> [Rhind], Eisenlohr parle [du rouleau] lors de la description du papyrus et ajoute que le cuir était trop fragile pour le dérouler. Quelques années plus tard le Professeur Griffith a vu le rouleau et a identifié une belle écriture dans les signes numériques qui pouvaient être vus juste près des bords. […] La question du déroulement a de nouveau été mise sur la table l'année dernière [1926 ?] par le Professeur Griffith, qui avait entendu parler, à Berlin, d'un nouveau traitement permettant d'adoucir les cuirs anciens. Entre-temps […] le département de l'archéologie, qui s'occupe de « la restauration et la préservation des antiquités » avait été organisé […]. Il était donc possible de réenvisager le déroulement du rouleau de cuir. […]. Même en suivant les procédures les plus prometteuses, [cette démarche] n'était pas sans risque. Néanmoins, le Docteur Scott s'est engagé à réaliser l'opération et son compte rendu du processus, […], montre à quel point il a réussi. Et du point de vue scientifique, on peut difficilement ne pas être d'accord avec le fait que la diffusion de la connaissance de ce traitement chimique du cuir est d'une plus grande importance que la publication des textes du rouleau. »

Le rouleau mesure 44,1 cm de longueur sur 26 cm de largeur[78] et après un premier examen du document, ce qu'en a dit Glanville n'est pas très flatteur[79] :

> « Au lieu d'espérer un traité sur les mathématiques égyptiennes qui aurait pu expliquer toutes les difficultés du Papyrus Rhind, nous avons, ici, une copie en double exemplaire, de vingt-six sommes de fractions ! »

Nous reviendrons sur ces sommes par la suite (p. 86), car elles sont loin d'être tout à fait anodines et elles peuvent être mises en relation avec certaines procédures de calculs du papyrus Rhind.

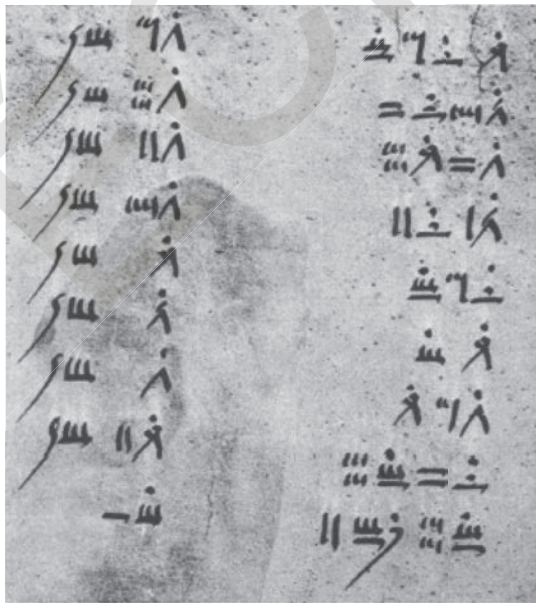


Figure 8. Le rouleau de cuir BM 10250, deuxième colonne (avec l'aimable autorisation de l'Egypt Exploration Society)

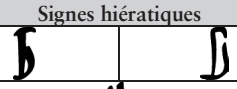
78 GLANVILLE, *JEA* 13 (1927), p. 234.
79 *Idem*, p. 233, traduit de l'anglais.

SPÉCIMEN

d. Les milliers

Les milliers se notent par autant de fois le signe M12, qui a pour valeur le millier et qui figure un plant de lotus ( ). Il se translittère *ḫ3*.

Tableau 20. Les milliers en signes hiératiques et en hiéroglyphes (←)

Milliers	Signes hiératiques	Hiéroglyphes
1 000		
2 000		
3 000		
4 000		
5 000		
6 000		
7 000	—	
8 000		
9 000		

e. Les autres puissances de 10

La dizaine de milliers se note par le signe D50, qui figure un doigt dressé ( ) et qui se translittère *ḏbꜥ* :

– , *ḏbꜥ* : 10 000.

