

# **GÖTTINGER MISZELLEN**

**Beiträge zur ägyptologischen Diskussion**

Heft 231

Göttingen 2011

Göttinger Miszellen is a refereed journal

Advisory Board:

Mohamed Sherif Ali, Kairo

Heike Behlmer, Göttingen

Ola El-Aguizi, Kairo

Fayza Haikal, Kairo

Boyo Ockinga, Sydney

Wolfgang Schenkel, Tübingen

Wolfhart Westendorf, Göttingen

recommended abbreviation: GM

ISSN 0344-385X

Herausgegeben von Mitarbeitern  
des Seminars für Ägyptologie und Koptologie  
der Georg-August-Universität Göttingen

V.i.S.d.P.: Heike Sternberg-El Hotabi

Satz und Layout: Orell Witthuhn

Druck und Verarbeitung: Hubert & Co., Göttingen

Die veröffentlichten Artikel geben nicht immer die Meinung der Redaktion wieder.

Kein Teil des Buches darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie, CD-ROM, DVD, Internet oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der Herausgeber reproduziert werden oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Unverbindlicher Einzelverkaufspreis dieses Heftes im Direktbezug:

€ 5.00 zuzüglich Versandkosten

# À propos du couvrement de la chambre dite « du Roi » dans la pyramide de Khéops

Franck Monnier

## Introduction

Au vu de l'abondance d'études de tous ordres portant sur la pyramide de Khéops, force est de constater que très peu d'entre elles s'attardent sur la présence des chambres dites « de décharge » et de la voûte en chevrons au-dessus de la chambre dite « du Roi », la plupart réduisant ce sujet à un simple état des lieux<sup>1</sup>. Si ce dispositif de couvrement - exceptionnel par ses dimensions et les moyens mis en œuvre pour sa construction - commence à soulever de justes questions, ça n'est encore que par l'entremise de médias non spécialisés ou dépourvus d'un comité de lecture scientifique<sup>2</sup>.

Certaines propositions ont toutefois déjà été avancées afin de saisir la signification conceptuelle et/ou architecturale des chambres dites « de décharge ». À travers cet article, nous proposons un aperçu de celles-ci, ainsi qu'une nouvelle approche du problème, afin de formuler une hypothèse prenant en compte les capacités factuelles des Égyptiens de cette époque, et réintégrer le dispositif entier de la « chambre du Roi » (avec son accès) dans le processus évolutif de l'architecture funéraire de l'Ancien Empire.

## I - Description du dispositif de couvrement

Les dimensions de la chambre du Roi sont de 10,47 m sur 5,24 m au sol, et de 5,84 m en hauteur<sup>3</sup>. Sa maçonnerie (dallage, murs et plafond) est composée intégralement de granite rose d'Assouan. Son plafond est la sous-face de neuf monolithes disposés côte à côte et en traverse, tous encastrés dans les parois nord et sud de la chambre funéraire<sup>4</sup>. Leur face supérieure est laissée brute de taille, et affiche une très grande hétérogénéité, contrairement aux trois autres faces soigneusement dressées. Au dessus de cette première couche de monolithes, se superposent quatre autres du même type, toutes séparées par des vides

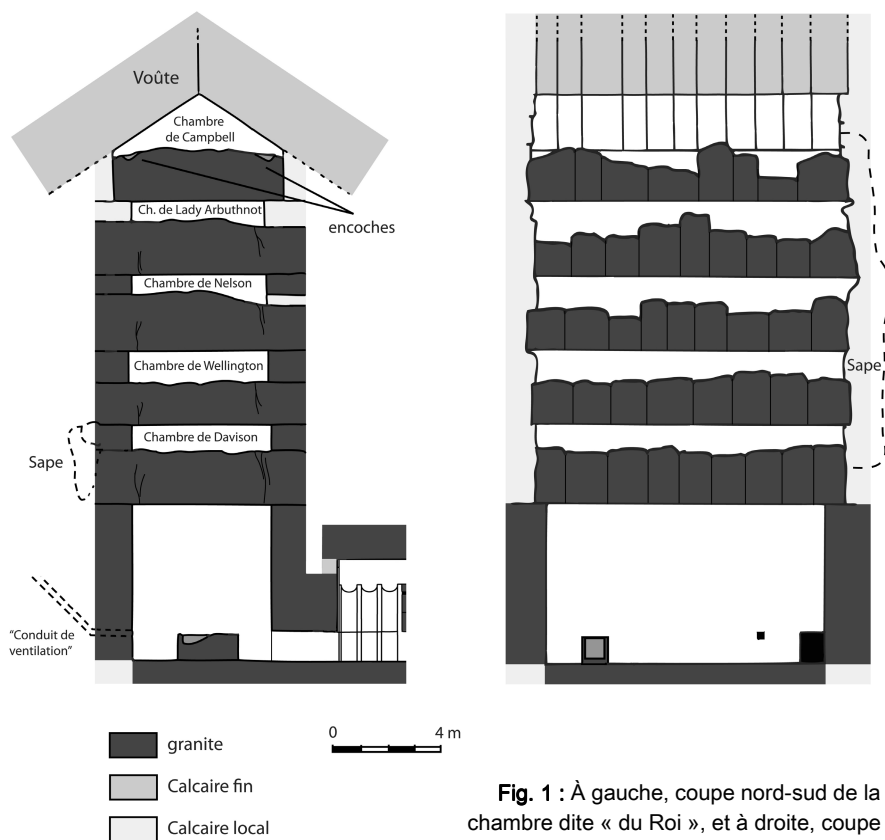
<sup>1</sup> V. Maragioglio et C. Rinaldi n'apportent aucun commentaire sur la fonction de ce dispositif (MARAGIOGLIO et RINALDI : 1965, 48, 52-54). S. El-Naggar l'évoque très brièvement, sans tenter d'explication (EL-NAGGAR : 2005). G. Dormion est sans doute le premier à s'être interrogé sur le bien-fondé d'un tel système de décharge (DORMION et GIDIN : 1986, 81-84, et plus récemment DORMION : 2004, 209-214).

<sup>2</sup> Une étude détaillée élaborée par l'architecte É. Guerrier n'est disponible qu'en téléchargement sur le site [egypt.edu](http://egypt.edu) (GUERRIER : 2009).

<sup>3</sup> DORMION : 1996, plan n°12.

<sup>4</sup> Monolithes d'une masse moyenne de 50 tonnes. Résultat obtenu avec une valeur de 2,7 pour la densité du granite.

intercalaires et prenant appui sur les parois nord et sud<sup>5</sup>. La dernière couche n'est pas encastrée, et repose librement sur ses deux extrémités<sup>6</sup>. Enfin, une voûte en chevrons en calcaire coiffe l'ensemble du dispositif. Selon toute probabilité, cette voûte est doublée, voire triplée, comme dans les pyramides des V<sup>e</sup> et VI<sup>e</sup> dynasties<sup>7</sup>. Le granite employé dans la chambre dite « du Roi » et les « chambres de décharge » représente un volume de près de 1100 m<sup>3</sup>, soit une masse totale de 3000 tonnes<sup>8</sup> (fig. 1 et 4).



**Fig. 1 :** À gauche, coupe nord-sud de la chambre dite « du Roi », et à droite, coupe est-ouest (d'après MARAGIOGLIO et RINALDI : 1965, tav. 7,8 et DORMION : 1996, plan n° 13).

