

Egypte 4^{ème} Dynastie

ANALYSE CRITIQUE DU PLATEAU DE GIZEH



© Emillienne Dubois

Etude réalisée par Jean-Pierre Houdin

Architecte honoraire

Paris, le 18 février 2010, complétée le 8 juin 2010, le 13 mai 2013 et le 30 Août 2016

Introduction

Depuis près de deux siècles, les égyptologues professionnels et amateurs débattent sans fin pour résoudre enfin l'énigme du Sphinx :

A quelle pyramide le Sphinx est-il lié et donc, quel est le Roi qui lui a donné son visage ?



© Bob Goldberg



© Khaled Ibrahim

Est-il lié à celle de Khephren, à gauche, ou à celle de Kheops, à droite ?

L'égyptologue allemand Rainer Stadelmann a réalisé à propos du Sphinx une remarquable étude historique, topographique et morphologique qui a été l'objet d'une communication faite à l'Académie des Arts et Belles Lettres en 1999 :

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/crai_0065-0536_1999_num_143_3_16044#

Le Pr Dr Stadelmann concluait de manière très convaincante que le Sphinx ne pouvait en aucun cas représenter le Roi Khephren et que tout conduisait à croire de façon quasi certaine qu'il s'agissait bien du Roi Kheops. Il mettait par ailleurs en évidence une tendance de l'égyptologie : « *Ceci montre à quel point notre discipline favorise les sources écrites même lorsqu'elles sont partielles ou douteuses* ». Il ne lui manquait plus qu'une preuve irréfutable pour confirmer sa conclusion.

Cette étude, réalisée en analysant la topographie originelle du Plateau et les aménagements apportés à différentes époques, apporte cette preuve irréfutable que le Sphinx du Plateau de Gizeh a été sculpté sous le règne de Kheops, dans une carrière ouverte pour la construction de la Grande Pyramide, et que son visage est bien celui de ce Roi extraordinaire qui régna sous la IV^{ème} Dynastie de l'Ancienne Egypte.

Jean-Pierre Houdin

Paris, le 18 février 2010

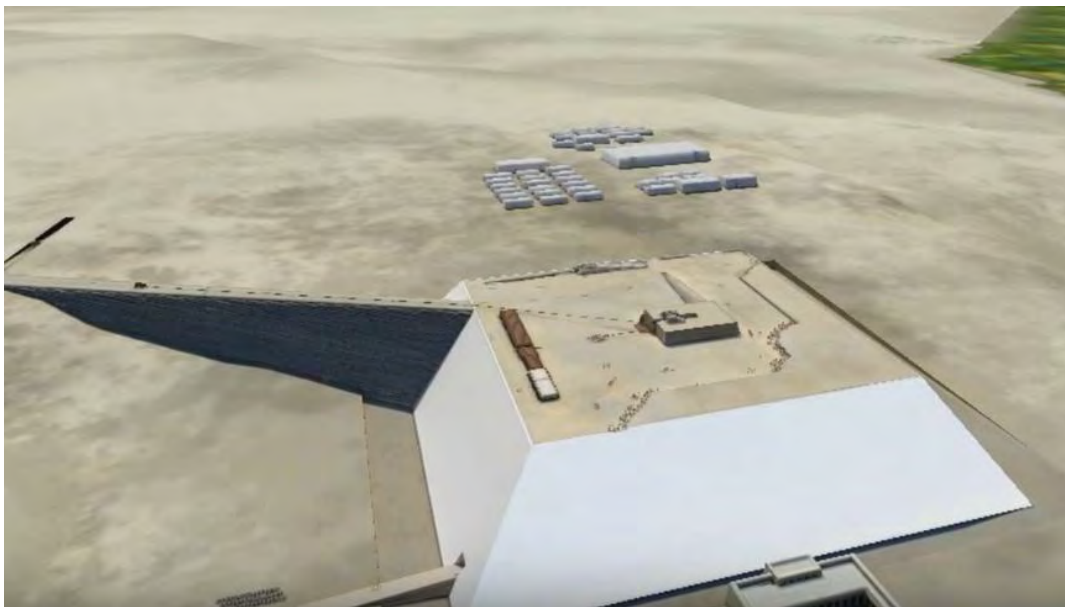
1 - Historique de la Chaussée Monumentale de Khephren

Tout, sur le Plateau de Gizeh, prouve que la Chaussée Monumentale, reliant les Temples Bas et Haut de la pyramide de Khephren, a été construite sur une rampe ayant servi antérieurement au chantier de la pyramide de Kheops.

Explications :

Les poutres de granit et les chevrons en calcaire de Tourah de la Chambre du Roi Kheops, livrés pendant les 14 premières années du chantier, ont été stockés sur une aire spéciale du port, près de l'actuel Sphinx.

Lorsque le chantier de la pyramide a atteint, vers l'an 14, le niveau +43m (cote 103), une très importante opération a eu lieu, appelée 1^{ère} phase : le transfert de tous ces monolithes du port à une nouvelle aire de stockage préparée en bordure de la face sud de la pyramide à ce même niveau.



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes

Montée des poutres de la base de la rampe extérieure jusqu'au niveau +43m de la pyramide, selon la théorie.

La seule force humaine ne pouvant être employée, le principe de l'emploi de contrepoids a donc été décidé par les architectes et les ingénieurs dès le début du projet, c'est-à-dire dès la phase de conception. Cela se traduit par l'installation de 2 systèmes à contrepoids :

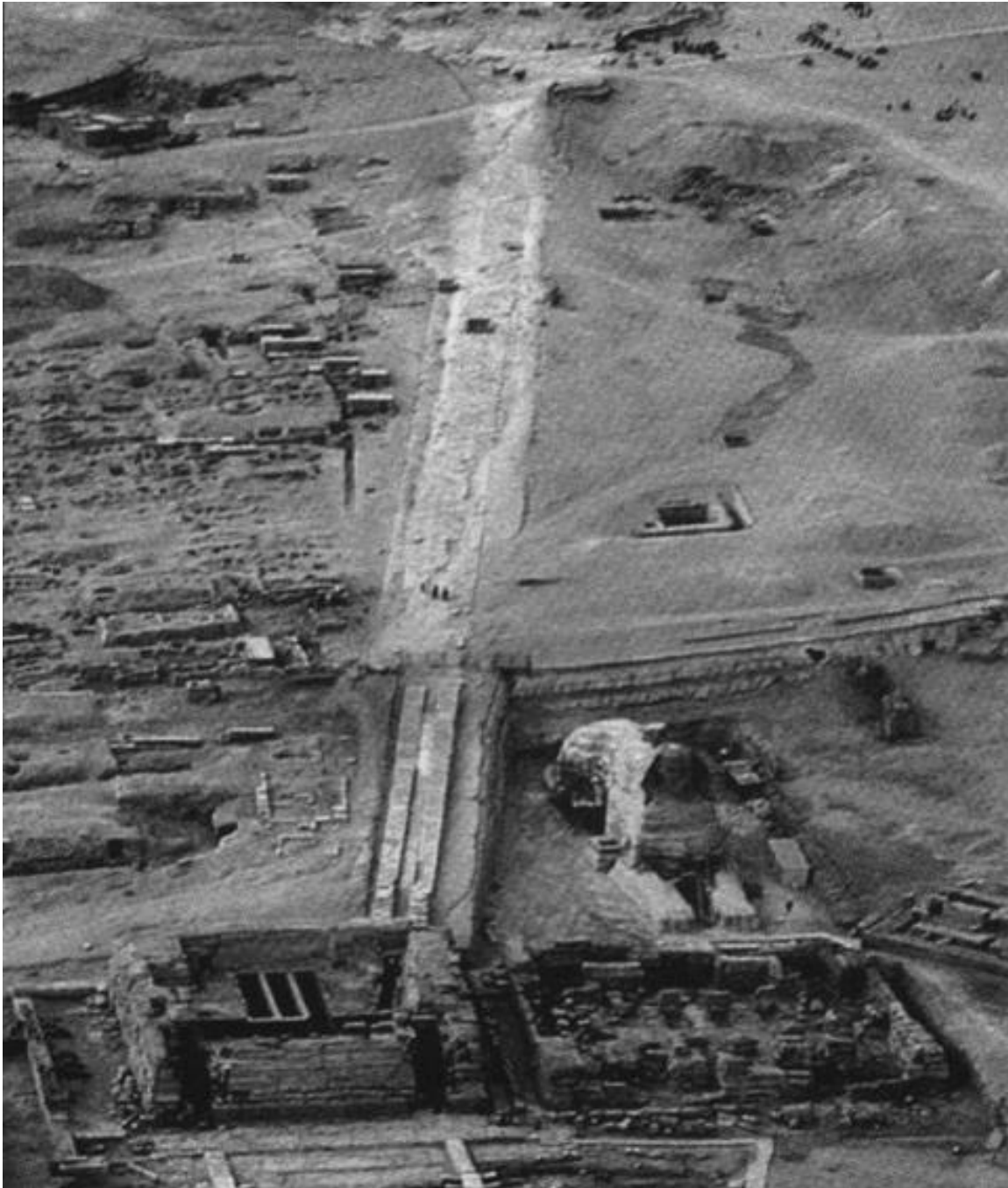
- Le premier, implanté dans une tranchée creusée dans le socle rocheux du plateau de Gizeh lui-même, pour la traction des monolithes entre le port (cote 20) et le pied de la rampe extérieure (cote 73) de la pyramide de Kheops. L'aménagement d'une première rampe de traction, en vis-à-vis de cette tranchée, a été réalisé à cet effet depuis le port.
- Le second, implanté directement au cœur de la pyramide, entre les niveaux +21m et +43m, et dont la « glissière » est toujours visible, à savoir : la Grande Galerie, elle-même en vis-à-vis de la rampe extérieure desservant le chantier jusqu'au niveau maximum de +43m.

Analyse du Plateau de Gizeh tel que l'on peut le voir à notre époque.

Vue aérienne Est/Ouest de la Chaussée Monumentale.

Au premier plan : Le Temple Bas de Khephren (à gauche) et le Temple du Sphinx (à droite).

Au second plan : La Chaussée Monumentale de Khephren (au centre), le Sphinx dans une carrière à moitié remblayée (à droite).



© Giza Archives

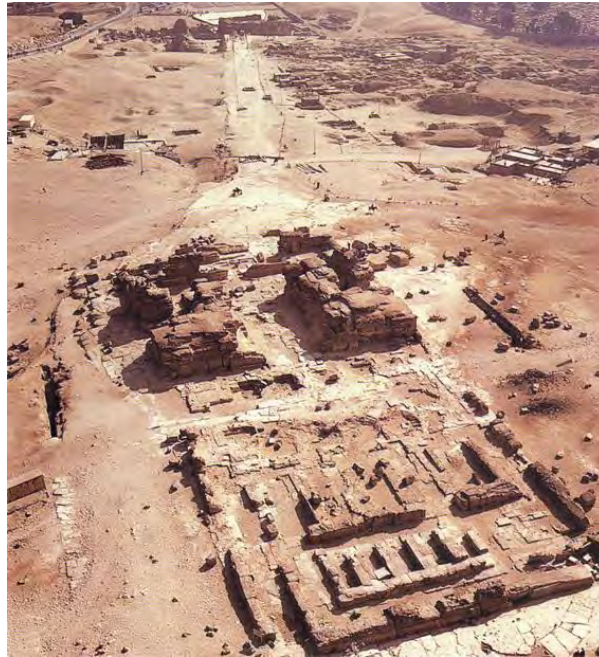
On distingue bien une rampe en soubassement de la chaussée monumentale de Khephren.

Vue aérienne Ouest/Est de la Chaussée Monumentale.

Au premier plan : Le Temple Haut de Khephren, bâti sur une avancée du Plateau ou éperon rocheux qui a été arasé pour sa construction.

Au centre : La Chaussée Monumentale de Khephren

A l'arrière-plan : Le Sphinx (à gauche) dans une carrière à moitié remblayée, le Temple du Sphinx et le Temple Bas de Khephren (au centre).



© Mark Lehner

Le promontoire qui a été raboté pour construire le Temple devait avoir cet aspect : le niveau du Plateau était ainsi légèrement plus haut à cet endroit, comme ci-dessous.



© Albert Ranson d'après Jean Kérisel

Vue ancienne vers l'Est de la Chaussée Monumentale (photo prise à mi-parcours).



© Illustrated London News Picture Library

© London News Picture Library

Le soubassement de la chaussée monumentale est parfaitement homogène sur toute la largeur, celle-ci étant en outre bien plus importante que celle de la Chaussée Monumentale elle-même.

Cette « rampe », mesurant actuellement près de 500m pour une pente de 8,5%, est parfaite pour y faire circuler des traîneaux, encore plus pour tracter, sur des rondins, des poutres chargées sur de grands traîneaux.

Un problème demeure : la seule force humaine, qui a ses limites pour des raisons de coordination, n'est pas suffisante pour tracter des poutres pesant jusqu'à 63t. Une force complémentaire est donc absolument nécessaire et la plus logique, au vu des connaissances techniques des Egyptiens de l'époque, prend la forme d'un contrepoids circulant dans une glissière. C'est une technique qui permet de diviser en deux parties cette force : une force humaine et une force mécanique, la force mécanique étant « remontée » par la force humaine ; cette dernière, séquencée dans le temps et dans l'espace, peut être réduite à chaque fois ; d'où une coordination plus aisée.

Un avantage complémentaire apparaît : il devient possible alors de tracter une charge de façon régulière et contrôlée et éviter ainsi les à-coups. Comment ? En utilisant une force de traction supérieure à la force nécessaire et en employant la force humaine pour freiner la descente du contrepoids. La vitesse d'avancement du traîneau est contrôlée tout en permettant à des ouvriers de glisser régulièrement des rondins sous les patins du traîneau au fur et à mesure de son avancée. L'équipe de réarmement du contrepoids sert donc aussi à freiner sa descente.

La glissière de ce système à contrepoids doit obligatoirement avoir été creusée dans le socle rocheux en partie haute de cette Chaussée et dans l'axe de celle-ci. Son apparence devait être celle de deux tranchées connues de cette époque car toujours visibles de nos jours :

La Grande Excavation à Zayet El-Ahryan

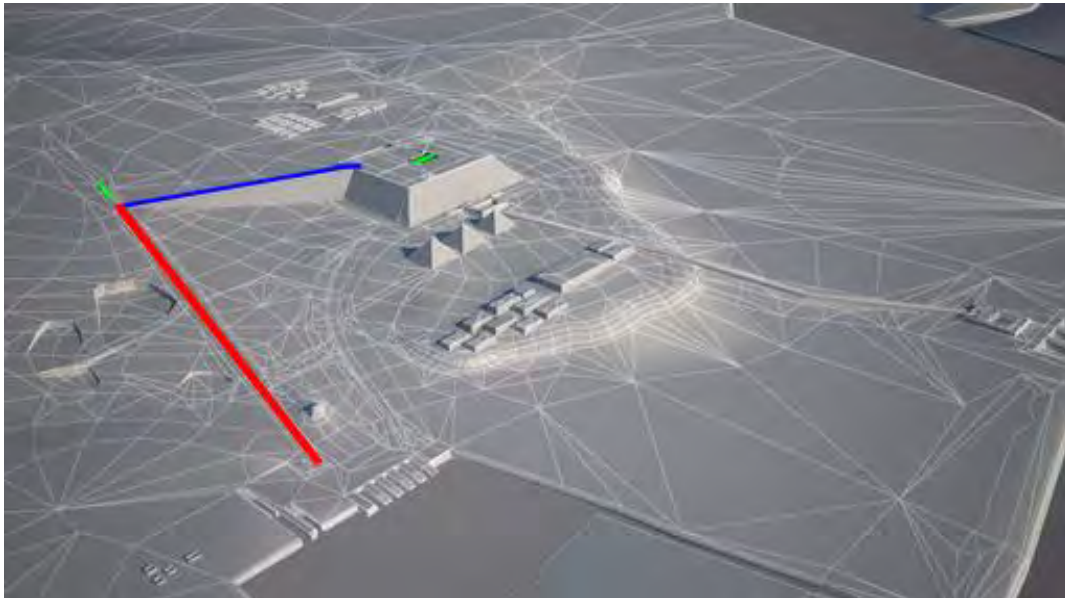


Ou encore la tranchée de la pyramide de Djedefre à Abou Roash.



© Jon Bodsworth

Ce type de tranchée est donc très habituel chez les Egyptiens.



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes

En rouge, la rampe du port avec, en vert, la tranchée en pente du premier système à contrepoids utilisé pendant la première phase pour la montée des poutres jusqu'à la base de la rampe extérieure.. En bleu, la rampe extérieure, partant du point haut de la rampe du port, permettant ensuite la montée de ces mêmes poutres jusqu'au niveau +43m de la pyramide, avec en vert au centre du monument, la Grande Galerie dans laquelle un second système à contrepoids identique fonctionnait.



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes

Il est rappelé que dans une 2^{ème} phase, dans la pyramide elle-même, les monolithes sont transférés du niveau +43m à leurs niveaux de plafonds de destination ; une plateforme bois de transport circule alors dans une glissière construite en vis-à-vis de la Grande Galerie équipée de son contrepoids. Toute une série d'aménagements est nécessaire pour cette glissière : deux banquettes latérales en pierre avec paires, en vis-à-vis, d'orifices à intervalles réguliers, pièces de bois crantées filant latéralement, un train de rouleaux avec son tendeur et enfin un dispositif d'ancrage des cordages de traction. A la montée, cette plateforme permet d'élever une poutre, à la redescende, elle est chargée de petits blocs et devient elle-même le contrepoids du contrepoids.

La tranchée du système à contrepoids implanté sur le Plateau de Gizeh devait avoir l'aspect suivant :



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes

Jonction rampe du port et rampe extérieure,
tranchée contrepoids en bout



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes

Aire de traction pour réarmement contrepoids au
premier plan, tranchée au second.



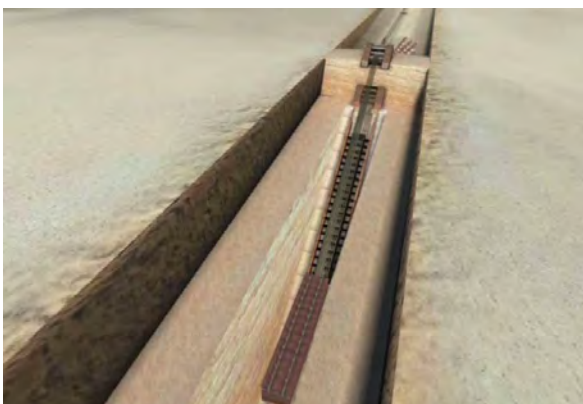
© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes

Aire de traction pour réarmement contrepoids à
droite, tranchée à gauche



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes

Tranchée contrepoids à gauche, aire de traction
pour réarmement contrepoids à droite



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes

Vue plongeante sur système à contrepoids dans
sa tranchée



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes

Le contrepoids est à mi-parcours dans la
tranchée creusée dans le socle rocheux

Une fois toutes les poutres stockées au niveau +43m, le matériel utilisé dans la tranchée du Plateau face à la rampe du port pendant la 1^{ère} phase ne servant plus, il est entièrement recyclé pour l'équipement de la glissière de montée des poutres à leur place définitive lors de la seconde phase.



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes

A gauche sur cette illustration, le système de contrepoids de la rampe du port, à savoir la plateforme pour les poutres, le train de rouleaux, les bois crantés latéraux, etc., ainsi que les pierres des banquettes de cette partie, est un réemploi. Sur ce chantier, tout était utilisé et réutilisé au maximum.

Vue aérienne du Plateau de Gizeh.



© Google Earth

La tranchée « glissière » du premier contrepois devrait se trouver dans l'axe de la Chaussée Monumentale de Khephren.



