

# STRUCTURE AND SIGNIFICANCE

THOUGHTS ON ANCIENT EGYPTIAN ARCHITECTURE



VERLAG DER ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

STRUCTURE AND SIGNIFICANCE

THOUGHTS ON ANCIENT EGYPTIAN ARCHITECTURE

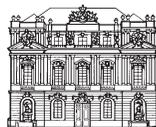
ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
DENKSCHRIFTEN DER GESAMTAKADEMIE, BAND XXXIII

---

UNTERSUCHUNGEN DER ZWEIGSTELLE KAIRO  
DES ÖSTERREICHISCHEN ARCHÄOLOGISCHEN INSTITUTES

HERAUSGEGEBEN IN VERBINDUNG MIT DER KOMMISSION FÜR ÄGYPTEN  
UND LEVANTE DER ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
VON MANFRED BIETAK

BAND XXV



VERLAG DER ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
WIEN 2005

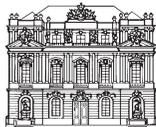
ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
DENKSCHRIFTEN DER GESAMTAKADEMIE, BAND XXXIII

---

# STRUCTURE AND SIGNIFICANCE

THOUGHTS ON ANCIENT EGYPTIAN ARCHITECTURE

Editor  
Peter Jánosi



VERLAG DER ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
WIEN 2005

Vorgelegt von w. M. MANFRED BIETAK in der Sitzung am 15. Oktober 2004

British Library Cataloguing in Publication data  
A Catalogue record of this book is available from the British Library

Die verwendete Papiersorte ist aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt,  
frei von säurebildenden Bestandteilen und alterungsbeständig

Alle Rechte vorbehalten  
ISBN 3-7001-3552-1  
Copyright © 2005 by  
Österreichische Akademie der Wissenschaften  
Wien

Grafik, Satz, Layout: Béatrice Boileau-Hassoun  
Druck und Bindung: Börsedruck, A-1230 Wien

<http://hw.oeaw.ac.at/3552-1>  
<http://verlag.oeaw.ac.at>

Printed and bound in Austria

# Contents

<b>Abbreviations of Publications and Institutions</b>	..... IX
<b>General Abbreviations</b>	..... XV
<b>Preface</b>	..... XVII
Dorothea <b>ARNOLD</b>	<i>The Architecture of Meketre's Slaughterhouse and Other Early Twelfth Dynasty Wooden Models</i> ..... 001
Felix <b>ARNOLD</b>	<i>Baukonstruktion in der Stadt Kahun Zu den Aufzeichnungen Ludwig Borchardts</i> ..... 077
Miroslav <b>BÁRTA</b>	<i>Architectural Innovations in the Development of the Non-Royal Tomb During the Reign of Nyuserra</i> ..... 105
Manfred <b>BIETAK</b>	<i>Neue Paläste aus der 18. Dynastie</i> ..... 131
Jean-François <b>CARLOTTI</b>	<i>Considérations architecturales sur l'orientation, la composition et les proportions des structures du temple d'Amon-Rê à Karnak</i> ..... 169
Georges <b>CASTEL</b>	<i>Le mastaba de Khentika dans l'oasis de Dakhla (fin VI<sup>e</sup> dynastie) Étude architecturale</i> ..... 209
Eugene <b>CRUZ-URIBE</b>	<i>The Ancient Reconstruction of Hibis Temple</i> ..... 247

Vassil <b>DOBREV</b>	<i>Evidence of Axes and Level Lines at the Pyramid of Pepy I ..</i> 263
Josef <b>DORNER</b>	<i>Das Basisviereck der Cheopspyramide .....</i> 275
Peter <b>GROSSMANN</b>	<i>Frühe fünfschiffige Kirchen und die Anfänge des Kirchenbaus in Ägypten .....</i> 283
Zahi <b>HAWASS</b>	<i>Khufu's National Project. The Great Pyramid of Giza in the year 2528 B.C. ....</i> 305
Salima <b>IKRAM</b>	<i>A Monument in Miniature. The Eternal Resting Place of a Shrew ...</i> 335
Horst <b>JARITZ</b>	<i>Die Tribünen vor ägyptischen Tempeln der 18. Dynastie bis zur Römerzeit. Ein Deutungsversuch zur Funktion.....</i> 341
Jack A. <b>JOSEPHSON</b>	<i>The Use of "Sand-Box" Foundations in Ancient Egypt .....</i> 401
Audran <b>LABROUSSE</b>	<i>Les tracés directeurs dans la pyramide de la reine Inenek/Inti .....</i> 407
Geoffrey T. <b>MARTIN</b>	<i>The Egyptian Temple in the Mosaic of Palestrina .....</i> 415
Salah <b>EL-NAGGAR</b>	<i>Les couvertements de granit dans les pyramides de Giza .....</i> 429
David <b>O'CONNOR</b>	<i>The Eastern High Gate. Sexualized Architecture at Medinet Habu? .....</i> 439
Adela <b>OPPENHEIM</b>	<i>Decorative Programs and Architecture in the Pyramid Complexes of the Third and Fourth Dynasties .....</i> 455
Joachim <b>ŚLIWA</b>	<i>Der <i>hnrt</i> von Qasr el-Sagha .....</i> 477
Rainer <b>STADELMANN</b>	<i>Die Wiederbelebung religiösen Gedankenguts des Alten Reiches in der Architektur des Totentempels Sethos' I. in Qurna .....</i> 485
Nabil <b>SWELIM</b>	<i>G I-a, -b, -c and -d Ashlars .....</i> 493

Christian <b>TIETZE</b>	<i>Pyramiden in Brandenburg .....</i>	505
Miroslav <b>VERNER</b>	<i>Abusir Pyramids Quarry and Supply Road.....</i>	531
Pierre <b>ZIGNANI</b>	<i>Remarques sur le fil à plomb pharaonien et les techniques de ravalement. À propos de tracés, de la forme d'un outil et d'une fonction .....</i>	539

## Les couvertements de granit dans les pyramides de Giza

Salah  
EL-NAGGAR

**A**DIETER ARNOLD, qui a tant apporté à ce que nous connaissons des techniques de construction des anciens Égyptiens, je suis heureux d'offrir en amical hommage quelques notes sur l'emploi du granit dans le couvrement des grandes pyramides.

