

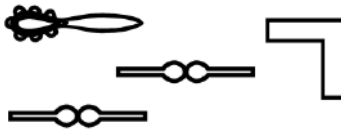


Khepert-Ankhu Papers

Pharaonic Mathematical Concepts

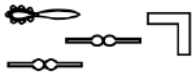
© Cca.pmc n°03, 09/2019

“Kheses” ou la notion d’angle



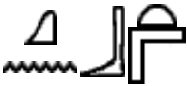
Mahougnon Sinsin

Le mot pour dire « angle » en égyptien pharaonique est « *kheses* ». Un autre terme traduit la notion « d’angle droit » : *qenebet*. En Mdw ntr, on a les graphies ci-après :



« kheses »

Angle



« qenebet »

Angle droit

Le déterminatif figuratif qui accompagne la transcription alphabétique de ces termes est le signe 038 de la liste de Gardiner (𓆎). Ce hiéroglyphe connote d’autres concepts comme on peut le noter dans la liste qui suit :

I.



« arrt »

Porte



II.		« mrrt »	Rue
III.		« qenebet »	Cour de justice
IV.		« qenebty »	Magistrat
V.		« kawd »	Riche

Les termes (I) et (II) désignent des constructions géométriques (porte, rue) qui font appel à la notion d'angle. Les termes (III) et (IV) renvoient à des concepts juridiques. Est-ce pour signifier l'idée de « droiture » qui doit animer les acteurs du monde judiciaire ? En français, nous utilisons la notion de « droit » pour désigner le code des lois. On attend d'un juge qu'il « dise le droit ». Dans la culture pharaonique, le concept de justice (*Maat*) est étroitement lié à des notions de « mesure », « d'équilibre », de « balance » (Voir la balance de la *Maat* – annexe 2 –), etc. Quant au dernier terme (V), il semble suggérer la même idée de droiture comme principe éthique devant orienter le processus d'accumulation des richesses.

Signalons un autre terme très fréquemment utilisé par les géomètres égyptiens : « *seked* », l'angle de pente d'une pyramide :



Marianne Michelle explore le champ étymologique et lexical de ce mot. Elle écrit :

Le terme *skd* pourrait provenir de la forme causative du verbe *kd* signifiant au sens premier « construire ». Le causatif *skd* aurait alors le sens de « faire construire », au passif « être construit ». Mais il existe également un mot *kd* qui se traduit par « être », « nature », « caractère » et dont la graphie se rapproche davantage du terme attesté

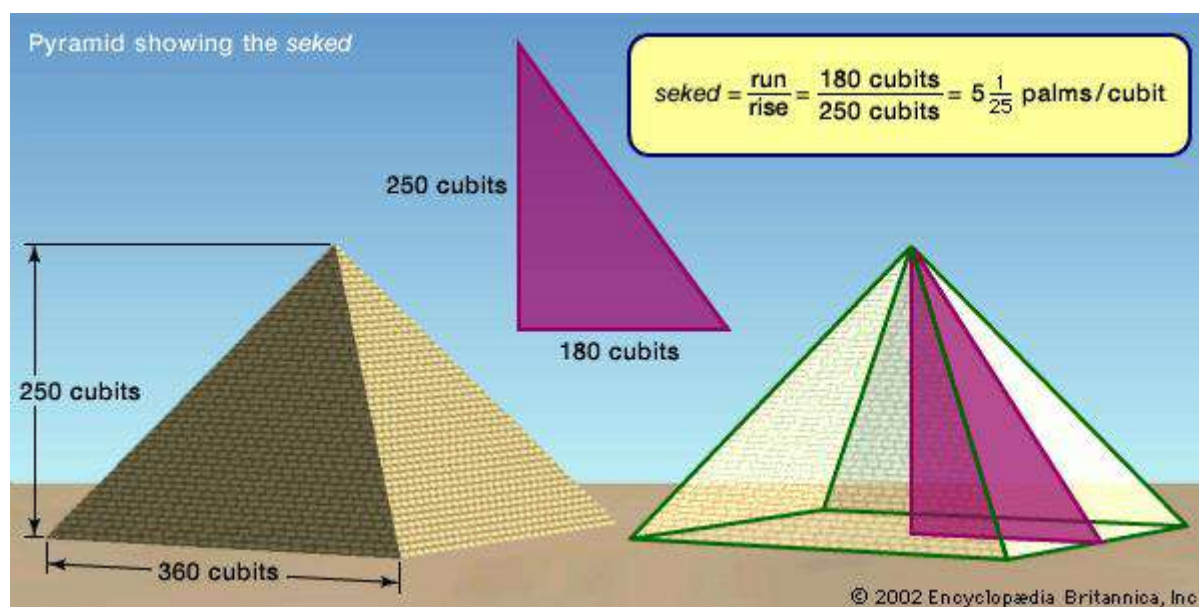


dans le papyrus Rhind. Nous comprenons, dans ce cas, que le *skd* est une caractéristique de la pyramide, quelque chose qui détermine sa nature.¹