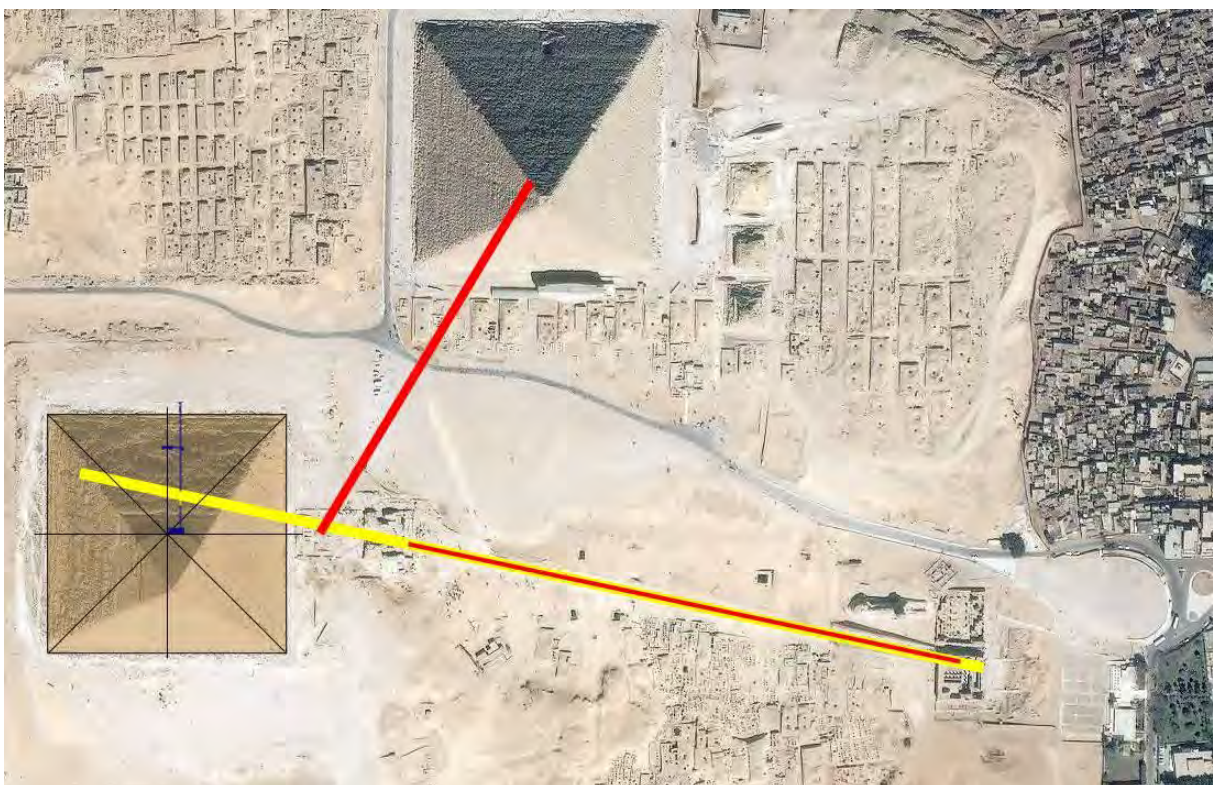
© Jean-Pierre Houdin / Google Earth

L'axe de la rampe extérieure de Kheops coupe la Chaussée Monumentale à la hauteur du Temple Haut de Khephren.



© Jean-Pierre Houdin / Google Earth

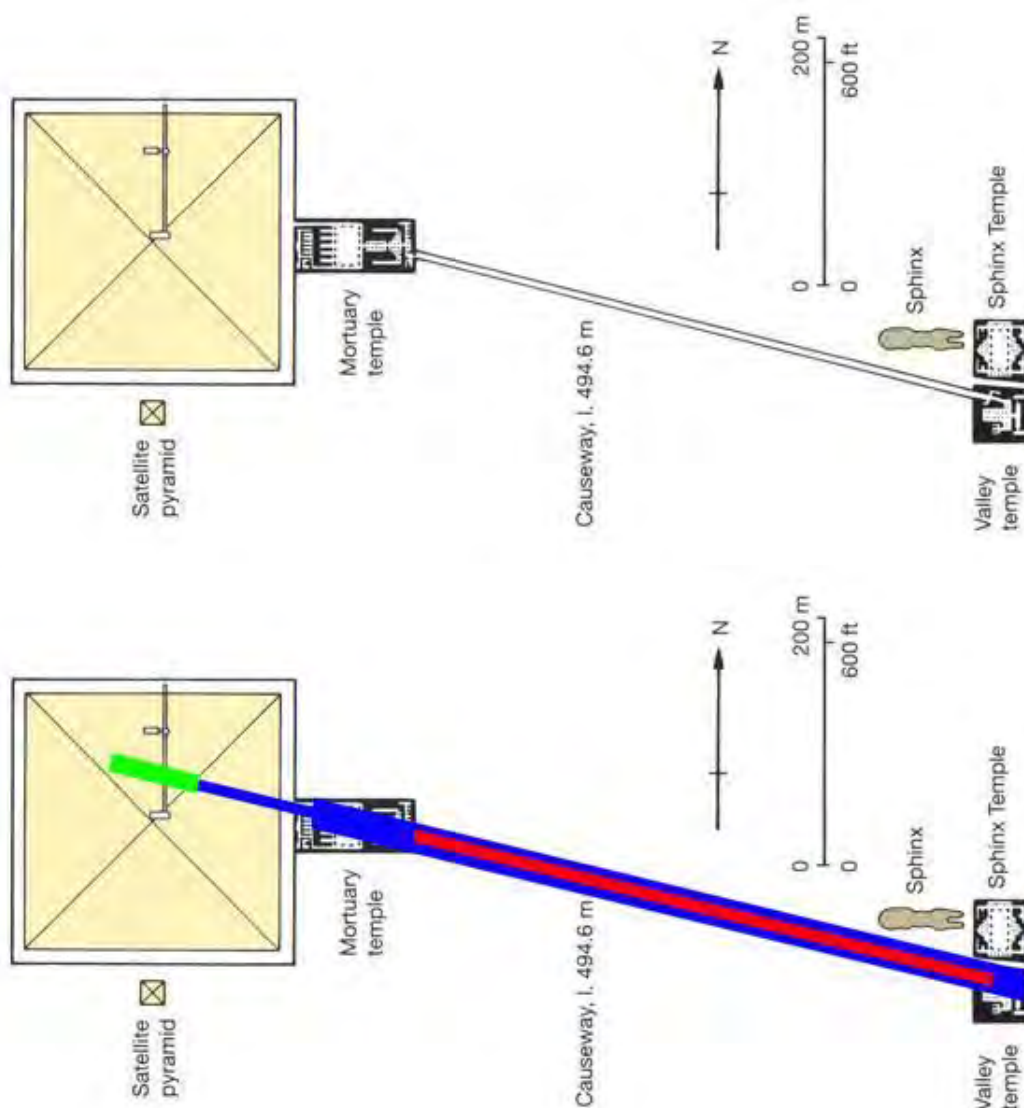
La tranchée devrait donc se trouver « sous » l'actuelle pyramide de Khephren. En surimpression sur l'image, le plan de la pyramide de Khephren et ses ouvrages intérieurs.



© Jean-Pierre Houdin / Google Earth

L'axe coupe le couloir horizontal de la pyramide de Khephren. Celui-ci doit donc couper la tranchée.

En reprenant le plan de l'ensemble funéraire de Khephren, selon Mark Lehner (Complete Pyramids)



© Jean-Pierre Houdin d'après croquis Mark Lehner

En bleu large : le soubassement de la chaussée (la rampe du port de Kheops)

En bleu fin : l'axe du soubassement

En vert : Position estimée de la tranchée du contrepoids

En rouge : la chaussée monumentale de Khephren...

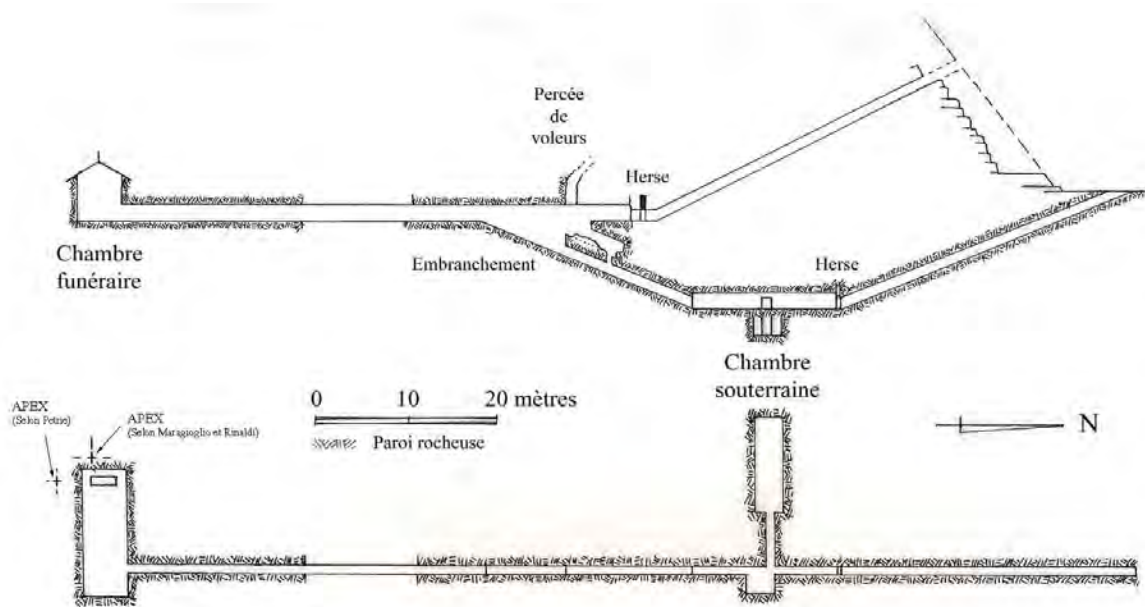
Il doit donc y avoir un indice confirmant la présence d'une tranchée sous la pyramide de Khephren.

Cette pyramide étant littéralement construite dans une carrière, le socle rocheux a été conservé à l'intérieur du périmètre de sa base, la hauteur pouvant atteindre entre 7 et 10 mètres selon la zone. Dans l'axe Nord/Sud, le socle doit dépasser le niveau de la base (cote 70) d'environ 8 m.

La chambre funéraire de Khephren a été creusée à ciel ouvert dans le socle rocheux et a été ensuite couverte avec des poutres en calcaire de Tourah posées en chevrons ; le couloir horizontal menant à cette chambre funéraire a été lui aussi creusé et son sol se trouve donc à environ une dizaine de mètres du niveau d'affleurement du socle rocheux à cet endroit.

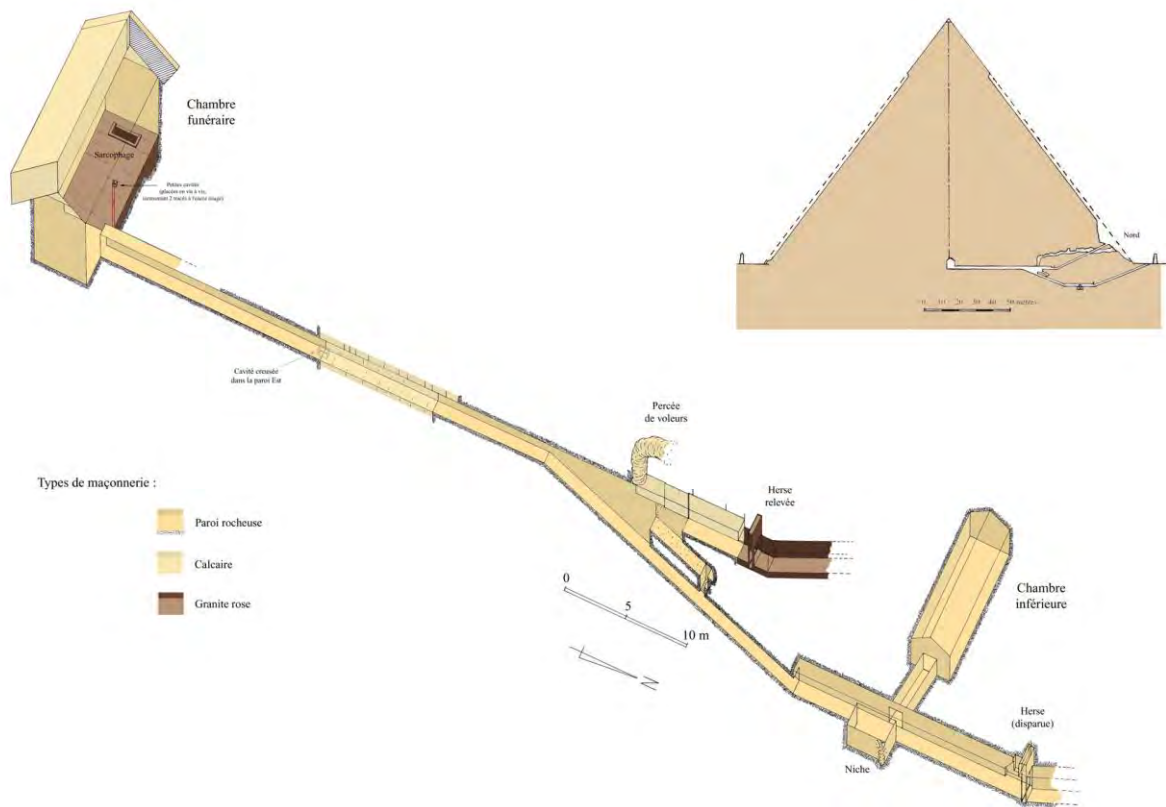
Dans la zone verte sur le plan ci-dessus, il doit y avoir une anomalie de construction :

Le couloir horizontal ne peut pas être creusé, mais construit.



© Franck Monnier

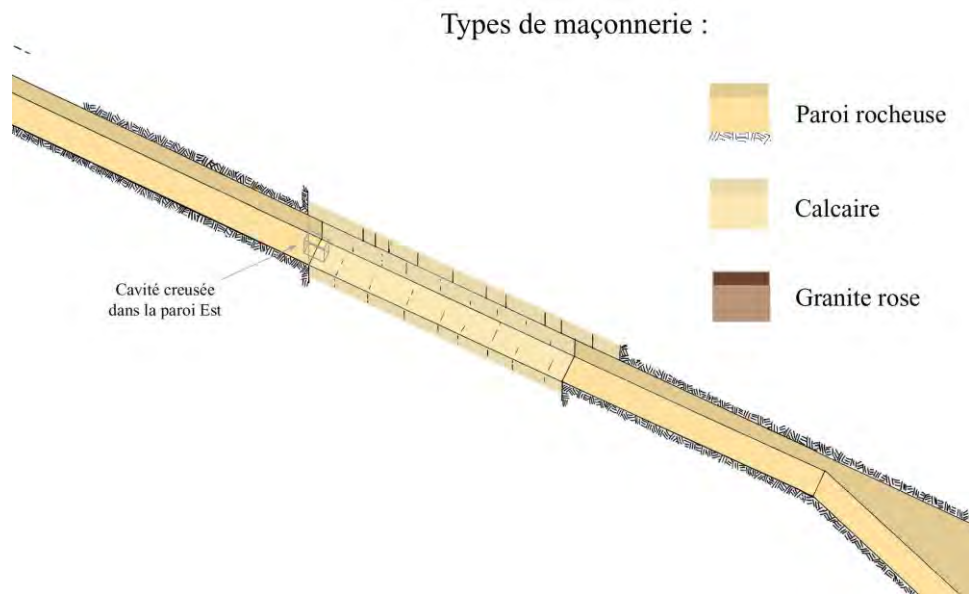
Coupe et plan des appartements funéraires de Khephren. Le couloir horizontal conduisant à la chambre funéraire comporte une anomalie : une partie de celui-ci est construite et non pas creusée.



© Franck Monnier

Et cette partie maçonnée dans une tranchée est exactement là où elle doit se trouver.

Maçonnerie dessinée plus en détail.



Extrait de Wikipedia : La pyramide de Khephren

Le niveau supérieur

...Ce dernier est maçonné dans une tranchée qui fut creusée à ciel ouvert sur une longueur de onze mètres puis devient complètement souterrain sur sa majeure partie. Ce corridor haut de 1,78 mètre mène droit à la chambre funéraire.



© Mathias Glad

La présence d'une fosse ayant pu servir à un contrepoids dans l'axe et en partie haute de la Chaussée Monumentale de Khephren est ainsi confirmée.

Comparaison des trois Chaussées Monumentales sur le Plateau de Gizéh.



© Giza Archives

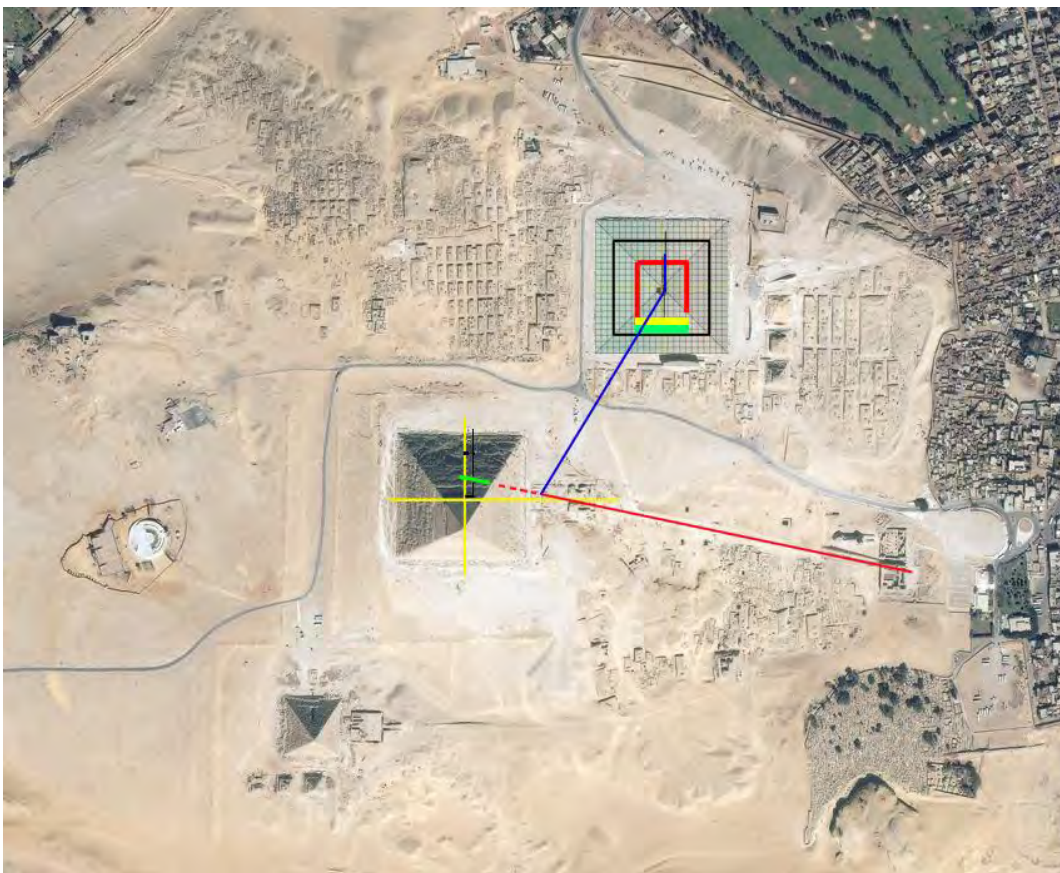
La Chaussée de Khephren comporte de larges soubassements latéraux.
La comparaison avec les soubassements des deux autres pyramides montre que les deux autres chaussées monumentales ne sont pas construites sur un soubassement débordant latéralement des limites des chaussées elles-mêmes. Les murs sont directement fondés dans le sol.
La Chaussée Monumentale de Khephren a été posée sur une fondation existante au moment de sa construction.