La plus ancienne pyramide construite sur le plateau de Giza, celle de Chéops, comprend plusieurs systèmes de couvrement, dont la voûte en chevrons en calcaire, utilisée ici pour la première fois, et la voûte-en-tas de charge pour la dernière<sup>1</sup>.

La chambre haute qui contient le sarcophage mesure 10,48 x 5,24 m. Elle est entièrement constituée de blocs en granit et présente un système de couvrement complexe et unique : à 5.84 m au-dessus du niveau du pavage de cette chambre, on a construit un plafond composé de neuf énormes poutres de granit dont la largeur varie de 1,05 à 1,50 m avec une hauteur irrégulière moyenne d'environ 2,10 m ; chaque dalle doit peser entre 50 et 70 tonnes (fig. 1). Près de la paroi sud de la chambre, toutes ces poutres présentent des fissures qui paraissent s'être produites à l'époque même de la construction du monument<sup>2</sup>.

Ce plafond est surmonté de cinq pièces vides d'environ 0,60 à 0,90 m de hauteur, construites l'une au-dessus de l'autre et séparées par huit ou neuf énormes poutres de granit<sup>3</sup>. La cinquième chambre, celle du sommet, est couverte par une voûte composée de onze paires de dalles en chevrons en calcaire ; la longueur visible de chaque dalle est d'environ 3,73 m. La structure de cette voûte a bougé et les joints entre les dalles se sont ouverts de 2 à 4 cm ; aussi, d'importantes fissures se sont-elles produites<sup>4</sup>. Enfin, cette voûte doit compter deux, ou peut-être trois couches, superposées de dalles en chevrons.

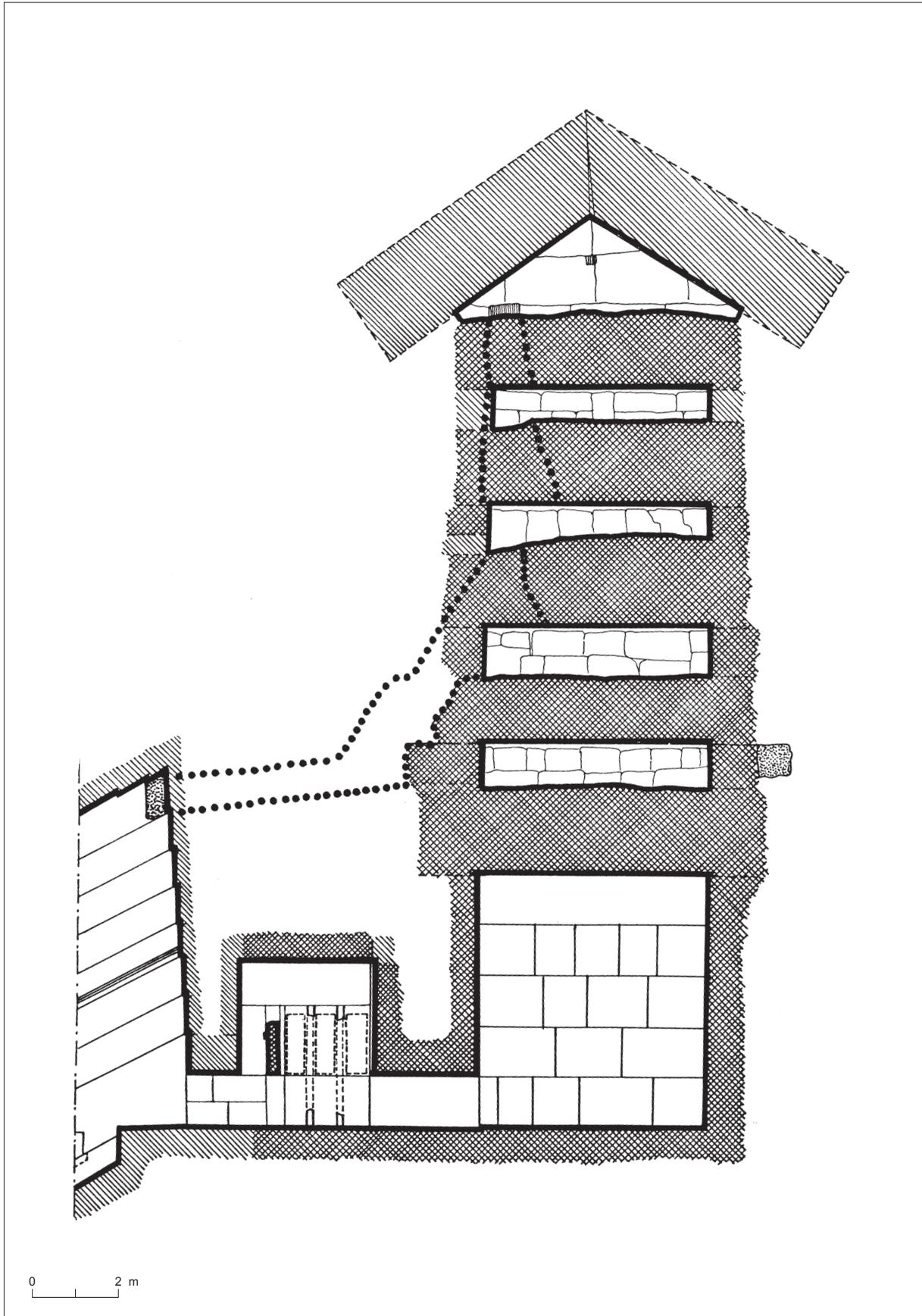
1. Cette voûte avait été pendant longtemps décrite comme en encorbellement, mais il s'agit plutôt d'une voûte en tas-de-charge, cf. S. el-Naggar, *Les voûtes dans l'architecture de l'Égypte ancienne*, BdE 128, 1999, 10-11.

