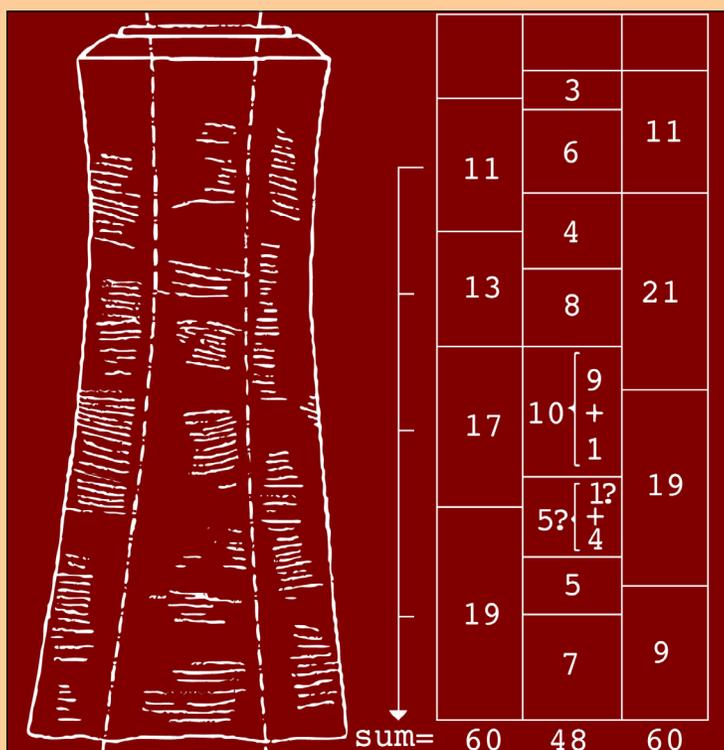


LES ARTICLES EN LIGNE DE

KADATH



**L'os d'Ishango : calculette,
calendrier ou simple pense-bête ?**

Michel Dethier

Mars 2016

L'os d'Ishango : calculette, calendrier ou simple pense-bête ?



Michel Dethier
(Photo E. Dethier)

Rappel de la découverte

À plusieurs reprises déjà, ces deux os mystérieux ont été évoqués dans *Kadath* par Victoor (1980), Arnold (1984) et Huylebrouck (2003). Ces différents auteurs ont également présenté et discuté les hypothèses émises : l'hypothèse « mathématique » du découvreur des ossements, le professeur Jean de Heinzelin de Braucourt, reprise par la suite par Dirk Huylebrouck et l'hypothèse « calendérique » chère à Alexander Marshack, sans qu'une conclusion définitive puisse être tirée. Mais voici qu'en 2010, Olivier Keller remet complètement en cause les hypothèses précédentes, en considérant qu'il est vain de chercher dans des documents préhistoriques des significations mathématiques ou astronomiques. Dans cet article, je vais essayer de faire le point sur ce délicat problème des sources et de leur interprétation. Mais auparavant, un bref rappel de la découverte archéologique de J. de Heinzelin et de la nature des objets en question ne me paraît pas superflu.

C'est dans les années '50 que l'archéologue belge J. de Heinzelin, en effectuant des fouilles dans le petit village d'Ishango, situé à la frontière entre l'Ouganda et le Congo, découvre un, puis deux petits os gravés d'entailles disposées régulièrement. Le site d'Ishango est localisé au bord du lac Rutanzige (anciennement lac Édouard), une des sources les plus lointaines du Nil (figure 1). Il est daté du Mésolithique mais a cependant livré un outillage primitif évoquant le Paléolithique, en particulier des harpons taillés principalement dans des os longs de buffles ou d'antilopes, typiques du site et très sophistiqués, l'homme d'Ishango ayant vraisemblablement été un pêcheur lacustre (de Heinzelin, 1957, 1962). D'abord daté de 8 500 ans BP, on estime aujourd'hui que ce site remonte à quelque 20 000 ans. En 1935, on y avait d'abord découvert une mandibule humaine. Puis, dès 1950, sous la direction de J. de Heinzelin, des fouilles méthodiques furent entreprises

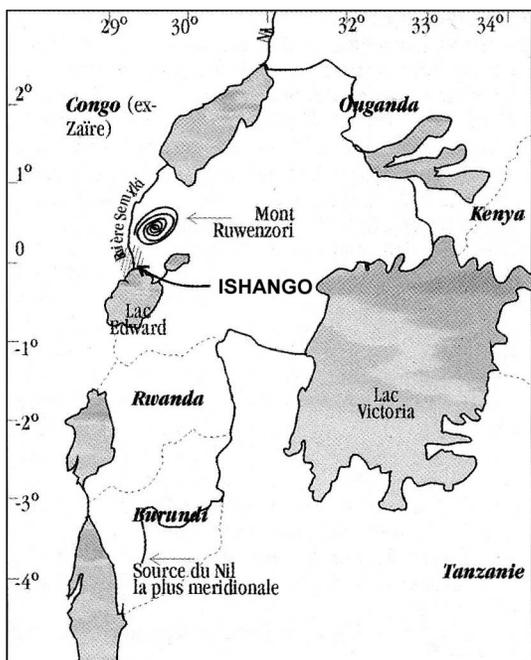


Figure 1.

Carte de la région d'Ishango. (D. Huylebrouck)

et livrèrent un abondant matériel : ossements humains et animaux, armes, outils... Les ossements humains recueillis (fragments de calotte crânienne, mâchoire inférieure, os longs et deux vertèbres) ont permis au professeur Twiesselmann d'estimer qu'il s'agissait d'un *Homo sapiens* de race noire (allure élancée des os longs), mais sans doute d'un type archaïque. Cette culture d'Ishango aurait subsisté plusieurs milliers d'années dans cette plaine qui, à l'époque et comme le montrent les reliefs de repas, était sans doute plus boisée qu'aujourd'hui. Les « Ishangiens » étaient vraisemblablement sédentaires mais d'aucuns pensent que quelques-uns de leurs représentants, peut-être à la suite des violentes éruptions volcaniques de la fin du Pléistocène et du début de l'Holocène qui ont profondément modifié le paysage, ont migré soit vers le nord, le long de la vallée du Nil, ainsi que vers l'ouest (lac Tchad et Niger), soit vers le sud-ouest du continent africain, où

ils auraient donné naissance aux Boschimans. Des similitudes ont en effet été relevées entre les harpons d'Ishango, ceux trouvés dans la région de Khartoum et ceux fabriqués encore aujourd'hui par les Boschimans...

Mais l'objet le plus remarquable livré par ce site est sans conteste un os d'une dizaine de centimètres de long (on a parfois parlé d'une phalange de lion, mais cela n'a jamais été confirmé), légèrement arqué, évidé aux extrémités et biseauté à l'extrémité la plus mince, où est enchâssée une lamelle de quartz, ce qui pourrait laisser supposer qu'il s'agit d'un outil. Mais il présente surtout, dans le sens de sa longueur, trois rangées d'encoches à peu près parallèles, regroupées en paquets inégaux et totalisant 167 ou 168 traits transversaux, certains étant assez peu visibles (figure 2).

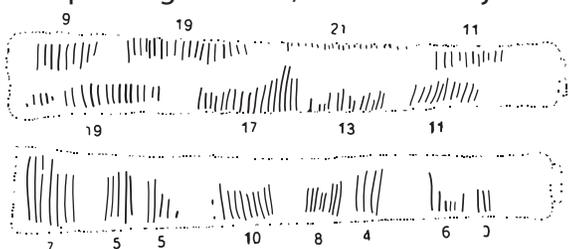


Figure 2. Schéma du relevé des entailles sur l'os d'Ishango, avec sa lamelle de quartz insérée à l'une de ses extrémités. (D'après A. Marshack)

L'hypothèse de Jean de Heinzelin : à la source des mathématiques ?

D'emblée, la disposition des encoches et leurs nombres frappèrent J. de Heinzelin, qui se demanda s'il ne s'agissait pas là d'un système numéral de bases 2 et 10 (deux mains et dix doigts ?), supposant en outre la connaissance des nombres premiers, de la duplication et la maîtrise de jeux arithmétiques.

Dans son article publié en 1962 dans la revue *Scientific American*, de Heinzelin remarque que la première colonne comporte quatre groupes comptant respectivement 11,

13, 17 et 19 encoches en ordre croissant et que ce sont les nombres premiers entre 10 et 20. Dans la troisième colonne, il note des groupes de 11, 21, 19 et 9 encoches, nombres qui peuvent aussi s'écrire $10+1$, $20+1$, $20-1$, $10-1$. La colonne du milieu offre moins de cohésion mais présente néanmoins, toujours selon de Heinzelin, un ensemble de rapports : deux groupes rapprochés de 3 et 6 encoches, puis deux autres groupes également rapprochés de 4 et 8 encoches. Un peu plus loin, un groupe de 10 encoches suivi par deux groupes rapprochés de 5 encoches. Enfin, à l'extrémité de l'os, un dernier groupe de 7 encoches, dont le rôle est évidemment moins clair...