©Wikipedia/MesserWoland

Comme nous l'avons vu, vers la 14^{ème} année du règne, tous les éléments constitutifs de la Chambre du Roi et des chambres de décharge étaient stockés au port. La pyramide ayant atteint le niveau +43m, base de la Chambre du Roi, tous ces éléments étaient alors transférés, dans la 1^{ère} phase, à la nouvelle aire de stockage à ce niveau grâce à l'emploi de deux contrepoids indépendants.

Deux tractions successives, ayant lieu au cours d'une seule et même campagne, étaient nécessaires pour chaque monolithe ; d'abord une 1^{ère} traction sur la première rampe à l'aide du contrepoids circulant dans la tranchée taillée dans le socle rocheux, puis une 2^{ème} traction sur la seconde rampe à l'aide du contrepoids circulant dans la Grande Galerie. Au passage d'une rampe à l'autre, une rotation d'environ 80° était appliquée au traîneau pour le positionner dans le nouvel axe de traction. Dès qu'une poutre était prise en charge par le contrepoids de la seconde, le premier contrepoids était aussitôt réarmé pour la traction d'une nouvelle poutre en attente en bas de la première rampe.



© Jean-Pierre Houdin / Google Earth

Les poutres étaient tractées en suivant l'axe rouge puis l'axe bleu. Le plus court chemin possible.



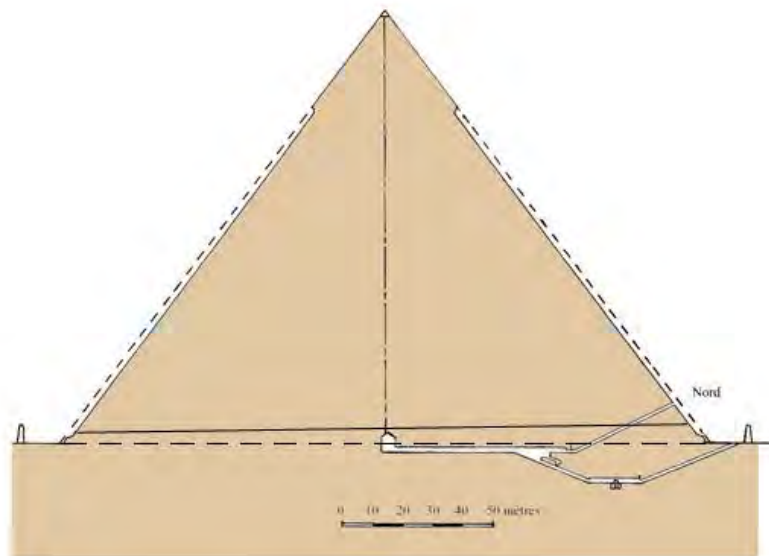
© Jean-Pierre Houdin / Photo Spellerini

Partant d'un niveau plus haut sur le Plateau de Gizeh (à la cote 73 au lieu de la cote 67 comme supposé jusqu'à ce jour), la rampe de Kheops, d'une pente de 9,4% soit légèrement plus que la première rampe partant du port, était plus courte et donc moins volumineuse. La pyramide de Kheops étant implantée à la cote 60, les 13 premiers mètres de celle-ci ont été construits en redescendant jusqu'à l'horizontale. Quand la rampe extérieure a commencé à s'élever, elle n'avait plus qu'un dénivelé en hauteur de 30m à combler. Avec une pente de 9,4%, elle mesurait seulement 320m de longueur au lieu de 425m.

2 - Influence de la tranchée sur l'architecture intérieure de la pyramide de Khephren

La présence sur le Plateau de Gizeh de la tranchée ayant servi au contrepoids de la rampe reliant le port à la base de la rampe extérieure du chantier Kheops a eu une grande influence sur les plans des appartements funéraires de la pyramide de Khephren.

En l'absence d'une tranchée existante dans l'emprise de la pyramide, les architectes et ingénieurs auraient conçu un aménagement différent.



© Franck Monnier

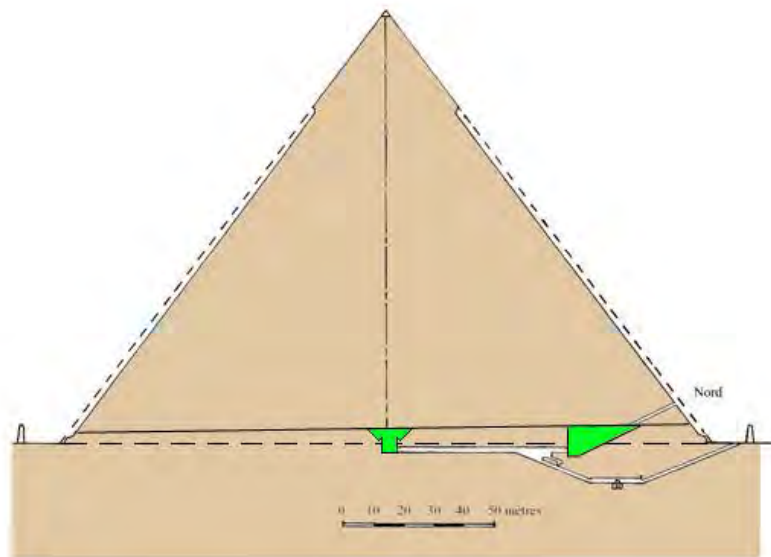
Coupe sur l'axe Nord/Sud :

On remarque que le niveau, conservé, du plateau rocheux (trait plein) dépasse le niveau de la base des façades (trait en pointillé) de plusieurs mètres suivant une pente dont le point bas est, au Sud, à environ +4m au dessus de cette base et le point haut, au Nord, à environ +8m. Le couloir horizontal devrait donc être « creusé » dans le socle rocheux sur toute sa longueur d'autant plus que son plafond est déjà sous le niveau 0 théorique, donc à moins 6 ou 7m sous le niveau naturel du socle.

Les Egyptiens optaient pour ce type d'architecture funéraire lorsqu'ils choisissaient d'aménager ces ouvrages à une relativement faible profondeur sous l'affleurement rocheux. La chambre était alors construite dans une fosse creusée et la descenderie était en partie construite dans une tranchée creusée à cet effet.

Contrairement à la pyramide de Kheops où la Chambre du Roi n'était disponible qu'après plus de 17 années de travaux, et par souci de disposer rapidement de tout l'ensemble funéraire, les concepteurs ont, pour la pyramide de Khephren, fait le choix de la simplicité en regroupant tout à la base et sous la pyramide.

Cette option rappelle également la pyramide Rouge de Dahchour où, bien que les appartements funéraires soient construits directement au sol et non creusés, le choix avait été fait de tout regrouper à la base et au centre de la pyramide, de manière à en disposer également très tôt dans le planning de chantier.



© Jean-Pierre Houdin d'après croquis Franck Monnier

Dans la coupe ci-dessus, on voit que la chambre funéraire a été réalisée dans une fosse creusée à ciel ouvert (en vert au centre) avant d'être couverte par un toit en poutres de calcaire posées en chevrons.

Le couloir descendant supérieur a été « construit », d'abord pour sa partie basse dans une tranchée creusée dans le socle rocheux (en vert à droite), puis dans la masse de la pyramide elle-même.

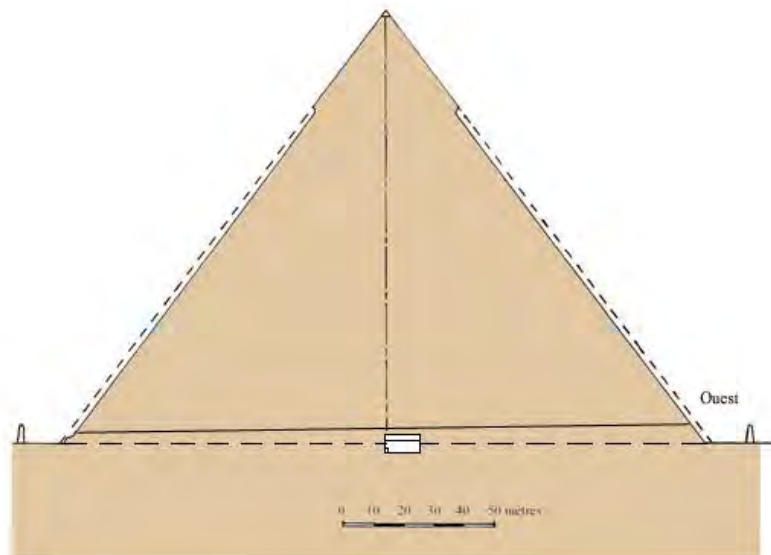
Le couloir descendant inférieur a été creusé dans le sens Nord – Sud, de haut en bas, suivant la technique habituelle de l'époque.

Le couloir horizontal desservant la chambre inférieure a été ensuite creusé en continuité.

Aucune tranchée complémentaire n'était donc nécessaire au percement du couloir horizontal supérieur, long d'une cinquantaine de mètres, la tranchée à droite et la fosse à gauche étant amplement suffisantes pour permettre aux ouvriers de creuser à partir de ces 2 vides afin de se rejoindre au milieu.

Enfin, le couloir ascendant reliant le couloir horizontal inférieur au couloir horizontal supérieur conduisant à la chambre funéraire est lui aussi « creusé », mais là, un problème apparaît : les Egyptiens ne creusaient pas de couloirs en remontant mais toujours en descendant. Ils l'ont donc creusé en partant du couloir horizontal supérieur.

Rien n'aurait également empêché les Egyptiens d'orienter ces couloirs sur l'axe Nord/Sud, pourtant, un détail, les a obligés à désaxer ces couloirs.

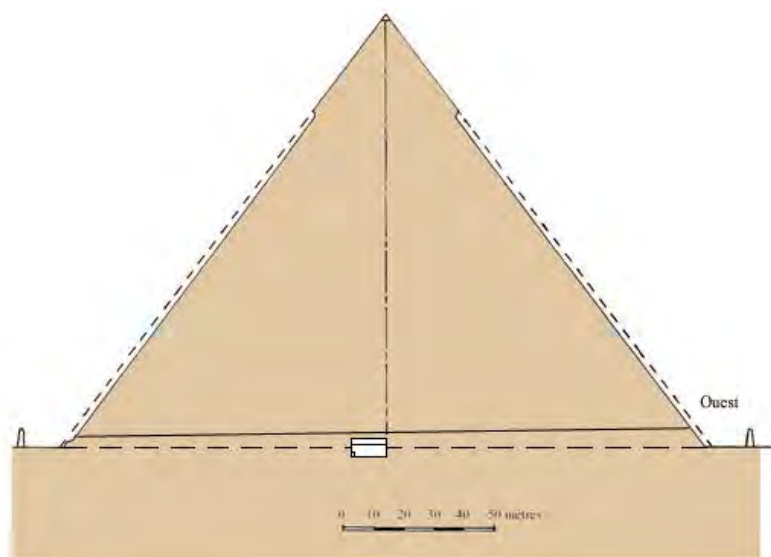


© Jean-Pierre Houdin d'après croquis Franck Monnier

Coupe sur l'axe Ouest/Est :

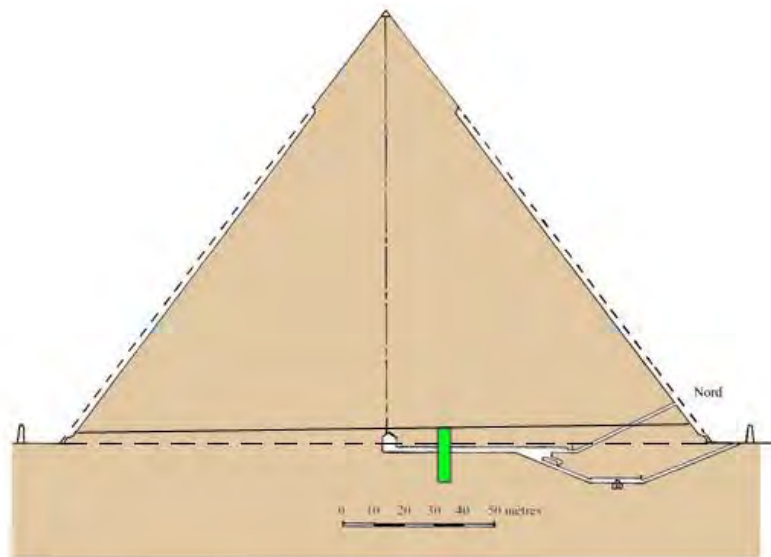
La pente est similaire d'Ouest en Est. En réalité, le socle rocheux conservé a son point haut dans l'angle Nord/Ouest et son point bas dans l'angle Sud/Est, le plan de pente suivant la diagonale reliant ces deux angles. Le couloir horizontal aurait dû être creusé dans l'axe Nord/Sud comme dans la majorité des pyramides, exception faite pour la pyramide de Kheops où l'axe a été déporté de 13 coudées (6,84m) vers l'Est ; la nécessité d'implanter la Grande Galerie pour des raisons techniques (contrepois) avait conduit à ce déport.

La chambre funéraire aurait alors été implantée en grande partie à l'Ouest de l'axe Nord/Sud.



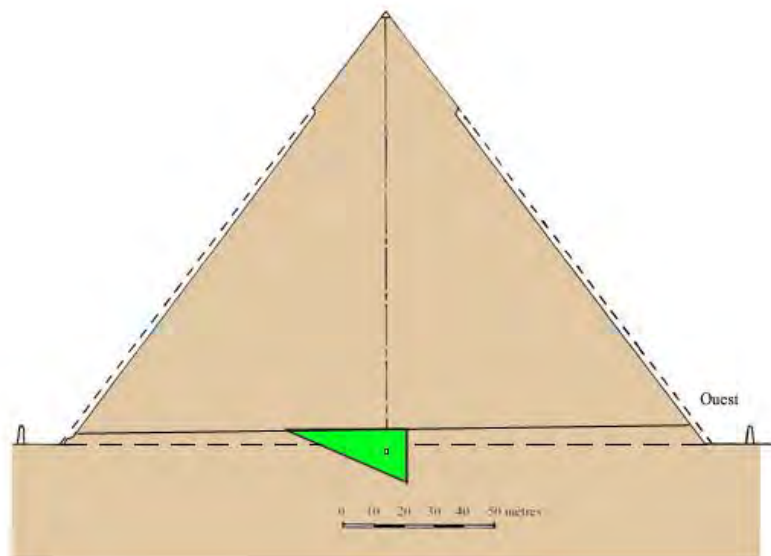
© Jean-Pierre Houdin d'après croquis Franck Monnier

Dans la réalité, le couloir horizontal a été déporté de 23 coudées (12,04m) vers l'Est ; ce déport est lié à la présence de la tranchée et permet de positionner cette dernière assez précisément sur le Plateau.



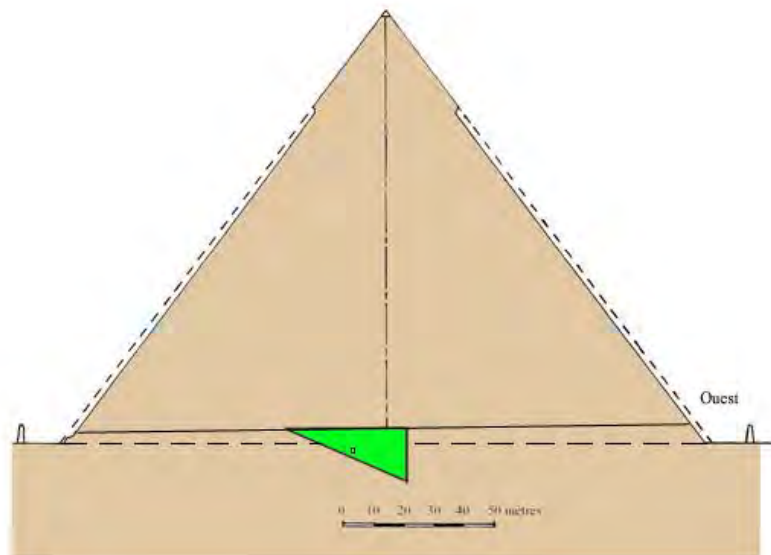
© Jean-Pierre Houdin d'après croquis Franck Monnier

La tranchée, en vert sur le dessin, coupe perpendiculairement l'axe Nord/Sud et sa position est matérialisée par la section « construite », c'est-à-dire maçonnée, comprise entre deux parties « creusées » de ce couloir.



© Jean-Pierre Houdin d'après croquis Franck Monnier

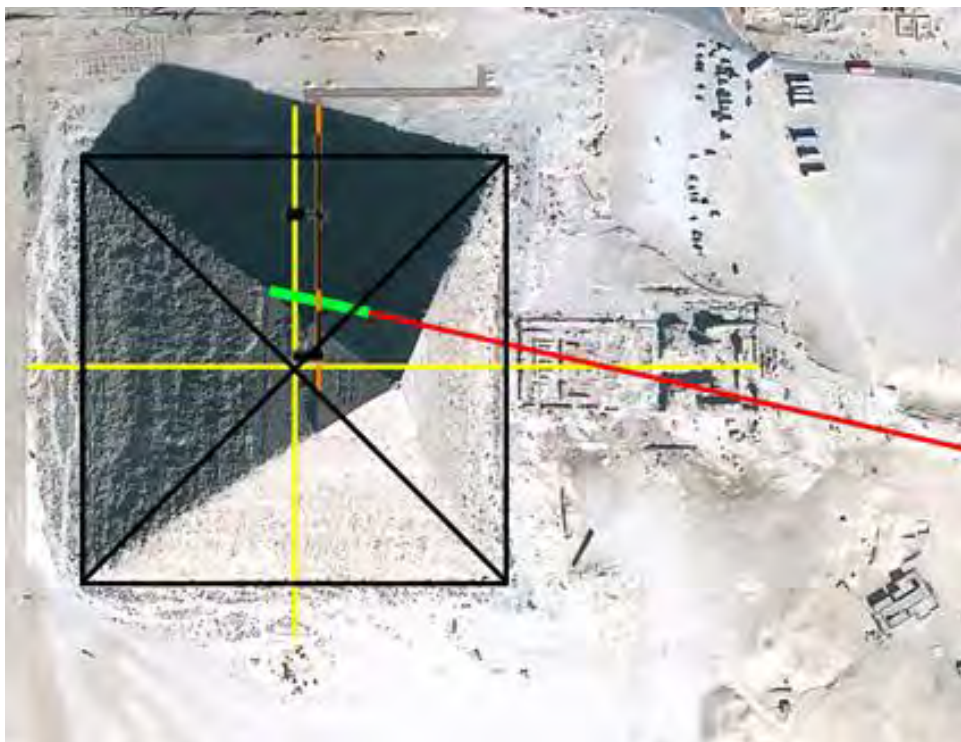
Si le couloir avait été positionné dans l'axe Nord/Sud, celui-ci aurait franchi la tranchée dans une zone très profonde de celle-ci, obligeant à recréer un socle de fondation assez important, une « chandelle » d'une dizaine de mètres de hauteur, afin de reposer directement sur la roche.



© Jean-Pierre Houdin d'après croquis Franck Monnier

Les concepteurs ont jugé préférable de se rapprocher au plus près du socle rocheux dans la tranchée afin de réduire au minimum la reprise en sous-œuvre ; pour ce faire, ils ont déporté le couloir horizontal de 23 coudées vers l'Est. De plus, la tranchée ayant certainement été rapidement comblée vers la fin du chantier de la pyramide de Kheops, il n'était pas nécessaire de la déblayer totalement si ce n'est au droit du futur couloir horizontal supérieur.

La zone « maçonnée » et le déport de ce couloir peuvent ainsi donner une indication assez précise de la position de la tranchée du contrepoids sur le Plateau, en vert sur le plan ci-dessous (l'axe de la rampe est matérialisé par un trait rouge).