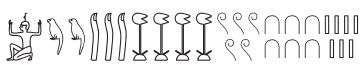
La centaine de milliers se note par le signe I8, qui figure un têtard () et qui se translittère *ḥfn* ; le million, par le signe C11, qui figure un dieu assis les bras levés au ciel ou le dieu *Heh* ( ) et qui se translittère *ḥḥ*. Mais *ḥfn* et *ḥḥ* peuvent également exprimer un « grand nombre » de manière indéterminée. Leur utilisation est plutôt rare dans les documents mathématiques (pRhind n° 49, p. 278) :

– , *ḥfn* : 100 000 ;

– , *ḥḥ* : 1 000 000.

f. Composition additive et hybride des « grands nombres »

En système additif et en écriture hiéroglyphique, 1 234 567 se note à l'aide de 28 signes :

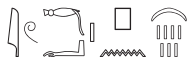


SPECIMEN

Nous avons retenu comme mesure moyenne de la coudée (*mḥ*), celle qui a été proposée par Gardiner, à savoir 52,3 cm (ou 20,6 inches)[190]. Pour effectuer une estimation rapide, on peut retenir que 2 coudées ≈ 1 m.

Dans le système digital d'avant la réforme, la coudée de 28 doigts (52,3 cm) est divisée en sept paumes (*šsp*), de chacune quatre doigts (*ḏbʿ*). Elle peut aussi être appelée « coudée royale » ou « grande coudée » en opposition à la « petite coudée » de taille réduite qui comporte 6 paumes et donc, 24 doigts (44,83 cm).

La division de la coudée en 7 paumes est clairement exprimée et à plusieurs reprises dans le papyrus Rhind[191].

3. 

[…] *ỉw mḥ pn* (*m*) *šsp* 7 […]

EXTRAIT 13. PRHIND N° 56, UNE COUDEE VAUT SEPT PAUMES

Traduction

|[16] […] cette coudée (est égale à) 7 paumes […]

10.

[…] *ỉw ỉr mḥ* [*pn*], *šsp* 7 [*p*]*w* […]

EXTRAIT 14. PRHIND N° 58, UNE COUDEE VAUT SEPT PAUMES

Traduction

|[10] […] quant à [cette] coudée, c'est 7 paumes […]

3-4.

[…] *mḥ* 1, *mk*, *šsp* 7 *pw* […]

EXTRAIT 15. PRHIND N° 59B, UNE COUDEE VAUT SEPT PAUMES

Traduction

|[3-4] […] 1 coudée, vois, c'est 7 paumes […]

[190] GARDINER, *Grammar*, p. 199.
[191] Cf. édition de CHACE, *Rhind Papyrus*, vol. 2, pl. 78, 80 et 81.

SPECIMEN

b. Dimensions d'un triangle en fonction de son aire

Le problème de Moscou n° 7 fait, cette fois, intervenir un triangle (*spdt*) et son aire (*3ḫt*) :

– , *spdt* : la pointe ; le triangle ;

– , *3ḫt* : le champ ; la surface, l'aire.

Parce que nous sommes dans le cas d'un triangle rectangle (p. 296), la hauteur est appelée « longueur » et la base est appelée « largeur » :

– , *3w* : la « longueur », ou ici la hauteur d'un triangle rectangle ;

– , *sḫw* : la « largeur », ou ici la base d'un triangle rectangle.

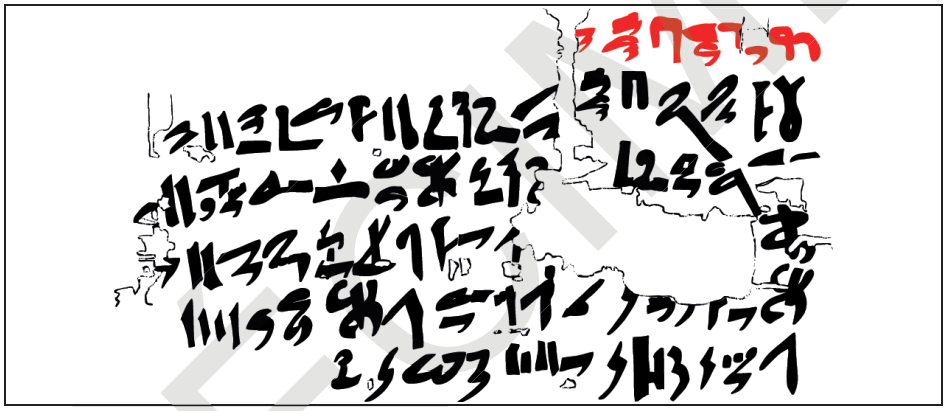


Planche 47. pMoscou n° 7 (d'après Struve, col. IX)

