils ont éventuellement plus de problèmes ensuite en ce qui concerne la logique ésotérique qui va avec... Mais il est clair qu'au niveau purement formel, tout se passe comme si les choses étaient ainsi.



59. Borgognone : *Jésus à douze ans dans le Temple* (S. Ambrogio, Milan)

Conclusion-résumé

La mort du Christ peut être maintenant datée avec une quasi certitude au 3 avril de l'an 33. Le problème de la datation de la naissance est plus complexe. Quatre pseudo-évidences ont longtemps bloqué la recherche. En fait, certains auteurs de la fin du XIX^e siècle étaient sur la bonne voie mais leurs travaux ont été curieusement "occultés". C'est à partir des années 1970 que l'on revient à l'idée que la naissance a pu avoir lieu au cours de l'an 1 avant J.C. (An "Zéro" des astronomes) à condition de réviser les quatre idées reçues mentionnées : datation de la mort d'Hérode, datation du "recensement" de Quirinius, prétendue "erreur de Denys le Petit", simultanéité de la naissance et d'un phénomène astronomique spectaculaire (en particulier triple conjonction Jupiter-Saturne de 7 avant J.C.).

Mais au-delà de ce "retour à l'An Zéro", riche d'implications chronologiques, s'ouvre alors une nouvelle question, une nouvelle énigme, celle concernant l'éventualité qu'il y ait eu, non pas une naissance, mais **deux** naissances, toutes deux au cours de l'An Zéro (1 avant J.C.).

Dans le cadre d'une telle datation, Jésus-Christ serait bien mort à 33 ans (ou 33 ans et 3 mois), durée retenue par la tradition.

On ne peut pas dire que cette datation est absolument "démontrée" mais ce qui est sûr maintenant, c'est qu'elle n'est pas impossible -ce que l'on a cru pendant des décennies-. Elle respecte parfaitement les synchronismes du Nouveau Testament, et elle permet d'expliquer nombre de détails des Évangiles qui pouvaient apparaître superflus, voire contradictoires.

L'enquête a une fois de plus rebondi, elle n'en est que plus passionnante.

Liures et Articles consultés

(Les auteurs dont le nom est précédé d'une étoile * sont les plus significatifs de la thèse chronologique présentée dans notre article)

ACHELIS H. : "*Ein Versuch den Karfreitag zu datieren*" - Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen (Philologisch-historische Klasse), 1902.

ANGER Rudolf. : *Der Stern der Weisen und das Geburtsjahr Christi. Eine chronologische Untersuchung* - Zeitschrift f. die historische Theologie - Jg. 1847, III Heft.XVII.2, Leipzig.

BACH J. : "*Monatstag und Jahr des Todes Christi*" - Strassburg, 1912

BARRETT Anthony A. : "*The Star of Bethlehem : Some historical Considerations*" - Supplement to The Jl. of the Royal Astronomical Society of Canada, Vol. 77, n° 6, Dec.1983, pp L82-L84

BEASLEY-MURRAY G.R. : "*The Two Messias in the Testaments of the Twelve Patriarchs*" - The Journal of Theological Studies, XLVIII, 1947, pp 1-12

BRUHNS C. - "*Ueber die Finsternis des Mondes vom 3 April des Jahres 33*" - Berichte Gesells.Wissens. Leipzig, XXX, 98, 1878

*BUHLER W. : "*Der Stern der Weisen*" - Stuttgart, Freies Geistesleben, 1983

*CIOTTI J. E. : "*The Magi's Star : Misconceptions and New Suggestions*" - Griffith Observer, Vol. 42, n°12, 1978, pp 2-14

CLARK D. H. - PARKINSON J. H. - STEPHENSON F.R. : "*An Astronomical Re-Appraisal of the Star of Bethlehem. A Nova in 5 B.C*" - Q. Jl. R. Astr. Soc., 1977, 18, pp.443-449

CULLEN C. : "*Can we find the Star of Bethlehem in Far Eastern Records ?*" - Q. Jl. R. Astr. Soc., 1979, 20, pp.153-159

DUPRAZ L. : "*De l'association de Tibère au principat à la naissance du Christ*" - Fribourg (Suisse), Ed. Universitaires, 1966

*EDWARDS O. : "*A New Chronology of the Gospels*" - London, Floris, 1972

*EDWARDS O. : *"Herodian Chronology"* - Palestine Exploration Quarterly, 1982 (January-June), pp.29-42. (avec bibliographie concernant la chronologie d'Hérode).