<sup>5</sup> Nous pourrions qualifier ces couches de « poutres », de « planchers » ou de « paliers ». Mais, cela induirait la présence d'étages ou de chambres, et par conséquent de cavités destinées à occuper une fonction particulière.

<sup>6</sup> MARAGIOGLIO et RINALDI : 1965, 48, 52-54.

<sup>7</sup> GOYON : 1990, 219.

<sup>8</sup> SWELIM : 1984, 9

## II - Le dispositif de couverture de la chambre dite « du Roi » : des chambres de décharge<sup>9</sup> ?

H. Vyse, qui est le premier à avoir exploré l'intégralité du dispositif, décrit ainsi la « chambre de Wellington » : « *This chamber, in fact, like Davidson's and the others afterwards discovered, was merely a vacancy or chamber of construction, to take off the weight of the building from the King's chamber* »<sup>10</sup>.

Au XIX<sup>e</sup> siècle, le dispositif couvrant la « chambre du Roi » n'est donc pas décrit comme une superposition de monolithes, mais plutôt comme une superposition de vides « *destinés à alléger le fardeau que devait supporter le plafond* »<sup>11</sup> de la chambre funéraire.

G. Maspero explique ainsi l'origine de l'expression consacrée, les « chambres de décharge » : « (...) *Mais le poids même des matériaux lui était un danger sérieux. On empêcha le réduit central d'être écrasé par les 100 mètres de pierre qui le surmontaient, en ménageant au-dessus de lui cinq pièces de décharge, basses et étouffées. La première est abritée par un toit pointu, formé de deux rangées de dalles appuyées par le sommet l'une à l'autre. Grâce à cet artifice, la pression centrale fut rejetée presque entière sur les faces latérales et le caveau fut épargné* »<sup>12</sup>.

Cette idée ne soulève aucune objection et se trouve relayée maintes fois.

Selon Jacques Vandier, ces vides de décharge sont nécessaires pour soulager le plafond plat de la « chambre du Roi » de la « *poussée des matériaux* » accumulés par la maçonnerie supérieure<sup>13</sup>. G. Goyon affirme que les chambres superposées sont « *destinées à décharger la salle sépulcrale du poids énorme de la maçonnerie des étages supérieurs* »<sup>14</sup>. D. Arnold mentionne également des chambres de décharge afin d'augmenter la stabilité de la structure<sup>15</sup>. De la même manière, il semble, selon I.E.S. Edwards, que « *cette construction ait eu pour but d'éliminer tout*

<sup>9</sup> En architecture, la décharge se dit d'une construction faite pour soulager une partie d'un édifice du poids engendré par ce qui se situe au-dessus. S. El-Naggar en donne cette définition : « *Les systèmes dits de décharge sont des couvertures disposés au-dessus d'un autre couverture, en vue de diminuer la charge d'un poids excessif sur ce dernier* » (EL-NAGGAR : 1999, 327). Il serait plus correct, à ce stade de l'étude, d'évoquer des systèmes de décharge, voire des monolithes de décharge, plutôt que des chambres de décharge, les vides intercalaires n'ayant évidemment aucune capacité de transfert de charges. De plus, les cinq volumes créés par les couches de monolithes en granite sont davantage des vides résiduels, comme en attestent leur très faible hauteur, l'absence de communication entre eux, et aussi les blocs de granite laissés non dressés sur leur face supérieure. Toutefois, cette remarque étant faite, nous nous en tiendrons à l'expression consacrée, « chambres de décharge », afin de ne pas entraîner de confusion entre le texte, les références et les multiples citations.

<sup>10</sup> VYSE : 1840, I, 205-206. Les cinq « chambres de décharge » ont été baptisées, de bas en haut, la « chambre de Davison », la « chambre de Wellington », la « chambre de Nelson », la « chambre de Lady Arbuthnot », et enfin la « chambre de Campbell » (LEHNER : 1997, 51) (fig. 1).

<sup>11</sup> PERROT et CHIEPZ : 1882, 227.

<sup>12</sup> MASPERO : 1907, 136.

<sup>13</sup> VANDIER : 1954, 37.

<sup>14</sup> GOYON : 1990, 216.

<sup>15</sup> « relieving chambers » en anglais. D. Arnold ne précise pas en quoi ce dispositif rendrait la structure plus stable (ARNOLD : 1991, 183).

*risque d'effondrement sous le poids de la maçonnerie* »<sup>16</sup>. Plus récemment, Miroslav Verner explique l'extraordinaire longévité de la structure par le soin apporté à la construction des cinq chambres de décharge<sup>17</sup>.

Durant plus de cent cinquante ans de recherche égyptologique, absolument personne ne remet en question cette fonction hypothétique de chambre de décharge attribuée aux différents « étages » en granite.

En 1985, R. Stadelmann constate que seules les voûtes en chevrons sont exposées aux charges exercées par la maçonnerie supérieure<sup>18</sup>. Un an plus tard, une étude de G. Dormion démontre que les « chambres » ne déchargent aucune force verticale<sup>19</sup>.

Un fait est donc indiscutable. Le transfert des charges verticales vers la maçonnerie environnante n'est imputable qu'à la voûte en chevrons coiffant le dispositif entier. Cela, les Égyptiens en avaient déjà parfaitement conscience, puisque la chambre dite « de la Reine » n'est couverte que d'une telle voûte, au lieu de la voûte en tas-de-charge mise en œuvre jusqu'alors de manière systématique depuis la construction de la pyramide de Meïdoun<sup>20</sup>.

Comme la voûte en chevrons assume complètement ce rôle de décharge, l'ensemble des monolithes en granite séparant la chambre de celle-ci n'a rien d'autre à supporter que son propre poids.

Les cinq couches de monolithes ont donc une raison d'être qu'il reste à déterminer. L'appellation « chambres de décharge » n'est pas appropriée<sup>21</sup>, et se devrait d'être révisée et remplacée par une expression plus neutre d'un point de vue fonctionnel, l'intention des bâtisseurs ayant été d'aménager, non des vides, mais plutôt une superposition de couches non jointives composées de monolithes encastrés dans les parois.

### III - Comment expliquer le couvrement actuel de la chambre dite « du Roi » ?

Cerner ce dispositif, qui est unique dans toute l'architecture égyptienne, est une entreprise délicate, et son succès ne dépend, pour une grande part, que du (ou des) postulat(s) de départ<sup>22</sup>.

<sup>16</sup> Edwards se pose tout de même la question de l'utilité d'un tel luxe de précautions (EDWARDS : 1992, 136).

<sup>17</sup> VERNER : 1997, 202.

<sup>18</sup> STADELMANN : 1985, 120.

<sup>19</sup> DORMION et GOIDIN : 1986, 48-49.

<sup>20</sup> La voûte en chevrons en pierre est apparue sous le règne de Khéops. Les premières du genre se trouvent dans la Grande Pyramide (EL-NAGGAR : 1999, texte, 347-349). La voûte en tas-de-charge (ou à encorbellement) en pierre couvre les chambres et antichambres des pyramides de Snéfrou à Dahchour et Meïdoun, ainsi que la Grande Galerie de la pyramide de Khéops, où on la trouve employée sous sa forme à ressauts pour la dernière fois dans l'architecture monumentale (EL-NAGGAR : 1999, texte, 346-347).

<sup>21</sup> E. Guerrier a déjà pointé l'inadéquation de cette expression (GUERRIER : 2006, 298-299).