Néanmoins, l'os d'Ishango ne doit pas seulement sa célébrité aux calculs de son découvreur, mais plus récemment et surtout au dévouement et aux calculs de deux autres chercheurs belges, le mathématicien Dirk Huylebrouck et l'ingénieur Vladimir Pletser, de l'Agence spatiale européenne. Non seulement ils acceptent les prémisses de leur prédécesseur, mais ils vont même plus loin en affirmant que les nombres des trois colonnes sont liés de telle sorte que leur ensemble forme une règle à calcul (Pletser & Huylebrouck, 1999). Ils supposent que le cinquième nombre de la colonne du milieu en partant du haut est 9 et non 10. Puis, en prenant les groupes d'encoches de cette même colonne du milieu tantôt par deux, tantôt par trois, ils les additionnent et lisent la somme tantôt dans la colonne de gauche, tantôt dans celle de droite, comme le montre le tableau 1. Cela a rappelé à l'ingénieur qu'est Pletser les anciennes règles à calcul, d'avant l'ère des calculatrices électroniques, qui étaient constituées de deux ou trois tiges coulissantes portant des mesures. En passant d'une règle à l'autre, on obtenait des liens entre les nombres qui y figuraient et on pouvait ainsi faire rapidement des calculs. À l'occasion d'un congrès organisé par Huylebrouck en 2007 (Huylebrouck ed., 2007), les mêmes auteurs fournissent un schéma supplémentaire en supposant cette fois que le cinquième nombre de la colonne du milieu est bien 10 et reprennent leurs additions en concluant que le peuple d'Ishango utilisait les bases 10 et 12 (ou 6).

Colonne de gauche	Additions sur la colonne du milieu	Colonne de droite
	$3 + 6 (+2)$	11
11	$6 + 4 (+1)$	
13	$3 + 6 + 4$	
	$4 + 8 + 9$	21
17	$8 + 9$	
	$9 + 5 + 5$	19
19	$7 + 5 + 5 (+2)$	
	$7 (+2)$	9

Tableau 1. Schéma proposé par Pletser & Huylebrouck (1999) et repris par Keller (2010) présentant l'os d'Ishango comme une règle à calcul.

Pour étayer leurs hypothèses, ils font appel à des arguments provenant d'autres disciplines, en particulier la linguistique et les méthodes africaines de comptage. En 1920, bien avant donc la découverte de l'os en question, le linguiste N.W. Thomas avait déjà relevé des ressemblances entre les noms désignant les nombres d'une part et les rites funéraires d'autre part, qui suggéraient des liens entre l'Égypte, le Nigéria et la région de

la Semliki, où se trouve Ishango. Il en avait déduit l'existence d'une influence venant du nord, c'est-à-dire d'Égypte en direction de l'Afrique subsaharienne. Dans son article de 1962, de Heinzelin s'appuyait sur des données archéologiques pour affirmer qu'en réalité, c'était l'inverse qui s'était produit et que le monde moderne était grandement redevable aux peuples vivant à Ishango, puisque le témoignage le plus ancien de l'utilisation d'un système numérique par l'homme date du Mésolithique d'Afrique centrale. À la question « Quel besoin les communautés traditionnelles avaient-elles de calculer et que pouvaient-elles bien compter ? », de Heinzelin répond que, dans une collectivité aussi nombreuse et active que celle d'Ishango, il fallait un instrument pour régir les nombreux rapports (répartition des biens entre les familles en tenant compte des produits de la pêche, du nombre d'enfants, etc.). Plusieurs chercheurs ont adopté la théorie de J. de Heinzelin mais d'autres, comme on le verra plus loin, s'y sont fermement opposés.

Le second os d'Ishango, trouvé en 1959, comporte, lui, six rangées d'encoches. Selon les hypothèses de de Heinzelin reprises par Pletser et Huylebrouck, cet os pourrait être le témoignage d'un changement de base, avoir eu une fonction didactique, ou même avoir servi dans l'échange entre groupes ethniques, l'un pratiquant la base 10, l'autre une autre base, comme 12, ou 16 ou d'autres encore. Dans les Actes du Congrès de 2007, les auteurs précités fournissent quelques exemples ethnographiques pour étayer leur thèse. Mais ces exemples ne sont guère convaincants car les façons de dire ou simplement de *montrer* les nombres avec les doigts diffèrent très fortement d'une ethnie à l'autre.

Le calendrier lunaire d'Alexander Marshack

À l'origine journaliste, l'Américain Alexander Marshack fut un jour chargé par la NASA d'écrire un livre sur l'histoire des sciences et découvrit ainsi l'existence de l'os d'Ishango. Captivé par cet objet « mathématique », il se reconvertit en archéologue autodidacte et ses recherches originales lui valurent d'être mandaté par le Peabody Museum of Archaeology and Ethnology de l'université de Harvard. En rédigeant son livre, paru en 1972, Marshack se posa la question de savoir comment l'homme était arrivé au degré de civilisation actuel et ce qui différencie le scientifique d'aujourd'hui du Papou de Nouvelle-Guinée ou du chasseur de la préhistoire. En principe, la capacité cérébrale de l'*Homo sapiens* n'a guère changé depuis son apparition sur terre et il est peu probable que l'homme actuel soit plus « intelligent » que ses lointains ancêtres. Tout ce qui constitue notre civilisation d'aujourd'hui n'est pas apparu soudainement mais est sans doute l'aboutissement de milliers d'années de progrès. Combien de milliers d'années ? L'invention et l'évolution du calendrier est, aux yeux de Marshack, l'exemple-type d'un produit résultant d'une très longue évolution de la culture humaine. On connaît des exemples de calendriers lunaires puis solaires très anciens. Serait-il possible de retrouver la trace d'un calendrier véritablement archaïque ?

En lisant l'article de J. de Heinzelin paru en 1962, Marshack pense avoir trouvé la pièce à conviction qu'il recherchait. L'explication mathématique ne satisfait pas l'Américain qui voit dans les encoches une notation plus utilitaire, à savoir un calendrier lunaire. Selon lui, en effet, la somme des entailles des deux premières colonnes vaut 120, ce qui correspond à quatre mois lunaires, tandis que la troisième colonne compte 48 encoches, ce qui représente un mois lunaire et demi, soit au total 5,5 mois lunaires. À l'examen au microscope, Marshack aurait détecté une inclinaison particulière des entailles et noté que ces dernières (par ailleurs très fines) n'avaient pas la même longueur. Les groupes

qui composent les colonnes varient donc, tant par l'inclinaison des entailles que par leur longueur. Faut-il y voir des maladresses du graveur ou, au contraire, une intention ? Marshack confronte alors la série complète des encoches à un modèle lunaire et conclut à une concordance étonnante entre les groupes de marques et les périodes lunaires astronomiques (figure 3) sur une période de 5,5 mois lunaires, les petites encoches semblant correspondre aux jours de nouvelle lune...

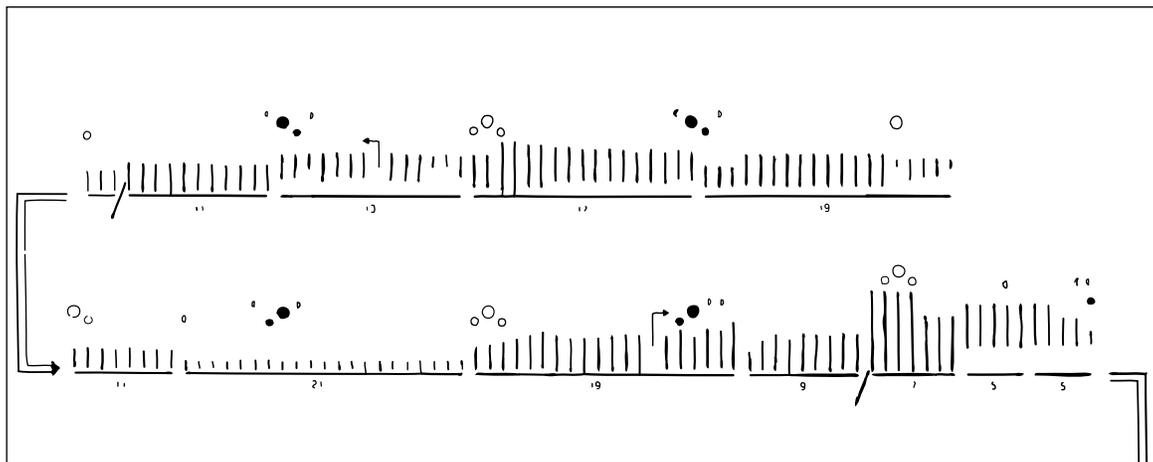


Figure 3. L'interprétation astronomique d'Alexander Marshack

Le chercheur américain est stupéfait : aurait-il découvert un système préhistorique de notation lunaire ? Et pourquoi cette notation avant même la pratique de l'agriculture ? La civilisation se serait-elle construite grâce à l'introduction du facteur-temps ? Enthousiasmé par sa découverte, Marshack prend contact avec l'astronome anglo-américain Gerald Hawkins (qui avait interprété Stonehenge comme un calculateur astronomique du Néolithique), puis avec le préhistorien américain Hallam Movius (alors occupé à fouiller aux Eyzies). Ce dernier lui conseille de publier rapidement une courte note, pour prendre date, ce que fait Marshack dans *Science* en 1964, ce qui lui vaut une subvention qui lui permet de venir en France. Là, au musée de Saint-Germain-en-Laye, il peut étudier toute une série d'objets datés de l'Aurignacien au Magdalénien (de 33 000 à 12 000 BP grosso modo). Plusieurs d'entre eux se révèlent particulièrement intéressants, comme par exemple :

- La plaquette façonnée et gravée provenant de l'abri Blanchard (Dordogne) et datée de l'Aurignacien. On peut y voir (figure 4) 69 marques gravées de 24 manières différentes et disposées selon une ligne serpentine à caractère visiblement séquentiel. Marshack confronte cet artefact avec son modèle lunaire et en conclut que la plaquette de l'abri Blanchard est une notation lunaire de deux mois 1/4, où les nouvelles lunes s'inscrivent à droite, les pleines lunes à gauche et les quartiers au centre. Si l'on tient compte en outre des encoches faites sur la tranche et au verso, on arrive à 172 marques, soit presque six mois lunaires. Un véritable calendrier de poche ! Plus récemment, Francesco D'Errico (1989) a estimé que cet objet n'avait rien à voir avec la lune mais représentait une sorte de code permettant de mémoriser des informations pratiques et/ou rituelles (soit un chapelet ou un *kobolloi* préhistorique) !
- La plaquette d'os de l'abri Lartet (Dordogne), datée aussi de l'Aurignacien, présente un phrasé lunaire presque parfait sur une période de onze mois, compte tenu de petites erreurs admissibles dues au système d'observation de l'époque.