*EDWARDS O. : *"Zur Christus-Jesus-Chronologie"* - Das Goetheanum 1983 (25-9), pp.308-309

*EDWARDS O. : *"The Time of Christ"* (A Chronology of the Incarnation), Edinburgh, Floris, 1986.(avec importante bibliographie)

EDERSHEIM A. : *"The Life and Times of Jesus Messiah"* - Vol.I, London, 1887

ELLIOTT I. : *"The Star of Bethlehem"* - Q. Jl. R. Astr. Soc., 1978, 19, pp 15-516

FERRARI D'OCCHIEPPO K. : *"Der Stern der Weisen. Geschichte oder Legende?"* - Wien - München, Herold Verlag, 1969 (Nouvelle Edition, 1977)

FERRARI D'OCCHIEPPO K. : *"Der Stern der Magier"* - Oest.. Akad. d. Wiss., Phil.-hist. Kl. Anzeiger 111, Wien, 1974

FERRARI D'OCCHIEPPO K. : *"Zur Hypothese einer 854 jährigen Planetenperiode in der babylonischen Astronomie"* - Oest. Akad. d. Wiss., Phil.-hist. Kl. Anzeiger 113, Wien 1976, n° 9

FERRARI D'OCCHIEPPO K. : *"The Star of Bethlehem"* - O. Jl. R. Astr. Soc., 1978, 19, pp 517-520.

FINEGAN J. : *"Handbook of Biblical Chronology"* - Princeton, 1964

FIRPO G. : *"Il problema cronologico della nascita di Gesu"* - Brescia, Paideia, 1983 (avec importante bibliographie)

FOTHERINGHAM J.K. : *"The Evidence of Astronomy and Technical Chronology for the Date of the Crucifixion"* - Journal of Theological Studies 35, 1934, pp.146-162

FUNK E. - SCHULTZ J. : *"Zeitgeheimnisse im Christusleben"* - Dornach, Philosophisch-Anthroposophischer Verlag, 1970

GERHARDT O. : *"Der Stern des Messias"* - Leipzig, 1922

GIRARD L. : *"Le cadre chronologique du ministère de Jésus"* - Paris, Gabalda, 1953. (avec panorama des différentes datations de la Crucifixion entre l'an 25 et l'an 35)

HENNIG R. : *"Das Geburts- und Todesjahr Christi"* - Essen, 1936

HOFFMANN K. F. : *"Der Stern der Weisen"* - Veröffentlichung n° 54 der Wilhelm Foerster-Sternwarte, Berlin, s.d.

HUGHES D. : *"The Star of Bethlehem"* - Nature, Vol. 264, 1976, December 9, pp 513-517

HUGHES D. et al. : *"The Star of Bethlehem"* - Nature Vol. 268, 1977, pp. 565-567

HUGHES D. : *"The Star of Bethlehem"* - New York, 1979. (1ère Edition : 1973)

HUMPHREYS C.J. - WADDINGTON W.G. : *"Dating the Crucifixion"* - Nature, Vol. 306, 1983, pp.743-746

HUSCHKE P.E. : *"Ueber den zur Zeit der Geburt Jesu Christi gehaltenen Census"* - Breslau, 1840

INSTINSKY H.U. : *"Das Jahr der Geburt Christi"* - München, 1957

JAUBERT A. : *"La date de la Cène"* - Paris, 1957

JAUBERT A. : *"Jésus et le calendrier de Qumran"* - New Testament Studies, 7, 1960, pp.1630