2. Des traces du mortier qui bouchait ces fissures peuvent être relevées sur le plafond.

3. *PM III*<sup>2</sup>, 14 ; V. Maragioglio, C. Rinaldi, *L'architettura delle piramidi menfite*, t. IV, Rapallo 1965, 52-55, 123-137 (Observ. 34-37), Tav. 3, 7, 8 ; D. Arnold, *Building in Egypt*.

*Pharaonic Stone Masonry*, New York/Oxford 1991, 183, fig. 4.14. Ces chambres sont accessibles par un tunnel, partant du haut de la voûte de la Grande galerie, creusé par H. Vyse.

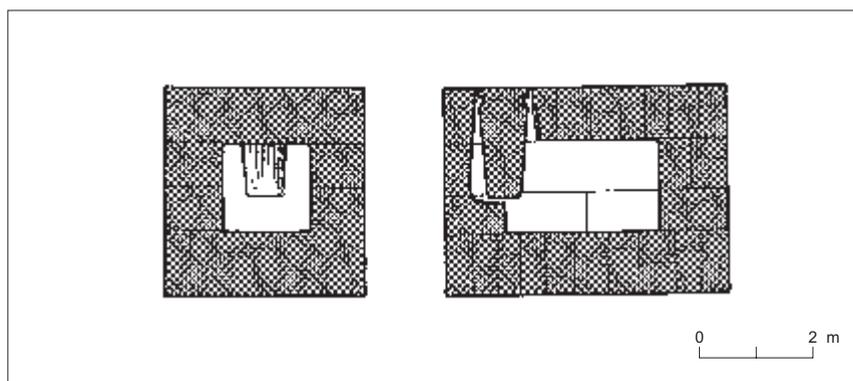
4. Sur le haut de plusieurs des poutres en granit, de petites cavités ont été taillées. Elles ont servi probablement à fixer temporairement les poutres en bois d'un échafaudage, qui a pu aider à la mise en place des dalles et à l'achèvement de la voûte.



**Fig. 1.** Giza : la pyramide de Chéops, coupe de la chambre à sarcophage et son couvercle. (d'après Maragioglio, Rinaldi, *L'architettura IV*, Tav. 7)

Cette énorme et étonnante masse de granit employée à l'intérieur du massif de la pyramide de Chéops nous a conduit à étudier l'utilisation de ce matériau dans l'architecture. Jusqu'à présent les recherches ont porté sur l'aspect quantitatif, pour mesurer la situation économique et la puissance de tel ou tel roi, car le granit vient de très loin, d'Assouan à environ 900 km au sud de Giza. Nous souhaitons, quant à nous, suivre ici l'emploi du granit d'un point de vue technique, en particulier son utilisation comme poutre dans le couvrement<sup>5</sup>.

Le premier exemple d'un plafond de granit date du début de la III<sup>e</sup> dynastie, dans le complexe funéraire du roi Neteri-Khet (Djoser) à Saqqara. Dans ce vaste complexe, Imhotep, l'architecte à qui on doit l'art de bâtir en pierre de taille, a choisi le granit pour construire deux caveaux, celui qui se trouve au fond du grand puits sous la pyramide et l'autre dans le Tombeau sud<sup>6</sup>. Le premier, constitué de quatre assises, atteint 4 m de hauteur ; il mesure 1,65 x 2,96 m et 1,65 m de profondeur (fig. 2). Son couvrement est composé de neuf blocs de granit, d'environ 3,80 m de long sur 1,05 m, dont la largeur varie de 0,45 m à 0,80 m. Le second, dans le Tombeau sud, comprend également quatre assises de 3,20 m de haut, mais sur un plan carré de 1,60 m de côté à l'intérieur ; la profondeur atteint 1,30 m (fig. 3). Son couvrement est composé de quatre blocs, mesurant chacun 3,50 m de long sur environ 1,05 m de haut, et de 0,75 à 1,30 m de large. À l'exception d'une des poutres, dans le premier caveau, qui avait à supporter la charge du bouchon cylindrique de fermeture, ces plafonds ne supportent, pratiquement, que leur propre poids. Les plafonds en rondins de calcaire des chambres de manœuvre construites au-dessus de ces caveaux portaient, eux, toute la charge du remblai qui bloquait les grands puits au fond desquels sont installés les caveaux.



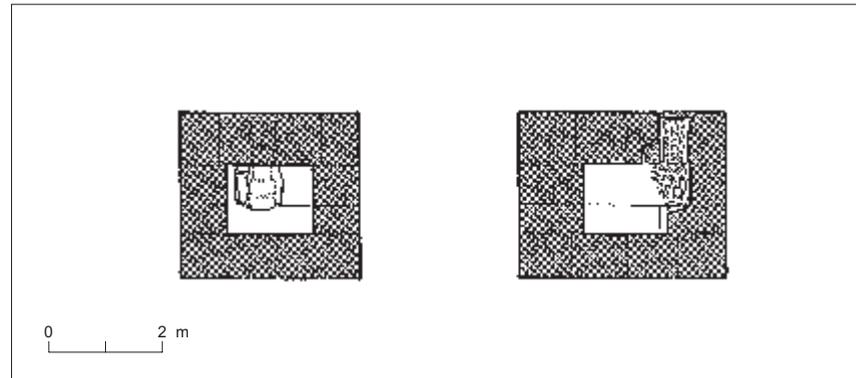
**Fig. 2.** Saqqara : la pyramide de Djoser, le caveau de granit. (d'après Lauer, *Pyramide à degrés*, II, pl. XVII)

5. Le granit est utilisé dans l'architecture en Égypte au moins depuis la II<sup>e</sup> dynastie, dans la tombe de Khâsekhemoui en jambage de porte, cf. J.E. Quibell, *Hierakonpolis I*, *BSAE* 4, 1900, 6, pl. II ; A. Lansing, «The Museum's excavations at Hierakonpolis. The Egyptian Expedition 1934-1935», *BMAA* 30 (Nov. 1935,

44, fig. 11 ; N. Swelim, «A Reason for the Corbelled Roof in Dynasty III and IV Pyramids», *JSSEA* 14, 1984, 6-12.