- Le galet de Barma Grande (Italie, Périgordien, 24 000 ans BP) est couvert de traits, contrehachures et angles, irréguliers et inégaux. Pour Marshack, l'intention calendérique est flagrante et l'ensemble couvrirait 15 mois lunaires. De plus, ce galet représenterait un progrès par rapport aux deux objets précédents, puisqu'il utilise trois modes graphiques différents. Ce serait la préfiguration de nos modernes diagrammes !
- Le bâton en andouiller (appelé parfois bâton de commandement) et celui en os trouvés dans la grotte du Placard (Charente) sont datés du Magdalénien ; ils portent des encoches qui représenteraient respectivement quatre et deux mois lunaires.
- Marshack a encore étudié de nombreux objets du même type qu'il serait fastidieux de détailler ici. La plaquette en os trouvée en 1969 dans la grotte du Taï (Drôme) et datée de la fin du Magdalénien (environ 12 000 ans BP) mérite néanmoins d'être encore signalée (figure 5). C'est un fragment de côte d'environ 9 cm de long gravé sur les deux faces de très nombreuses et minuscules encoches. À l'aide d'une loupe binoculaire, Marshack (1991) l'a minutieusement étudiée et a conclu qu'il s'agissait d'une notation non-arithmétique d'observations de la lune et du soleil permettant de se positionner dans le temps, sans pour autant devoir se livrer à des calculs compliqués, comme aujourd'hui les noms des sept jours permettent de les repérer dans la semaine, sans que l'on doive compter.



Figure 4. Os gravé de l'abri Blanchard.
(Harvard University, Peabody Museum)



Figure 5. Os gravé de la grotte du Taï. (Harvard University, Peabody Museum)

L'importance et l'originalité des apports de Marshack dans l'interprétation des gravures préhistoriques sont incontestables. Néanmoins, le recours quasi systématique par cet auteur à des examens microscopiques pour étayer ses théories est considéré pour le moins surprenant par divers spécialistes. En ce qui concerne l'os d'Ishango, la théorie calendérique proposée par l'auteur américain est aujourd'hui généralement abandonnée. On lui objecte en particulier le fait que les peuples africains savaient très probablement qu'il y avait plus de douze mois lunaires en un an. Ils distinguaient souvent un treizième mois, plus court d'environ douze jours (Huylebrouck, 2003). En outre, pour être utile, un calendrier doit pouvoir être *relu*, c'est-à-dire que si telle ou telle activité doit prendre place à un tel moment du cycle lunaire, il faut pouvoir, par une indication bien nette, repérer ce moment sur l'objet en question (sans l'aide d'un microscope !). Or, selon Keller (2001), ce qui pourrait passer pour de telles indications est la plupart du temps absent des documents présentés par Marshack, en particulier de l'os d'Ishango.

Encore plus loin ?

Certains n'abandonnent jamais ! Très récemment, Cunningham (2013a et b) a publié de nouveaux articles concernant l'interprétation astronomique et calendérique de très anciens artefacts. Dans le premier (2013a), il voit toujours dans l'os gravé d'Ishango, mais aussi dans celui de Lebombo (encore plus ancien : environ 35 000 ans), des preuves de l'existence d'une forme d'écriture, à la fois géométrique et astronomique, permettant de noter avec précision les phases de la lune. Il suggère aussi une ressemblance entre les encoches tracées sur ces os d'une part et les caractères oghamiques et l'écriture proto-cunéiforme d'autre part, les regroupements de traits représentant peut-être un système alphabétique simple. Dans la foulée, il reconsidère l'interprétation de Dewez (1974) de l'os gravé trouvé dans la grotte de Remouchamps (simple « jeu de hasard ») et, en recombinaison les gravures effectuées sur les deux faces, en fait un instrument archéoastronomique performant. Cet os date du Mésolithique (Tardenoisien primitif, soit d'environ 8000 ans) et porte, sur une face, de fins traits transversaux et sur l'autre face, des traits transversaux et longitudinaux. Il va même beaucoup plus loin en faisant remonter ces notations alphabético-astronomiques aux gravures de la grotte de Blombos et à celles de Bilzingsleben.

Pour rappel, le site de Bilzingsleben (Allemagne) a été daté de 300 000 à 400 000 ans. On y a trouvé 37 os humains appartenant à *Homo erectus*, dont des crânes qui semblent avoir été volontairement écrasés post mortem, ainsi que des outils primitifs en silex, en quartzite, en os, en ivoire et en corne. Un tibia d'éléphant (*Elephas antiquus*) en particulier était gravé de deux groupes d'incisions (respectivement 7 et 14), parallèles et plus ou moins de même longueur, pouvant se prêter à une hypothétique interprétation calendérique (Mana & Mana, 1988). La grotte de Blombos est située à 900 km du Cap et on y a trouvé des dents humaines datées de 73 000 à 80 000 ans. Mais on y a aussi mis au jour 60 « perles » ayant sans doute servi à fabriquer des colliers et consistant en des coquilles percées de *Nassarius*, petits gastéropodes marins voisins des buccins et des murex, ainsi que les deux blocs d'ocre gravés de motifs géométriques. Ces « œuvres d'art » sont apparues comme remarquablement avancées pour cette époque lointaine et ont été considérées comme les signes de « l'émergence de la modernité culturelle » (Henshilwood & al., 2002).

Dans l'article suivant (2013b), Cunningham va encore plus loin et voit, dans les rondeurs et les replis adipeux de la Vénus de Dolni Vestonice (près de Brno, Moravie méridionale, Tchéquie), datant du Paléolithique supérieur (28 000 – 26 000 ans), des valeurs astronomiques, faisant ainsi d'elle une « ancêtre » de Nut, la déesse égyptienne du ciel... Cela confine à l'obsession, voire même à l'indécence !

Jègues-Wolkowicz (2007, 2008) estime pour sa part que les dessins pariétaux réalisés dans les grottes au Paléolithique ne sont pas de simples représentations des animaux de l'époque, mais renferment aussi des données astronomiques rigoureuses. Selon l'orientation des grottes (choisie délibérément), les rayons du soleil éclairaient les peintures aux couchers et aux levers au moment des

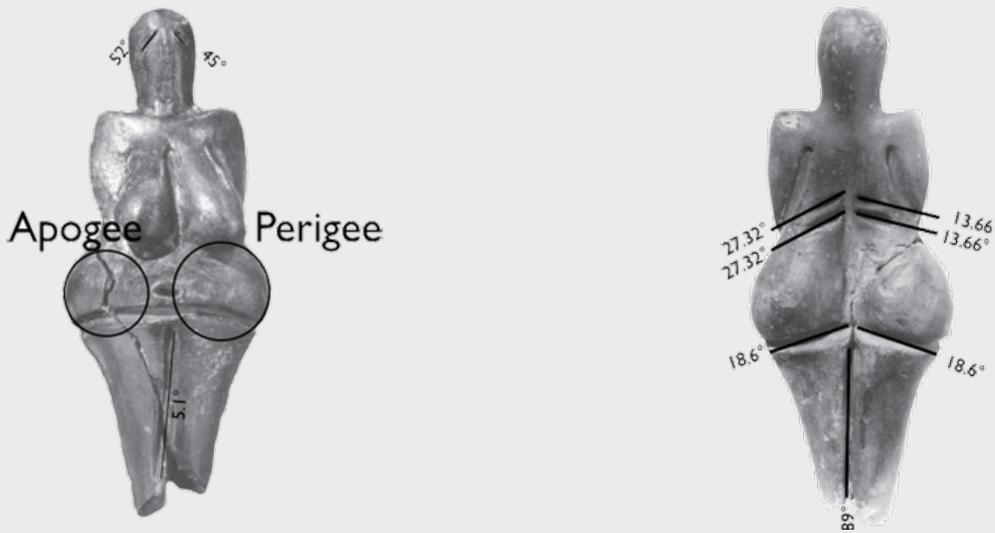


Figure 6. Vénus de Dolni Vestonice, de face et de dos, selon Cunningham (2013b).

solstices d'été et d'hiver et aux équinoxes. Elle a observé ce phénomène pour la première fois à Lascaux, puis dans 137 sites et en a conclu que les hommes du Paléolithique supérieur étaient capables de réaliser des observations astronomiques complexes et prolongées. Elle insiste même en distinguant deux périodes dans l'art pariétal : l'une remontant à 35 000 ans (grottes orientées vers le soleil levant ou couchant au solstice d'hiver) et l'autre à 22 000 ans (grottes orientées vers le soleil levant ou couchant au solstice d'été). Elle voit également des correspondances entre l'anatomie des animaux représentés et la période où le soleil pénètre dans la cavité (la mâchoire recourbée du saumon indique décembre, le pelage et l'érection des bisons évoquent le printemps ou l'automne). Pour cet auteur, Lascaux est une véritable carte du ciel, où les constellations sont représentées sous forme d'animaux.