Théophile Obenga: « Le choix de l'angle de pente était une opération primordiale dans la construction d'édifices de forme purement géométrique comme une pyramide. C'est cet angle de pente ou d'inclinaison qui commandait les proportions et, par conséquent, le profil et la silhouette même du mouvement pyramidal ».² Richard Gillings décrit, pour sa part, le *seked* comme suit :

The *seked* of a right pyramid is the inclination of any one of the four triangular faces to the horizontal plane of its base, and is measured as so many horizontal units per one vertical unit rise. It is thus a measure equivalent to our modern cotangent of the angle of slope. In general, the *seked* of a pyramid is a kind of fraction, given as so many palms horizontally for each cubit of vertically, where 7 palm equal one cubit. The Egyptian word 'seked' is thus related [in meaning, not origin] to our modern word 'gradient'.³

Comment calcule-t-on le *seked* ? « The *Seked* of an angle is the ratio of base to height of a right-angled triangle ».⁴



¹ M. Michel, *Les mathématiques de l'Égypte ancienne*, 409.

² T. Obenga, *La géométrie égyptienne. Contribution de l'Afrique antique à la Mathématique mondiale*, 35-36.

³ R. Gillings, *Mathematics in the Time of the Pharaohs*, Dover, 1982, 212.

⁴ D. Furlong, « Sekeds and Geometry of the Egyptian Pyramids ». Article consulté online : <http://www.davidfurlong.co.uk/sekes0.htm>

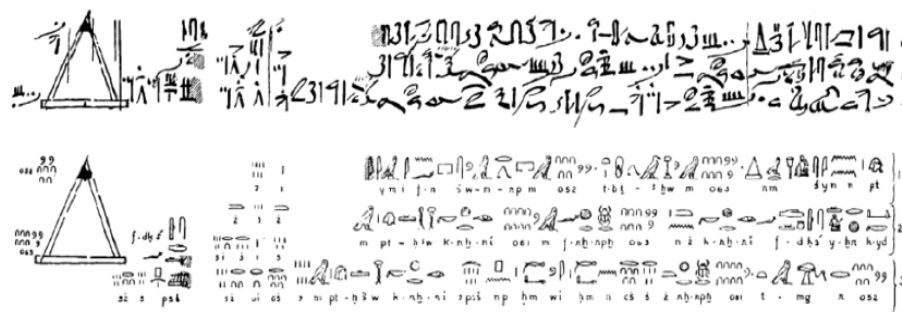


David Furlong établit les équivalences suivantes :⁵

Seked	Degree Angle
4.00	60.25°
4.25	58.74°
4.50	57.26°
4.75	55.84°
5.00	54.46°
5.25	53.13°
5.50	51.84°
5.75	50.60°
6.00	49.40°
6.25	48.24°
6.50	47.12°
6.75	46.04°
7.00	45.00°
7.25	43.99°
7.50	43.02°

Les problèmes 56 et 57 du Papyrus d’Ahmose portent sur le calcul du *seked* :

- **Problème n° 56** : « Méthode pour calculer une pyramide de 360 pour la base, de 250 pour sa hauteur intérieure. Fais-moi savoir son seked »



⁵ Ibid.



- **Problème n° 57** : « Soit une pyramide de 140 pour la base, de 5 paumes 1 doigt pour son seked. Quelle est sa hauteur intérieure ? »

Ahmose's Mathematical Papyrus Problem 57:

$$\text{HEIGHT} = \frac{1}{2} \text{BASE} \div \text{SEKED}$$

$$\frac{1}{2} \text{BASE} = 140/2 = 70$$

$$1 \text{ CUBIT} = 7 \text{ PALMS}$$

$$\text{HEIGHT} = 70 \div 5.25 \times 7 = 93.33 \text{ CUBITS}$$

(Image du site www.Africancreationenergy.com)

Pour tracer des angles, les égyptiens utilisaient des équerres d'une étonnante précision. Une de ces équerres figure dans les pièces archéologiques les plus précieuses (Voir Annexe 1). Il s'agit de l'équerre de Sennedjem, un géomètre qui a vécu au Nouvel Empire (1567-1085 BCE). Obenga décrit comme suit l'instrument :