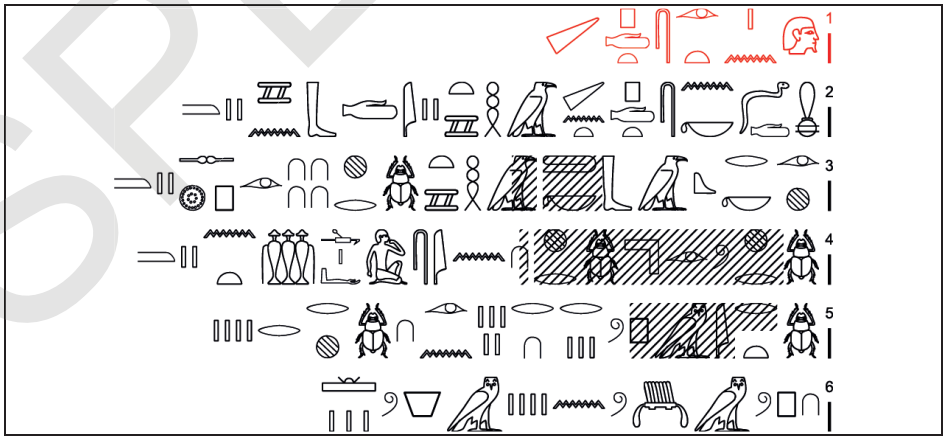


Planche 48. pMoscou n° 7, transcription hiéroglyphique

SPECIMEN

22. \ \ 8 $26\,\frac{1}{2}\,\frac{1}{8},\frac{1}{32}\;\;3\;r3\;\frac{1}{3}$

23. *Dmḏ* 25, 1, $\frac{1}{2}\,\frac{1}{8}\,\frac{1}{32}$, 3 *r3* $\frac{1}{3}$, *sn-nw*.

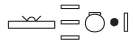
Traduction

|[23] Total : 26 (25 + 1) $\frac{1}{2}\,\frac{1}{8}\,\frac{1}{32}$ (4-*heqat* et) $3\,\frac{1}{3}$ (4-)*ro*, (pour) le deuxième.

24. • 1 $3\,\frac{1}{4}\,\frac{1}{16}\,\frac{1}{64}$, (1) *r3* $\frac{2}{3}$

25. \ \ 2 $6\,\frac{1}{2}\,\frac{1}{8}\,\frac{1}{32}$, 3 *r3* $\frac{1}{3}$

26.(*) 4 $13\,\frac{1}{4}\,\frac{1}{16}\,\frac{1}{64}$, (1) *r3* $\frac{2}{3}$

27.  *Dmḏ ḫmt-nw* • 20.

(*) Cette ligne n'a pas été annotée par le scribe, alors qu'elle devrait être sélectionnée pour le calcul du total.

Traduction

|[27] Total du troisième : 20 (4-*heqat*).

28. • 1 $3\,\frac{1}{4}\,\frac{1}{16}\,\frac{1}{64}$, [(1) *r3* $\frac{2}{3}$]

29. 2 $6\,\frac{1}{2}\,\frac{1}{8}\,\frac{1}{32}$, 3 *r3* $\frac{1}{3}$

30. \ \ 4 $13\,\frac{1}{4}\,\frac{1}{16}\,\frac{1}{64}$, (1) *r3* $\frac{2}{3}$

31. *Dmḏ fdw-nw* • $13\,\frac{1}{4}\,\frac{1}{16}\,\frac{1}{64}$, (1) *r3* [$\frac{2}{3}$].

Traduction

|[31] Total du quatrième : $13\,\frac{1}{4}\,\frac{1}{16}\,\frac{1}{64}$ (4-*heqat* et) $1\,\frac{2}{3}$ (4-)*ro*.

SPÉCIMEN

2. Le triangle

En complément du pMoscou n° 7 (p. 218), nous proposons d'examiner ici deux autres problèmes traitant du calcul de l'aire d'un triangle (pRhind n° 51 et pMoscou n° 17).

Le triangle est figuré par le terme *spdt* (var. *sbdt*) qui signifie « pointe » :

– , *spdt* : la pointe ; le triangle ;

– , *sbdt* : la pointe ; le triangle.