Ces thèses ont cependant rencontré de nombreuses objections, en particulier :

- L'orientation des grottes s'explique par celle des failles.
- Certains remettent en question la précision des mesures de Jègues-Wolkowicz (elle était seule à les réaliser, en terrain très accidenté).
- Les nombres d'étoiles et de points formant les peintures rupestres fournissent un nombre immense de combinaisons qui permettent toutes les démonstrations possibles.
- Enfin, des datations récentes ont modifié l'âge des peintures, qui ne correspond plus à celle de la reconstitution de la carte du ciel.

Des préhistoriens à l'esprit pourtant ouvert, comme J. Clottes (partisan de l'interprétation chamanique des peintures rupestres) et N. Aujoulat (pourtant auteur d'une étude très poussée à Lascaux sur le lien entre l'art pariétal et la succession des saisons) ont réfuté les conclusions de Jègues-Wolkowicz.

Mathématique-fiction et préhistoire de la géométrie

Mais voici qu'en 2010, le mathématicien français Olivier Keller publie sur le site « Bibnum » d'Internet une réfutation pour le moins vigoureuse, non seulement de la théorie de Marshack (qu'il laisse d'ailleurs largement de côté), mais aussi de toutes les approches mathématiques précédentes. Que leur reproche-t-il ? Fondamentalement, Keller estime qu'un document préhistorique, muet par définition, peut cependant dégager un délicieux (et dangereux) parfum de mystère et que la tentation est grande de le faire parler, en particulier le langage des mathématiques. Les mathématiques se présentent en effet sous forme de vérités définitives. À peu près n'importe quel objet peut se décrire ou s'interpréter en langage mathématique et un chercheur peut ainsi facilement succomber aux appels des sirènes de la mathématique-fiction.

Keller s'insurge contre cette démarche qu'il qualifie d'illusion mathématicienne et dénonce la gloire faite à l'os d'Ishango, son exposition à l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique (où il est qualifié de « plus vieille calcullette de l'humanité), l'édition d'un timbre par la Poste belge en 2000 (année internationale des mathématiques) évoquant cet objet et surtout la tenue à Bruxelles en 2007 d'un congrès international intitulé « Ishango, 22.000 and 50 years later: the cradle of mathematics ? ».

Quels sont les reproches de Keller aux théories avancées et développées successivement par de Heinzelin, Huylebrouck, Pletser et quelques autres (Huylebrouck ed., 2007) ? Considérant que plusieurs encoches sont quasiment effacées et à peine visibles, il estime que toute interprétation fondée sur leur dénombrement est suspecte a priori. Par exemple, dans la colonne du milieu, il estime que l'un des groupes de cinq encoches vus par de Heinzelin est difficilement lisible et que, par conséquent, la somme de 10 proposée par l'archéologue belge pourrait être en réalité 9. Mais surtout il démonte les raisonnements mathématiques des partisans de la calcullette. Il serait fastidieux de reproduire ici en détail la démonstration et je me bornerai donc à en donner deux exemples :

- Sur les additions proposées par Pletser & Huylebrouck en 1999, seules quatre sont exactes. Mais comme ces auteurs veulent que cet os soit une table d'addition, il faut en fabriquer d'autres de force. Par exemple, le 3 et le 6 de la colonne du milieu sont presque en face du 11 de la colonne de droite. Le 2 qui manque aurait été omis pour une raison inconnue !
- Au Congrès de 2007, ces mêmes auteurs supposent que le cinquième nombre de la colonne du milieu est 10. Mais cette fois-ci, toutes les opérations sont fausses, à moins d'ajouter ou de retrancher 1 ou 2 en raison « d'intentions inconnues » selon ces auteurs. Pourquoi alors attribuer cette valeur de 10 au cinquième nombre de la colonne du milieu ? C'est qu'avec 10, le total de la colonne du milieu est 48, qui est un multiple de 12, comme le total 60 des colonnes de droite et de gauche ! Et alors, affirment Pletser & Huylebrouck, « les nombres 3 et 4 pourraient avoir constitué la base du système arithmétique en usage dans l'ancienne population d'Ishango pour opérer sur les petits nombres, et la base dérivée 12 pour les grands nombres » (Pletser & Huylebrouck, in Huylebrouck, 2007).

Keller conclut de son analyse qu'il faudrait étendre aux mathématiques l'adage selon lequel on peut faire dire tout ce que l'on veut aux statistiques. En effet, en tant



Figure 7. Radius de loup gravé, publié par Absolon (1937) et repris par Keller (2010).

qu'abstraction, on peut plaquer les mathématiques sur beaucoup de choses. Puis, se laissant emporter, on finit par prendre ce qui n'est qu'un canevas formel pour un contenu réel et à imaginer une histoire qui n'est en fin de compte qu'une fiction mathématique. Selon Keller, c'est ce qui est arrivé aux trois chercheurs belges précités. Toujours d'après lui, ils ne sont pas les seuls mais simplement les derniers en date d'une longue lignée de victimes de l'illusion mathématicienne. Il cite comme exemples Alexander et Archibald Thom qui, sur la base de relevés d'alignements mégalithiques, auraient fait avouer à ceux-ci « des constructions géométriques fondées sur des triplets pythagoriciens » (Keller, 2004). Le mathématicien van der Waerden (1983) s'y serait aussi laissé prendre, de même que l'historien russe B. Frolov (1979). Absolon (1937) a présenté un radius de loup découvert en République tchèque et daté de 30 000 ans comme une preuve directe que l'homme préhistorique faisait des calculs. En effet, cet os porte 55 encoches, dont 25 seraient, selon Absolon, groupées par cinq. Keller a beau scruter les photographies de cet os (figure 7), il n'arrive pas à discerner un tel groupement. En 1987, un péroné de babouin daté de 35 000 ans et portant 29 encoches est présenté par Bogoshi, Naidoo & Webb (1987) comme

le plus vieil artefact mathématique connu, pour la simple raison qu'il ressemble aux marques calendaires utilisées *de nos jours* par les Boschimans de Namibie...

Toutes ces lectures reposent donc sur le même fondement arbitraire (selon Keller), qui consiste à croire que des encoches ou des traits sur un support quelconque ont nécessairement un caractère numérique. Keller (2010) donne des exemples ethnographiques montrant qu'une encoche peut n'être qu'une marque, un signe, ce qui pourrait en fait bien être une des plus importantes inventions de nos ancêtres du Paléolithique supérieur.

- Zaslavsky (1995) rapporte que certaines femmes africaines font de temps en temps une encoche dans le manche de leur cuillère en bois. Elles ne marquent ni les jours, ni ne se livrent à des jeux arithmétiques mais ajoutent simplement une encoche à chaque coup que leur mari leur porte. Dès que le manche est rempli, elles demandent le divorce !
- Dieterlen (1988) raconte que, dans les maisons bambaras au Mali, des dessins sont tracés sur les murs, comme celui repris dans la figure 8. Si ces mêmes dessins avaient été découverts sur la paroi d'une grotte ornée du Paléolithique, les inconditionnels de l'explication mathématique auraient pu les interpréter comme suit : sur la ligne du bas, on voit 10 et 3 traits. Or, 10 divisé par 3 donne 3, avec un reste de 1 et ce sont justement 3 et 1 qui sont inscrits sur la ligne du haut. Le trait vertical de la ligne du milieu indique le lien entre les données de la ligne du bas et les résultats de la ligne du haut. Les 6 traits à l'extérieur du rectangle interviendraient dans deux opérations : $6+3$ (ligne du haut) $+1$ (ligne du haut) $= 10$ et $6 = 3$ (ligne du bas) $+ 3$ (ligne du haut), introduisant ainsi l'idée d'une base 3 et d'une base 6 dérivée. On sait cependant

qu'en réalité, ce dessin a une toute autre signification, de nature mythologique ; il montre les subdivisions de l'Univers ainsi que les relations entre les dieux : le trait vertical dans le carré supérieur gauche est Faro, seul maître du ciel, de l'eau et de la vie, etc. (Dieterlen, 1988). Si cette dernière interprétation ne fait aucune doute, il convient cependant de noter que, dans son article de 2010, Keller a imaginé lui-même l'hypothèse mathématique et qu'il l'attribue à un éventuel archéologue féru de mathématique-fiction. Ne pourrait-on ici le soupçonner de procès d'intention ?

- Au début du siècle dernier, Howitt (1904) a étudié les *message-sticks* utilisés alors par les aborigènes australiens. Ils consistent en des baguettes ou des planchettes portant sur les côtés des encoches bien nettes et régulières, disposées en outre en groupes incontestables, comme, par exemple, celle de la figure 9. En discutant avec les aborigènes, Howitt a pu montrer qu'il s'agissait en fait d'une sorte d'aide-mémoire à usage du porteur d'un message destiné à un certain groupe. Dans le cas du *message-stick* de la figure 9, on peut le lire ainsi : cinq encoches pour cinq « étapes » séparant l'auteur du message et son destinataire, dix encoches indiquant le temps nécessaire à la délivrance du message, huit encoches pour les huit personnes accompagnant le messager, quatre encoches rappelant que quatre objets sont demandés et enfin trois encoches représentant les personnes dont on demande des nouvelles (Howitt, 1904). Ici encore, Keller (2010) imagine une fable mathématique (« ... le total des encoches étant de 15 de chaque côté, nous avons à l'évidence la comparaison entre deux bases... », qui aurait pu effleurer l'esprit d'un archéologue ayant découvert un os datant du Paléolithique et portant ce genre de décoration.