6. J.-Ph. Lauer, *La pyramide à degrés*, t. I, *L'architecture*, Fouilles Saqq., Le Caire 1936, 32, pl. XVII, XVIII,2 et 104-105, fig. 87, pl. XXXI.

Il faut attendre une centaine d'années après Djoser pour trouver un plafond de granit dans la pyramide de Chéops. Dans les deux caveaux de Djoser, la portée des poutres de granit n'atteignait que 1,65 m<sup>7</sup>. Les architectes de Chéops vont passer, eux, à 5,24 m de portée ; de 3 cou-



**Fig. 3.** Saqqara : complexe funéraire de Djoser, le caveau en granit du Tombeau-sud.  
(d'après Lauer, *Pyramide à degrés*, I, fig. 87 et II, pl. XXXI)

dées chez Djoser, on atteint 10 coudées chez Chéops<sup>8</sup>. Les poutres de granit utilisées à Saqqara pour Djoser mesurent 3,80 m de long, celle de Chéops à Giza, au moins 7,35 m.

Le successeur de Chéops, Radjedef, a construit sa pyramide à 7 km au nord de Giza, à Abou-Rawash. Grâce aux fouilles menées ces dernières années par la mission Suisse-France, on a pu dégager l'appartement funéraire qui se trouve au fond d'un vaste puits (23 x 10 m) de 21 m de profondeur. Le couvrement de cet appartement était, d'après des fragments retrouvés, une voûte de granit en chevrons (fig. 4)<sup>9</sup>.

Dans le complexe funéraire de Chéphren on peut remarquer l'absence totale du granit dans les deux grandes chambres sous la pyramide. L'une, mesurant 10,46 x 3,13 m, est entièrement souterraine avec un ciel taillé en V renversé<sup>10</sup>. L'autre (14,14 x 4,97 m), celle du sarcophage, avec parois taillées dans le roc, est recouverte par une voûte en chevrons de dix-sept paires de poutres de calcaire d'environ 2 m d'épaisseur qui s'enfoncent sur 2,68 m derrière les parois de la chambre (fig. 5)<sup>11</sup>. La hauteur maximale de la chambre est de 6,84 m. La voûte est probable-

7. Chez les successeurs de Djoser, jusqu'à Snéfrou, aucun couvrement de granit n'est attesté. Les chambres funéraires de Sekhemkhet à Saqqara ou celle de Khâba à Zaouiet el-Aryan sont souterraines, creusées dans le roc (5,22 m de large pour la première et 2,65 m pour la seconde). À Meïdoum, la chambre (de 2,65 m de large) est couverte d'une voûte en tas-de-charge de calcaire ; la pyramide sud de Snéfrou à Dahchour également (les deux chambres : la basse, de 4,96 m de large et la haute, de 5,26 m), comme sa pyramide satellite (avec 2,40 m de portée) et enfin, la pyramide nord qui comprend trois chambres (les deux basses, de 3,65 m de large et la haute, de 4,18 m de large).

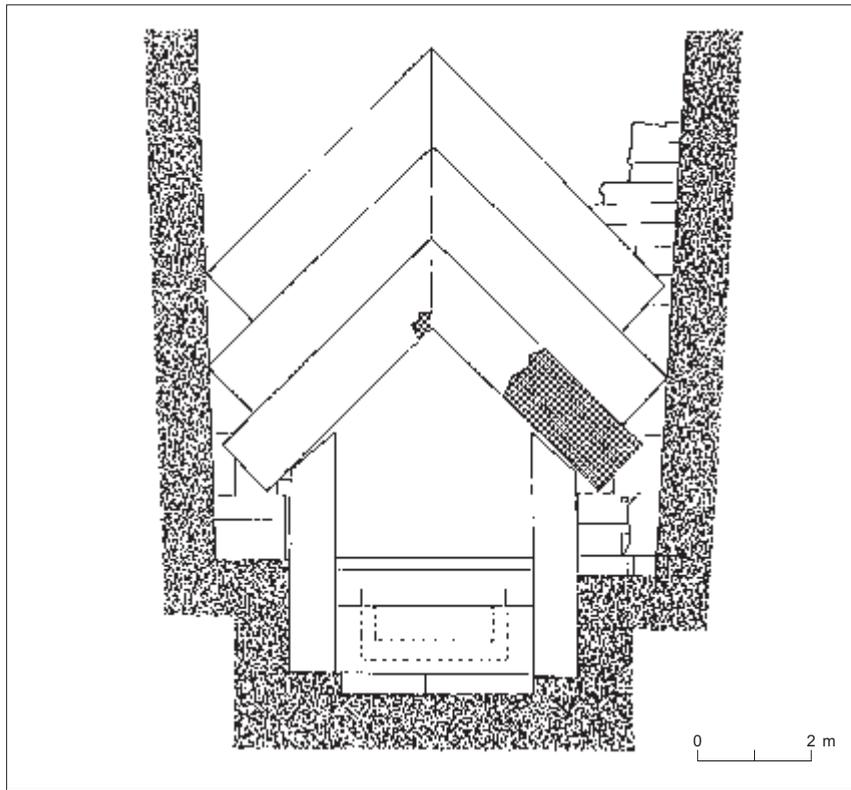
8. Cette portée de 10 coudées avait déjà été atteinte

dans la pyramide sud de Snéfrou, mais avec un couvrement en tas-de-charge de calcaire. La largeur de dix coudées a été relevée sous la pyramide de Khâba à Zaouiet el-Aryan, mais en ciel creusé dans le roc.