La base d'un triangle est exprimée par le terme suivant :

, *tp-r3* : la parole ; la base d'un triangle.

Le terme *mryt* offre le sens premier de « rive », « quai », « limite entre deux champs »[400], mais dans un contexte purement mathématique, il est clairement à comprendre comme désignant la hauteur. Le sens de « hauteur » n'est pas repris par le *Wörterbuch*, mais il figure dans le dictionnaire de Faulkner[401]. Nous reviendrons sur ce terme en détail (p. 298) :

, *mryt* :
la rive, le quai, la limite entre deux champs ; la hauteur d'un triangle.

Dans deux problèmes concernant les triangles, le pMoscou n° 7 et le pMoscou n° 17, la base est appelée « largeur » et la hauteur est appelée « longueur ». Nous discutons également ces termes par la suite (p. 296) :

– , *3w* :
la longueur d'un rectangle ; la hauteur d'un triangle rectangle ;

– , *sḫw* :
la largeur d'un rectangle ; la base d'un triangle rectangle.

a. Aire d'un triangle

Analyse 39. — Problème n° 51 du papyrus Rhind (pl. 67 et 68)

1.

Tp n(y) irt spdt m 3ḥt.

2.

Mi ḏd n.k spdt n(y)t ḫt 10 *ḥr*

---

400 *Wb.* II, p. 109.
401 FAULKNER, *Dictionnary*, p. 112.

SPECIMEN

Le volume d'un tronc de pyramide à bases carrées dont le côté de la base inférieure est B, le côté de la base supérieure est b et de hauteur h, est donc égal à $\left(B^2+\sqrt{B^2\times b^2}+b^2\right)\times\frac{h}{3}$ ou, ce qui revient au même à $\left(B^2+\left(B\times b\right)+b^2\right)\times\frac{h}{3}$.

Cette dernière formule est valable que la pyramide soit symétrique ou asymétrique. Quoi qu'il en soit, elle est appliquée à la lettre par le scribe du papyrus de Moscou.

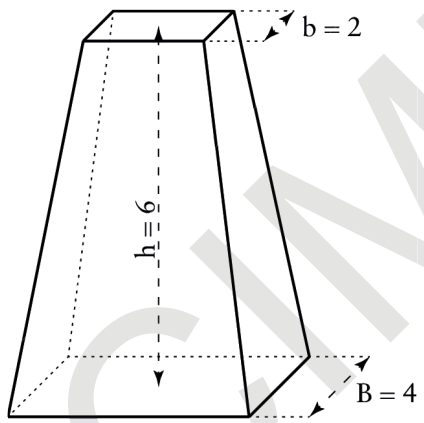


Figure 112. pMoscou n° 14, volume du tronc d'une pyramide régulière à bases carrées

Les données du problème sont B = 4, b = 2 et h = 6 et les opérations décrites par le scribe sont les suivantes :

(1) on élève B = 4 au carré, ce qui donne 16 ;

(2) on effectue le produit B × b, ce qui donne 2 × 4 = 8 ;

(3) on élève b = 2 au carré, ce qui donne 4 ;

(4) on somme le tout, $B^2+\left(B\times b\right)+b^2=16+8+4=28$;

(5) on calcule $\frac{h}{3}$, ce qui donne $\frac{6}{3}=2$;

(6) on multiplie cette valeur par la somme effectuée précédemment :

$$V_{(\text{tronc pyramide})}=\frac{h}{3}\times\left(B^2+\left(B\times b\right)+b^2\right)\Rightarrow V_{(\text{tronc pyramide})}=2\times 28=56\,.$$

Toute la question est donc de savoir comment les Égyptiens anciens sont parvenus à établir cette formule synthétique. Examinons les propositions des différents commentateurs.

SPÉCIMEN

Commentaires

Le mât appuyé verticalement contre le mur présente une longueur L= 10 coudées. Quand il se trouve abaissé, l'écartement de sa base par rapport un mur est égal à e = 6 coudées. L'objectif est de calculer de quelle distance d ce mât se trouve abaissé.

Quand il est abaissé, le sommet du mât n'atteint plus le mur qu'à une hauteur h. La distance d demandée est donc égale à (1) $d = L - h$.