<sup>22</sup> Nous ne prendrons pas en considération la présence hypothétique de cavités cachées. Il convient de rappeler qu'à l'heure actuelle nul tombeau de l'Ancien Empire n'a jamais révélé le moindre dispositif de leurre ou de passage secret afin de préserver trésors et dépouilles royales. Ce genre de pratique n'est d'ailleurs attesté à aucune époque de l'histoire égyptienne. Les ingénieux dispositifs présents dans les pyramides du Moyen Empire, dès le règne d'Amenemhat III, ne sont que des systèmes de condamnation (McCORMACK : 2010, 69-84). Dans ce

Afin d'expliquer les différentes caractéristiques de la « chambre du Roi », dispositifs de couverture inclus, il convient d'admettre l'exigence première – irréfutable – qui fut imposée au maître d'œuvre de la Grande Pyramide : la construction d'une chambre funéraire précédée d'un passage aux herses, et disposée au sud de la Grande Galerie<sup>23</sup>.

Notre démarche va consister à déterminer les différentes possibilités qui s'offrirent au concepteur qui s'est trouvé face au problème de la construction de cette chambre, pour ensuite appréhender la raison et la nature de ses choix, qu'ils fussent constructifs ou conceptuels.

Au regard de l'expérience acquise sur les chantiers des pyramides de Snéfrou, il est clair que les maçons et directeurs des travaux de Khéops avaient à leur disposition des techniques de couverture fiables et dûment éprouvées (voûtes en tas-de-charge, linteaux), ainsi que diverses possibilités d'aménagements internes<sup>24</sup>. Sur cette base, il est possible de reconstituer un processus de conception de l'ouvrage, et proposer pour chaque stade de la réflexion le dispositif de couverture le mieux adapté et le plus économique qui aurait pu être mis en œuvre (fig. 5), tout en gardant à l'esprit qu'acheminer plusieurs milliers de tonnes de granite, qu'il a fallu au préalable extraire et tailler à une distance de 800 km du chantier, a représenté une entreprise titanesque qui a dû être rendue indispensable non sans raison valable.

La chambre funéraire faisant suite au passage aux herses, deux choix s'offrirent au maître d'œuvre : orienter le plan de la chambre suivant l'axe nord-sud (fig. 2A) ou bien suivant l'axe est-ouest (configuration actuelle, fig. 4). Le premier choix fut déjà opté à Meïdoun et à Dahchour-Sud (distribution supérieure), tandis que le second est apparu à la pyramide de Dahchour-Nord dont la construction se situe chronologiquement avant celle de la pyramide de Khéops<sup>25</sup> (fig. 6). Ce type de chambre funéraire, axée d'est en ouest, devint un élément primordial dans une pyramide royale, afin de répondre à une nouvelle exigence religieuse, et ce jusqu'à la fin de l'Ancien Empire.

Khéops ne dérogea pas à cette nouvelle règle (fig. 6).

Mais, cette disposition impliquait un risque de transfert des charges par la voûte vers les structures avoisinantes, en l'occurrence le passage aux herses et la Grande Galerie (fig. 2D). Voûte en chevrons ou voûte en tas-de-charge à ressauts ? Seule la deuxième est à même de déporter la presque-totalité des charges à la verticale, avec une composante horizontale (poussée) quasi-nulle (fig. 2C). Ce type de voûte per-

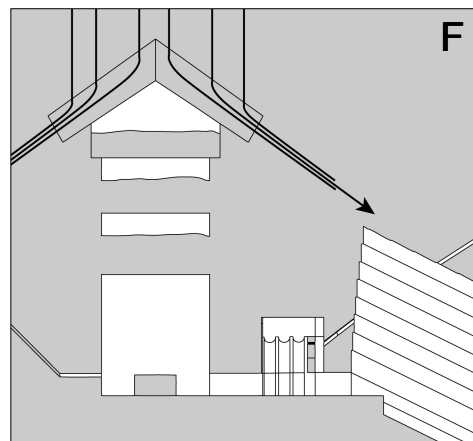
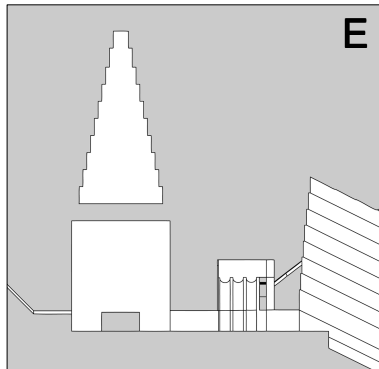
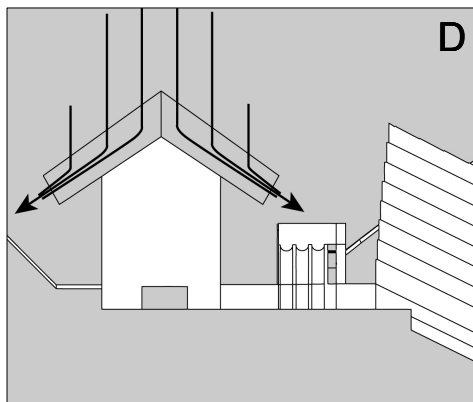
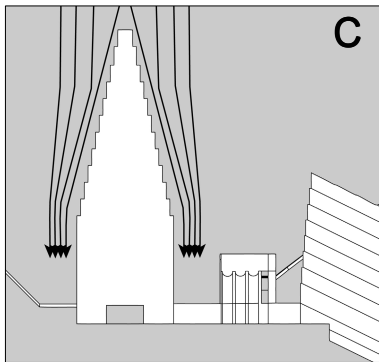
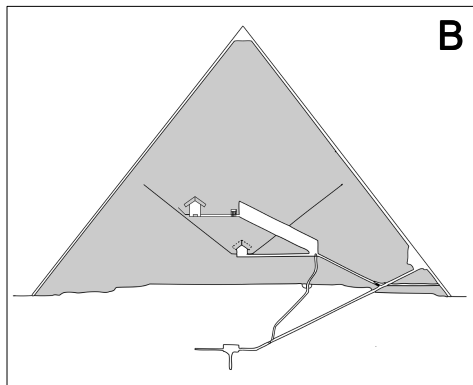
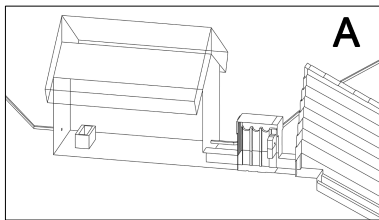
---

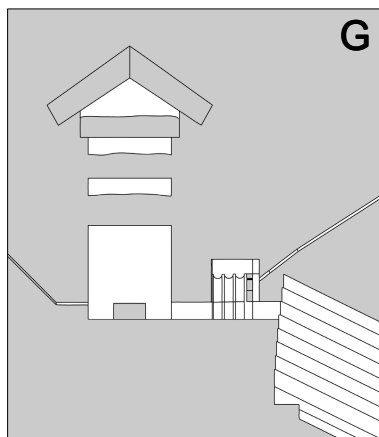
cas, considérer la pyramide de Khéops comme un cas unique dans l'archéologie égyptienne sur la base d'une présomption ne nous semble pas une démarche raisonnable.