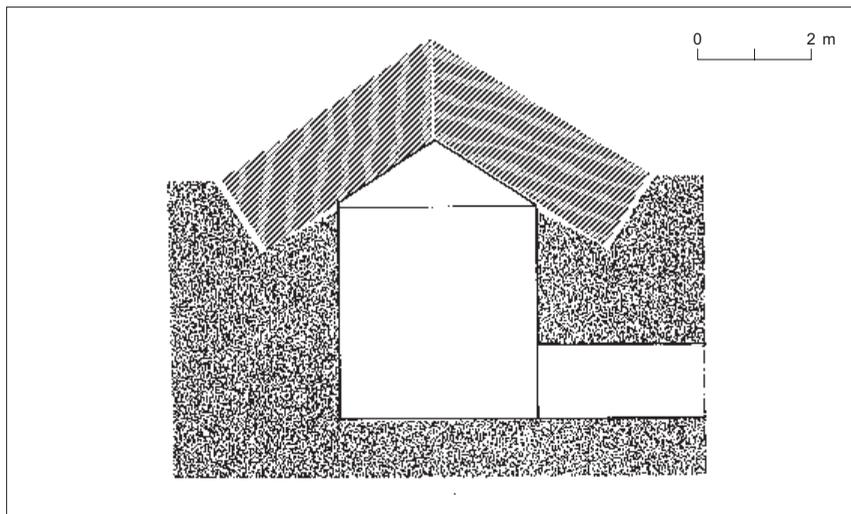
9. M. Valloggia, «Fouilles archéologiques à Abu-Rawash (Égypte), rapport préliminaire de la campagne 1998», *Genava* 46, 1998, 84, fig. 3.

10 Maragioglio, Rinaldi, *L'architettura* V, 62f., 114 (Observ. 25), Tav. 9 ; U. Hölscher, *Das Grabdenkmal des Königs Chephren*. *Sieglin Exp.* t. 1, 1912, 65.

11 *PM* III<sup>2</sup>, 26 ; Hölscher, *Chephren*, 62, pl. VII ; Maragioglio, Rinaldi, *L'architettura* V, 56-59, 108-113 (Observ. 17-21), 116 (Observ. 27), Tav. 7-10.



**Fig. 4.** *Abou-Rawash : la pyramide de Radjedef, coupe de la chambre funéraire.*  
(d'après Valloggia, *Genava* 46, 1998, fig. 3 [p. 85])

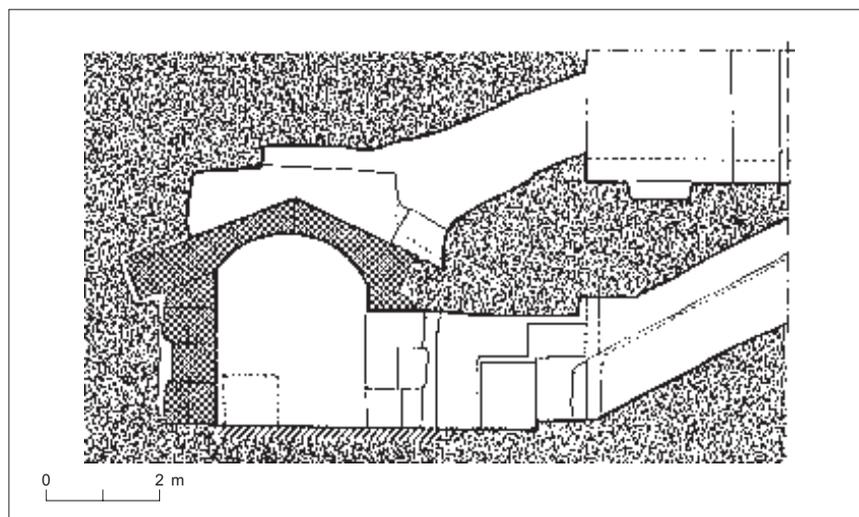


**Fig. 5.** *Giza : la pyramide de Chéphren, coupe de la chambre du sarcophage.*  
(d'après Maragioglio, Rinaldi, *L'architettura* V, Tav. 10)

ment doublée ou triplée par d'autres couches superposées de dalles en chevrons. Dans une tombe royale, l'emploi de cette voûte est unique pour couvrir une chambre funéraire dont les parois sont taillées dans le roc naturel<sup>12</sup>.

12. On a creusé d'abord une fosse de plan rectangulaire dont les bords des deux longs côtés ont été taillés en haut suivant l'inclinaison des dalles de la voûte.

La pyramide de Mykérinos comprend essentiellement, sur deux niveaux, une antichambre et une chambre funéraire, toutes deux entièrement creusées dans le roc naturel, la première avec un ciel plat<sup>13</sup>. La chambre funéraire (6,59 x 2,64 m) est construite en granit à l'intérieur d'une grande cavité taillée dans le roc. Elle est couverte par une voûte formée de neuf paires de dalles de granit en chevrons à intrados curviligne (fig. 6). La largeur de ces dalles varie de 0,45 à 0,90 m, avec une épaisseur au sommet de 0,52 m. et 3,30 m de long. La hauteur maximale de la chambre atteint 3,43 m.



**Fig. 6.** Giza : la pyramide de Mykérinos, coupe de la chambre funéraire. (d'après Maragioglio, Rinaldi, *L'architettura VI*, Tav. 6)

La construction de cette voûte, complètement souterraine, a demandé une technique parfaite pour la mise en œuvre de ces poutres de granit, dont certaines pèseraient jusqu'à six tonnes, car l'espace laissé aux ouvriers pour réaliser cette opération était assez restreint. Tout cela témoigne de l'habileté extraordinaire des constructeurs.