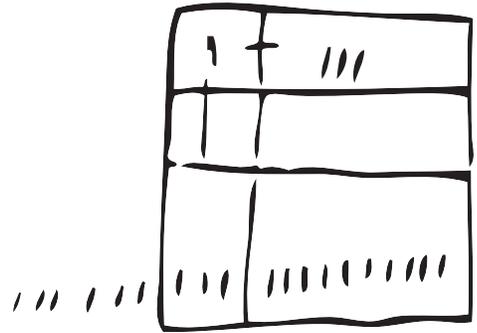


Figure 8. Rectangle rituel sur une maison bambara. (Dieterlen, 1988)



Figure 9. Message stick aborigène. (Howitt, 1904)

À l'appui de sa démonstration, Keller rappelle aussi que l'architecte-égyptologue Jean-Pierre Adam s'est amusé avec les diverses dimensions d'une guérite de marchande de billets de loterie à Paris, y trouvant entre autres choses des indications sur la distance Terre-Soleil, le nombre pi, le cycle de Meton, etc. (Adam, 1988). Quand on connaît un peu la personnalité et la réputation de ce dernier, il me semble que cette référence ne soit pas des plus judicieuses... En effet, Verheyden (1976) avait déjà « recadré » ce curieux personnage à propos d'un autre de ses ouvrages (Adam, 1975) et l'éminent égyptologue Jean-Philippe Lauer (1974) disait à son sujet : « Certains auteurs ont proposé des systèmes (encore) plus élaborés à base de poulies, des cabestans ou d'axes de rotation qui, comme la roue même, étaient ignorés des Égyptiens au temps des pyramides » !

« *Graecum est, non legitur* » ? Le problème des sources

Faut-il dès lors, comme les anciens Romains pour le grec, renoncer à essayer de comprendre les documents préhistoriques semblant avoir trait à l'émergence des mathématiques en général et de la géométrie en particulier ? Il faut pourtant bien admettre que les éléments mathématiques visibles dans les premiers écrits de l'Antiquité ne sont pas apparus d'emblée et découlent d'un travail de gestation antérieur, ce qui revient à postuler l'existence d'une préhistoire des mathématiques. Mais se pose alors le problème des sources. En effet, qui dit préhistoire (ou peuples primitifs actuels) dit, par définition, absence d'écriture et par conséquent, impossibilité d'une lecture univoque de ces traces. Ce qui laisse parfois la part belle à la fiction, ainsi qu'on l'a montré plus haut. Keller (2001) propose une sorte de « discours de la méthode », consistant à analyser trois types de sources potentielles, de la plus sûre à la plus controversée.

1. LES SOURCES ARCHÉOLOGIQUES

Les incisions, les signes « géométriques » divers qui ornent parfois des outils en pierre ou en os ou les parois des grottes sont des sources incontestables, pour la plupart d'origine humaine (il peut parfois s'agir de *geofacts* postérieurs à la fabrication de l'objet). Mais leur sens reste énigmatique et controversé. Bien des préhistoriens considèrent que les bifaces taillés par nos lointains ancêtres sont « parfaits » (figure 10) et certains pensent même que les fabricants de ces outils avaient maîtrisé la « conception dite euclidienne de l'espace » (Jelinek, 1989). Pour sa part, Keller estime qu'ils commettent l'erreur classique de projeter notre analyse géométrique actuelle (ici, par exemple, la symétrie des bifaces) et d'en faire un acquis géométrique du tailleur. En réalité, la symétrie est loin d'être parfaite, ce n'est qu'une tendance et les actuels tailleurs de bifaces (en particulier les archéologues



Figure 10. Biface acheuléen, vu sous différents angles.
(Photo Didier Descouens)

« expérimentaux », comme ceux du Préhistomuseum de Ramioul près de Liège en Belgique) ne mesurent rien et travaillent au jugé, en créant la forme bifaciale par action symétrique répétée sur le nucleus. En 1977, Marshack avait cru voir, sur un os daté du Paléolithique inférieur (donc de l'époque de l'*Homo erectus*), une « tradition du méandre, des actes iconographiques de participation, des trajets évoquant des voyages chamaniques et des éléments d'un complexe narratif de participation rituelle, cérémonielle et mythique ».

Vingt ans plus tard, une analyse plus poussée a montré que les méandres laissés sur l'os en question n'étaient que les impressions des vaisseaux sanguins (D'Errico & Villa, 1997) !

Au Paléolithique supérieur, avec notre espèce (*Homo sapiens sapiens*), apparut une grande nouveauté, celle du graphisme symbolique. Les encoches taillées dans des os et dans des pierres peuvent être incontestablement intentionnelles (pas nécessairement toutes !) mais leur interprétation est toujours délicate et peut déboucher sur du « fantastique mathématicien », comme l'appelle Keller (2001).

Mais les discrètes gravures sur os ou sur pierre ne sont pas les seules traces de potentielle activité intellectuelle de nos ancêtres à avoir retenu l'attention. Les constructions mégalithiques du Néolithique (dont on sait aujourd'hui qu'il s'agit d'un phénomène mondial s'étendant bien au-delà de la préhistoire) ont suscité l'admiration et l'enthousiasme de bien des chercheurs, qui ont voulu voir dans ces extraordinaires monuments des observatoires astronomiques, voire même des « ordinateurs ». Deux célèbres ingénieurs anglais, Alexander Thom et son fils Archibald, ont effectué, durant la première moitié du XX^e siècle, d'innombrables relevés et mesures sur des mégalithes de Bretagne et de Grande-Bretagne (Thom, 1977, 1990). Sur la base de cet énorme travail, les deux chercheurs britanniques ont avancé l'idée que les constructeurs néolithiques employaient une unité de mesure, le yard mégalithique valant 0,829 mètres, que beaucoup de cercles de pierre seraient en réalité des « oves » de deux types, faits d'arcs de cercle raccordés dont les centres seraient les sommets de triangles rectangles et que les côtés de ces triangles, exprimés en yards mégalithiques, seraient des triplets pythagoriciens. À de nombreuses reprises, notre revue s'est fait l'écho de ces travaux et de ceux qui en découlèrent (Dehon, 1977 ; Gérardin, 1978 ; Misson, 1981 ; Zimmer, 1998). Ici aussi, Keller (2001) se montre très sévère. Il rappelle tout d'abord, à l'instar de Giot (in Mohen, 1989b), que l'idée d'un pied mégalithique et de triplets pythagoriciens avait déjà été émise par deux Français (Kerviler et Martin) dès le début du siècle dernier. Ensuite, il fait remarquer, comme Mohen (1989a), que le seul matériel subsistant de nos jours consiste en des alignements souvent lacunaires d'énormes blocs de pierre, alignements probablement plusieurs fois modifiés au cours des siècles, ce qui fait que « ... l'emplacement d'origine ne peut être toujours connu avec la précision centimétrique qu'adoptent les Thom. De plus, les pierres ont un volume et il est aléatoire de choisir quel est le point représentatif de leur positionnement, même s'il correspond au milieu des extrémités du bloc... ». Burl (1983) partage également cette opinion. À partir de ces alignements fragmentaires et de ces mesures d'une précision contestable, les Thom ont cependant construit des arcs de cercles raccordés, dont les centres forment à leur tour des triangles rectangles, lesquels n'ont qu'une existence théorique...

En Belgique, nous ne pouvons guère nous prévaloir d'un aussi riche patrimoine mégalithique qu'en Bretagne, par exemple. Néanmoins, près de Durbuy, dans le nord de la province de Luxembourg, la plaine de Wéris offre un ensemble remarquable remontant à près de 5000 ans BP, que l'on baptise parfois pompeusement « Carnac belge ». Cet ensemble comporte essentiellement deux dolmens (ou allées couvertes) et une bonne douzaine de menhirs avérés (d'autres pierres sont peut-être des blocs erratiques) (figures 11a, b, c). Les premières fouilles ont eu lieu dès 1888 et ont été régulièrement poursuivies jusqu'à nos jours. D'emblée, les chercheurs ont été frappés par les alignements « parallèles » de Wéris, dont les mégalithes occupent un rectangle d'environ 450 m de large sur un peu plus de 8 km de long et présentant une déclinaison de $\pm 33^\circ$. Il n'en fallait pas plus pour que certains voient dans ces alignements de profondes intentions archéo-astronomiques. Ce fut en particulier le cas de Paul de Saint-Hilaire (1976) qui, reliant entre eux par des traits les principaux mégalithes du site de Wéris à d'autres éléments du paysage (une fontaine, une roche calcaire creusée peut-être d'une cupule...), obtint ainsi sur le sol l'image inversée de la Grande Ourse... Mais l'auteur de plusieurs « Guides mystérieux » était aussi un fervent lecteur de Maurice Leblanc et les aventures d'Arsène Lupin n'avaient plus de secrets pour lui. Or, dans *Arsène Lupin et la Comtesse de Cagliostro*, le gentleman cambrioleur découvre un fabuleux trésor en reportant sur une carte les noms de sept abbayes normandes, qui formaient ainsi

la constellation de la Grande Ourse. En 1978, dans le journal *Tintin*, de Saint-Hilaire a reconnu ses sources à demi-mots... Plus sérieusement, des archéologues ont vu des alignements astronomiques dans les mégalithes de Wéris et ont conclu à l'existence d'« un observatoire du Soleil, du moins à une grande démonstration d'un savoir-faire entretenu de génération en génération » (Hubert, 2000). Mais jusqu'à présent, les tentatives visant à mettre en relation les monuments avec les levers et couchers du soleil aux solstices ne se sont pas avérées vraiment concluantes. Au contraire, deux études récentes (Briffoz & Désamoré, 2010 ; Désamoré & Briffoz, 2013) ont montré que les alignements « parallèles » étaient basés, non sur des centaines de menhirs comme à Carnac, mais sur quelques blocs éloignés dont, pour certains, l'emplacement, le caractère mégalithique et même l'existence sont contestables. En tenant compte de la hauteur d'horizon sur cet alignement approximatif ouest-est, il y a un décalage de 5 jours par rapport au lever d'équinoxe. Pour les menhirs d'Oppagne et l'allée sud, les décalages sont respectivement de 20 et 33 jours par rapport au lever du solstice d'été. Enfin, il y a quelque 5000 ans, l'étoile Polaire n'était pas Kappa Draconis, comme de nos jours, mais Alpha, moins brillante mais plus proche du pôle que la Polaire actuelle. Pourquoi alors vouloir la chercher sur un alignement à 28° alors qu'elle se trouve à 0° ?