<sup>23</sup> Nous ne saurions traiter en détails la question d'éventuelles modifications de projet durant la construction, ni la fonction toujours débattue de chaque élément architectural (chambre souterraine, chambre de la Reine, puits de service, etc). Nous admettons cependant que le rôle premier de la Grande Galerie était d'entreposer les blocs bouchons obstruant actuellement l'accès au couloir ascendant (GOYON : 1963, 1-24 ; MARAGIOGLIO et RINALDI : 1965, 40 ; LAUER : 1971, 133-141).

<sup>24</sup> MARAGIOGLIO et RINALDI : 1964.

<sup>25</sup> MARAGIOGLIO et RINALDI : 1964, Texte, 130, tav. 19.





**Fig. 2 :** Diverses structures possibles pour la chambre au sarcophage et son dispositif de couverture.

La figure A illustre la solution consistant à orienter la chambre du nord au sud.

La figure B représente une configuration avec chambre funéraire fortement excentrée vers le sud. Les figures C, D, et F illustrent le transfert des charges par deux types de voûtes (en tas-de-charge et en chevrons).

La figure E montre qu'un simple plafond plat aurait pu être couvert d'une voûte à encorbellement. La figure D illustre l'impossibilité d'une chambre orientée est-ouest et couverte d'une simple voûte en chevrons.

met donc l'aménagement proche de cavités, sans aucun risque d'affaissement, comme en témoigne la distribution inférieure de la pyramide de Dahchour-Sud<sup>26</sup>. Pourtant, ce choix qui aurait été le plus sûr fut écarté.

Le directeur des travaux a manifestement évité d'employer le système de décharge à encorbellement au profit de la voûte en chevrons<sup>27</sup>.

Ce type de voûte fut inventé sous le règne de Khéops, et mis en œuvre pour la première fois au dessus de l'entrée de la Grande Pyramide. La première chambre à en être pourvue fut la chambre dite « de la Reine »<sup>28</sup>. Après le règne de Khéops, la mise en œuvre de la voûte en chevrons fut généralisée à tous les tombeaux royaux, jusqu'au Moyen Empire, au détriment de la voûte à encorbellement<sup>29</sup>. Outre l'extraordinaire efficacité de cette invention d'un point de vue structural, l'importance de son aspect symbolique est prouvée par sa présence à l'entrée de la Grande Pyramide<sup>30</sup>, dans la pyramide de Khéphren, où le plafond de la chambre souterraine est taillé en forme de « V » renversé<sup>31</sup>, ainsi qu'à la pyramide de Mykérinos, où de nombreuses difficultés ont dû être résolues afin de couvrir le caveau souterrain d'une voûte en chevrons en granite<sup>32</sup>... divers couvrements dont le rôle de décharge n'est

<sup>26</sup> MARAGIOGLIO et RINALDI : 1964, tav. 11, 12.

<sup>27</sup> Il n'est pas inutile de préciser que l'hypothétique présence de chambres secrètes à proximité de la « chambre du Roi » ne change en rien cette déduction. La voûte en tas-de-charge autorise l'aménagement de cavités proches l'une de l'autre (distribution inférieure de Dahchour-Sud). Le dispositif de couverture de la « chambre du Roi » n'est donc pas un argument en faveur de chambres cachées.

<sup>28</sup> EL-NAGGAR : 1999, 88.

<sup>29</sup> EL-NAGGAR : 1999, 346.

<sup>30</sup> Ce système de décharge, présent en un lieu ne le nécessitant pas du tout, n'a encore trouvé aucune explication satisfaisante.

<sup>31</sup> MARAGIOGLIO et RINALDI : 1966, tav. 9.

<sup>32</sup> MARAGIOGLIO et RINALDI : 1967, tav. 6.

d'aucune utilité. Notons encore que, dans les pyramides de la VI<sup>e</sup> dynastie, l'intrados de la voûte en chevrons est peint d'un motif de ciel étoilé<sup>33</sup>.

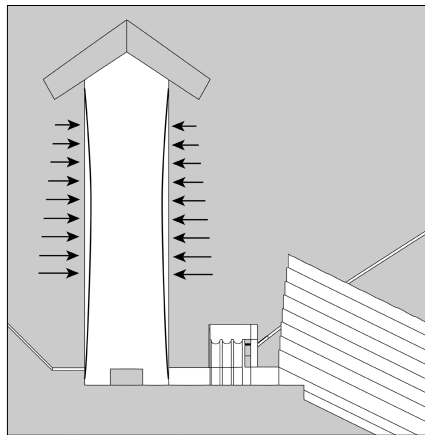
Quant à la chambre funéraire de la pyramide de Khéops, la préoccupation structurale principale ayant été de préserver le caveau et son environnement immédiat des charges de la maçonnerie supérieure, le choix d'une voûte en chevrons s'est imposé, semble-t-il, par une nécessité d'ordre conceptuel.

À ce stade, une gageure se présenta au directeur des travaux. En effet, celui-ci ne devait pas ignorer cette règle : une voûte en chevrons transfère les charges supérieures sous forme de forces obliques, et constitue une menace à la stabilité des cavités aménagées aux alentours (fig. 2D). La proximité du passage aux herbes et de la Grande Galerie ne fut probablement pas sans effet sur le choix de la solution à adopter. Comme à Dahchour-Nord, il convenait, soit de placer la chambre sépulcrale et le passage aux herbes à un niveau supérieur à celui de la Grande Galerie, afin de surélever la voûte en chevrons, et ainsi éviter l'accumulation de forces horizontales sur la paroi sud de la Grande Galerie<sup>34</sup> (fig. 2G), soit de décaler outrageusement la chambre funéraire vers le sud (fig. 2B).

Une fois encore, le choix optimal ne fut pas adopté<sup>35</sup>.

L'accès à la chambre funéraire ne semblait plus être désiré à un niveau surélevé. Le sol de la chambre funéraire fut en effet placé au même niveau que celui de la Grande Galerie, non loin de l'axe de la pyramide. La voûte en chevrons ne devant avoir aucun impact sur les structures avoisinantes, les parois menacèrent de s'élever à plus de 21 m du sol de la chambre<sup>36</sup>, parois sujettes dès lors à des risques d'effondrements provoqués par les poussées de la maçonnerie<sup>37</sup> (fig. 3).

Nous pensons que c'est à ce stade de la réflexion que l'aménagement des monolithes a dû être jugé indispensable.



**Fig. 3 :** Illustration des risques de poussées exercées sur les parois par la maçonnerie environnante.

<sup>33</sup> LABROUSSE : 2000, 40-41.

<sup>34</sup> Pour plus de précautions, il aurait fallu tout de même surélever la voûte à l'aide de trois étages séparés par des monolithes en granite. L'économie réalisée en matériaux aurait représenté près de 700 tonnes de granite.

<sup>35</sup> Le décentrement excessif a toujours été évité par les Égyptiens qui ont veillé, autant que faire se pouvait, à disposer un couvrement de telle manière que les charges transférées par celui-ci se répartissent en parts égales de chaque côté de la cavité couverte. Dans le cas particulier de la pyramide de Khéops, ce décalage aurait également perturbé le parcours du conduit dit « de ventilation » sud de la « chambre de la Reine » (fig. 2-B).

<sup>36</sup> DORMION : 1996, plan n°4.

<sup>37</sup> Le fluage est un phénomène à prendre en considération. L'intensité des poussées dépend également de la nature de la maçonnerie environnante. Elle est d'autant plus importante que l'appareil est irrégulier. Mais le bon état du monument ne nous permet pas d'en connaître les caractéristiques précises.