© Jean-Pierre Houdin / Google Earth

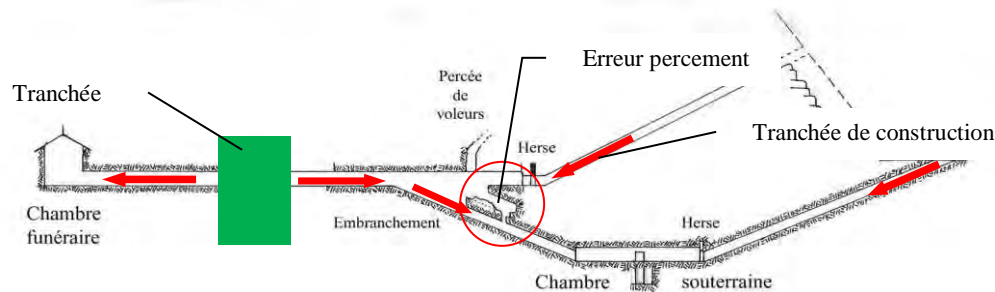
Finalement, la présence de cette tranchée a eu également une influence sur la méthode de percement des couloirs du fait que les sapeurs ont pu attaquer le chantier sur quatre fronts différents :

- un premier front depuis l'entrée inférieure Nord avec le creusement du couloir descendant bas,
- un deuxième front avec le creusement, dans le socle rocheux conservé, de la tranchée de construction de la moitié basse du 2^{ème} couloir descendant haut arrivant de l'entrée supérieure,
- un troisième front depuis la tranchée du contrepoids avec le percement vers le Nord du couloir horizontal supérieur,
- un quatrième front depuis la même tranchée avec le percement vers le Sud et la chambre funéraire du couloir horizontal supérieur.

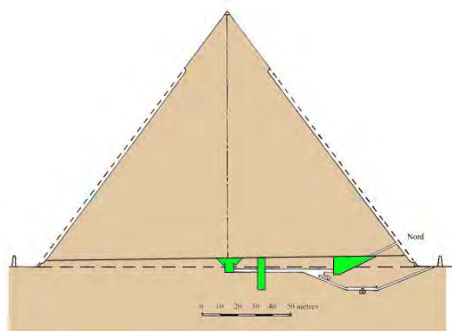
Une fois tous les percements terminés, la partie « maçonnée » du couloir horizontal supérieur a été réalisée. Les appartements funéraires ont pu ainsi être construits très rapidement.

Ceci peut apporter une réponse à deux questions :

- le couloir ascendant reliant le couloir horizontal inférieur au couloir horizontal supérieur a pu être creusé en descendant par les sapeurs travaillant du Sud vers le Nord dans le couloir horizontal supérieur (ceux du 3^{ème} front de percement) ;
- ces mêmes sapeurs ont dû faire une erreur d'estimation pour le percement de cette descenderie ; ils auraient attaqué son percement trop au Nord. Ayant très vite constaté cette erreur, ils en auraient repris un nouveau légèrement plus au Sud. La partie percée et abandonnée aurait alors été comblée avec une maçonnerie soigneusement posée.



© Jean-Pierre Houdin d'après Franck Monnier



© Jean-Pierre Houdin d'après Franck Monnier



© Mathias Glad

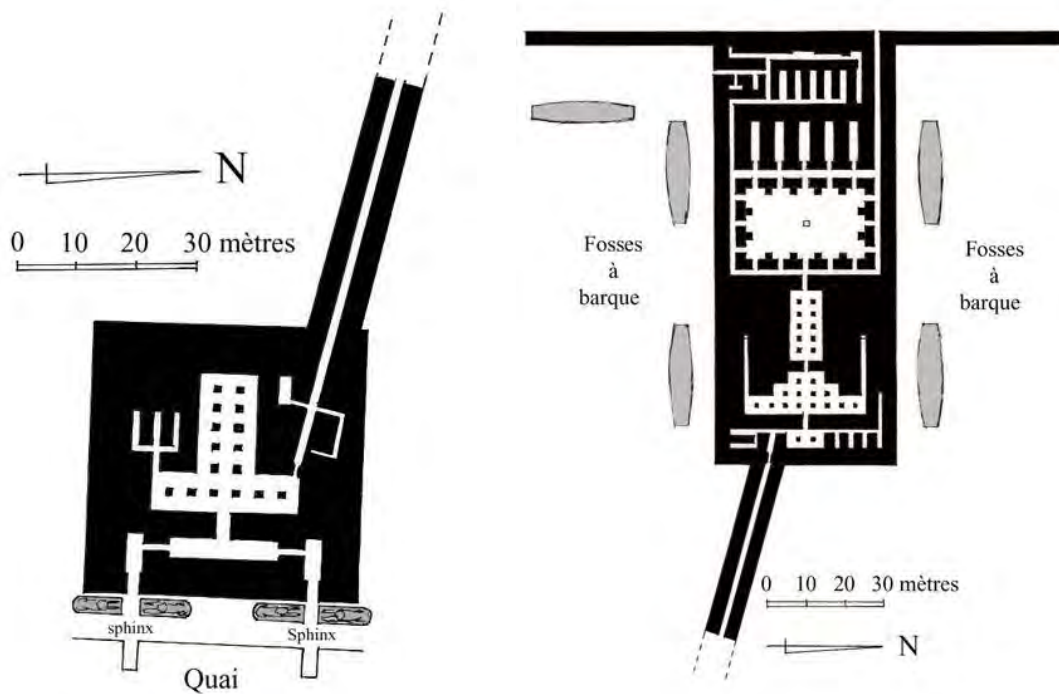
A gauche, de part et d'autre de la tranchée existante, la fosse creusée pour réaliser la chambre funéraire et la tranchée creusée pour construire le couloir descendant supérieur. En analysant cette coupe, il est évident qu'il n'y avait aucune raison de creuser une nouvelle tranchée coupant le couloir horizontal ; au contraire, les architectes se sont adaptés à cette contrainte existante. Au centre, le couloir ascendant vu du couloir horizontal supérieur et à droite, ce même couloir vu depuis la chambre funéraire. Le couloir traverse la tranchée au niveau du 2^{ème} et du 3^{ème} éclairage.

3 - Analyse de l'entrée dans les temples funéraires

Pénétration de la Chaussée Monumentale de Khephren dans les Temples Bas (à gauche) et Haut (à droite) de Khephren.

Celle-ci ne pénètre pas dans les temples d'une façon logique mais a dû être adaptée à une situation existante liée à la présence de la première rampe du chantier de Kheops, celle reliant le port au bas de la rampe extérieure. Elle ne pénètre pas dans l'axe des temples mais sur un coté des façades.

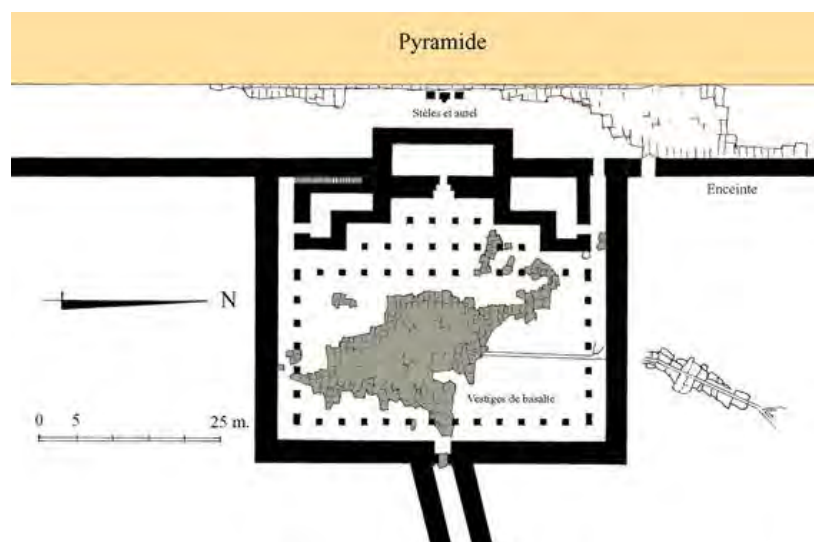
De plus, l'architecture est massive, lourde, le ratio vides/pleins étant très nettement marqué au profit des pleins. On pourrait la qualifier d'architecture de "pleins".



© Franck Monnier

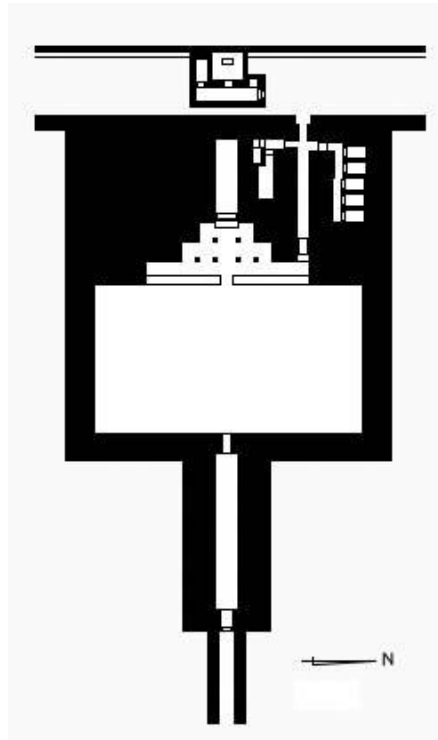
Entrée du Temple Haut de Kheops: bien que la chaussée monumentale soit en biais, elle se raccroche au Temple Haut dans l'axe de celui-ci et de la pyramide (Ouest/Est).

L'architecture intérieure est très aérée : c'est une architecture de "vides" ; elle est antérieure à celle des Temples de Khephren.



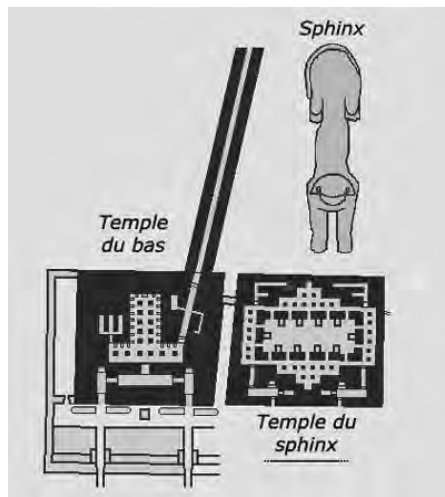
© Franck Monnier

Entrée du Temple Haut de Mykerinos : la chaussée est droite et perpendiculaire au Temple Haut, et se raccroche dans l'axe de celui-ci et de la pyramide (Ouest/Est). L'architecture est massive, lourde : c'est une architecture de "pleins", comme celle des Temples de Khephren, montrant bien une postériorité à ceux-ci.

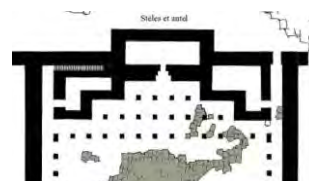


© Franck Monnier

Enfin, le Temple du Sphinx et le Temple Bas de Khephren. Suite aux constats décrits ci-dessus, on voit bien que le Temple du Sphinx a été construit antérieurement à celui de Khephren ; le Temple du Sphinx a une architecture aérée comme celle du Temple Haut de Kheops (en bas).

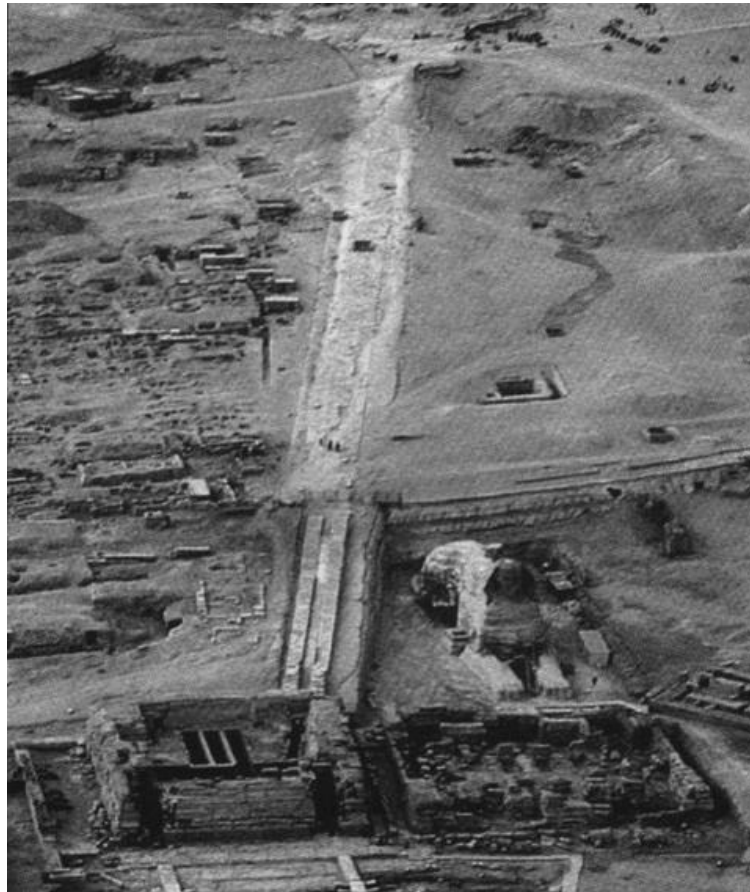


D'après Jean-Philippe Lauer

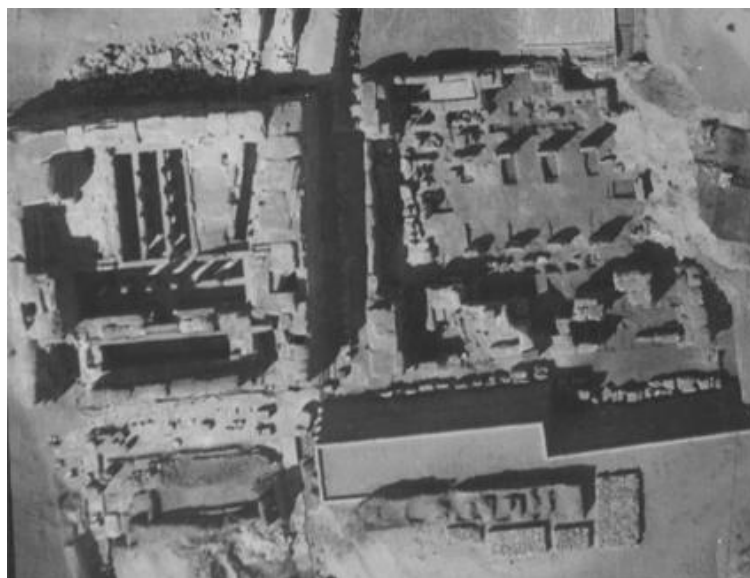


D'après Jean-Philippe Lauer

D'autre part on note que le mur Sud du Temple du Sphinx est en biais, indiquant une adaptation à la rampe existante. Par la suite, comme le mur Sud du Temple du Sphinx existait, les architectes de Khephren ont bâti son Temple Bas à côté en construisant le mur Nord de celui-ci parallèle au mur Sud du Temple du Sphinx ; ils l'accolaient ainsi au plus près pour être en harmonie. A moins qu'il n'y ait eu volonté de Khephren de récupérer l'ensemble pour lui.



© Giza Archives



© Giza Archives

4 - Le Sphinx représente le Roi Kheops



© Emillienne Dubois

Le Sphinx portant la pyramide de Kheops tel que les habitants de Memphis devaient le voir.

Si la rampe de Kheops en soubassement de la Chaussée Monumentale de Khephren et le Sphinx n'avaient pas existé au moment de la construction de la pyramide de Khephren, les topographes auraient certainement implanté cette chaussée en prolongement de l'axe Ouest/Est de sa pyramide comme le feront plus tard ceux qui ont implanté la Chaussée Monumentale de Mykerinos. La Chaussée Monumentale de Kheops, quant à elle, avait été adaptée à un terrain bien différent, marqué par une falaise à l'Est ; une dépression au Nord/Est dans celle-ci avait été utilisée pour tracer son implantation afin de relier le Temple Haut au Temple Bas et la vallée du Nil.



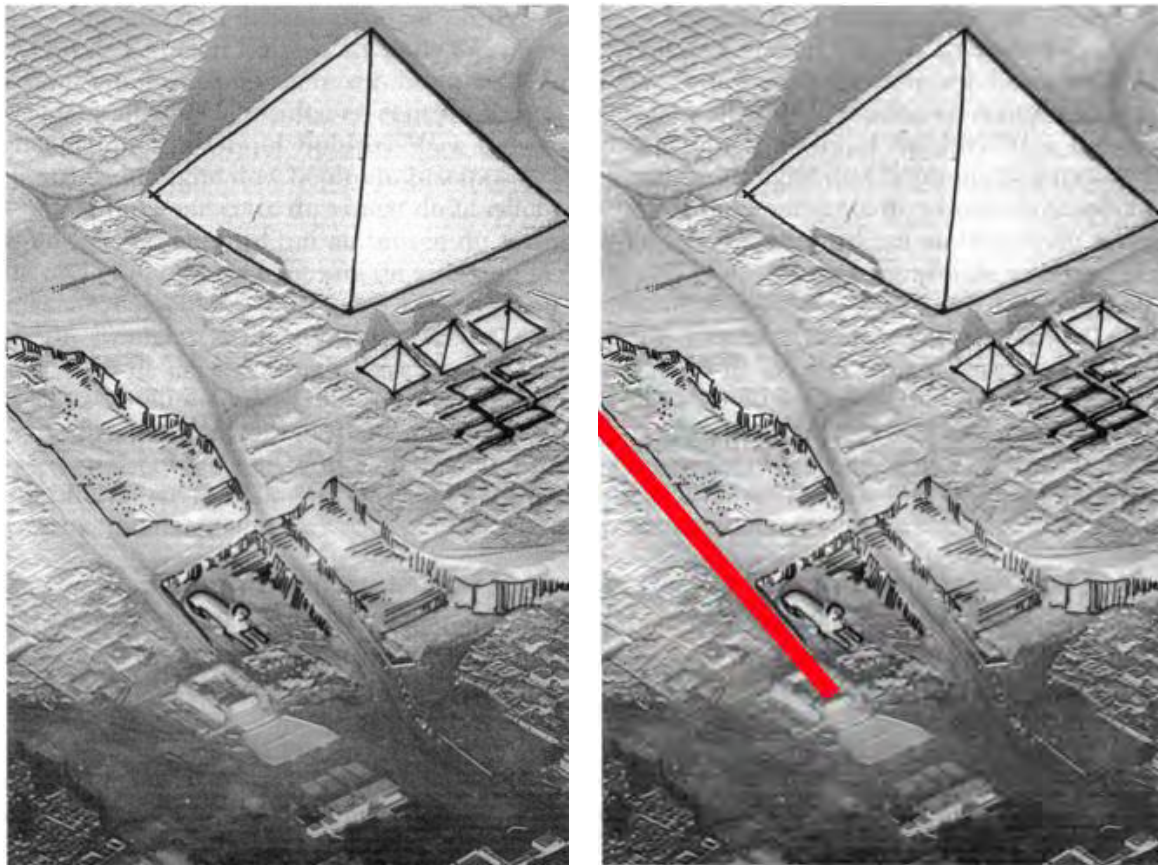
© Jean-Pierre Houdin / Google Earth

Si tel avait été le cas, le Sphinx se serait alors retrouvé à gauche de la Chaussée Monumentale (en regardant de l'Est), et non à droite comme on peut le constater aujourd'hui.