JOSEPH FLAVIUS : *"Histoire ancienne des Juifs. La guerre des Juifs"* - Paris, Lidis, 1968

KEPLER J. : *"De Anno Natall Christi (1614)"* - in Johannes Kepler Gesammelte Werke, V, pp.5-126, München, 1953

*KRAUSE-ZIMMER H. : *"Le problème des deux enfants Jésus et sa trace dans l'art"* - Paris, Triades, 1977

*KRAUSE-ZIMMER H. : *"Sternkonjunktion , Herodestod und die zwei Jesus-knaben"* - Das Goetheanum, 1981, n° 8, pp 57-59

*KRAUSE-ZIMMER H. : *"Die Jordantaufe"* - Das Goetheanum, 1981, n° 10, pp 73- 74

*KRAUSE-ZIMMER H. : *"Die Nova und das Jahr 1604"* - Das Goetheanum, 1982 (12.9), pp 291-292

KRITZINGER H.H. : *"Der Stern der Weisen"* - Gütersloh, 1911. (avec bibliographie des textes anciens)

LAVALLARD J. L. : *"Controverse sur la date de naissance de Jésus-Christ"* - Le Monde, 28.12.1977.

*LEMMER U. : *"Neuere Betrachtungen zum Stern von Bethlehem"* - Sterne und Weltraum, n°12, 1980, pp 404-406.

LIEBHART L. : *"Die Seltenheit der Himmelserscheinung des Jahres 7 vor Christus"* - Linzer Theologisch-praktische Quartalschrift, (102 Jg.) 1954, pp.12-20.

LUNDMARK K. : *"The Messianic Ideas and their Astronomical Background"* - Actes du VIIe Congrès International d'Histoire des Sciences, Jérusalem (4-12 août 1953), pp 436-439

*MARTIN E. L. : *"The Birth of Christ recalculated"* - FBR Publications, Pasadena, 1978

*MARTIN E. L. : *"New Star over Bethlehem"* - FBR Publications, Pasadena, 1980

*MARTIN E. L., MOSLEY J. : *"The Star of Bethlehem Reconsidered : a Historical Approach"* - Planetarian, Vol. 9, 1980, n° 2, pp .6-9

MONTEFIORE H.W. : *"Josephus and The New Testament"* - Novum Testamentum, Vol. IV, 1960, pp.139-160 et 307-318

MONTMERLE T. : *"L'Etoile de Noël"* - La Recherche, n° 106, Décembre 1979, pp 1250-1258

MOSLEY J. : voir MARTIN E. L.

MUNTER F. : *"Der Stern des Weisen"* - Copenhagen 1827

*"NATURE" : (Courrier de divers auteurs à propos de l'Etoile de Bethléhem) - Nature, n° 268, 11 August 1977, pp 565-567

OEFELE F. (von) : *"Das Horoskop des Empfängnis Christi mit den Evangelien verglichen"* - Berlin, Mitteilungen der Vorderasiatischen Gesellschaft, 1903

OEFELE F. (von) : *"Die Angaben der Berliner Planetentafeln P 8279 verglichen mit der Geburtssgeschichte Christi des Matthäus"* - Berlin, Mitteilungen der Vorderasiatischen Gesellschaft, 1903

OGG G. : *"The Chronology of The Public Ministry of Jesus"* - Cambridge University Press, 1940. (avec importante bibliographie)

OROSIUS PAULUS : *"Histoires : contre les Païens"* - Livre 7, Paris, Les Belles Lettres, 1990

PARISOT J. P. : "*Quand la lune était rouge sang...*" - Ciel et Espace, n° 204, Mars-Avril 1985.

PARKINSON J. H. : voir CLARK David H.

PFITZNER : "*Das Geburtsjahr Jesu Christi*" - Parchim, 1873

PHILONENKO M. : "*Les interpolations chrétiennes des Testaments des Douze Patriarches et les manuscrits de Qumran*" - Cahiers de la Revue d'Histoire et de Philosophie Religieuses n° 35, Paris, 1960

PISTIS SOPHIA (Texte gnostique attribué à VALENTIN) - Milano, Arché, 1975.