L'important risque d'instabilité que pouvait rencontrer la structure se dut d'être maîtrisé par l'aménagement de contrebutées s'opposant aux forces horizontales exercées par la maçonnerie de part et d'autre de la chambre funéraire<sup>38</sup>. Dans ce cas, rien n'aurait paru plus efficace que des étréssillons horizontaux en granite, encastrés et disposés entre les parois que l'on souhaitait consolider. C'est ce qui fut effectivement mis en œuvre<sup>39</sup> (fig. 4).

Selon notre analyse, les « chambres de décharge » n'auraient qu'une fonction purement structurale, tandis que la voûte en chevrons serait fortement chargée de symbolisme. On pourrait objecter le côté dispendieux d'un dispositif ne servant qu'à éviter de surcharger la paroi sud de la Grande Galerie et le passage aux herse, tous deux d'une faible portée (moins de deux mètres). À cela, nous répondrions qu'à ce jour rien n'est en mesure d'expliquer cette démesure. Dans tous les cas de figure, la voûte à encorbellement aurait été la solution la plus adaptée, et la moins coûteuse en énergie et en matériaux, et cela, pour tous les principes structuraux avancés, et toutes les théories intégrant des vides latéraux. Seul le choix imposé des chevrons semble avoir rendu indispensable un rehaussement de la voûte, car, pour une raison inconnue, le sol de la chambre funéraire ne fut pas surélevé comme il le fut à Dahchour-Nord et Dahchour-Sud (distribution inférieure). Ces nouvelles exigences ont entraîné, dans le cas particulier de la pyramide de Khéops, un accroissement vertigineux de la hauteur des parois. Pour éviter tout risque d'effondrement, l'aménagement d'étréssillons serait alors apparu comme une évidence.

La conséquence en fut le masquage complet de la voûte<sup>40</sup> (fig. 4).

Des études récentes montrent que trois, voire deux étages intermédiaires auraient suffi à rehausser le transfert des charges par les chevrons au-dessus du plafond de la Grande Galerie<sup>41</sup> (fig. 2F).

<sup>38</sup> Plus précisément, une contrebutée oppose une poussée à une autre afin de la neutraliser. Dans notre cas, les monolithes transfèrent les poussées horizontales délivrées par les parois nord et sud afin de les opposer. Il s'agirait donc plus précisément d'étréssillons.

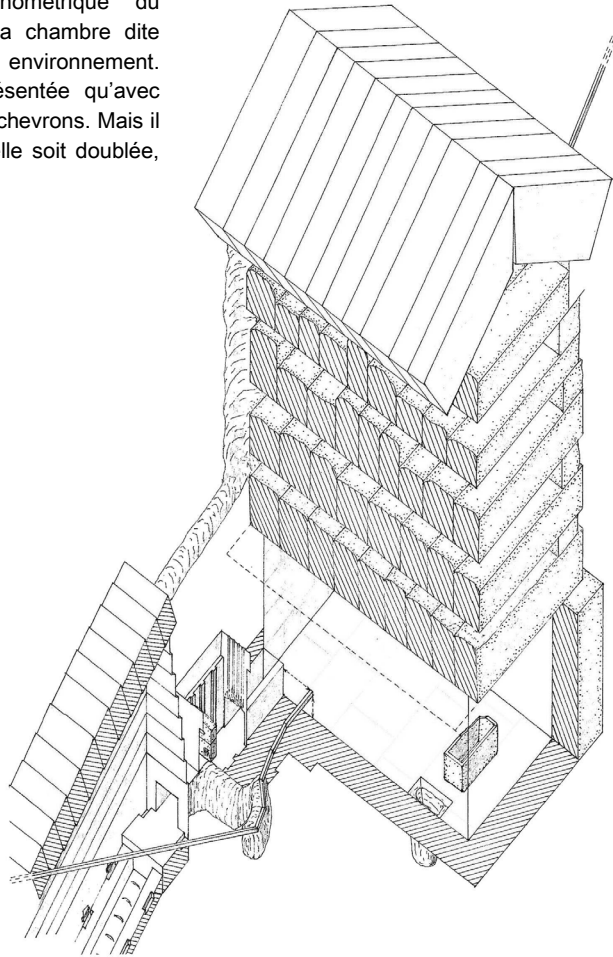
<sup>39</sup> É. Guerrier a déjà évoqué cette possibilité. Selon lui, les monolithes auraient pu avoir le rôle de « butons ». Cependant, ses conclusions sont partagées. Il hésite et attribue au dispositif de « chambres de décharge » tantôt ce rôle de « butons », tantôt un rôle d'« amortisseur » (GUERRIER : 2006, 303-305). Au vu de l'état actuel de l'archéologie, nous doutons de la pertinence de cette réflexion, bien qu'excellente d'un point de vue architectural.

<sup>40</sup> Il pourrait paraître curieux qu'un composant architectural chargé de symbolisme et ayant de si grandes conséquences dans la construction n'ait été destiné qu'à demeurer caché et inaccessible. Mais, le procédé n'est pas unique. Il est bon de rappeler que nombre de pyramides délabrées des IV<sup>e</sup>, V<sup>e</sup> et VI<sup>e</sup> dynasties ont révélé une structure interne en degrés, rémanence de l'architecture funéraire royale de la III<sup>e</sup> dynastie (ARNOLD : 1991, 159-163). Les Égyptiens surent très bien fusionner des concepts traditionnels avec de nouveaux. Il est difficile d'évaluer le niveau de contrainte qu'a dû représenter cette association de formes anciennes et nouvelles. Mais il est certain qu'il fut autrement plus élevé que celui provoqué par la mise en œuvre de la voûte en chevrons et des « chambres de décharge » de la pyramide de Khéops. Et pourtant, les degrés internes sont absolument indétectables.

L'entrée de la Grande Pyramide illustre également ce principe. Celle-ci était couverte, au plus près du parement, par une voûte en chevrons à l'inutilité indéniable, et qui était masquée par le parement lorsque celui-ci était encore intact (DORMION : 1996, plan n°5).