Figure 11. Vues de Wéris. Successivement : l'allée Nord, l'allée Sud, les trois menhirs d'Oppagne, tous orientés sud-ouest / nord-est. (photos M. Dethier)

Néanmoins, en dépit de certaines fantaisies flagrantes et de quelques erreurs persistantes, il me paraît évident que les Anciens, en particulier les hommes du Néolithique, avaient d'incontestables préoccupations astronomiques, parfois fort complexes et que l'archéoastronomie n'est plus une simple variante archéologique de la chasse au dahu. L'orientation privilégiée de bien des monuments (sud-est ou sud-ouest, c'est-à-dire soleil levant ou soleil couchant mais parfois bien plus précise, comme par exemple le solstice d'été, le prouve à l'envi (Mohen, 1989a). Quels étaient les buts poursuivis ? Mise en relation des phénomènes astronomiques avec des événements terrestres, recherche d'une ou plusieurs méthodes de mesure du temps (calendrier) ? En Irlande, le tumulus de Newgrange a fait l'objet de nombreuses études, qui concluent pour la plupart à la fonction astronomique et calendérique du site, sans pour autant écarter ses fonctions religieuses et funéraires. Dans la revue *Kadath*, j'avais résumé les principales hypothèses émises à ce sujet (Dethier, 1991). Le jugement de Keller me paraît donc bien sévère, voire excessif, quand il dit que « les interprétations des sources préhistoriques ne sont que le fruit de l'imagination plus ou moins talentueuse de leurs auteurs car, en l'absence de système traduisible de signes, comme l'écriture, tout signe peut refléter en effet tout ce que l'on veut ».

2. LES SOURCES ETHNOGRAPHIQUES

Pour combler les lacunes laissées par les documents archéologiques, on a voulu recourir au comparatisme ethnographique, qui permettait en quelque sorte de redonner vie aux traces laissées par nos ancêtres en s'inspirant des similitudes frappantes de l'outillage, des modes de subsistance et des formes d'art des peuples primitifs actuels. Cette démarche a néanmoins été critiquée par Leroi-Gourhan, qui ne s'est pourtant pas privé d'interpréter d'une manière un peu abusive les signes pariétaux en termes de sexualité, mais qui, par ailleurs, recommande « de recevoir du Paléolithique ce qu'il apporte spontanément » (cité par Lorblanchet, in Mohen, 1989b). Aujourd'hui, les préhistoriens font preuve d'une plus grande souplesse et admettent volontiers que « la connaissance du fonctionnement et du rôle de l'art rupestre dans une société vivante peut fournir à l'archéologue des idées, un modèle qui lui permet ensuite de compléter ou d'orienter l'analyse interne de l'art préhistorique » (Lorblanchet, Petrequin, in Mohen, 1989b).

Concernant l'os d'Ishango, Keller (2010) fournit deux contre-exemples ethnographiques, que j'ai rappelés plus haut. Dans son article de 2001, il développe la piste du comparatisme ethnographique et affirme d'emblée que l'ethnographie n'a jamais confirmé *aucune* des hypothèses plus ou moins ingénieuses proposées par certains. Pour lui, le fait que le comparatisme ethnographique soit incompatible avec la mathématique-fiction est déjà un sérieux argument en faveur de celui-ci. À l'appui de sa thèse, il cite le travail de Joussaume (1985) sur les mégalithes malgaches récents servant de sépultures collectives et dont la construction ne semble pas nécessiter le concours d'un architecte (mais d'un simple « maître des pierres »). Si la construction se fait avec l'ouverture toujours orientée vers l'ouest, le maître d'œuvre n'a nul besoin de recourir à des triplets pythagoriciens. Keller dit aussi que les peuples primitifs, lorsqu'ils ont besoin de mesurer quelque chose, utilisent tous, sans exception, des unités provenant du corps humain plutôt que de recourir à la création d'une unité standard, tel que le yard mégalithique, censée être valable dans un grand nombre de tribus. À quelle partie du corps pourrait d'ailleurs correspondre 0,829 m, se demande-t-il ?

J'ai déjà signalé (cf. supra) la nouvelle hypothèse émise par Dewez en 1974 concernant les os gravés découverts dans la grotte de Remouchamps. Sur ce site, daté d'environ 10 000 ans BP (Ahrensburgien), outre les deux os ornés de traits et de cupules, on a également découvert des coquilles fossiles provenant du Bassin parisien ainsi qu'un astragale (os situé dans le talon) de caprin partiellement poli. En se basant sur des exemples ethnographiques, Dewez interprète ces artefacts du Paléolithique supérieur comme des instruments de divination.

À la fin des années '70 apparut le courant des « ethnomathématiciens », qui comprend aussi bien l'étude des pratiques populaires de calcul dans les pays du tiers-monde (dans le but d'y améliorer l'enseignement des mathématiques) que l'étude des idées mathématiques des peuples « traditionnels ». Les représentants les plus connus de ce courant sont Ascher, Aveni et surtout Gerdes. Ces ethnomathématiciens sont farouchement opposés à l'utilisation du comparatisme ethnographique comme moyen d'étude de la préhistoire des mathématiques. Pour eux, en effet, les peuples primitifs ou « traditionnels » développent simplement des cultures différentes de la culture occidentale dominante mais tout aussi valables que celle-ci, y compris dans le domaine scientifique. Ascher (1991), par exemple, affirme qu'il existe « plusieurs distinctions entre les cultures, certaines sont préoccupées par un voyage sur Mars et d'autres par l'entrée

au pays des morts et que ces différences affectent l'expression et le contenu des idées mathématiques ». Cet auteur tente d'analyser certaines pratiques traditionnelles du point de vue du mathématicien contemporain, ce qui relègue les données ethnographiques, pourtant qualifiées de décisives, à un rôle purement décoratif. Par exemple, elle se livre à une analyse mathématique des *sonas* africains et des *nitus* océaniens, qui sont des tracés réalisés autour de certains points par une ligne continue fermée, sans repasser deux fois au même endroit. Elle en conclut qu'entre les pratiques de ces peuples et les élaborations eulériennes ultérieures, il n'y aurait que des « différences d'élaboration » : les Africains et les Océaniens auraient simplement « d'autres idées géométriques et topologiques ». Le plus important pour elle est que la figure, une courbe plane simple fermée, détermine deux régions dont elle est la frontière commune. C'est ce que les mathématiciens appellent le théorème de Jordan... Un autre ethnomathématicien éminent est Gerdes (1993), qui donne à sa « discipline » des buts très ambitieux, historiques et même philosophiques. Pour lui en effet, il convient de « renforcer la confiance en l'héritage scientifique et culturel de l'Afrique et de l'Asie, désappropriées de leurs connaissances par la colonisation, qui a détruit une grande partie de leur héritage scientifique ». Au sud du Mozambique, on ferme un panier à l'aide d'un bouton carré et d'un lacet. Gerdes fait remarquer que cet ensemble, vu de face, offre en effet une ressemblance avec une des figures utilisées pour démontrer le théorème de Pythagore, et suggère que la démarche mathématique se développe toute seule, pourvu qu'une figure de départ lui en donne l'occasion. Le reproche essentiel que l'on peut faire aux ethnomathématiciens est qu'ils ne font pas d'histoire (et qu'ils en refusent même le concept). Keller (2001) leur reconnaît pourtant un mérite : par la publication d'enquêtes ethnographiques, ils accroissent le matériel à la disposition des chercheurs...

On assiste aujourd'hui à un retour en force du comparatisme ethnographique. Dans des domaines aussi peu contestables que l'archéologie expérimentale ou l'ethnologie préhistorique, Petrequin (in Mohen, 1989b) se demande où en serait l'expérimentation sur le débitage des lames de silex par pression sans les exemples des Indiens d'Amérique du Nord, ou bien quelles auraient été les interprétations des campements de Pincevent (Magdalénien, Seine-et-Marne) sans les modèles indiens et esquimaux récents.

3. LES SOURCES DIDACTIQUES

Si, en biologie, on admet que le développement des individus, ou ontogenèse, reproduit en accéléré le développement des espèces, ou phylogenèse, on peut essayer de pousser l'analogie jusqu'au développement intellectuel et se demander si l'apprentissage individuel des mathématiques reproduit aussi en accéléré leur création et leur évolution historique, leur apprentissage collectif. Grosso modo, l'ordre d'acquisition des connaissances mathématiques à l'école suivrait l'ordre historique d'apparition de ces connaissances dans ce domaine. Mais on observe cependant de nombreuses inversions (Keller, 2001). D'autre part, l'enfant ne refait pas tout le chemin puisque, par l'intermédiaire de son enseignant, il est mis d'emblée en contact avec des connaissances récentes, toutes prêtes et bien maîtrisées par le professeur, ce qui constitue une énorme différence avec la découverte de ces connaissances dans des contextes qui n'ont sans doute rien à voir avec les bancs de l'école.