Pour reprendre quelques lignes du Pr Dr Rainer Stadelmann extraites de la communication faite à l'Académie des Arts et Belles Lettres en 1999 à propos du Sphinx:

"La force animale est apparemment domptée par l'esprit humain du roi, et l'image sert à présent d'hypostase divine, majestueuse et calme. Cette extraordinaire métamorphose intellectuelle est assurément plus conforme au legs de Kheops, moteur de toutes les innovations, qu'au règne de Khephren qui, sans vouloir ternir sa célébrité, a en tout point de vue imité l'œuvre de son père. Même sa célèbre statue est d'un type déjà inventé par son prédécesseur, Kheops, comme le montre un fragment conservé aujourd'hui au Museum of Fine Arts de Boston".

Le Pr Dr Stadelmann accompagne son texte d'une photo aérienne (à l'envers dans le texte original) du site de Gizeh centrée sur le Sphinx et la pyramide de Kheops. Il a surligné au crayon les éléments principaux : la pyramide de Kheops, celles des Reines, quelques mastabas du cimetière Est, le Sphinx et deux carrières dans l'environnement immédiat de ce dernier.



© Jean-Pierre Houdin d'après croquis Rainer Stadelmann

On distingue très nettement que le flanc Sud de ces deux carrières est parfaitement délimité par la rampe/Chaussée Monumentale de Khephren (en rouge à droite). Ces deux carrières sont également séparées par une laisse de carrière permettant une liaison entre cette chaussée et la pyramide de Kheops, l'empreinte d'une petite rampe ancienne étant perceptible juste derrière le Sphinx. Le front de taille des deux carrières se développe sur le flanc Nord en direction de la pyramide et des mastabas. Une petite rampe en tranchée rejoint l'ensemble pyramides des Reines/Mastabas dans l'axe de l'espace les séparant.

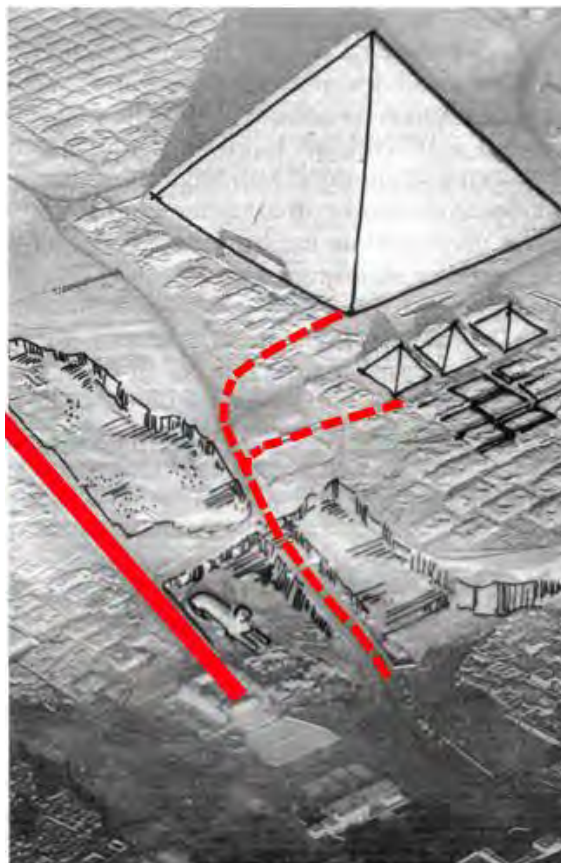
Dans la carrière en premier rang, la partie gauche, autour du Sphinx, atteint un niveau légèrement plus haut que celui du Temple du Sphinx. Dans cette carrière, une rampe de service a été aménagée, coupant celle-ci en deux parties; la partie Nord est moins profonde et est étagée sur 3 niveaux différents, le plus haut étant le plus près de la pyramide.

Il est supposé, dans la théorie, que la pyramide de Kheops a été construite à l'aide de deux rampes différentes :

- Une première rampe, extérieure, qui a desservi le chantier jusqu'au niveau +43m tout en permettant de continuer à l'alimenter, dans l'enceinte du monument, par une rampe de service ouverte.
- Une seconde rampe, intérieure, qui a pris le relais pour la construction de la partie supérieure de la pyramide. Cette rampe partait de l'angle Sud/Est de celle-ci, à un niveau très proche de sa base (environ 6m au-dessus de celle-ci).

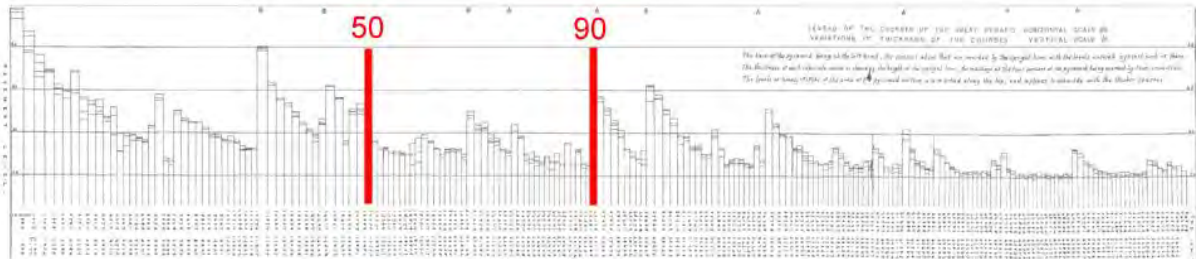
Les poutres et blocs des murs en granit de la Chambre du Roi venant des carrières d'Assouan, les blocs de parement, des murs de certains ouvrages intérieurs (Chambre de la Reine, Grande Galerie, couloirs) et les poutres-chevrons en calcaire de Tourah venant de la rive Est du Nil, un port était nécessaire pour leur déchargement. Celui-ci sera creusé au pied du futur Sphinx et de la Chaussée Monumentale. Des quais de débarquement sont toujours visibles à l'entrée du Temple Bas de Khephren. Par ailleurs, des sondages effectués il y a quelques années à une vingtaine de mètres à l'Est de ces quais ont permis de détecter un fragment de bloc de granit, confirmant bien la présence d'un port à cet endroit.

Les pièces de granit et les lourdes pièces de calcaire ont été stockées sur une aire adaptée près du lieu de déchargement et à proximité de la base de la rampe/chaussée, en attendant le moment de leur transport et de leur mise en place, tandis que les blocs de parement déjà surfacés et numérotés, donc fragiles, étaient directement acheminés sur le chantier en empruntant un parcours spécial jusqu'à leur mise place définitive, ceci pour prévenir au maximum les chocs dus au transport. Ce parcours partait du quai de déchargement, remontait une rampe de service aménagée au Nord de la carrière du Sphinx et rejoignait l'entrée de la rampe intérieure en longeant le flanc Nord de la deuxième carrière. La rampe intérieure servait, dès le début du chantier, au transfert des blocs de parement jusqu'à leur mise en place, garantissant une meilleure protection des convois. Ce parcours était également emprunté pour les pyramides des Reines et les mastabas.



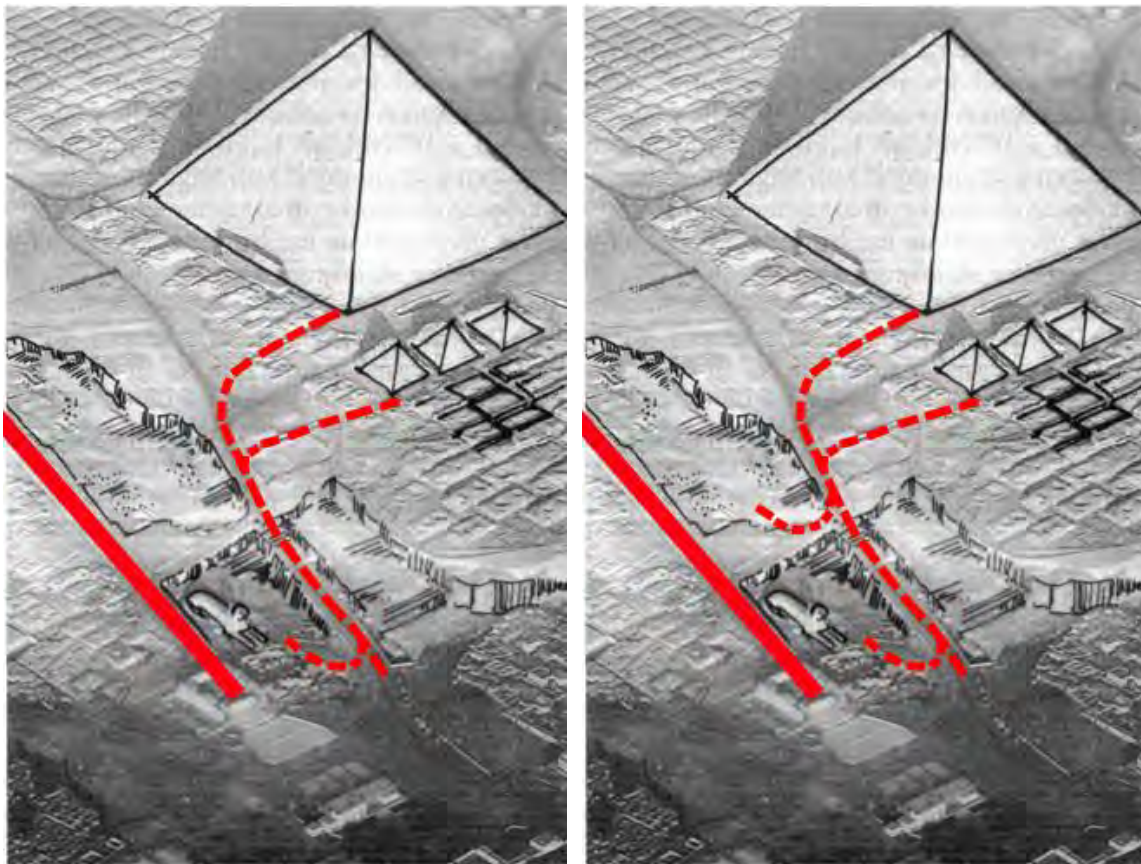
© Jean-Pierre Houdin d'après croquis Rainer Stadelmann

Les deux carrières locales ont, quant à elles, été exploitées à partir de la construction de la Chambre du Roi et les blocs extraits sont situés entre l'assise 50 (niveau +43m) et l'assise 90 (niveau +70m). Ces blocs sont d'une plus petite taille que la moyenne, indiquant que les strates dans ces carrières étaient plus fines que celles de la carrière principale au Sud de la rampe/chaussée. Le relevé des hauteurs d'assises réalisé par Sir Flinders Petrie montre bien cette particularité. Les assises redeviennent plus épaisses et en tranches décroissantes au-dessus de l'assise 90 comme celles en-dessous de l'assise 50. Les assises au dessus de l'assise 90 seront construites avec des blocs recyclés issus du démontage de la rampe extérieure, donc venant de la carrière Sud.



© Jean-Pierre Houdin d'après croquis Sir Flinders Petrie

L'ordre de mise en exploitation de ces deux carrières n'est pas déterminé de façon absolue mais il est évident que la technique d'attaque du socle rocheux permettait dans les deux cas de se raccorder au parcours d'accès à la pyramide et aux monuments funéraires annexes. Toutefois, dans la carrière basse qui est séparée en deux parties par une rampe, la partie Sud, autour du Sphinx, semble plus ancienne que la partie Nord, celle-ci étant moins profonde. Lors de la construction de la route moderne d'accès au plateau, les topographes ont repris en partie l'ancien tracé de cette rampe.



© Jean-Pierre Houdin d'après croquis Rainer Stadelmann

5 - Première conclusion d'étape

Extraits de la communication du Pr Dr Rainer Stadelmann déjà citée plus haut,

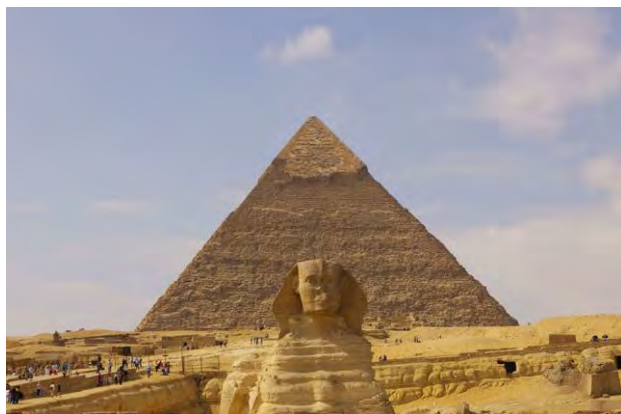
« La limite méridionale de ces carrières est clairement définie par l'escarpement rocheux sur lequel plus tard Chéphren a placé la chaussée menant à sa propre pyramide. C'est justement à cause de ces carrières de Chéops que la chaussée de Chéphren ne dessine pas un trajet E-O vers son temple de la vallée, mais dévie visiblement vers le sud. Cela signifie que pour tracer le trajet de sa chaussée, Chéphren devait tenir compte d'une disposition déjà existante, d'une structure importante plus ancienne qu'il fallait contourner, ce qui exigeait un changement du cours normal de la chaussée et non l'inverse, comme on le prétend toujours. Or cet objet ne peut avoir été que le Grand Sphinx. Ainsi, la cavité rectangulaire au centre duquel le sphinx a été taillé à même le roc participe sûrement des carrières de Chéops. Ceci peut être appuyé par la comparaison de la pierre des différentes assises de la Grande Pyramide avec les diverses couches de formation observées sur le rocher qui forme le corps du Sphinx et les parois de cavité. La séquence des blocs provenant des couches diverses est clairement identifiée par le type d'érosion. A l'origine, la surface de la roche dans laquelle on a taillé le Grand Sphinx devait être considérablement plus élevée que la plaine rocheuse qui s'étend vers le sud. Il est probable qu'elle était aussi haute que l'avancée nord sur laquelle on a construit les tombes des fils royaux ou au moins de hauteur égale à celle de la butte à l'extrême sud qui recèle les vestiges des carrières de Chéphren et Mykérinos.

Toute la masse du promontoire original entre le niveau actuel du sol de la dépression du Sphinx et le niveau supérieur du plateau de la Grande Pyramide, quelque 20 m de hauteur, a été extraite pour fournir les blocs du corps de la maçonnerie de la Grande Pyramide.

On se demande alors pourquoi Chéops aurait fortuitement laissé à la limite sud de ses carrières une butte où plus tard Chéphren et ses artistes auraient improvisé l'idée d'y sculpter un Sphinx, comme on le suppose généralement. Selon moi cette idée n'est pas convaincante.

Naturellement, le seul fait que le Grand Sphinx occupe la limite méridionale des carrières de Chéops ne prouve pas encore que c'est indubitablement Chéops qui a eu l'idée de le faire sculpter. Pourtant, il est impensable que sous un règne aussi prodigieux et dans un complexe funéraire d'une conception si rigoureuse et grande, dont la perfection rarement égalée lui vaut encore aujourd'hui d'être considéré comme une des merveilles, on ait par hasard laissé un roc aux abords méridionaux du chantier le plus extraordinaire. Qui plus est, le roc est situé tout près de la vallée et donc visible aux habitants de la résidence tout proche. »

La preuve de l'utilisation d'un contrepoids lié à une rampe reliant le port à la base de la rampe extérieure du chantier de la pyramide de Kheops confirme ce que le Pr Dr Rainer Stadelmann avait avancé il y a de nombreuses années. Le Sphinx ne représente pas Khephren comme la photo de gauche pourrait le laisser supposer, mais Kheops à n'en point douter (photo de droite).



© Bob Goldberg



© Jean-Pierre Houdin

6 - Recherche d'indices sur le Plateau de Gizeh du 3 au 7 mai 2010

Toutes les photos sont © Jean-Pierre Houdin excepté celles créditées

Le but de cette « mission privée »* était de trouver sur place le maximum d'indices corroborant les éléments mis en avant dans cette étude. Elle a consisté en une analyse scrupuleuse et détaillée de la topographie et de la géologie du Plateau de Gizeh, du positionnement des différentes carrières, des aménagements réalisés au niveau de la base de chaque pyramide, du tracé et de la construction des chaussées monumentales et enfin une visite à l'intérieur des pyramides de Khephren et de Kheops. Le rapport est divisé en 4 parties :

1. Les chaussées monumentales de Kheops et Mykerinos
2. La chaussée monumentale de Khephren construite sur une rampe du chantier Kheops
3. La particularité géologique à l'origine du positionnement du Sphinx
4. La position probable de l'entrée de la rampe intérieure de la pyramide de Kheops

* Avant de partir pour le Caire, le programme d'étude sur le terrain a été préparé en tenant compte des seules possibilités offertes, c'est-à-dire l'achat de billets d'entrée et la visite du site dans les conditions d'un touriste lambda.

1- Les chaussées monumentales de Kheops et Mykerinos

La chaussée monumentale de Kheops a été partiellement parcourue depuis le Temple Haut jusqu'à la bordure Est du Plateau. Le Temple Haut est implanté à cheval sur l'axe Est/Ouest et son entrée est centrée sur sa face Est. Bien que faisant un angle d'une vingtaine de degrés par rapport à l'axe Est/Ouest, la chaussée est clairement raccordée à l'entrée du Temple.



Sa largeur mesurée en différents points est d'environ 10,50m, soit une vingtaine de coudées.

Cette largeur est même légèrement réduite (18 coudées) à l'aplomb d'un tunnel creusé sous la chaussée afin de permettre une liaison entre la partie Sud et la partie Nord du Plateau.



La chaussée monumentale de Mykerinos a été parcourue sur une grande partie, depuis le Temple Haut. Elle sort dans l'axe Est/Ouest du Temple et de la pyramide et reste parfaitement dans cet axe sur toute sa longueur.



La chaussée est construite en déblais/remblais pour s'adapter à la topographie du terrain. Sa largeur est constante et d'environ 8,50m, soit 16 coudées. Une trace centrale d'environ 4 coudées de largeur est clairement visible ; elle doit correspondre à l'empreinte du dallage du couloir intérieur.

La pyramide de Kheops est de dimensions comparables à celle de Khephren et l'étude sur place confirme bien qu'une largeur moyenne de 20 coudées a été suffisante pour sa chaussée monumentale dans sa partie supérieure et que rien ne semble indiquer que la partie inférieure descendant vers la vallée soit différente. Quant à la pyramide de Mykerinos, de dimensions réduites par rapport à ses 2 grandes voisines, une chaussée monumentale de 16 coudées de largeur était largement suffisante.

2- La chaussée monumentale de Khephren construite sur une rampe du chantier Kheops

La chaussée monumentale de Khephren a fait l'objet d'une étude particulièrement attentive lors de trois visites dédiées. Elle a été abordée et parcourue à la fois depuis le Temple Haut et depuis le Temple Bas ; elle a également été analysée depuis la route moderne reliant l'entrée au site côté Sphinx et depuis la grande carrière Sud bordant le wadi.

La description choisie pour cette démonstration suit le parcours estimé suivi par les poutres de granit et les chevrons de calcaire de la chambre du Roi de Kheops.

La livraison de ces éléments était assurée au port du chantier qui a été repris plus tard pour le chantier de Khephren et l'implantation du Temple Bas de ce Roi.



A gauche, le port de Khephren, à droite les quais.



Vue depuis le port :

Au premier rang, de gauche à droite, le Temple Bas de Khephren et le Temple du Sphinx, au deuxième rang, la chaussée Monumentale et le Sphinx et au fond les pyramides de Mykerinos et de Khephren.

La distance entre l'entrée du Temple Bas et la pyramide est de plus de 650m pour un dénivelé de 55m, ce qui donne une pente moyenne d'environ 8,5% ; ce type de pente est très adapté pour servir de rampe de transport de matériaux.

La chaussée monumentale vue depuis la sortie haute du Temple Bas.



A noter que l'axe du passage dallé pointe tout droit vers la zone centre/Nord de la pyramide. La largeur de ce passage entre murs est d'environ 4 coudées, c'est-à-dire une largeur identique à l'empreinte du dallage sur la chaussée monumentale de Mykerinos.