* RIESS F. : "*Das Geburtsjahr Christi*" - Freiburg, 1880

* RIESS F. : "*Nochmals das Geburtsjahr Jesu Christi*" - Freiburg, 1883.

RODMAN R. : "*A Linguistic Note on the Christmas Star*" - Griffith Observer, Vol.40, n° 12

RUGGLES C. : "*The Moon and the Crucifixion*" - Nature, Vol. 345, 21 June 1990, pp 669-670

SAWYER J.F.A. : "*Why is a Solar Eclipse Mentioned in the Passion Narrative ?*", Jl. of Theological Studies 23, 1972, pp.124-128

SCHAEFER B. E. : "*Lunar Visibility and the Crucifixion*" - Q.Jl.R.Astr.Soc. 31, 1990, pp.53-67.

* SCHALK E. : "*Ein Beitrag zur Rudolf Steiner's Christus-Jesus Chronologie*" - Das Goetheanum, 20.2.1983, pp. 59-60

SCHARBERG B. (von) : "*Chronologie des Lebens Jesu*" - Hermannstadt, 1928

SCHEGG : "*Das Todesjahr des königs Herodes und das Todesjahr Jesu*" - München, 1882

SCHMIEDEL P.W. : "*Neueste astronomische 'Feststellungen' über den Stern der Weisen und den Todestag Jesu*" - Protestantische Monatshefte Berlin, 1904

SCHOCH K. : "*Christi Kreuzigung am 14 Nisan*" - Biblica, 1928, 9, pp. 48-56

SCHULTZ J. : voir FUNK E.

SCHURER E. : *"The History of the Jewish People in the Age of Jesus Christ"* - Edinburgh, 1973 ,Vol. I, 1979 (Vol.II) (Réédition)

SCHWEITZER E. : *"L'Etoile de Bethléem"* - Publications de l'Observatoire de Strasbourg, 1981

SEYFFARTH G. : *"Chronologia Sacra. Untersuchungen über das Geburtsjahr des Herrn"* - Leipzig, 1846

SEYMOUR J., SEYMOUR M.W. : *"The Historicity of the Gospels and Astronomical Events concerning the Birth of Christ"* - Q.Jl.R.Astr.Soc., **19**, 1978, pp. 194-197

SINNOTT R. W. : *"Thoughts on the Star of Bethlehem"* - Sky and Telescope, December 1968, pp. 384-386.

STEINER R. : *"L'Evangile de Saint Luc"* - Triades, Paris, 1909

STEINER R. : *"L'Evangile de Saint Matthieu"* - Triades, Paris 1910

STEPHENSON F.R. : voir CLARK D.H.

*VETTER S. : *"Der Tod des Herodes und der Stern von Bethlehem"* - Das Goetheanum, n°2, 1981

*VETTER S. : *"Johannes Kepler und der Stern des Weisen"* - Das Goetheanum 17-1-1982, p. 21

*VETTER S. : *"Zum Stern von Bethlehem und zum Todesdatum Jesu-Christi"* - Das Goetheanum, 1-4-1984, pp 107-108

VEZIN A. : *"Das Messiasgestirn und die Jupiter-Saturn-Konjunktion des Jahres 7 v. Chr."* - Gelbe Hefte, XVI/2, 1940, 360 ff.

*VIERSEN W. : *"Zum Todesdatum von Herodes I"* - Das Goetheanum, 30.8.1981, pp. 274-276

VOIGT H. : *"Die Geschichte Jesu und die Astrologie"* - Leipzig, 1911

WADDINGTON W.G. : voir HUMPHREYS C.J.