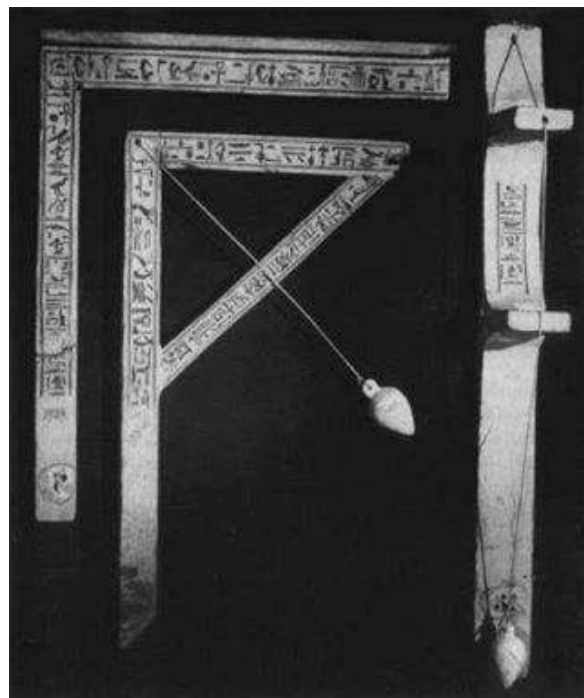
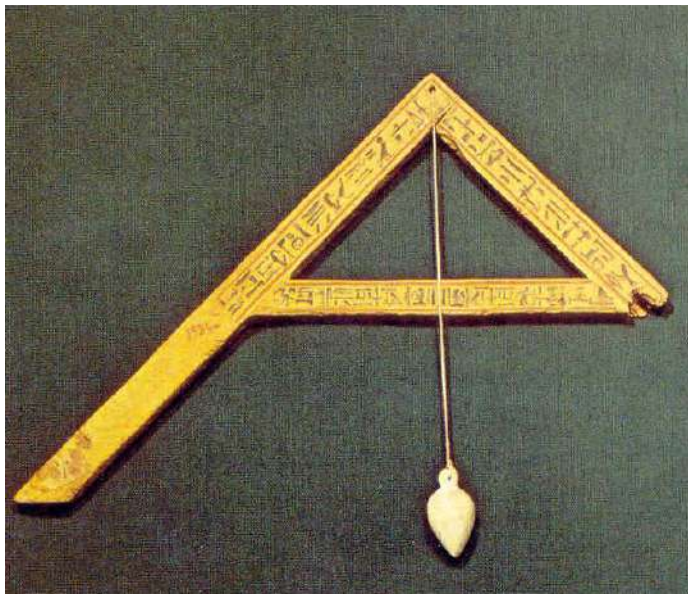
[L'équerre de Sennedjem] est faite de trois règles de bois assemblées ; un trou percé dans l'angle permet de suspendre le fil à plomb : des traits-repères sont gravés, au recto et au verso, au milieu de la barre transversale et sur la diagonale de l'angle supérieur. Cet instrument géométrique est parfait dans sa conception et sa fabrication. Le fil à plomb est un axe de symétrie qui partage en deux triangles rectangles égaux le triangle formé par les trois segments de bois assemblés. Le trou percé est en fait un point sur la médiatrice du segment qu'est la règle de bois par laquelle passe la perpendiculaire constituée par le fil à plomb. Et si un point est sur la médiatrice d'un segment, il est équidistant des extrémités de ce segment.⁶

Le terme « équerre » se traduit en égyptien pharaonique par le même mot qui désigne l'angle droit : « qnbet ». Sa graphie abrégée est le signe 038 :

⁶ T. Obenga, *La géométrie égyptienne. Contribution de l'Afrique antique à la Mathématique mondiale*, 36.



Annexes : Pièces archéologiques



Annexe 1 : L'équerre de Sennedjem (Musée du Caire, n. 27.258)



Annexe 2 : La balance della Maat



Egyptian hieratic numerals (mathematical papyrus, c. 1600 BC)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
units	𐎁	𐎂	𐎃	𐎄	𐎅	𐎆	𐎇	𐎈	𐎉
tens	𐎊	𐎋	𐎌	𐎍	𐎎	𐎏	𐎐	𐎑	𐎒
hundreds	𐎓	𐎔	𐎕	𐎖	𐎗	𐎘	𐎙	𐎚	𐎛
thousands	𐎜	𐎝	𐎞	𐎟	𐎠	𐎡		𐎢	𐎣
tens of thousands	𐎤								
hundreds of thousands	𐎥								

© 2003 Encyclopædia Britannica, Inc.

Annexe 3 : La graphie des nombres en écriture hiératique