A gauche, vue plongeante vers l'Est, prise au niveau de la bordure Ouest de la carrière du Sphinx, de la sortie de la chaussée monumentale (reconstitution moderne) du Temple Bas. A droite, vue, à partir de la même position mais vers l'Ouest, de la chaussée en direction de la pyramide. Le sol de la chaussée à ce niveau a été directement taillé dans le socle rocheux, suivant la pente naturelle du terrain.

La largeur mesurée de la maçonnerie sur la photo de gauche est d'environ 16 coudées, comme la chaussée de Mykerinos, plus des bas-côtés d'une dizaine de coudées. Sur la photo de droite, la chaussée s'élargit à quelques dizaines de mètres de ce point.



Le Sphinx dans sa carrière vu depuis la Chaussée Monumentale; les strates du corps sont parallèles à la pente de la celle-ci. Au fond, la route moderne suit une pente équivalente. Seule la tête du Sphinx dépasse nettement la pente naturelle du terrain. Le calcaire de la tête est différent de celui du corps ; il est plus dur et donc moins sensible à l'érosion.

Axée sur la mi-parcours et sur environ 250m, une légère dépression sous la moitié Sud de la chaussée a dû être comblée par l'apport de blocs de calcaire de grandes dimensions. La chaussée a donc été « construite » dans toute cette partie.



A gauche, vue vers le Temple Bas, à droite vue vers Khephren. Dans toute cette zone, la largeur de la chaussée peut être clairement déterminée : la partie centrale, en légère surépaisseur, mesure 19 à 20 coudées de large et les 2 bas-côtés Nord et Sud mesurent 13 coudées chacun. L'ensemble fait donc 45 à 46 coudées (23,50 à 24m), soit plus du double de la chaussée de Kheops.



Une seule couche de blocs a été suffisante pour remblayer cette légère dépression. Les passants donnent l'échelle des blocs. Le socle rocheux a même été creusé par la suite sous la chaussée.



En continuant vers la pyramide, la chaussée retrouve le socle rocheux dans sa totalité ; des failles la traversent en plusieurs endroits. La bordure Nord de la chaussée laisse apparaître dans sa partie haute les strates d'une carrière ancienne creusée entre celle-ci et la pyramide de Kheops. La bordure Sud est également voisine de la carrière principale ouverte sur le Plateau. La chaussée se développe donc entre 2 carrières et son tracé est antérieur ou contemporain à celles-ci.



Le sol de la chaussée à ce niveau a été directement taillé dans le socle rocheux, suivant la pente naturelle du terrain.



La chaussée monumentale pénètre dans le Temple Haut avec un angle d'environ 80° dans la partie Sud de sa façade Est ; l'entrée n'est donc pas dans l'axe Est/Ouest (la chaussée semble même avoir

été légèrement déviée dans les cinquante derniers mètres pour pouvoir rejoindre cette entrée désaxée). Cette zone de la chaussée est élargie, laissant deviner la présence antérieure d'un promontoire rocheux dans lequel cette partie de la rampe aurait été exécutée en tranchée. Plus tard, les énormes blocs constituant les murs du Temple auraient été débités dans le socle rocheux existant de part et d'autre et tractés à leur place définitive.



© Iconos

Le Temple Haut a été construit sur un promontoire naturel arasé.

Une fois passé le Temple Haut, la base de la pyramide de Khephren apparaît ; malgré un certain nombre de joints apparents, il est évident que les énormes blocs des 3 ou 4 premiers rangs ont été débités directement dans le socle rocheux à quelques mètres en retrait des façades et amenés en bordure (2^{ème} rang) pour constituer une fondation solide et stable. La pyramide étant implantée à la cote 70, on peut raisonnablement en déduire que le Plateau atteignait la cote 75 à cet endroit avant la construction de la pyramide de Khephren et que toute la partie Est à la base et sous le Temple Haut a été décaissée et nivelée à la cote 70 lors du chantier.



A gauche, la partie centrale de la base Est de la pyramide ; à droite l'angle Nord/Est. Les 4 premières assises sont constituées par « sculpture » directe du socle rocheux ou de blocs taillés en léger retrait de la façade et ensuite avancés en limite.

En longeant la façade Est en direction du Nord, on peut noter une particularité étonnante : au-delà de la légère pente marquée à l'Est et au Sud dans le dallage de la plateforme nivelée entourant la pyramide de Khephren, le dallage reste horizontal sur une zone excentrée. Cette zone est alignée sur un axe rejoignant le Sud/Ouest de la pyramide de Kheops.



Sur cette photo aérienne, on distingue bien cette excroissance en direction de la pyramide de Kheops.



A gauche, au-delà du dallage en légère pente, on aperçoit une plateforme horizontale ; en s'approchant on voit que celle-ci est orientée vers l'arête Sud/Ouest de la pyramide de Kheops. Les 3 trous visibles à peu près au tiers de la hauteur de la pyramide ont leur base à l'assise 50, soit le niveau +43m. La distance qui sépare la pyramide depuis cet emplacement est de 300m environ.



Ce dallage est à la cote 70 alors que la pyramide de Kheops est implantée à la cote 60. Il y a actuellement une dizaine de mètres de différence de niveau, ce qui fait que le dénivelé séparant ce dallage au niveau +43m de la pyramide de Kheops n'est donc plus que de 33m. Les véhicules circulant en contrebas donnent l'échelle.

En revenant en arrière et en redescendant vers la pyramide de Kheops, on peut alors constater que cette plateforme a également été constituée, comme pour une partie de la chaussée monumentale de Khephren, par l'apport d'énormes blocs de calcaire extraits légèrement en amont du Plateau, vers l'Ouest, et tractés dans cette zone.



2 à 3 couches de blocs de grandes dimensions constituent la plateforme actuelle. Là encore, les personnages sur la photo donnent l'échelle.



A gauche, un bloc de grande dimension a même été posé en délit, donc entraînant une fragilité que les Egyptiens, fins connaisseurs en géologie, auraient évitée pour la construction d'un ouvrage définitif et non temporaire comme une rampe. A droite, la tranche verticale laisse imaginer qu'une partie de cette plateforme a été démontée à un moment donné sans volonté de lui donner un aspect fini. L'ensemble de cette plateforme a tous les aspects d'un soubassement antérieur à la pyramide de Khephren.



A gauche, la plateforme vue en venant de la pyramide de Kheops et à droite vue depuis le côté Nord du Temple Haut de Khephren. Cette zone Nord/Est est à comparer à la zone Sud/Est de la base de la pyramide de Khephren. Dans cette partie, et à quelques mètres seulement de la première assise, le dallage part en pente douce pour rejoindre la pente naturelle du Plateau à la fois vers le Sud et vers l'Est ; la finition est parfaite.



Zone Sud/Est : à gauche, le dallage part en pente douce vers le Sud, à droite il fait de même vers l'Est.



© Spelterini

Dans la théorie, la rampe extérieure de Kheops permettant d'accéder au chantier jusqu'au niveau +43m part du coin Nord/Est de la future pyramide de Khephren et rejoint la pyramide dans le coin Sud/Ouest de la face Sud de celle-ci.

En comparant la chaussée monumentale actuelle de Khephren avec les autres chaussées du Plateau, il paraît évident que la base de celle-ci a toutes les caractéristiques d'une large rampe de chantier qui aurait servi au transport des lourdes poutres de granit et de calcaire de Tourah de la Chambre du Roi et des autres monolithes du chantier. Une rampe extérieure partant du Plateau au niveau de la partie supérieure de la future chaussée monumentale de Khephren, à la cote 75, et débouchant dans le coin Sud/Ouest de la face Sud de la pyramide de Kheops, aurait eu une longueur d'environ 320m pour un dénivelé de 28m, soit une pente moyenne de 8,7% à comparer avec la pente de 8,5% de la chaussée monumentale actuelle de Khephren.



Etat actuel de la chaussée monumentale de Khephren avec la pyramide de Kheops à droite.



La rampe d'origine reliant le port à la base de la rampe extérieure du chantier de la pyramide de Kheops ; formant un angle à environ 80°, cette dernière (montage en beige au centre de la photo) prolonge la première rampe avec une pente comparable. La longueur totale des 2 rampes est d'environ 970m pour un dénivelé de 83m entre le niveau du port et le niveau de la base de la Chambre du Roi, soit une pente moyenne de 8,55%.

Une rampe directe du port au niveau +43m de la pyramide de Kheops aurait eu une pente beaucoup trop forte, de l'ordre de 15%, donc inutilisable.

L'étude a porté ensuite sur l'intérieur de la pyramide de Khephren et l'analyse du couloir horizontal supérieur. Des mesures ont été prises pour confirmer la position exacte de la partie maçonnée de ce couloir qui a été construite dans une tranchée ouverte taillée dans le plateau rocheux au Nord de l'axe Est/Ouest de la pyramide de Khephren.

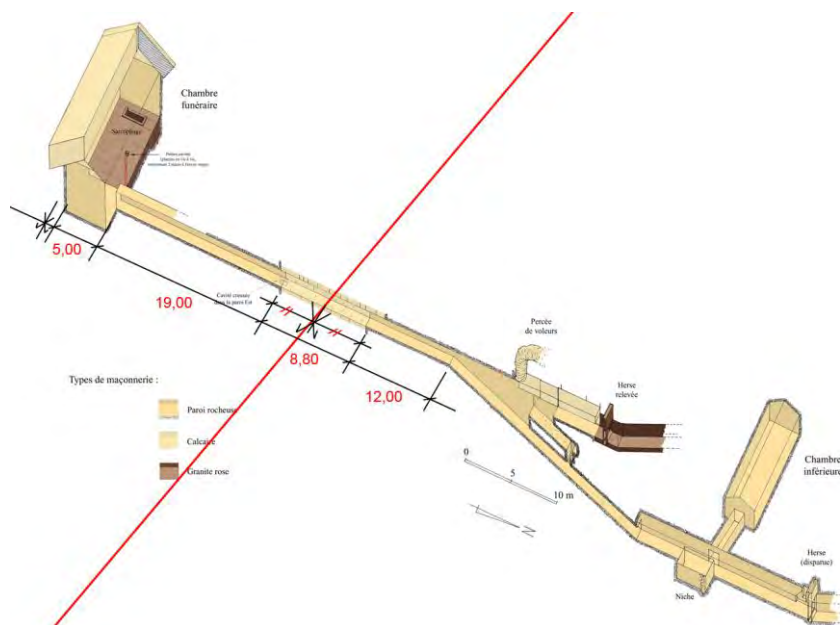
En début d'étude sur documents, il a été précisé :

« *La glissière d'un système à contrepoids doit obligatoirement avoir été creusée dans le socle rocheux en dans l'axe de cette Chaussée et en partie haute de celle-ci* ».



© Jean-Pierre Houdin / Google Earth

L'axe de la rampe sous la chaussée monumentale de Khephren coupe le couloir horizontal supérieur de la pyramide de Khephren à un peu moins du tiers de la distance, mesurée depuis l'axe Ouest/Est, entre cet axe et la base Nord.



© Jean-Pierre Houdin d'après Franck Monnier

Les mesures prises à l'intérieur de la pyramide montrent qu'une section du couloir horizontal supérieur a été maçonné, sol, murs et plafond, sur une longueur de 8,80m (environ 17 coudées), l'axe de cette partie maçonnée se trouvant à une trentaine de mètres au Nord de l'axe Ouest/Est de la pyramide, dans l'alignement de l'axe de la rampe sous la chaussée (ligne rouge). Cette section, qui a été maçonnée dans une tranchée d'au moins une dizaine de mètres de profondeur, est exactement à l'emplacement supposé dans l'étude. La longueur maçonnée est tout à fait compatible avec une tranchée d'origine d'une douzaine de coudées de largeur permettant de construire une glissière de contrepois comparable à la Grande Galerie de Kheops ; les coudées supplémentaires, réparties également de part et d'autres, correspondraient à des sapes latérales creusées afin d'ancrer le couloir maçonné dans le socle rocheux, à la fois pour éviter le cisaillement vertical et pour compenser l'angulation de la tranchée par rapport au couloir.

Enfin, il est à noter la présence d'une cavité parallélépipédique soigneusement réalisée dans la maçonnerie en partie haute du mur Est à la jonction Sud maçonnerie/percement. Cette cavité pourrait être un vestige d'un puits de ventilation vertical temporaire.

3- La particularité géologique à l'origine du positionnement du Sphinx

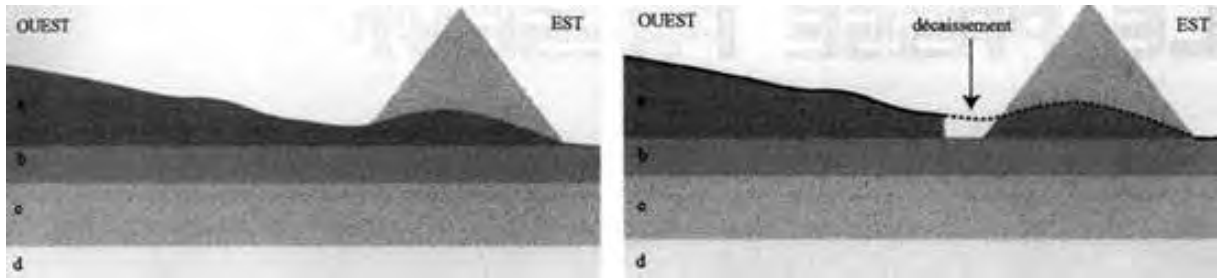
En analysant la chaussée monumentale de Kheops, il apparaît que celle-ci a été en partie creusée en tranchée sur la bordure Est du Plateau tandis que celle de Khephren a été en partie construite dans une dépression existante sur son tracé.



© Giza Archives/Jean-Pierre Houdin

En regardant les photos ci-dessus, on peut logiquement se demander pourquoi les topographes du chantier Khephren n'ont pas tout simplement tracé une ligne droite sur l'axe Ouest/Est de la pyramide et du Temple Haut pour relier cet ensemble au Temple Bas. Vu la topographie actuelle, la réalisation d'une telle chaussée n'aurait requis que des décapages ponctuels du socle rocheux, sans apport de blocs extérieurs. Dans cette solution, la tête du Sphinx se serait retrouvée à gauche de la chaussée et non à droite comme on peut le voir sur les photos.

Une des objections qui pourraient être émises concernerait la topographie de cette zone à l'époque de la 4^{ème} Dynastie. Certains mettent en avant la présence de « buttes » sur le Plateau et dans l'environnement du Sphinx ; ils avancent que les Egyptiens choisissaient des sites comportant des buttes pour bâtir leurs pyramides.



Les pyramides de Kheops et Khephren seraient donc bâties sur 2 buttes ce qui aurait permis d'économiser jusqu'à 40% du volume pour chacune. Rien, sur le terrain à Gizeh et dans les pyramides, ne permet de soutenir une telle assertion, et encore moins à Meïdoum et Dahchour (Rhombôïdale et Rouge) où les pyramides sont bâties sur du terrain plat. Par extension, le Sphinx aurait donc été sculpté dans une butte au pied du Plateau.



La réalité est tout autre et peut être constatée sur place à moins de 300m du Sphinx. La tête de celui-ci n'a pas été taillée dans une butte mais dans une excroissance rocheuse très limitée résultant de la moindre érosion d'une strate de calcaire d'une plus grande dureté.



A gauche, vue du Sphinx depuis la route menant à la face Sud de la pyramide de Kheops ; dans le fond, on peut distinguer la « colline des corbeaux » (Heit el-Gurob) qui surplombe le wadi. En zoomant sur cette colline, on s'aperçoit que plusieurs excroissances débordent de celle-ci, dont une est particulièrement intéressante.



La photo de gauche a été « retournée » de 180° pour être dans le même sens que le Sphinx ; on peut imaginer certaines analogies : pattes avant, tête, corps et cuisse arrière. La photo de droite est dans la position d'origine. On comprend aisément qu'il est plus tentant et plus facile de sculpter une tête dans

une excroissance de ce type plutôt que s'attaquer à une butte entière. Par ailleurs, la taille réduite de la tête du Sphinx par rapport à son corps est certainement tributaire de la taille de l'excroissance d'origine. Si les sculpteurs avaient disposé d'une butte entière, ils auraient sûrement proportionné la tête avec le corps.



Une tête de Sphinx aurait très bien pu être sculptée dans l'excroissance de la photo de gauche.

On peut remarquer également que le socle rocheux autour de l'excroissance est régulièrement érodé ; on peut donc estimer que la topographie autour de la tête du futur Sphinx était identique. La chaussée monumentale de Khephren aurait donc très bien pu passer à droite de cette excroissance sans difficulté majeure. Le Temple Bas de Khephren aurait été construit dans l'axe de cette chaussée, comme pour Mykerinos. Le Sphinx aurait été sculpté et creusé et son Temple aurait été à la même place, mais à gauche du Temple Bas de Khephren.



© Giza Archives

Dans la réalité, les topographes n'ont pas eu cette possibilité car ils ne traçaient pas la chaussée monumentale sur un terrain vierge, mais devaient tenir compte d'un aménagement existant sur le Plateau.

En fait, ils ont conseillé aux architectes et géomètres de se servir d'une ancienne rampe de construction abandonnée pour implanter la chaussée monumentale de Khephren, avec les conséquences que cela entraînait au niveau des plans des Temples Haut et Bas : les pénétrations du couloir processionnel dans ces Temples seraient désaxées. Ces inconvénients étaient minimes par

rapport au gain énorme de réutiliser une rampe existante comme fondation pour la chaussée monumentale.

Une question vient néanmoins à l'esprit : pourquoi les topographes de Kheops n'ont-ils pas implanté la rampe menant du port au pied de la rampe extérieure desservant la pyramide à droite du Sphinx ?

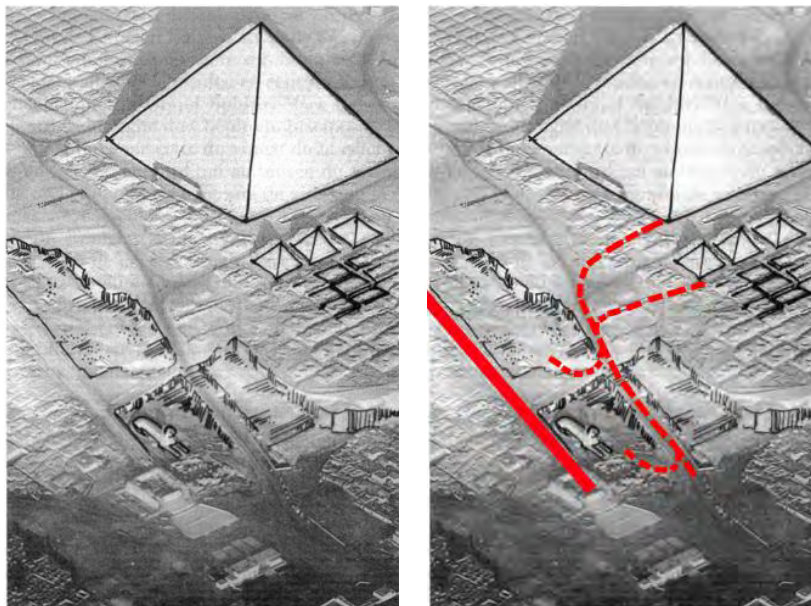
Là, le problème est totalement différent car les architectes avaient absolument besoin d'une carrière au Sud immédiat de la pyramide pour construire une partie de celle-ci, pendant la construction de la Chambre du Roi. En traçant la rampe à gauche de l'excroissance qui allait devenir la tête du Sphinx, ils « ouvraient » l'angle compris entre la rampe et la pyramide et dégageaient ainsi un flanc complet du Plateau ; dans cet espace, ils allaient pouvoir ouvrir 2 carrières conséquentes avec un accès direct au chantier. La première a été creusée autour du Sphinx tout en réservant une laisse dans laquelle ce dernier a été sculpté plus tard. La deuxième a été creusée au-dessus de la première en se développant vers l'Ouest. Sur le flanc Nord de ces 2 carrières, une troisième rampe, plus petite, a été aménagée en bordure Nord des carrières. De plus, cette disposition facilitait le passage de la première rampe à la seconde rampe pour la rotation des traîneaux chargés de lourdes poutres.