Il y a eu néanmoins des tentatives de relier l'apprentissage individuel et le développement historique des connaissances, la plus connue étant certainement celle de Jean Piaget (Piaget & Garcia, 1983), pour qui « les mécanismes du passage d'une période

historique à la suivante sont analogues à ceux du passage d'un stage psychogénétique à son successeur». Piaget distingue trois stades dans l'histoire de la géométrie (intrafigural, interfigural et transfigural) qu'il tente ensuite de mettre en parallèle avec le développement intellectuel. Aux yeux de Keller (2001), cette tentative a échoué car les stades envisagés par Piaget ne rendent pas compte de la réalité et que l'auteur se perd souvent dans des contradictions. Il rappelle également que Hallpike (1979) a tenté d'appliquer à la pensée des peuples primitifs les catégories issues de la psychogenèse selon Piaget. Il veut montrer par là que le développement de la géométrie chez les peuples primitifs suit l'ordre que Piaget a cru déceler chez l'enfant dès 1947. Il fournit à cet effet de nombreuses références ethnographiques en y recherchant, contrairement aux ethnomathématiciens, les premières étapes de la pensée mathématique humaine. Malheureusement, Hallpike cherche surtout à remplir les cases du modèle proposé par Piaget et, devant un fait de nature géométrique, il y cherchera du « topologique », du « projectif » ou de l'« euclidien », négligeant ainsi l'aspect « totalitariste » de la pensée primitive, dans laquelle le symbole (d'ailleurs volontiers géométrique) est un moyen d'expression de cette pensée unitaire. Plutôt que de multiplier les exemples en passant d'un peuple à l'autre, ne vaudrait-il pas mieux étudier le plus « totalement » possible un ou deux peuples ? Cela éviterait sans doute de citer de nombreuses « curiosités mathématiques primitives » probablement dépourvues de sens car sorties de leur contexte intellectuel global.

En d'autres termes, on fait fréquemment la confusion consistant, lors de l'analyse mathématique d'une activité (gravures sur os, peintures géométriques...), à inférer la présence, dans le cerveau de l'acteur (homme préhistorique, primitif), du corpus scientifique actuel. Le navigateur polynésien utilisant un système de repérage fait-il de l'« euclidien » ou se sert-il simplement d'un système consistant à « apprendre par cœur » des configurations célestes, ainsi sans doute qu'un grand nombre de données physiques (vents, courants, bancs de poissons, vols d'oiseaux) ? Il conviendrait aussi d'éviter l'écueil de la psychologie-fiction...

Que faire ? Que conclure ?

On l'a vu dans ce qui précède, bien des chercheurs ont essayé de tirer la « substantifique moelle » de l'os d'Ishango lequel, avec ses plus de 20 000 ans d'âge, devait pourtant déjà être bien sec ! Je ne suis sans doute pas toujours et entièrement d'accord avec les conclusions de Keller mais ses articles ont, me semble-t-il, le mérite de proposer une démarche, un discours de la méthode qui devrait permettre d'éviter les pièges de la mathématique-fiction. Les artefacts, c'est-à-dire les sources archéologiques, doivent être scrupuleusement observés, non seulement l'objet fini, mais aussi le plan d'action standard qui leur a donné naissance et les évidences géométriques qui s'ancrent dans le cerveau humain. Dans le cas de productions plus « symboliques », il faut aussi interroger la pensée globale de nos ancêtres et cela ne peut se faire que par le biais du comparatisme ethnographique, c'est-à-dire l'étude des sociétés primitives contemporaines. L'approche didactique ne semble pas pouvoir apporter (en tout cas aujourd'hui) des arguments solides, en raison de la trop grande différence de nature entre l'apprentissage d'un savoir déjà là et sa découverte il y a des milliers d'années.

Faut-il pour autant renoncer définitivement à toute tentative de spéculation concernant le savoir géométrique ou mathématique de nos lointains ancêtres ? Je dois dire qu'ici, je

trouve Keller trop sévère et même injuste avec les travaux de certains archéoastronomes. Dans un livre remarquable paru en 2009, l'astrophysicienne Y. Nazé fait preuve d'un esprit plus ouvert tout en reconnaissant que l'absence d'écriture rend très difficile l'accès à la pensée des aïeux. Il faut « imaginer » sans surinterpréter les données disponibles, veiller à ne pas accepter une hypothèse parce que simplement « possible » et ne pas assigner nos motivations scientifiques actuelles aux esprits anciens. L'apparition du langage a permis les premières abstractions (il y a environ 35 000 ans ?), l'observation du cycle lunaire et la confection de calendriers primitifs. La construction des mégalithes a certes nécessité l'existence d'une société stable et structurée, gouvernée par une élite très instruite et capable de réaliser des observations astronomiques constantes (lune, soleil) mais attention : un alignement peut être fortuit, sans aucune volonté des constructeurs d'orientation en fonction d'un événement céleste particulier (cf. supra : Wéris). Le recours aux statistiques est alors tentant (yard mégalithique de Thom !) mais sans écrits ni même de tradition orale, il est difficile et parfois hasardeux d'affirmer la volonté des constructeurs d'orienter un monument de manière très précise. Néanmoins, des orientations astronomiques sont absolument incontestables mais avec une précision de maximum 1° (Ruggles, 1988). De même, certains ont voulu lier étroitement la complexification des artefacts de pierre à l'évolution du langage, très important pour comprendre l'histoire de l'humanité (communication, organisation sociale...). D'autres se montrent au contraire très réticents à ce sujet : si le fait de fabriquer un objet en enlevant des fragments de roche à l'aide d'un marteau est une opération répétitive, le langage est lui, séquentiel : les mots sont associés pour former des phrases (Lewin, 1986).

Enfin, on a longtemps pensé que les écritures anciennes avaient essentiellement une vocation religieuse et cérémonielle. Cette impression résultait peut-être du fait que les textes sacrés étaient gravés sur des substrats durables (pierre, métaux précieux) et qu'ainsi, ils étaient dominants dans les fouilles archéologiques. On sait maintenant, grâce aux progrès des études menées dans le Croissant fertile, à la découverte d'innombrables tablettes d'argile puis à leur déchiffrement, que ces écritures anciennes étaient plutôt utilisées dans des buts utilitaires (que l'on pourrait presque qualifier, pour certains documents, de « comptes d'épicier »). C'est ainsi que, dès la fin du IV^e millénaire avant J.-C., les Proto-Sumériens et les Proto-Élamites utilisaient des systèmes de numération précurseurs des systèmes en base 10 et en base 60, ainsi que des systèmes de mesure de capacité élaborés, en particulier pour l'orge qui servait à l'époque, à la fois de nourriture de base et de monnaie. En 1855 déjà, le déchiffrement d'une tablette mésopotamienne avait permis de comprendre qu'il s'agissait en réalité d'une table de racines carrées et même d'une simple copie effectuée par un apprenti scribe.

Des véritables textes mathématiques sont apparus dès le milieu du III^e millénaire avant J.-C. Ils concernaient des problèmes de division faisant intervenir des grands nombres sexagésimaux, ainsi que des calculs incluant à la fois des grands nombres et de petites fractions, comme par exemple le célèbre texte dit du « pain et de la bière », qui permet de calculer la quantité d'orge nécessaire à la cuisson d'un certain nombre de miches de pain de tailles différentes, ainsi que la quantité d'orge indispensable au brassage de deux jarres de bière forte, de trois jarres de bière « moyenne » et de cinq jarres de bière légère ! Ce genre de texte constitue la preuve qu'à ces époques reculées, on pratiquait déjà au moins un enseignement des mathématiques élémentaires appliquées. Friberg (1984) a même montré que, chez les Proto-Élamites, on utilisait le système sexagésimal pour

compter les personnes et les objets inanimés et le système décimal pour dénombrer les animaux ! Denise Schmandt-Besserat (citée par Friberg, op. cit.) pense que, du IX^e au IV^e millénaire avant J.-C., une sorte de jeton d'argile servait à désigner des nombres, des mesures, voire même des catégories d'objets. Postgate & al. (1995) ont passé en revue les preuves récentes montrant que les premières écritures avaient surtout des buts utilitaires et étaient sans doute d'abord des systèmes plus ou moins complexes d'informations concernant des échanges, comme par exemple les *quipus* des Incas ou l'iconographie complexe des Olmèques, qui n'est peut-être que la preuve du début d'un enregistrement permanent de données, sans constituer pour autant une véritable écriture. Il en va sans doute de même pour bien des symboles observés sur des objets chinois, mésopotamiens ou égyptiens, qui désignent peut-être l'appartenance à une personne ou à une communauté ou une marque de fabrique, mais ne correspondent pas à un segment de langage.