C'est probablement la plus ancienne voûte entièrement construite en souterrain. C'est aussi la plus ancienne voûte en chevrons à intrados curviligne et également la plus ancienne réalisée en granit. À notre connaissance, c'est la seule voûte en chevrons en pierre à extrados complètement dégagé qu'on puisse observer encore aujourd'hui grâce à un espace vide laissé entre le roc et l'extrados de la voûte.

Une évolution importante peut être ainsi constatée dans l'emploi du granit pour les voûtes. Cette matière, comme couverture, fait son apparition dès les dalles du plafond du caveau funéraire de Djoser sous sa pyramide à Saqqara, puis dans les plafonds de la chambre du sarcophage et les chambres de décharge de la pyramide de Chéops où fissures et désordres se sont très probablement produits durant la construction.

13. *PM III*<sup>2</sup>, 34 ; Maragioglio, Rinaldi, *L'architettura VI*, 44-47, 108-111 (Observ. 19-21), Tav. 6 ; L. Grinsell, *Egyptian Pyramids*, Gloucester 1947, 115, pl. IX ; Arnold, *Building*, 197, fig. 4.135.

De ce système de couverture imparfaitement réussi, les architectes de Chéphren semblent avoir tiré des leçons : malgré l'emploi massif du granit dans d'autres parties du complexe funéraire, en particulier les temples et une partie du revêtement de la pyramide, ils ont évité d'utiliser cette pierre dans un couverture sous la charge de la pyramide. Pour éviter tassements ou fissures, ils ont posé les dalles de la voûte en chevrons en calcaire directement sur le roc.

Les architectes de Mykérinos se sont montrés plus hardis que ceux de Chéphren, décidant avant tout d'utiliser le granit, en particulier comme couverture sous la pyramide de leur souverain, pour réussir là où ceux de Chéops avaient finalement échoué. Ils sont parvenus à trouver le moyen d'isoler la chambre funéraire de toute superstructure à l'intérieur d'une importante cavité souterraine creusée à cet effet. Pour couvrir cette chambre, les architectes ont réalisé pour la première fois une voûte en granit ; mais celle-ci, en chevrons, n'avait plus à supporter d'autre charge que son propre poids. Une ouverture supérieure, de plus, avait été ménagée afin de permettre de surveiller constamment l'extrados de la voûte jusqu'au moment des funérailles et de s'assurer qu'il ne présentât aucun désordre ou signe d'affaissement.

Cependant, cette solution ne facilitait guère les manœuvres de mise en place des dalles dans l'espace restreint disponible au fond de cette cavité souterraine, même après avoir entaillé leur face inférieure suivant un intrados curviligne. Il s'agit là du plus ancien intrados curviligne réalisé dans une voûte en pierre. Cette forme nouvelle d'intrados de la voûte correspondrait-elle à une motivation d'ordre religieux ou mythologique<sup>14</sup> ?

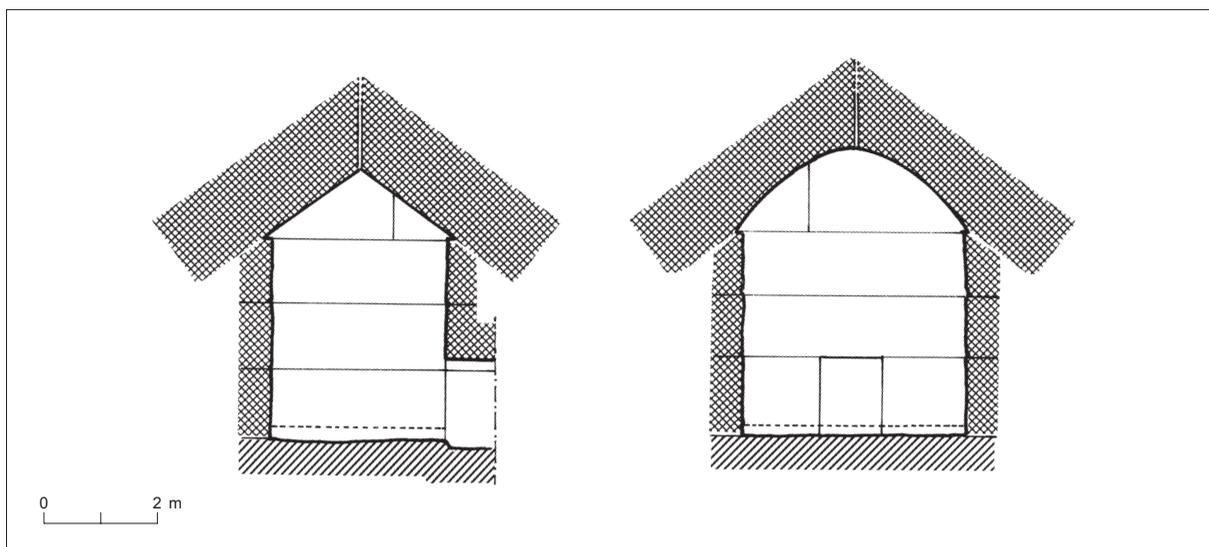
Une fois son emploi dans la pyramide de Mykérinos maîtrisé, le granit semble avoir été peu à peu relégué à d'autres usages qu'au couverture. À Saqqara-Sud, l'appartement funéraire du mastaba de Shepseskaf (Mastabat Faraoun) comprend encore deux voûtes en chevrons de granit<sup>15</sup> (fig. 7). Celle de l'antichambre a l'intrados rectiligne ; en revanche il est curviligne dans la chambre funéraire. L'antichambre mesure 8,35 x 3,10 m. Le versant nord de la voûte comprend sept dalles dont la largeur varie entre 0,80 et 1,60 m ; elles font face au sud à huit dalles variant en largeur de 0,48 à 1,27 m. La hauteur maximale de l'antichambre est de 4,28 m. La chambre funéraire mesure 7,78 x 3,90 m ; sa voûte de granit en chevrons présente un intrados en arc surbaissé. Chaque versant de la voûte est composé de sept dalles dont la largeur varie de 1,05 à 1,45 m. Dans ce mastaba, on a utilisé le granit dans les voûtes pour la dernière fois à l'Ancien Empire.