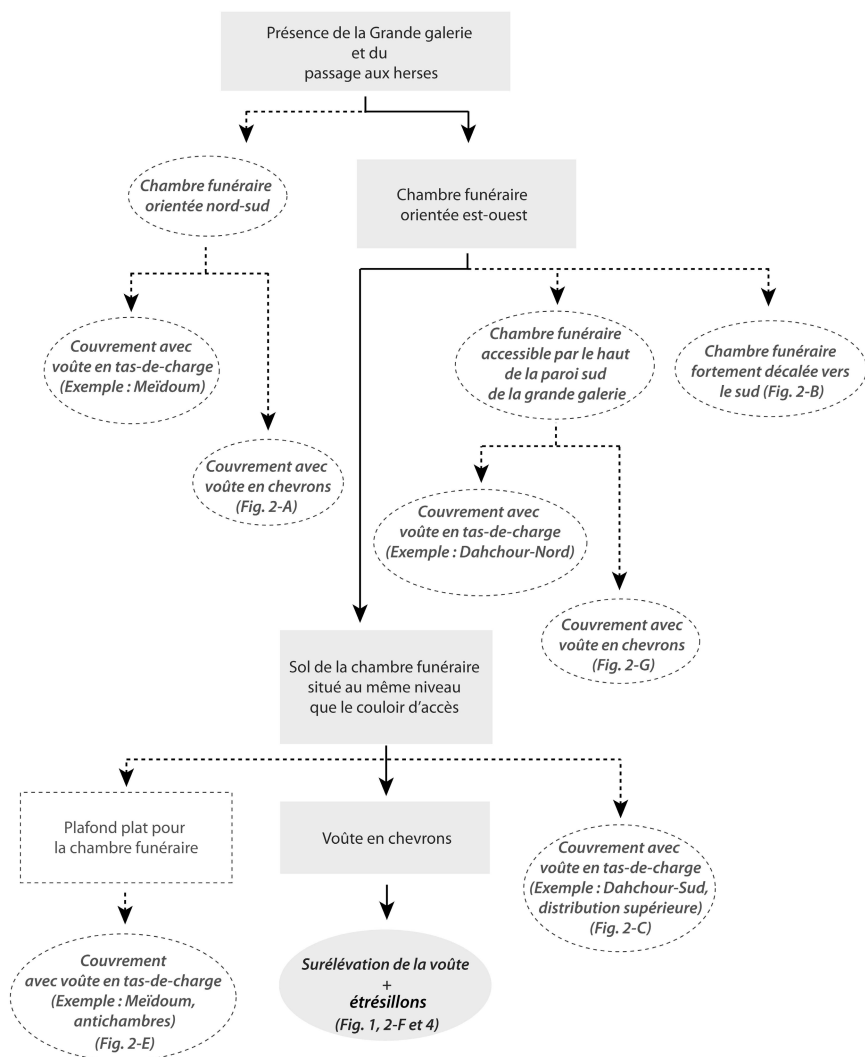
<sup>41</sup> GUERRIER : 2009, 7.

**Fig. 4 :** Vue axonométrique du dispositif actuel de la chambre dite « du Roi » et de son environnement. La voûte n'est représentée qu'avec une seule couche de chevrons. Mais il est fort probable qu'elle soit doublée, voire triplée.



Nous pensons que nous ne pouvons prêter aux Anciens Égyptiens nos facultés d'analyse, rendues possibles par des outils théoriques performants et une expérience plurimillénaire. Par une méthode empirique, et en seulement un siècle, les maîtres d'œuvre de l'Ancien Empire sont parvenus à des résultats spectaculaires. Mais, leur incapacité à prévoir avec précision les effets des poussées générées par les voûtes les contraignit probablement à des excès de précaution. La voûte en chevrons mise en œuvre sous les V<sup>e</sup> et VI<sup>e</sup> dynasties était systématiquement triplée, au point de constituer parfois un couvrement pesant plus de 5000 tonnes<sup>42</sup>. Nous ignorons ce qu'il en est dans la pyramide de Khéops. Mais, ce principe de précaution - superflu d'un point de vue constructif - dut déjà être de règle sous la IV<sup>e</sup> dynastie.

<sup>42</sup> LABROUSSE : 1996, 91.



**Fig. 5 :** Processus de conception théorique de la chambre funéraire de Khéops. En encadré figurent les contraintes, et en encerclé les solutions optimales pour intégrer ces contraintes à l'ouvrage. En pointillé sont affichés les choix théoriques alternatifs d'un point de vue constructif et structural, mais écartés par les constructeurs. En gris figurent une à une les caractéristiques de la chambre actuelle.

Opposer l'argument du surdimensionnement pour réfuter une hypothèse constructive touchant aux « chambres de décharge » n'aurait donc à nos yeux aucune valeur, puisque le surdimensionnement était pratique courante à cette époque<sup>43</sup>.

Il reste cependant un détail que nous ne parvenons pas à expliquer de manière satisfaisante. En effet, le dernier étage de granite est apparemment inutile. Celui-ci repose librement sur des cales en calcaire, avec ses extrémités butant simplement contre les parois. L'étrésillonnement serait la seule fonction imaginable de ces monolithes si nous n'avions pas, à ce niveau, la voûte en chevrons s'opposant aux poussées horizontales de la maçonnerie environnante. Quelques cavités taillées sur la surface des blocs en granite pourraient témoigner des traces d'un échafaudage ayant permis la mise en œuvre de la voûte en chevrons<sup>44</sup>. Mais est-ce là une raison suffisante pour élever plus de 250 tonnes de granite à cette hauteur ?

L'emploi du granite, un matériau extrêmement difficile à extraire et à tailler comparé au calcaire, semble indiquer chez les constructeurs égyptiens un souci de solidité très particulier. Ainsi, ce matériau était quelquefois préféré au calcaire pour recevoir les énormes charges transmises par les chevrons présents dans les pyramides de la VI<sup>e</sup> dynastie<sup>45</sup>.

Un gage de solidité pour les Égyptiens, et une très grande résistance à la compression, le granite aurait donc été employé à bon escient dans notre hypothèse des étrésillons<sup>46</sup>. Monolithes en granite et chevrons en calcaire démontrent que nous avons sous l'Ancien Empire les prémices d'une profonde réflexion sur la résistance des matériaux.

#### **IV - La place de la distribution interne de la pyramide de Khéops dans le développement de l'architecture funéraire royale**

La distribution interne en « patte d'oie » semble pour certains révéler trois projets successifs<sup>47</sup>, tandis que d'autres n'y voient qu'un projet unique<sup>48</sup>. Comme nulle part ailleurs, les appartements se sont élevés dans la maçonnerie, occasionnant d'importantes difficultés de mise en œuvre, notamment l'acheminement à plus de 48 m de hauteur des lourds monolithes des « chambres de décharge ».

<sup>43</sup> Argument retenu par É. Guérier pour rejeter l'hypothèse des étrésillons (GUERRIER : 2009, 8).

<sup>44</sup> PERRING : 1839, 2, pl. III et PETRIE : 1883, 31.

<sup>45</sup> Plus précisément, le linteau du passage aboutissant à l'antichambre (LABROUSSE : 1996, 96-97).

<sup>46</sup> De multiples fissures ont été relevées en divers endroits des monolithes (en sous face sur leur extrémité sud, et en face supérieure sur leur extrémité nord, MARAGIOGLIO et RINALDI : 1965, 48-50). Leurs caractéristiques révèlent qu'un tassement différentiel entre les parois nord et sud de la chambre funéraire eu lieu sans doute durant la construction (KERISEL : 1993, 37-44 et DORMION : 2004, 214-222). Ces fissures seraient dues, non à la compression, mais à un effet de cisaillement provoqué par ce tassement différentiel. Selon nous, l'origine et l'interprétation de ces multiples fissures relève plus d'un questionnement sur l'hétérogénéité de la maçonnerie que sur celui de la structure de la « chambre du Roi ».

<sup>47</sup> BORCHARDT : 1932 et EDWARDS : 1992, 128-139.

<sup>48</sup> STADELMANN : 1997, 110.

La pyramide à la distribution si particulière est souvent montrée en coupe, à l'instar des autres grands monuments de la IV<sup>e</sup> dynastie<sup>49</sup>. L'étude comparative est dès lors biaisée. En effet, de ce point de vue, la Grande Pyramide est unique<sup>50</sup>. Pourtant, la vue en plan révèle un schéma devenu tout à fait classique par la suite (fig. 6). D'abord, l'entrée est située sur la face nord. Ensuite, le couloir menant à la chambre au sarcophage se dirige droit vers le sud pour atteindre un passage barré de trois hermes, qui précède la chambre funéraire orientée d'est en ouest. Le sarcophage est lui situé à l'extrémité ouest de la chambre, cette dernière se trouvant couverte d'une voûte en chevrons.