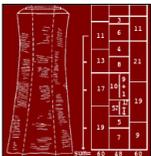
Pourtant, cela rappelle curieusement certaines hypothèses émises par de Heintzelin et ses partisans. Alors, peut-on néanmoins conclure que l'os d'Ishango (et d'autres objets gravés préhistoriques) était un outil mathématique, ou au moins un calendrier ? Je pense pour ma part qu'il existe une grande différence entre ces objets très anciens et ceux évoqués dans le paragraphe ci-dessus : dans le second cas, une langue, plus ou moins bien connue et comprise, accompagnait les inscriptions et autres artefacts, tandis que dans le premier (os d'Ishango mais aussi mégalithes, etc.), on n'a aucune idée de la langue utilisée par les réalisateurs de ces objets et qu'on ne la connaîtra sans doute jamais. Sans pour autant être aussi sévère et péremptoire que Keller, je propose néanmoins de rester extrêmement prudent dans l'interprétation de ces données.

Références bibliographiques

- Absolon K. (1937), « The World's Earliest Portrait -30.000 Years Old », *The Illustrated London News*, 2 oct. 1937.
- Adam J.-P. (1975), *L'Archéologie devant l'imposture*, Robert Laffont, Paris.
- Adam J.-P. (1988), *Le passé recomposé. Chroniques d'archéologie fantasmée*, Éditions du Seuil, Paris.
- Arnold M.-M. (1984), « Il y a 10 000 ans : l'Homme d'Ishango », *Kadath*, 56 : 23-26.
- Ascher M. (1991), *Ethnomathematics. A Multicultural View of Mathematical Ideas*, Pacific Grove, Brooks & Cole Publishing Company.
- Bogoshi J., Naidoo K. & Webb J. (1987), « The oldest mathematical artefact », *The mathematical Gazette*, 71 (458).
- Briffoz A. & Désamoré L. (2010), « Géométrie et archéoastronomie à Wéris », *Le Ciel*, janvier 2010 : 40-45.
- Burl A. (1983), *Prehistoric astronomy and ritual*, Shire Publications, Aylesbury.
- Cunningham D. (2013a), « Reinterpretation of the Lebombo and Ishango Tally Marks: Evidence of Advanced Astronomical Studies in Paleolithic-era Bones and an Early Writing System in the Early Upper Paleolithic Time Period », *Midnight Science* (2013-2014) : 12 (4).
- Cunningham D. (2013b), « Study of Astronomical Text on the Dolni Vestonice Venus Figure », *Midnight Science* (2013-2014) : 12 (5).
- Dehon R. (1977), « L'empreinte pythagoricienne », *Kadath*, 24 : 20-27.
- D'Errico F. (1989), « Paleolithic lunar calendars: a case of wishful thinking? », *Current Anthropology*, 30 (1) : 117-8.
- D'Errico F. & Villa P. (1997), « Holes and grooves: the contribution of microscopy and taphonomy to the problem of art origins », *J. Human Evol.*, 33 : 1-31.
- Désamoré L. & Briffoz A. (2013), « Les alignements de Wéris », *Le Ciel*, novembre 2013 : 408-18.
- Dethier M. (1991), « New Grange, entre archéologie et archéoastronomie », *Kadath*, 75 : 14-34.
- Dewez M.C. (1974), « New hypotheses concerning two engraved bones from La Grotte de Remouchamps, Belgium », *World Archaeology*, 5 (3) : 337-45.
- Dieterlen G. (1988), *Essai sur la religion bambara*, Éditions de l'Université de Bruxelles (réédition de l'ouvrage paru aux Presses Universitaires de France en 1951).
- Friberg J. (1984), « Nombres et mesures dans les premiers documents écrits », *Pour la Science*, avril 1984 : 12-21.
- Frolov B.A. (1979), « Comment on Alexander Marshack's paper », *Current Anthropology*, 20 (3) : 605-7.
- Gérardin L. (1978), « Savoirs géométriques et métrologiques de la culture mégalithique atlantique », *Kadath*, 28 : 30-43.
- Gerdes P. (1993), *L'ethnomathématique comme nouveau domaine de recherche en Afrique*, Maputo : Institut Supérieur de Pédagogie du Mozambique.

- Hallpike C.R. (1979), *The Foundations of Primitive Thought*, Oxford University Press.
- Heinzelin de Braucourt (de) J. (1957), *Exploration du Parc National Albert : les fouilles d'Ishango. Fascicule 2*, Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge.
- Heinzelin de Braucourt (de) J. (1962), « Ishango », *Scientific American*, 206 (6) : 105-16.
- Henshilwood C.S., d'Errico F. (9 others) (2002), « Emergence of modern human behavior: Middle Stone Age engraving from South Africa », *Science*, 295 : 1278-80.
- Howitt A.W. (1904), *The native tribes of South East Australia*, London, Macmillan.
- Hubert F. (2000), *Les mégalithes de Wéris avec une boussole*, 8^{ème} Journée d'Archéologie luxembourgeoise, 25-26 février 2000 : 5-13.
- Huylebrouck D. (2003), « L'os d'Ishango : à l'origine des mathématiques », *Kadath*, 98 : 25-32.
- Huylebrouck D. (ed.) (2007), *Ishango, 22000 and 50 years later: the cradle of mathematics?*, Brussel, Vlaamse Academie van België voor Wetenschappen en Kunsten.
- Jègues-Wolkowicz Ch. (2007), « Chronologie de l'orientation des grottes et abris ornés paléolithiques français », *Val Camonica, Symposium 2007 d'art rupestre*, 225-39.
- Jègues-Wolkowicz Ch. (2008), « Lascaux et les astres », *Dossiers de l'Archéologie*, HS 15 : 22-29.
- Jelinek J. (1989), *Sociétés de chasseurs. Ces hommes qui vivent de la nature sauvage*, Gründ, Paris.
- Joussaume R. (1985), *Des dolmens pour les morts. Les mégalithismes à travers le monde*, Hachette, Paris.
- Keller O. (2001), « Préhistoire de la géométrie : le problème des sources », *Site de l'IREM de l'Université de La Réunion*.
- Keller O. (2004), *Aux origines de la géométrie, le Paléolithique et le monde des chasseurs-cueilleurs*, Éditions Vuibert, Paris.
- Keller O. (2010), « Les fables d'Ishango, ou l'irrésistible tentation de la mathématique-fiction », *Bibnum*, <http://bibnum.education.fr>
- Lauer J.-Ph. (1974), *Le mystère des pyramides*, Presses de la Cité, Paris.
- Lewin R. (1986), « Anthropologist argues that language cannot be read in stones », *Science*, 233 : 23-24.
- Mana D. & Mana U. (1988), « Deliberate engraving on bone artefacts of Homo erectus », *Rock Art Research*, 5: 91-97.
- Marshack A. (1964), « Lunar notation on Upper Paleolithic remains. Markings on bones and rock walls from the Upper Paleolithic period show accurate lunar observation », *Science*, 146 (3645) : 743-5.
- Marshack A. (1972), *The roots of Civilization*, New York, McGraw Hill; London, Thames & Hudson.
- Marshack A. (1977), « The meander as a system: the analysis and recognition of iconographic units in Upper Palaeolithic compositions », in P.J. Ucko *Form in Indigenous Art: Schematization in the Art of Aboriginal Australia and Prehistoric Europe*, Humanities Press, Duckworth, New Jersey : 286-317.

- Marshack A. (1991), «The Taiï Plaque and Calendrial Notation in the Upper Palaeolithic », *Cambridge Archaeological Journal*, 1 (1): 25-61.
- Misson J. (1981), « Rencontre avec un ingénieur », *Kadath*, 42 : 3-6.
- Mohen J.-P. (1989a), *Le monde des mégalithes*, Casterman, Paris.
- Mohen J.-P. ed. (1989b), *Le temps de la préhistoire*, Paris, Archeologia.
- Nazé Y. (2009), *L'astronomie des Anciens*, Éd. Belin, *Pour la Science*, Paris.
- Piaget J. & Garcia R. (1983), *Psychogenèse et histoire des Sciences*, Paris, Flammarion.
- Pletser V. & Huylebrouck D. (1999), « The Ishango artefact: the missing Base 12 link », *Forma*, 14 : 339-46.
- Postgate N., Wang T. & Wilkinson T. (1995), « The evidence for early writing: utilitarian or ceremonial? », *Antiquity*, 69 : 459-80.
- Ruggles C. (ed.) (1988), *Records in stones. Papers in memory of A. Thom*, Cambridge University Press.
- Saint-Hilaire (de) P., (1976), *L'Ardenne mystérieuse*, Éditions Rossel, Bruxelles.
- Thom A. & A.S. (1977), « La géométrie des alignements de Carnac », *Laboratoire « Anthropologie-Préhistoire-Protohistoire et Quaternaire armoricain »*, E.R. n° 27, Université de Rennes.
- Thom A. & A.S. (1990), *Stone Rows and Standing Stones. Britain, Ireland and Brittany*, Part 1, Oxford : BAR.
- Van der Waerden B.L. (1983), *Geometry and Algebra in Ancient Civilizations*, Springer.
- Verheyden I. (1976), « L'archéologie devant quelle imposture? », *Kadath*, 17 : 3-11.
- Victoor J. (1980), « L'homme préhistorique de Marshack : un génie en devenir », *Kadath*, 37 : 12-18.
- Zaslavsky Cl. (1995), *L'Afrique compte ! Nombres, formes et démarches dans la culture africaine*, Éditions du Choix (l'édition originale en anglais date de 1973).
- Zimmer E. (1998), « Alexander Thom : une biographie », *Kadath*, 91 : 31-38.



*Illustration de page de titre : l'interprétation mathématique de l'os d'Ishango.
(Photo GGB)*

KADATH ASBL
Avenue Edmond Parmentier 36, Bte 2
B-1150 Bruxelles, Belgique
Éditeur responsable : Patrick Ferryn
Design et mise en page : Jean Leroy