14. Rappelons qu'au Mastabat Faraoun, intrados rectiligne et curviligne se côtoient.

15. *PM III*<sup>2</sup>, 433f. ; G. Jéquier, *Le Mastabat Faraoun*, Fouilles Saqq., Le Caire, 1928, 5, pl. II ; Maragioglio, Rinaldi, *L'architettura* VI, 140-143, 156-161

(Oserv. 10-13), Tav. 15-17 ; Arnold, *Building*, 197, fig. 4.136. Le bon état de conservation de ces deux voûtes, tant de l'antichambre que de la chambre funéraire, ne permet pas de préciser l'existence éventuelle d'autres couches superposées en chevrons.

Ce n'est qu'à la XI<sup>e</sup> dynastie qu'on retrouve de nouveau une voûte de granit dans la tombe du roi Nebhepetrê-Montouhotep à Deir al-Bahari. La descenderie de cette tombe débouche dans une chambre en granit dont les parois présentent un fruit accentué ; le plan au



**Fig. 7.** Saqqara-Sud : le mastaba de Shepseskaf (*Mastabat Faraoun*), coupes de l'antichambre et de la chambre funéraire. (d'après Maragioglio, Rinaldi, *L'architettura VI*, Tav. 17)

sol mesure environ 2,60 x 4,10 m<sup>16</sup>. La chambre est couverte par une voûte en chevrons à intrados rectiligne, qui prend naissance à environ 2,65 m de haut par une assise posée en tas-de-charge et taillée suivant la pente de l'intrados (fig. 8). Au-dessus de cette assise, deux versants de douze dalles chacun sont placés en V renversé. Ces dalles, qui ne semblent pas très épaisses, varient en largeur entre 0,35 et 0,65 m. La portée de la voûte est de 3 m.

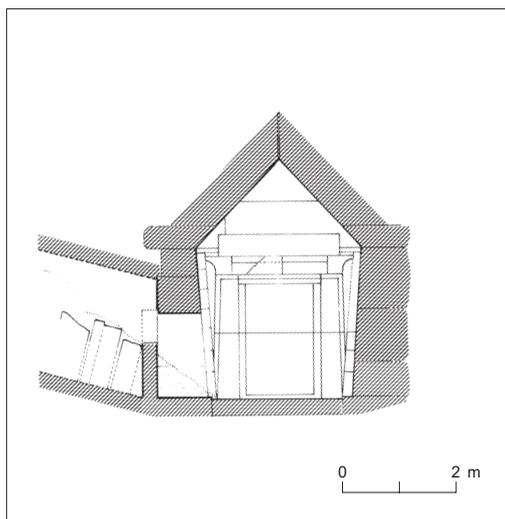
L'appartement funéraire de la pyramide du roi Senoufert II à al-Lahoun comprend une antichambre (5 x 3,14 m environ) et la chambre funéraire (5,25 x 3,14 m) construites dans le roc ; elles sont couvertes chacune d'une voûte en chevrons. La première est en calcaire avec intrados rectiligne, la seconde en granit à intrados curviligne<sup>17</sup> (fig. 9).

16. E. Naville, *The XIth Dynasty Temple at Deir el-Bahari II*, *EEF* 30, 1910, 3-5, pl. VII E, XXII ; D. Arnold, *Der Tempel des Königs Mentuhotep von Deir el-Bahari*, t. I, *Architektur und Deutung*, AV 8, 1974, 47-48, Taf. 21, 34, 38-40 ; Arnold, *Building*, 135, fig. 4.54. La tombe comprend une descenderie dont la dernière tranche, sur 65,30 m de long, est couverte par une voûte composée de deux séries op-

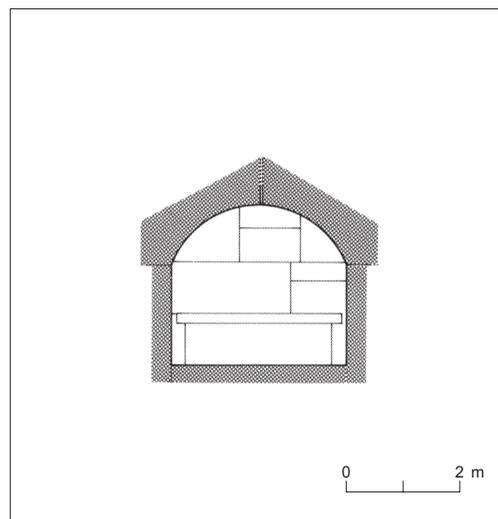
posées de dalles de grès en chevrons à intrados «curviligne».

17. *PM* IV, 107-109 ; W.M.F. Petrie, *Illahun, Kahun and Gurob, 1889-1890*, London 1891, 1-4, pl. II ; W.M.F. Petrie, G. Brunton, M.A. Murray, *Lahun II*, *BSAE* 33, 1923, 6-7, pl. VIII, XXV ; G. Brunton, *Lahun I*, *BSAE* 27, 1920, 9-11, pl. XXI.