Simultanément à d'importantes innovations, le règne de Snérou manifeste de nombreux tâtonnements dans l'élaboration du tombeau royal<sup>51</sup>. Il semble que, sous Khéops, on soit enfin parvenu à poser des fondations solides à la transposition de l'idéologie funéraire dans l'architecture interne d'une pyramide. N'avons-nous pas déjà en la chambre funéraire, la symbolisation de ce fameux parcours suivi par l'astre solaire, partant du monde des vivants (le levant), et se dirigeant vers le domaine des morts (le couchant), le sarcophage étant placé au plus près du côté occidental ? Une importance primordiale ne fut-elle pas donnée à orienter le couloir d'accès vers les « impérissables » du ciel boréal<sup>52</sup> ?

Nous estimons que la Grande Pyramide nous offre, avec la distribution supérieure, un aménagement qui ne subira que très peu de modifications par la suite, jusqu'à être standardisé sous les V<sup>e</sup> et VI<sup>e</sup> dynasties<sup>53</sup> (fig. 6).

## Conclusion

Dans l'élaboration de la chambre funéraire et de son dispositif de couverture, les différentes discordances constatées entre les choix théoriques optimaux et la réalité archéologique nous révèlent certaines nécessités d'ordre non constructif, mais plutôt symbolique ou religieux (fig. 5). Ces nécessités - en fait de nouveaux besoins - auraient impliqué la plupart du temps des contraintes architecturales supplémentaires dont il a fallu tenir compte. L'analyse nous révèle que ces contrain-

<sup>49</sup> LAUER : 1988, 256-257 et LEHNER : 1997, 16-17.

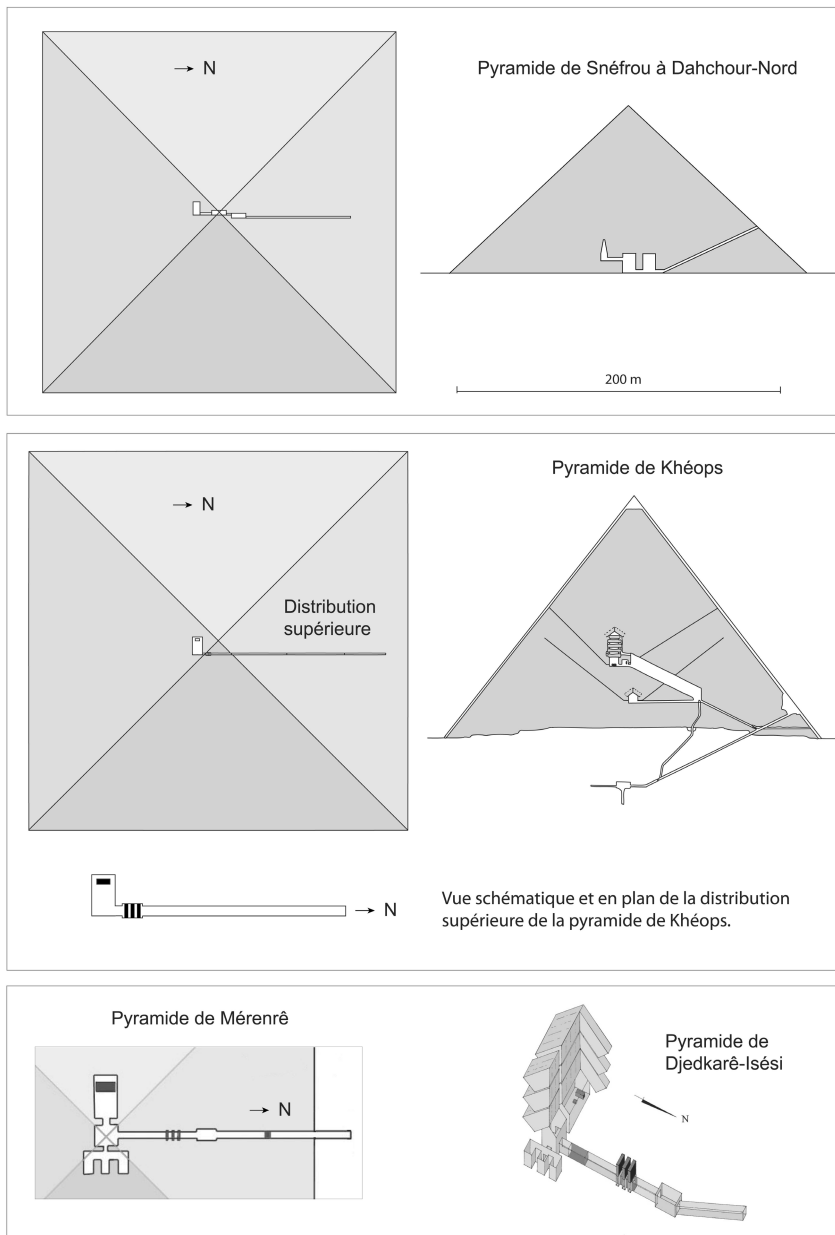
<sup>50</sup> R. Stadelmann affirme que les distributions internes des pyramides de la III<sup>e</sup> et de la IV<sup>e</sup> dynastie obéissent à deux conceptions différentes : la première basée sur un système horizontal, la seconde sur un système vertical (STADELMANN : 2003, 115). La constance des aménagements mise en évidence sur la vue en plan de chaque pyramide de l'Ancien Empire, dès la IV<sup>e</sup> dynastie, dévoilerait davantage selon nous une conception suivant un système horizontal (fig. 6).

<sup>51</sup> En témoignent les nombreuses modifications apportées aux pyramides de Méïdoum et de Dahchour-Sud.

<sup>52</sup> STADELMANN : 2003, 115.

De nombreux commentateurs se sont essayés à une interprétation religieuse de l'architecture interne des pyramides comportant les fameux *Textes des Pyramides*, en particulier J. P. Allen, auteur d'une étude devenue une référence, et visant à identifier les éléments de l'architecture interne à partir des *Textes* figurant sur les parois (ALLEN : 1994). Toutefois, H. M. Hays a récemment démontré le caractère prématuré des conclusions portées par J. P. Allen (HAYS : 2009).

<sup>53</sup> Dynasties durant lesquelles la chambre funéraire se trouve compartimentée en un caveau, une antichambre et un serdab (fig. 6) (VERNER : 1998, 265-339 ; LABROUSSE : 1996 et 2000).



**Fig. 6 :** Mise en évidence de la place des appartements funéraires supérieurs de la pyramide de Khéops dans l'évolution de l'architecture interne des sépultures royales de l'Ancien Empire.

les étaient des aménagements et des éléments architectoniques et conceptuels bien connus, qui devinrent systématiques dès le règne de Mykérinos<sup>54</sup>.