Comme le montre la figure 144, nous pouvons utiliser le théorème dit « de Pythagore » qui nous dit que $h^2 + e^2 = L^2$ et nous obtenons donc :

(2) $h^2 + e^2 = L^2 \Rightarrow h^2 = L^2 - e^2 \Rightarrow h = \sqrt{L^2 - e^2} \Rightarrow h = \sqrt{10^2 - 6^2} = \sqrt{64} = 8$.

Et (1) et (2) ⇨ (3) $d = L - h \Rightarrow d = 10 - 8 = 2$.

Et ce sont exactement les opérations effectuées par le scribe.

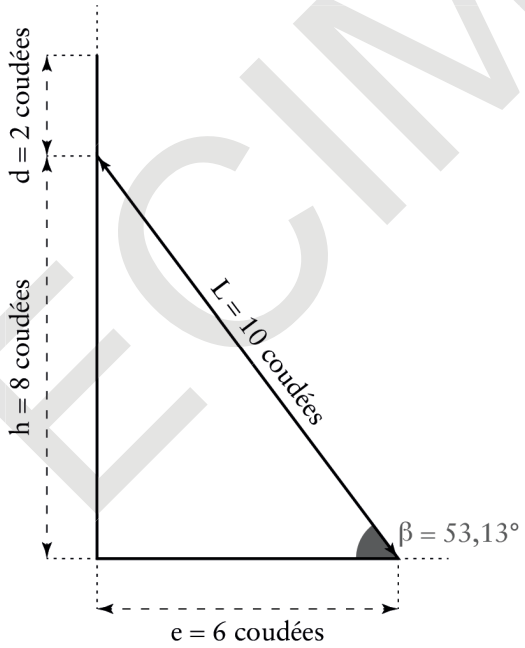


Figure 144. pCaire JE 89129-37-39, problèmes DMP n^os 24, 27 et 30, mâts appuyés contre un mur

L'angle β formé par le mât abaissé et le sol n'est évidemment pas calculé dans le papyrus, mais il peut être mesuré comme suit :

$$\cos\beta = \frac{e}{L} \Rightarrow \cos\beta = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} \Rightarrow \beta = 53{,}13°.$$

SPÉCIMEN

13.

ḫprt im pw : 1 200. *Ḏb*ꜣ*.f m* : 20, 30.

14.

T 10, *r* 1 000, *ir*(*w*) *m wḏyt* 100 *ḥḳꜣt*.

15. • •

• 20 • 1 200 • 50, 10

16. • •

• 30 • 1 200 • 25, 10, 5

Traduction

| [11] Alors tu calcules de sorte que cette part de 1 000 pains égale | [12] en *heqat* de farine : 100 *heqat*. Calcule fois 12 ; | [13] de là, le résultat, c'est : 1 200. L'échange est égal à : 20 (et) 30. | [14] 1 000 pains de (*pefsou*) 10, produits avec (une quantité de) farine de 100 *heqat* ; | [15] 1 200 (pains de *pefsou*) 20 (avec) 60 (*heqat*) ; | [16] 1 200 (pains de *pefsou*) 30 (avec) 40 (*heqat*).

Commentaires

Il s'agit d'« échanger » un nombre de 1 000 pains (x_p) de $pefsou_p$ égal à 10 en un nombre équivalent de pains (x) de $pefsou_1$ égal à 20 et de $pefsou_2$ égal à 30.

Le scribe commence par calculer la quantité de céréales (y) dont il dispose pour calculer son « échange » :

$$(1)\begin{cases} pefsou_p = \dfrac{x_p \text{ pains}}{y \text{ } heqat} \Rightarrow y \text{ } heqat = \dfrac{x_p \text{ pains}}{pefsou_p} \\ \Rightarrow y \text{ } heqat = \dfrac{1\,000}{10} = 100 \text{ } heqat \end{cases}$$

L'« échange » est constitué d'une même quantité (x) de pains de $pefsou_1$ égal à 20 et de $pefsou_2$ égal à 30, nous avons donc :

$$(2)\ pefsou_1 = \frac{x \text{ pains}}{y_1 \text{ } heqat} \Rightarrow y_1 \text{ } heqat = \frac{x \text{ pains}}{pefsou_1}$$

$$(3)\ pefsou_2 = \frac{x \text{ pains}}{y_2 \text{ } heqat} \Rightarrow y_2 \text{ } heqat = \frac{x \text{ pains}}{pefsou_2}$$

SPÉCIMEN