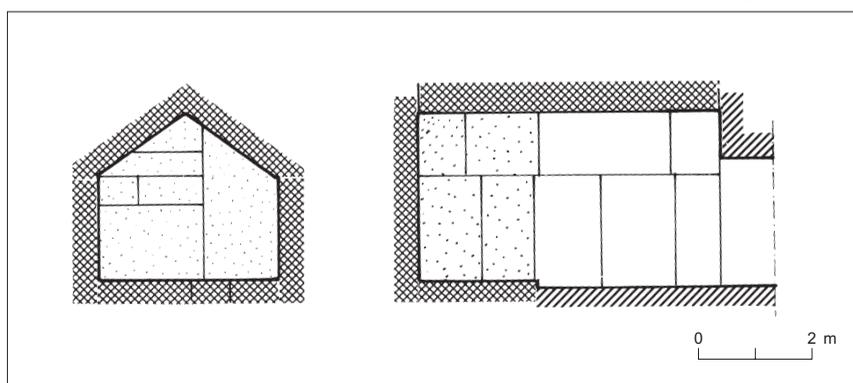
À Al-Lahoun, au fond du puits du mastaba n° 621, un escalier débouche dans une antichambre avec parois en calcaire et ciel arqué, qui donne accès d'une part, vers l'est, à un *serdab* et d'autre part, vers l'ouest, à la chambre funéraire ; celle-ci mesure 5,20 x 3,20 m ; sa partie ouest est occupée par le sarcophage ; les murs autour de celui-ci sont construits en granit ; le reste des parois est en calcaire. La chambre funéraire est couverte de cinq paires de dalles formant une voûte en chevrons. Les deux premiers couples de ces dalles, du côté ouest, sont en granit, comme les parois à cet endroit ; les trois autres sont, semble-t-il, en calcaire<sup>18</sup> (fig. 10).



**Fig. 8.** *Deir al-Bahari* : tombe de Nebhepetrê-Montouhotep, coupe de la chambre funéraire. (d'après Arnold, Tempel I, Taf. 34)



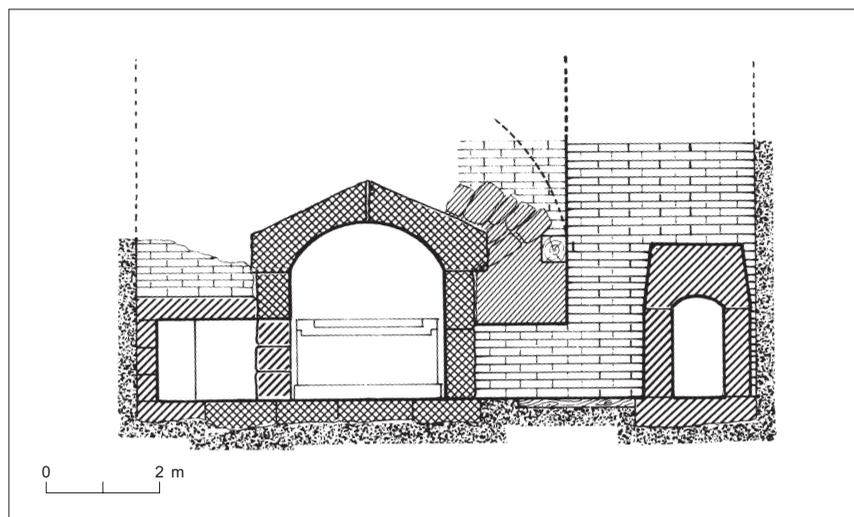
**Fig. 9.** *Al-Lahoun* : la pyramide de Senouset II, la chambre funéraire, coupe. (d'après Petrie, Brunton, Murray, Lahun II, pl. XXV [5])



**Fig. 10.** *Al-Lahoun* : mastaba n° 621, coupes (d'après Petrie, Brunton, Murray, Lahun II, pl. XXII)

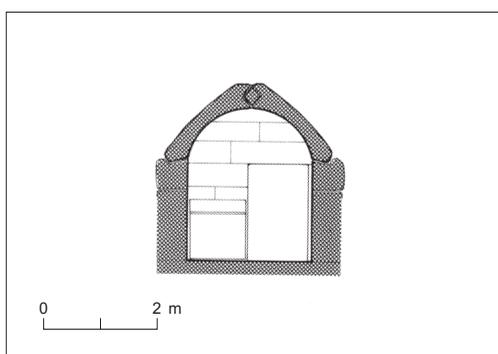
**18.** Ce mastaba ("The Royal Tomb") est situé au nord de l'enceinte de la pyramide de Senouset II. Petrie, Brunton, Murray, *Lahun II*, 16-18 (§ 33-36), pl. III, XXII, XLVIII, XXV,6. À notre connaissance le cas est unique d'une voûte où les dalles sont taillées dans deux matériaux différents (calcaire et granit côte à côte).

L'appartement funéraire de la pyramide de Senouset III à Dahchour comprend une chambre funéraire, entièrement en granit, qui mesure environ 5,20 x 2,70 m. Elle est couverte d'une voûte en chevrons de granit à intrados curviligne surbaissé<sup>19</sup> (fig. 11).



**Fig. 11.** Dahchour : la pyramide de Senouset III, l'appartement funéraire, coupe.  
(d'après de Morgan, *Dahchour II*, fig. 133)

Enfin, et ce sera le dernier monument à utiliser une voûte en granit, le mastaba de la reine Néfrethenout, au nord de la pyramide de Senouset III à Dahchour, comprend une chambre funéraire entièrement souterraine, aux parois revêtues de pierre (2,25 x 3,10 m) ; elle est couverte d'une voûte en chevrons en granit à intrados curviligne<sup>20</sup> (fig. 12).



**Fig. 12** Dahchour : le mastaba de la reine Nefrethenout, la chambre funéraire, coupe.  
(d'après de Morgan, *Dahchour II*, fig. 121)

**19.** *PM III*<sup>2</sup>, 882-885 ; J. de Morgan, *Fouilles à Dahchour en 1894-1895*, Vienne 1903, 89-91, fig. 132-136, pl. XV ; *id.*, *Fouilles à Dahchour, mars-juin 1894*, Vienne 1895, 50-51.

**20.** De Morgan, *Dahchour I*, 53-55, fig. 105, 117-121 ; Arnold, *Building*, 199, fig. 4.138A ; S. Clarke, R. Engelbach, *Ancient Egyptian Masonry : The Building Craft*, London 1930, fig. 218.