*Entrée au nord, couloir orienté nord-sud, passage aux herses, chambre funéraire orientée est-ouest, sarcophage disposé à l'ouest de la chambre funéraire, et surtout la toute nouvelle voûte en chevrons, sont des éléments fixés sous les règnes de Snéfrou et Khéops.*

Par déduction, notre analyse révèle également que la voûte en chevrons, outre sa fonction importante de décharge, était avant tout d'une importance symbolique et/ou religieuse primordiale, puisqu'elle fut préférée à la voûte en tas-de-charge pourtant moins « impactante » et plus simple à mettre en œuvre. Ce choix, ainsi que ceux de ne plus surélever le sol de la chambre funéraire et de l'orienter d'est en ouest, a impliqué, selon nous, l'élaboration d'un étré sillonnement, c'est-à-dire la construction des « chambres de décharge » - en fait d'immenses étais horizontaux en granite - afin d'éviter un mouvement des parois de la chambre funéraire<sup>55</sup>. L'unicité du plafond plat de la chambre sépulcrale dans l'architecture funéraire royale de la IV<sup>e</sup> dynastie montre avec évidence que celui-ci n'est autre qu'une conséquence du couvrement adopté pour la chambre, unique lui aussi<sup>56</sup>.

Selon nous, le plan de la distribution supérieure semble montrer que celle-ci ait assuré pleinement la fonction d'une sépulture royale « classique », et que les autres aménagements (chambre dite « de la Reine », chambre souterraine) ne soient que les « empreintes » de projets primitifs<sup>57</sup>.

## Références :

- ALLEN James P., « Reading a Pyramid », dans *Hommages à Jean Leclant*, I, BdÉ 106/1, Le Caire, 1994, p. 5-28.
- ARNOLD Dieter, *Building in Egypt, Pharaonic Stone Masonry*, Oxford University Press, New-York, 1991.
- BORCHARDT Ludwig, *Einiges zur dritten Bauperiode der Großen Pyramide bei Gise*, Berlin, 1932.
- DORMION Gilles et GOIDIN Jean-Patrice, *Khéops, Nouvelle enquête. Propositions préliminaires*, Paris, 1986.

<sup>54</sup> La pyramide de Djedefrê a dû comporter ces éléments (VALLOGIA : 2011, fig. 183). Mais, son état de ruine actuel ne permet pas de l'attester. La pyramide de Khéphren s'avère être une exception puisque le passage aux trois herses y est absent (MARAGIOGLIO et RINALDI : 1966, tav. 10).

<sup>55</sup> Cette hypothèse du contreventement avait déjà été avancée par G. Dormion en 1986 afin d'expliquer la présence d'une pièce secrète près de la « chambre du Roi » (DORMION : 1986, 81-84). La réévaluation de sa théorie lui a fait abandonner cette idée (DORMION : 2004 : 209-223). É. Guerrier a également proposé cette interprétation, mais pour des raisons différentes (voir n. 39). Aucun d'entre eux ne discute du choix de la mise en œuvre d'une voûte en chevrons.

<sup>56</sup> L'hypothèse aujourd'hui défendue par J.-P. Houdin selon laquelle Khéops aurait désiré un plafond plat pour son caveau ne repose que sur l'apparence des lieux (HOUDIN : 2010, 29). Celle-ci n'expliquerait en rien la présence des cinq « chambres de décharge » actuelles, puisqu'un plafond plat aurait pu plus simplement être couvert d'une voûte en tas-de-charge, à l'instar du plafond des antichambres de la pyramide de Méïdoun (DORMION : 2000, pl. V) (fig. 2-E).

<sup>57</sup> Selon nous, l'antichambre aux trois herses serait une innovation survenue après la construction de la « chambre de la Reine », mais reprenant tout de même l'idée présente dans le couloir descendant, et consistant en un blocage avec trois blocs de granite.

- DORMION Gilles, *La Pyramide de Chéops : architecture des appartements funéraires*, Lyon, 1996.
- DORMION Gilles, *The pyramid of Meidum, architectural study of the inner arrangement*, World Congress of Egyptology, Cairo, 28th of March-3rd of April 2000.
- DORMION Gilles, *La chambre de Chéops. Analyse architecturale*, Fayard, 2004.
- EDWARDS I.E.S., *Les pyramides d'Égypte*, Le Livre de Poche, 1992.
- EL-NAGGAR Salah, *Les voûtes dans l'architecture de l'Égypte ancienne*, IFAO, Le Caire, 1999.
- EL-NAGGAR Salah, « Les couvrements de granit dans les pyramides de Giza », dans *Structure and Significance. Thoughts on Ancient Egyptian Architecture* (éd. Peter Jánosi), Vienne, 2005, p. 429-438.
- GOYON Georges, « Le mécanisme de fermeture à la pyramide de Khéops », *Revue Archéologique* II, Paris, 1963, p. 1-24.
- GOYON Georges, *Le secret des bâtisseurs des grandes pyramides : Khéops*, Pygmalion, 1990.
- GUERRIER Éric, *Les pyramides. L'enquête*, Cheminements, 2006.
- GUERRIER Éric, « À quoi peut bien servir le dispositif coiffant la chambre de Khéops », [www.egypt.edu](http://www.egypt.edu), 2009.
- HAYS Harold M., « Unreading the Pyramids », *BIFAO* 109, le Caire, 2009, p. 195-220.
- HOUDIN Jean-Pierre, *La Pyramide de Khéops Révélée*, Abydos Publications, 2010.
- KERISEL Jean, « Pyramide de Khéops, dernières recherches », *RdE* 44, 1993, p. 33-54.
- LABROUSSE Audran, *L'architecture des pyramides à textes*, I, IFAO, Le Caire, 1996.
- LABROUSSE Audran, *L'architecture des pyramides à textes*, II, IFAO, Le Caire, 2000.
- LAUER Jean-Philippe, « Raison première et utilisation pratique de la „grande galerie“ dans la pyramide de Khéops », dans *Beiträge zur Ägyptischen Bauforschung und altertumskunde*, Heft 12, Wiesbaden, 1971, p. 133-141.
- LAUER Jean-Philippe, *Le mystère des pyramides*, Presses de la cité, 1988.
- LEHNER Mark, *The Complete Pyramids*, Thames and Hudson, 1997.
- MCCORMACK David, « The significance of royal funerary architecture for the study of thirteenth dynasty kingship », dans *The Second Intermediate Period* (éd. Marcel Marée), 2010, p. 69-84.
- MARAGIOGLIO Vito et RINALDI Celeste, *L'Architettura delle Piramidi Menfite*, t. III-VII, Rapallo, 1964-70.
- MASPERO Gaston, *L'archéologie égyptienne*, Paris, 1907.
- PERROT Georges et CHIEPIEZ Charles, *Histoire de l'art dans l'Antiquité*, tome I, *l'Égypte*, Paris, 1882.
- PERRING John Shae, *The Pyramids of Gizeh, from actual Survey and Admeasurement I. The Great Pyramid*, Londres, 1839.
- PETRIE William Matthew Flinders, *The Pyramids and Temples of Gizeh*, Londres, 1883.
- STADELMANN Rainer, *Die ägyptischen Pyramiden*, Mainz am Rhein : von Zabern, 1985.
- STADELMANN Rainer, « Les pyramides de la IV<sup>e</sup> dynastie », dans HAWASS Zahi (éd.), *Trésors des pyramides*, 2003, p. 112-137.
- SWELIM Nabil, « A reason for the corbelled roof in dynasty III and IV pyramids », *JSSEA* 14-6, 1984.
- VALLOGIA Michel, *Abou Rawash*, vol. I, IFAO, Le Caire, 2011.
- VANDIER Jacques, *Manuel d'archéologie égyptienne*, tome II, Paris, 1954.
- VERNER Miroslav, *The Pyramids*, New-York, 1998.
- VYSE Howard, *Operations carried on at the Pyramids of Gizeh*, 3 vol., Londres, 1840-1842.