4- La position probable de l'entrée de la rampe intérieure de la pyramide de Kheops

En fin d'étude sur documents, il a été précisé :

« ...les blocs de parement déjà surfacés et numérotés, donc fragiles, étaient directement acheminés sur le chantier en empruntant un parcours spécial jusqu'à leur mise place définitive, ceci pour prévenir au maximum les chocs dus au transport. Ce parcours partait du quai de déchargement, remontait une rampe de service aménagée au Nord de la carrière du Sphinx et en longeant le flanc Nord de la deuxième carrière rejoignait l'entrée de la rampe intérieure».

La dernière partie de la mission sur le terrain a consisté à reconstituer le parcours probable des blocs de calcaire de Tourah depuis leur quai de déchargement au port jusqu'à l'entrée estimée de la rampe intérieure dans l'angle Sud/Est de la pyramide de Kheops. Ce trajet était le même, en partie, pour le transport des blocs de calcaire extraits des 2 carrières décrites précédemment. Sur le tracé de cette troisième rampe des aménagements ont été effectués au fil du temps, la dernière itération étant la route qui relie l'accès au site côté Sphinx jusqu'au Plateau de Gizeh en longeant la face Sud de la pyramide de Kheops.



© Jean-Pierre Houdin d'après croquis Rainer Stadelmann

Parallèlement à la première rampe du chantier de la pyramide de Kheops sous la future chaussée monumentale de Khephren, une 3^{ème} rampe reliait le port et les carrières Nord à l'entrée de la rampe intérieure supposée se trouver dans l'angle Sud/Est de la pyramide de Kheops. La différence de

niveau entre le port et la base de la pyramide est de 40m et le trajet mesure environ 550m, soit une pente moyenne de 7,2%.



Dans la théorie, l'entrée supposée de la rampe intérieure se situe dans l'angle Sud/Est (zone rouge).



Vue panoramique depuis l'esplanade devant le Temple du Sphinx.

Au centre de la photo, on remarquera que le socle rocheux conservé laisse deviner la pente d'une ancienne rampe ayant servi de fondation à la route moderne.

A gauche et derrière le Sphinx, les strates de la carrière montrent bien la déclivité du flanc Nord du Plateau au Sud de la pyramide de Kheops.

A droite, le flanc Nord de la carrière du Sphinx.

Au fond à gauche, la pyramide de Khephren et à droite la pyramide de Kheops.



A gauche, vue au premier tiers du trajet de la limite Ouest de la carrière du Sphinx et à droite la pyramide de Kheops.



A gauche, au deuxième tiers du trajet, on aperçoit l'amorce de la petite rampe desservant les pyramides des Reines et les mastabas Royaux. A droite, les derniers mètres avant d'arriver au niveau de la base de la pyramide.

L'arrivée devant à la face Sud de la pyramide a révélé une anomalie surprenante. Une seconde série de photos a donc été effectuée le lendemain avec un appareil différent. Les photos plus claires ont été prises lors de la première visite, les plus sombres lors de la seconde.



A une centaine de mètres de la pyramide, alors que la recherche portait sur l'angle Sud/Est lui-même, une étrange anomalie a apparu à environ 25m sur la gauche de l'angle. La disposition des blocs de calcaire attirait inmanquablement le regard.



En se rapprochant de la façade, une partie en creux se dessinait très nettement, se détachant de l'ensemble.



La disposition des blocs est très curieuse ; certaines parties ont été obturées avec des moellons et du mortier de ciment, alors que de part et d'autre de cette zone, la maçonnerie est calibrée et régulière. On trouve également une maçonnerie récente qui vient en premier rang par endroits.

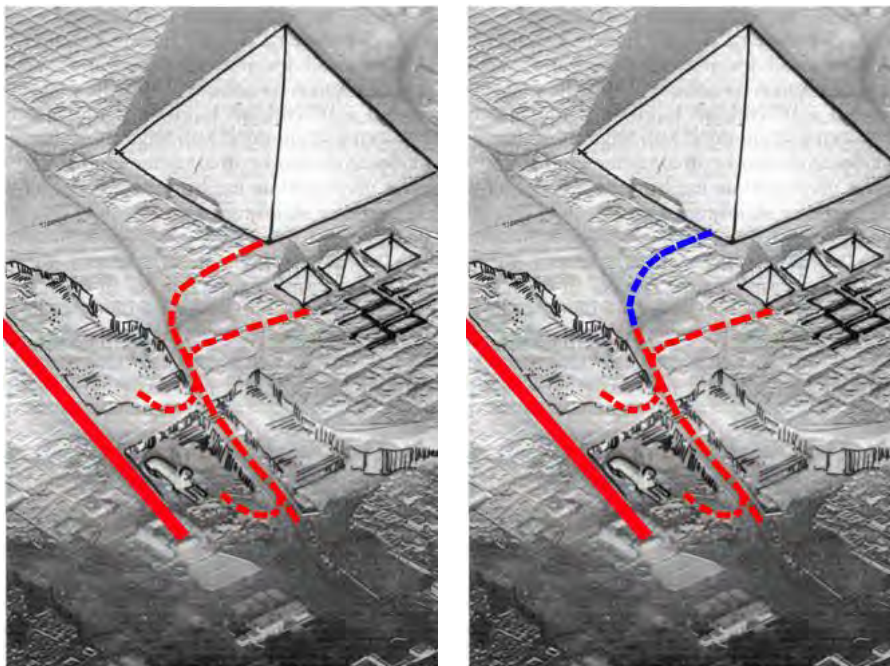


Dans la théorie, la rampe intérieure part de l'arête Sud/Est pour rejoindre la première zone de rotation des traîneaux dans l'arête Nord/Est au niveau +20m. Son tracé est parallèle à la face en pente pour rester en permanence à égale distance de celle-ci. La rampe intérieure se développe suivant ce principe à chaque section, chaque zone de rotation conditionnant les débouchés. En réalité, le problème ne se pose pas pour la première section de la rampe intérieure car son entrée n'est pas dépendante d'une zone de rotation. Celle-ci peut donc être située sur la face Sud à la perpendiculaire de la première zone de rotation, ce qui en simplifie sa construction. En projetant l'axe du débouché perpendiculairement à la face Sud, on s'aperçoit que l'entrée devrait se trouver à environ 25m à l'Ouest de la base de l'arête Sud/Est, exactement à l'endroit repéré sur les photos ci-dessus.



© Jean-Pierre Houdin / Fondation EDF

En reprenant le tracé présumé de cette 3^{ème} rampe, et après rectification pour tenir compte de cette anomalie dans la maçonnerie au pied de la face Sud de la pyramide, il s'avère que le nouveau tracé est encore plus logique que le précédent.



© Jean-Pierre Houdin d'après croquis Rainer Stadelmann

Le nouveau tracé d'accès arrive légèrement plus haut sur Plateau, donc à environ 1m au-dessus du niveau de la base de la pyramide. La petite rampe construite en continuation, pour atteindre le niveau de l'entrée de la rampe intérieure, est de ce fait réduite, la différence de niveau étant plus faible.



L'entrée de la rampe intérieure n'est pas dans l'angle comme indiqué sur la photo de gauche, mais à environ 25m à l'Ouest de l'angle comme repéré sur la photo de droite.

On remarquera également avec intérêt sur la face Sud les 4 percements, déjà évoqués plus avant, au niveau de la 50^{ème} assise (niveau +43m) ; une étude à leur sujet est en cours. L'origine des 2 autres percements sur cette face est connue : le premier, un peu au-dessus de la base et dans l'axe, est l'œuvre de Vyse, le second au 2/3 de la hauteur et toujours dans l'axe, est le débouché du conduit Sud de la Chambre du Roi. Le défoncement à mi-hauteur de la face Est paraît aussi curieux.

6 - Deuxième conclusion d'étape

Le point de départ de toute cette étude remonte à l'automne 2009 suite à la remarque faite par un internaute sur un forum au sujet du transport des poutres de granit depuis leur quai de déchargement au port jusqu'à la base de la rampe extérieure. Cette remarque demandait donc une explication claire et réaliste. Etrangement, une photo aérienne du Plateau de Gizeh, prise en février 1904 par Eduard Spelterini depuis un aérostat, a été postée par hasard le lendemain de cet événement par Vincent Brown sur son blog *Talking Pyramids*. L'angle et la hauteur de prise de vue de cette photo étaient tels que la réponse devenait évidente.



© Spelterini

Au-delà de ce qui était attendu et qui a été totalement confirmé sur le terrain au sujet des éléments avancés dans la première partie de ce document, plusieurs nouvelles avancées importantes ont été réalisées dans la « plus que probable reconstitution historique » des chantiers des pyramides du Plateau de Gizeh.

Ces avancées concernent les 4 parties de l'étude sur place :

1. Les chaussées monumentales de Kheops et Mykerinos
2. La chaussée monumentale de Khephren construite sur une rampe du chantier Kheops
3. La particularité géologique à l'origine du positionnement du Sphinx
4. La position probable de l'entrée de la rampe intérieure de la pyramide de Kheops

En détaillant par parties, ces avancées sont :

1. Les chaussées monumentales de Kheops et Mykerinos

Il apparaît évident que la chaussée monumentale de Kheops a été construite dans le seul et unique but de relier de la manière la plus directe et la plus courte possible le Temple Bas, qui était implanté au plus près le long du canal longeant le Plateau, au Temple Haut, construits à la base de la face Est de la pyramide de Kheops. Cette chaussée n'a eu aucune fonction lors du chantier de construction. Concernant la chaussée monumentale de Mykerinos, celle-ci a certainement été utilisée au début du chantier pour le transport des blocs de granit et de calcaire de Tourah, ceux-ci étaient mis en place ou stockés près de la pyramide. Elle a ensuite été aménagée en chaussée monumentale.



© Jean-Pierre Houdin / Spellerini



© Jean-Pierre Houdin / Iconos

2. La chaussée monumentale de Khephren construite sur une rampe du chantier Kheops

On peut désormais avancer sans aucun doute que la chaussée monumentale de Khephren a été construite sur une large rampe d'approvisionnement de chantier aménagée pour la construction de la pyramide de Kheops. Elle faisait partie d'un ensemble de 2 rampes reliant au plus court, compte tenu de la topographie, le port au chantier de la pyramide de Kheops. Pour résoudre le problème du transport des lourdes charges liées à la réalisation de certains ouvrages (Chambre du Roi principalement), 2 glissières à contrepoids étaient installées au point haut de chacune de ces rampes : la première dans une tranchée sous l'emprise actuelle de la pyramide de Khephren, la seconde étant la Grande Galerie. Cela confirme donc la fonction uniquement technique de cette dernière, sans spécificité funéraire.



© Jean-Pierre Houdin / Spellerini

L'étude sur place a permis de mettre en évidence un indice insoupçonné jusqu'alors : les restes de la fondation de la rampe extérieure du chantier de la pyramide de Kheops. La présence d'énormes blocs de calcaire local empilés au Nord/Est de la pyramide de Khephren, à droite du point haut de la rampe arrivant du port, sur un axe reliant le Sud/Ouest de la pyramide de Kheops, permet de positionner

exactement la rampe extérieure. La longueur et le volume de cette rampe étaient inférieurs à ce qui a été avancé dans la théorie, montrant un savoir-faire extraordinaire.



© Jean-Pierre Houdin /Google Earth



© Jean-Pierre Houdin /Google Earth

L'analyse sur le terrain autoriserait même à décaler légèrement vers l'Ouest le départ de la rampe extérieure de Kheops, dans l'emprise même de la future pyramide de Khephren, cela confortant un départ de cette rampe à la cote 75.

En poursuivant l'investigation au retour d'Egypte, un indice supplémentaire a été découvert dans l'étude de microgravimétrie réalisée en 1986/87. Dans l'article « *Microgravimetry probes the Great Pyramid* » publié par Jacques Laskhmanan et Jacques Montluçon, membres de cette mission, dans la revue GEOPHYSICS : The leading edge of exploration de janvier 1987, il est écrit page 15 fin du dernier paragraphe : « ...we feel that the lower southwest part of the pyramid could be heavier... ». Cette partie inférieure sud/ouest de la pyramide aurait donc été renforcée pour que la rampe extérieure prenne appui dans cette zone, exactement comme semble le suggérer la constatation faite sur place.

La largeur de la rampe sous la chaussée monumentale de Khephren et la manière dont elle a été réalisée montrent que celle-ci a certainement été utilisée pour la construction de la seconde pyramide. De plus, il est fort probable que la chaussée monumentale de ce complexe funéraire a pu être réalisée pendant l'utilisation de la rampe sans nuire au chantier. La largeur de la chaussée monumentale (environ 18 coudées), axée sur la rampe, laissait un bas-côté Sud de 13 coudées de largeur, amplement suffisant pour le transport des petits blocs de granit d'Assouan et de calcaire de Tourah de ce chantier (rampe en rouge et chaussée monumentale en bleu sur la photo ci-dessous). On peut aussi en déduire que la position de l'entrée de la rampe intérieure dans la pyramide de Khephren est à chercher à la base de la face Est, légèrement au Sud de l'axe Ouest/Est.



© Jean-Pierre Houdin / Spelterini

Tout en « collant » au terrain, les topographes ont su résoudre de façon remarquable le problème majeur que représentait le transfert de poutres de granit pesant jusqu'à plus de 60t du port de livraison jusqu'à la base de la Chambre du Roi dans la pyramide : 83m de différence de niveau par le chemin le plus court possible.

En conséquence, la construction de la chaussée monumentale de Khephren ne pouvait être réalisée que sur la rampe 1 du chantier Kheops, distance la plus courte entre la vallée et la base de la pyramide, disposition que l'on retrouve chez Kheops.

3. La particularité géologique à l'origine du positionnement du Sphinx

L'inattendu de cette mission a été la constatation sur place, par la simple observation visuelle du site, d'une particularité géologique très importante qui n'a jamais été mise en avant à propos du Sphinx, particulièrement au sujet de la sculpture de la tête. Les excroissances en calcaire dur sur la « colline des corbeaux » témoignent de l'état originel du terrain dans l'emprise du Sphinx, ce qui permet de comprendre exactement le pourquoi et le comment de la réalisation de cet énigmatique gardien du site. Il n'y avait pas de « butte » à proprement parler dans cette zone et la taille de la tête du Sphinx par rapport au corps est totalement liée à l'excroissance calcaire originelle.



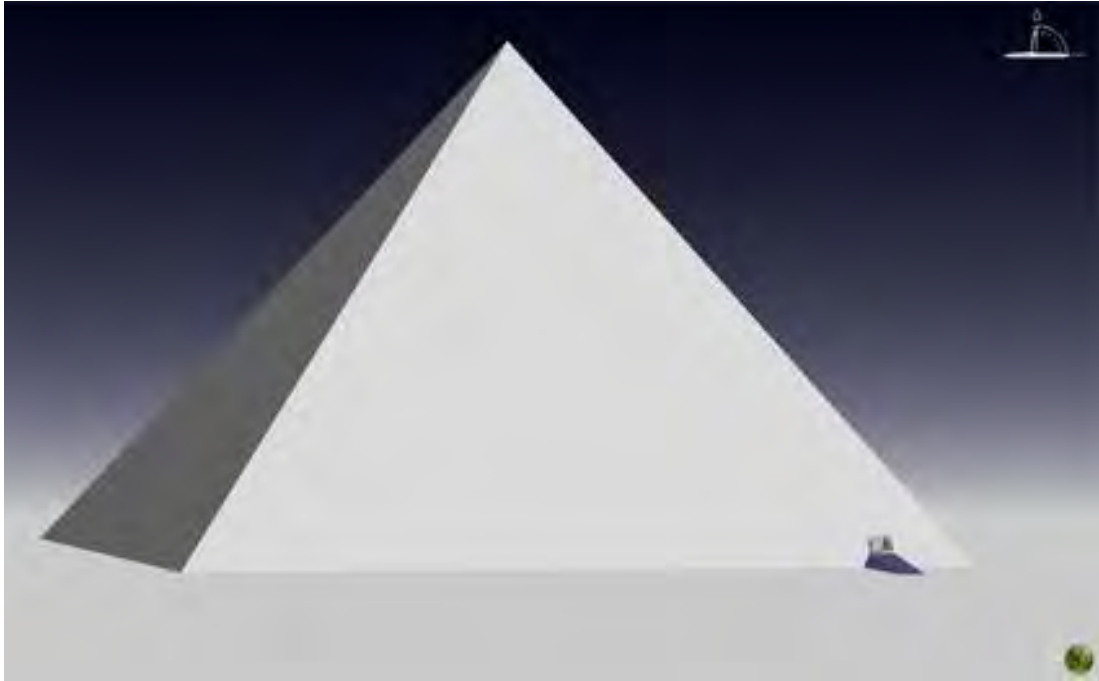
La tête du Sphinx aurait très bien pu être également sculptée dans cette excroissance débordant de la « colline des corbeaux » (image tournée à 180°)

4. La position probable de l'entrée de la rampe intérieure de la pyramide de Kheops

Là encore, l'observation sur le terrain a permis de découvrir un indice très important en support de la théorie de la rampe intérieure et de comprendre une raison technique liée à l'implantation de l'entrée de cette rampe. En effet, dans la théorie, l'entrée se situait dans l'angle Sud/Est de la pyramide, afin que la première section de la rampe intérieure reste parallèle à la face Est tout en tenant compte de la pente de celle-ci. En refaisant le parcours supposé des blocs de calcaire de Tourah du port jusqu'à l'entrée de la rampe intérieure, plus la pyramide se rapprochait, plus il devenait évident que l'entrée se trouvait derrière un renforcement lié au pillage du parement à 25m environ de l'angle Sud/Est. La réalité est que la première section n'a pas besoin de suivre la face Est en parallèle, elle peut simplement être perpendiculaire à la face Nord, la face opposée, et donc partir aussi perpendiculairement à la face Sud. Seule contrainte, que son débouché au niveau de la face Nord soit au même emplacement que celui défini dans la théorie. En traçant, depuis l'axe de ce débouché, une ligne perpendiculaire à la face Sud, il s'avère que cette ligne coupe cette face exactement au niveau du renforcement constaté.



Des modélisations effectuées depuis avec les ingénieurs de Dassault Systèmes sont très explicites.



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes

La pyramide de Kheops a été construite de l'intérieur jusqu'au sommet, les blocs de façade en calcaire de Tourah étant déjà surfacés à leur forme définitive au moment de leur pose. Aucune ouverture sur l'extérieur n'a été réservée pendant la construction, hormis l'entrée dans la rampe intérieure sur la face Sud, près de l'angle Sud/Est.

7 - Au sujet de l'érosion pluviale particulière des parois verticales de la fosse du Sphinx

Une théorie, initiée dans les années 50 et revenue récemment sur le devant de la scène, tente de démontrer que le Sphinx était déjà présent sur la Plateau de Gizeh plusieurs millénaires avant la construction des grandes pyramides. Cette théorie s'appuie, dans sa démonstration, sur l'analyse de l'érosion pluviale qui affecte les parois verticales d'enceinte de la fosse résultante de la sculpture du Sphinx. Si le constat hydrologique et géologique s'avère pertinent, la conclusion qui est proposée ne peut en aucun cas s'appuyer sur ce seul constat car il manque deux paramètres fondamentaux dans cette étude : la topographie du Plateau de Gizeh et les bouleversements qui l'ont affecté lors de la construction des pyramides de Kheops et de Khephren. L'introduction de ces deux paramètres amène à une conclusion totalement inverse et conforte le fait que le Sphinx a bien été sculpté à l'époque de la construction des grandes pyramides, plus particulièrement sous le règne du roi Kheops comme il l'a été démontré dans le document principal.