WATTENBERG D. : *"Die Grosse Konjunktion der Planeten im Jahre 7 v. Chr. und ihre Deutung als Stern der Weisen"* - Vorträge und Schriften der Archenhold Sternwarte, n° 34, Berlin-Treptow, 1969. (avec une importante bibliographie)

WENNING C.J. : *"The Star of Bethlehem Reconsidered : A Theological Approach"* - Planetarian, Vol. 9, n°2, 1.8.1980, pp 2-5

WERNER H. : *"Die astronomische Konstellation zur Zeit der Geburt Christi"* - Universitas, 4, 1949, pp.1461-1464.

WESTBERG F. : *"Die biblische Chronologie nach Flavius Josephus und das Todesjahr Jesu"* - Leipzig, 1910.

WESTBERG F. : *"Zur neutestamentlichen Chronologie"* - Leipzig, 1911

ZUMPT A.W. : *"Das Geburtsjahr Christi"* - Leipzig, 1869.

*

INDEX

Volumes 1 à 7

Volume 1

Editorial <i>P. Erny et C. Jaschek</i>	1
Le Calendrier Gaulois de Coligny <i>J.P. Parisot</i>	3
Temps et Devenir I et II <i>H. Barreau</i>	23
Essai de Reconstruction des Extrema Solaires Historiques <i>J.P. Rozelot</i>	51
Temps, Durée et Naissance des Calendriers <i>L. Molet</i>	55
La Détermination et la Conservation de l'Heure : Histoire d'une Fonction Sociale <i>G. Jasiewicz</i>	59
Division et Continuité du Temps dans les Mythes Grecs : Le Seuil et le Cercle <i>R. Triomphe</i>	65
Abu Ma Sar et la Théorie des Grandes Conjonctions <i>E.H. Wagner</i>	81
Les Calendriers Liturgiques et les Irrégularités de la Date de Pâques <i>F. Suagher et J.P. Parisot</i>	95
Les Phénomènes "Météorologiques" dans la Tradition Populaire <i>K.A.F. Fischer</i>	117

Volume 2

Editorial <i>P. Erny et C. Jaschek</i>	1
Le Zodiaque de Denderah <i>H. Andrillat</i>	3
Le Lever Héliaque de Sirius <i>J.P. Parisot</i>	27
L'Astronomie des Anciens Mayas <i>G. Jasiewicz et F. Jaffiol</i>	57
"Année Platonicienne" et Période Précessionnelle <i>Ch. Lazaridès</i>	65
Les Boitiers Rituelles de Printemps <i>A. Lebeuf</i>	81
L'Observation Populaire de la Chute des Météorites (Deux Enquêtes Publiques sur les Chutes de Météorites ou la Population Face à des Phénomènes Célestes) <i>A. Florsch</i>	99
La Mesure du Temps chez les Celtes <i>J.M. Le Contel et P. Verdier</i>	117
Hildegarde de Bingen : Représentations Cosmologiques <i>E. Klein</i>	135

Volume 3

Editorial <i>P. Erny et C. Jaschek</i>	1
La Lune vue par les Grecs <i>R. Triomphe</i>	3
Le Calendrier Romain de 304 Jours <i>J. Hornecker</i>	17
Ma Traduction du Calendrier de Coligny <i>P.E.A. Verdier</i>	23
L'Observatoire Astronomique de la Cathédrale Saint-Lizier de Couserans <i>A. Lebeu</i>	39
Astronomy in Europe between 8000 and 1200 BC <i>W. Schlosser</i>	79
Nicolas Machiavel et la Structure ternaire de l'Univers <i>P. Kah</i>	93

Volume 4

Editorial <i>P. Erny et C. Jaschek</i>	1
Durée et Temps à Madagascar <i>M.L. Molet</i>	3
Gammes Planétaires et Harmonie Cosmique au Haut Moyen Age <i>J. Viret</i>	13
Le Songe de Kepler <i>H. Andriolat</i>	27
Le Carnaval et le Calendrier de Coligny <i>P. Verdier</i>	35

Volume 5

Editorial	1
<i>P. Erny et C. Jaschek</i>	
Symbolique Cosmique et Images Antiques du Ciel	5
<i>R. Triomphe</i>	
L'Ethnographie des Astronomes	37
<i>A. Lebeuf</i>	
Les Moitiés Masculines et Féminines du Ciel : Astronomie de quelques Tribus Guyanaïses	59
<i>E. Magana-Torres</i>	
Emigration - Sort d'Astronomes Allemands en 1918 et Aujourd'hui	73
<i>Th. Schmidt-Kaler</i>	
Les Comètes d'Atawallpa : Astronomie et Pouvoirs dans l'Empire Inca	91
<i>M.S. Ziolkowski</i>	

Volume 6

Editorial <i>P. Erny et C. Jaschek</i>	i
Le Cycle Lunaire et sa Signification chez les Indiens Mexicains <i>U. Köhler</i>	1
Les Mégalithes de Bretagne et les Théories Astronomiques. Cent ans d'interrogations. <i>J. Briard</i>	15
Dans le Procès de l'Astrologie, le rationalisme est-il tout à fait Rationnel ? <i>C. Maillard</i>	35
Commentaire sur l'Exposé de M. Maillard <i>H. Andriolat</i>	49
Préoccupations Cosmologiques et Astronomiques dans les Travaux de l'Ecole Française d'Ethnologie dans la Boucle du Niger <i>P. Erny</i>	53
Les Moitiés Masculines et Féminines du Ciel : Astronomie de quelques Tribus Guyanaises (Article paru dans Volume 5) Bibliographie <i>E. Magana-Torres</i>	75

Volume 7

Editorial

P. Erny P. - Jaschek C.

Jésus, est-il né au solstice d'hiver ? - L'Invention de Noël
Levy M.L.

Hipparque, sa vie, son oeuvre
Brunet J.P. - Nadal R.

Les Incas étaient-ils capables de prévoir les éclipses de lune ?

Zliolkovski M. - Lebeuf A.

Le proche et le lointain : Eléments d'Ethnoastronomie
Emerillon (Guyane Française)

Mohan N. - Navet E.

L'Univers est-il déterminé ?

Andrillat H.

Un théâtre astronomique en Avignon - Le Planétarium à miroir
de Kircher (1632-1633) - Avant-projet de reconstruction

Oudet J.F.

La cosmologie mythologique : le rationnel dans l'irrationnel

Radoslavova T. - Simanov A.

INDEX

AUTEURS

Andrillat H.	2,3 ; 4,27 ; 6,49 ; 7,67
Barreau H.	1,23
Briard J.	6,15
Brunet J.P.	7,11
Erny P.	1,1 ; 2,1 ; 3,1 ; 4,1 ; 5,3 ; 6,53
Fischer K.A.F.	1,117
Florsch A.	2,99
Hornecker J.P.	3,17
Jaffiol F.	2,57
Jaschek C.	1,1 ; 2,1 ; 3,1 ; 4,1 ; 5,3
Jasniewicz G.	1,59 ; 2,57
Kah P.	3,93
Klein E.	2,135
Köhler U.	6,1
Lazaridès Ch.	2,65
Lebeuf A.	2,81 ; 3,39 ; 5,37 ; 7,23
Le Contel J.M.	2,117
Levy M.L.	7,1
Magana-Torres E.	5,59 ; 6,75
Maillard C.	6,35
Mohia N.	7,43
Molet L.	1,55 ; 4,3

Nadal R.	7,11
Navet R.	7,43
Oudet J.F.	7,79
Parizot J.P.	1,3, 95 ; 2,27
Radoslavova T.	7,95
Rozelot J.P.	1,51
Schlosser W.	3,79
Schmidt-Kaler Th.	5,73
Simanov A.	7,95
Suagher F.	1,95
Triomphe R.	1,65 ; 3,3 ; 5,5
Verdier P.	2,117 ; 3,23 ; 4,35
Viret J.	4,13
Wagner E.H.	1,81
Ziolkowski M.S.	5,91 ; 7,23