1 - L'érosion de l'enceinte du Sphinx

Comme nous l'avons vu précédemment, le Sphinx est une sculpture monobloc directement taillé dans le socle rocheux, la tête à partir d'une excroissance rocheuse et le corps par décaissement, créant de fait tout autour de lui une fosse de plusieurs mètres de profondeur bordé de parois verticales ; en résumé, il surgit littéralement de sa propre carrière.



© Fouad Slim

L'érosion par le vent et le sable a marqué horizontalement, plus ou moins profondément, les parois en fonction de la qualité des strates de calcaire tandis que l'érosion pluviale, due au ruissellement de l'eau, a quant à elle tailladé verticalement ces mêmes parois.

Comme on peut le remarquer sur la photo ci-dessus, l'érosion pluviale la plus marquante concerne les parois verticales ouest (au fond) et sud (à gauche) de l'enceinte, tandis que la paroi nord (à droite), plus basse, est moins marquée.

Sur ces deux photos ci-dessous de la paroi ouest, le ruissellement semble relativement équitablement réparti tout le long de la paroi, indiquant un écoulement d'eau régulier depuis les carrières en surplomb comprises entre la chaussée monumentale de Khephren et la pyramide de Kheops.



© Jean-Pierre Houdin



© Jean-Pierre Houdin

Au nord de la fosse (cote 20), la pyramide de Kheops est implantée à un niveau plus élevé (cote 60), créant de fait, avec les pyramides des Reines et les mastabas Royaux, une barrière dans cette partie du Plateau. Entre les deux, le terrain est en pente vers le sud comme le montre le sens des strates de la paroi ouest de la fosse

Les deux photos ci-dessous montrent l'angle sud-ouest de la fosse et la chaussée monumentale qui la longe à quelques mètres. Sur la paroi sud, les marques du ruissellement de l'eau ont creusé de profonds sillons verticaux

On note également que la fosse a partiellement été comblée entre l'arrière du Sphinx et la paroi ouest.



© Pierre Grussenmeyer



© Jean-Pierre Houdin

Détails des parois de la fosse dans l'angle sud-ouest



© Mathias Glad

La photo ci-dessous montre la paroi sud vue depuis l'angle sud-ouest de la fosse et la présence toute proche de la maçonnerie (reconstituée) du mur nord de la chaussée monumentale de Khephren. On remarque que dans la première partie, proche de l'angle sud-ouest, les entailles de l'érosion due au ruissellement de l'eau sont très prononcées et la paroi se rapproche de la chaussée monumentale en « gradins » (les ombres confirment ce phénomène) ; au contraire, dans la deuxième partie, celle plus proche du Temple Bas, la paroi est bien moins érodée et ne comporte plus de gradins. L'eau de ruissellement n'a donc pas érodé la paroi sud de la même façon sur toute sa longueur et le « passage libre » entre la paroi et la chaussée monumentale est plus étroit dans la première partie.



© Jean-Pierre Houdin

L'espace entre la fosse et la maçonnerie de la chaussée monumentale est très érodé en partie haute ; on note également le sens d'une érosion de ruissellement bien marquée dans le fond de la fosse.



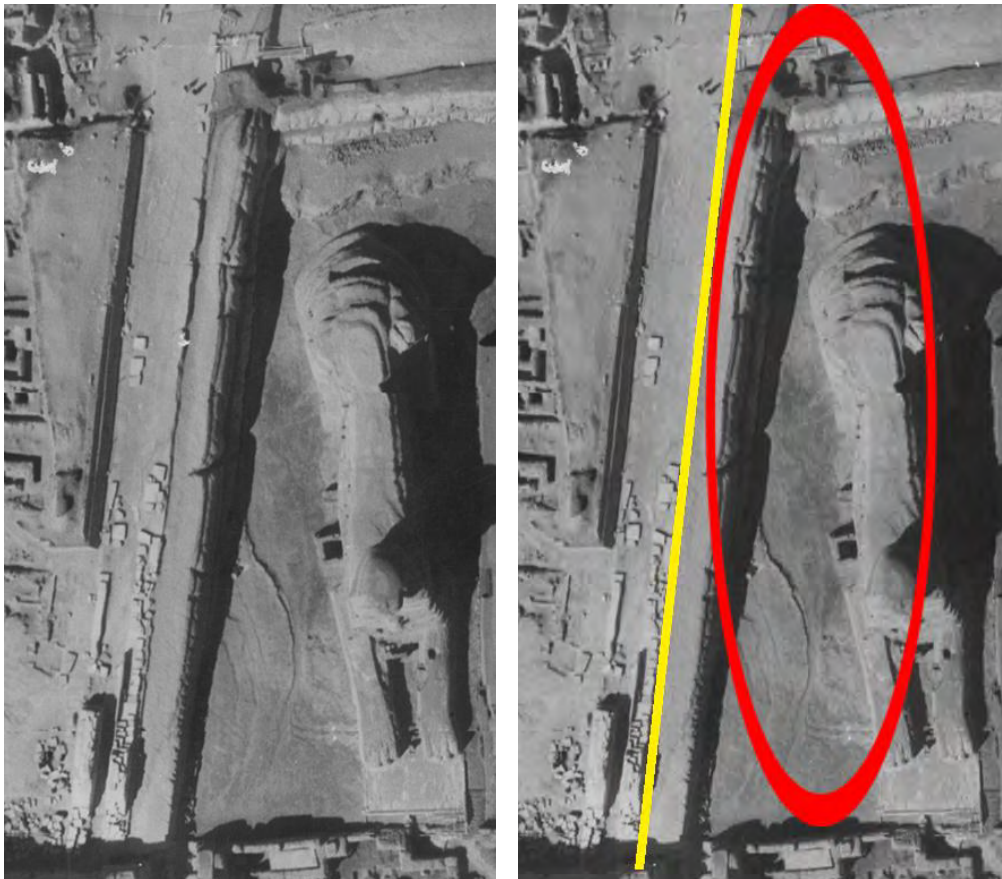
© Jean-Marc Guyon

Vue de près de l'érosion au fond de la fosse



© Mathias Glad

Sur cette photo aérienne, on retrouve tous les détails évoqués précédemment, particulièrement le cheminement du ruissellement de l'eau au fond de la fosse qui a son origine à l'aplomb de la partie haute de la paroi sud la plus érodée (ellipse rouge). Un élément visible sur cette photo prend maintenant toute son importance : la base de la maçonnerie du mur nord de la chaussée monumentale de Khephren (trait jaune). Cette chaussée maçonnée et couverte partait de l'angle nord/ouest du Temple Bas pour rejoindre le Temple Haut à l'est de la pyramide de Khephren, la distance entre les deux étant d'environ 500m.



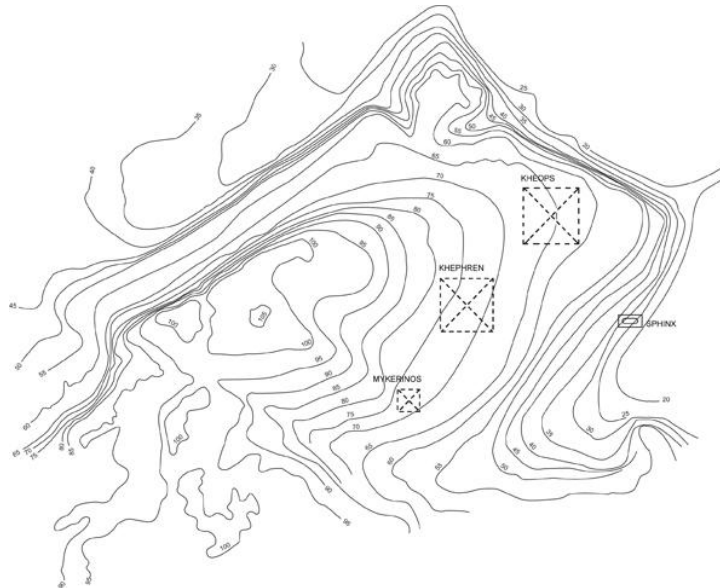
© Giza Archives/Jean-Pierre Houdin

Enfin, on remarque sur la photo ci-dessous qu'il n'y a pas de trace d'érosion marquée due au ruissellement dans le fond de la partie nord de la fosse, à droite du Sphinx, confirmant bien une relation de cause à effet dans la partie sud (à gauche).



© Fouad Slim

2 - La topographie du Plateau de Gizeh avant la construction des pyramides

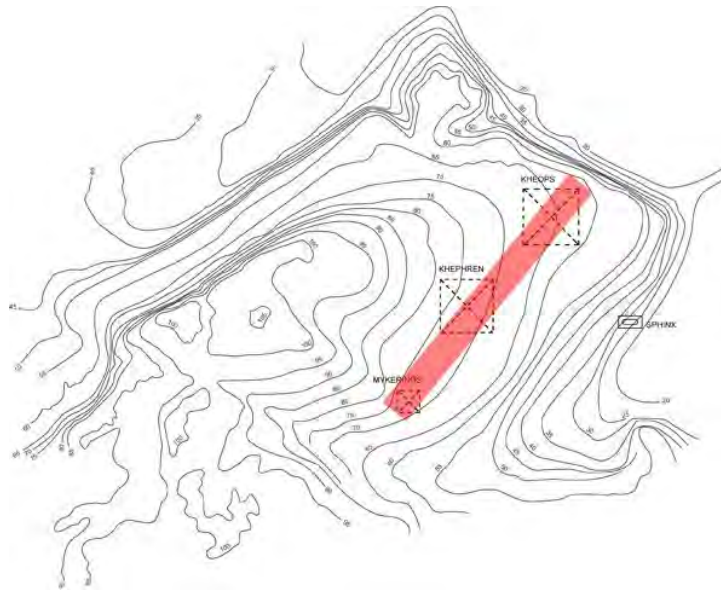


© Jean-Pierre Houdin / Albert Ranson

(Le nord est en haut de l'image)

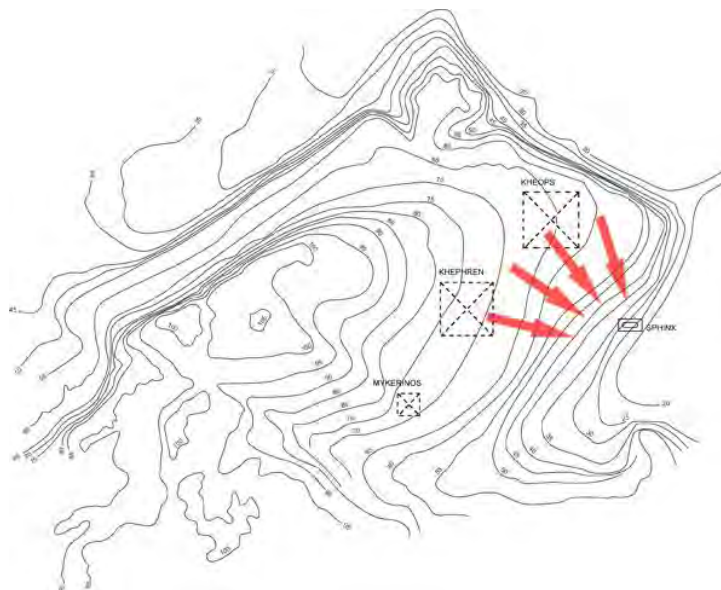
Comme on le voit sur ce relevé topographique, les courbes de niveau du Plateau de Gizeh dessinent une « coquille d'huitre » inversée vue du dessus et axée est-ouest, le point le plus bas, à l'est, étant à la cote 20 et le point le plus haut, vers l'ouest, étant à la cote 105. Cette « coquille » est bordée à l'est, au nord et à l'ouest par des falaises et au sud par le cours d'un ancien waddi asséché qui a creusé son lit d'ouest en est, comme le montrent les courbes de niveau en cuvette.

Sur une ligne oblique centrale orientée nord-est / sud-ouest, les Egyptiens vont successivement implanter les trois grandes pyramides en s'adaptant parfaitement au terrain : la première au nord, la pyramide de Kheops, à cheval sur la ligne de cote 65, la deuxième au centre, la pyramide de Khephren, à cheval sur les lignes de cote 70 et 75, la dernière au sud, la pyramide de Mykerinos, entre ces mêmes lignes de cote. Quant au Sphinx, il a été sculpté à l'est, entre les lignes de cote 25 et 30, sa tête étant taillée dans une excroissance rocheuse présente à cet endroit.



© Jean-Pierre Houdin / Albert Ranson

A l'origine, le ruissellement des eaux de pluie suivait les pentes naturelles liées à la topographie. Ainsi, toutes les eaux de pluie arrivant au sol dans la zone de la « coquille » comprise entre les futures pyramides de Kheops et Khephren et le futur Sphinx, s'écoulaient vers le sud-est du waddi, prenant de la vitesse avec l'augmentation de la pente pour finir dans le lit du Nil.



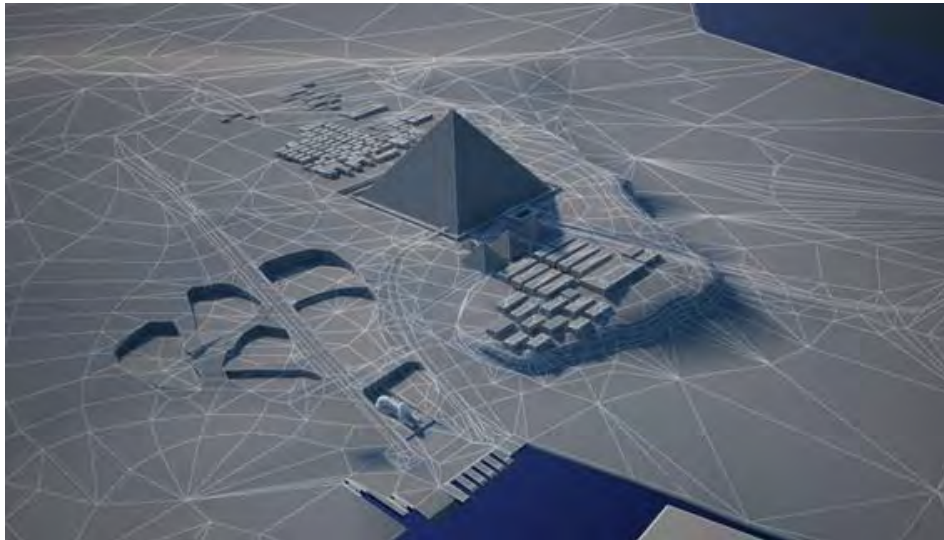
© Jean-Pierre Houdin / Albert Ranson

3 - La topographie remaniée une première fois lors de la construction de la pyramide de Kheops

Lors de la construction de la pyramide de Kheops, deux aménagements majeurs vont modifier la topographie du Plateau :

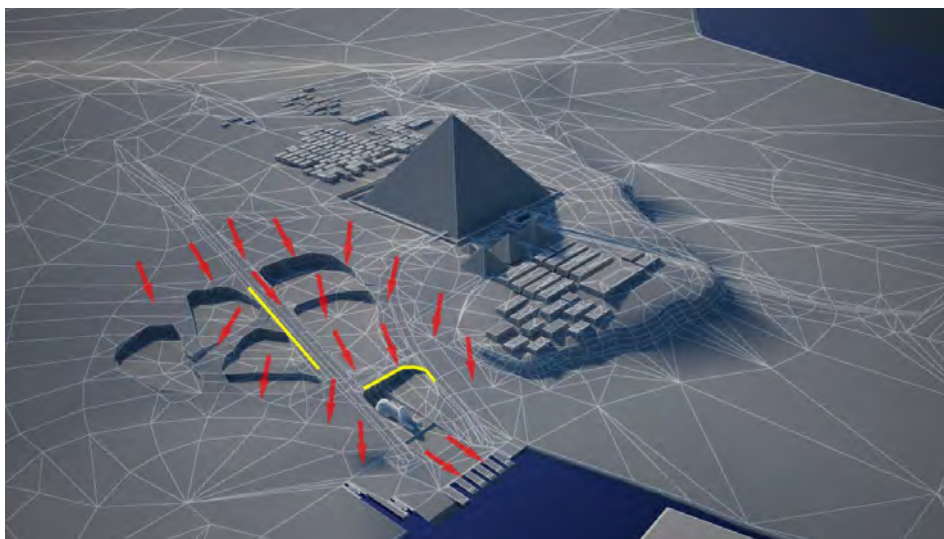
- La réalisation d'une rampe reliant le port du chantier à la base de la rampe extérieure construite provisoirement pour approvisionner le chantier en matériaux
- L'ouverture, de part et d'autre de la rampe du port, des principales carrières du chantier qui ont fourni pratiquement tous les blocs de calcaire utilisés pour la construction du volume de la pyramide, à l'arrière des blocs de façade en calcaire de Tourah.

A la fin de la construction, le Plateau avait l'aspect comme le montre l'image 3D d'étude ci-dessous



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes

Cette nouvelle morphologie a entraîné une modification du parcours des eaux pluviales ruisselant des zones nord et ouest du Plateau, la carrière au nord de la rampe du port recueillant une grande partie de ces eaux pour les dévier vers la fosse dans laquelle le Sphinx avait été sculpté, avant que celles-ci se déversent dans le port et le Nil. La paroi ouest de cette fosse commença alors à subir une érosion régulièrement répartie sur toute sa longueur, tandis que le reste des eaux de ruissellement se répandait sur la rampe du port et dans les carrières au Sud de celle-ci avant de rejoindre la waddi et le Nil.



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes

Les flèches rouges indiquent le nouveau parcours des eaux de ruissellement suite au chantier de la pyramide de Kheops. Les traits jaunes montrent les premières érosions pluviales sur les parois des carrières (érosion constatable aujourd'hui dans la fosse du Sphinx et dans la carrière au sud de la rampe du port).



© Jean-Pierre Houdin

L'érosion, représentée par la ligne jaune sur l'image 3D, sur la paroi ouest de la fosse du Sphinx



© Jean-Pierre Houdin

L'érosion, représentée par la ligne jaune sur l'image 3D, sur la paroi nord de la carrière basse longeant le côté sud de la chaussée monumentale.

Après la construction de la pyramide de Kheops, le ruissellement des eaux pluviales sur le Plateau avait changé mais l'érosion due à celui-ci était encore largement répartie sur le terrain.

4 - La construction de la pyramide de Khephren bouleverse l'écoulement des eaux de pluie, créant un effet de caniveau

L'implantation de la pyramide de Khephren à l'endroit où elle se trouve est le résultat d'un choix motivé par des questions économiques. En effet, les architectes ont profité au maximum de la topographie et des aménagements déjà réalisés sous le règne de Kheops pour offrir au Roi Khephren une pyramide rivalisant avec celle de son père, tout cela pour un coût bien inférieur. Le projet peut se résumer ainsi :

- Une implantation de la pyramide une quinzaine de mètres plus hauts que la pyramide de Kheops
- Une zone avec une déclivité plus importante permettant de conserver plus de socle rocheux sous la pyramide, et ainsi d'économiser beaucoup plus sur les besoins en matériaux par rapport à la pyramide de Kheops
- Un décaissement plus important tout autour, la pyramide étant construite dans une imposante carrière, ce qui limitait le transport d'une grande partie des matériaux
- Une base carrée plus petite (215m au lieu de 230m), une pente plus forte (53,1° au lieu de 51,4°) pour une hauteur légèrement plus faible (143,5m au lieu de 146,7m) et un volume total inférieur de 372.000m³ (2.211.000m³ au lieu de 2.583.000m³)
- Un aménagement intérieur beaucoup plus sommaire, les appartements funéraires étant « creusés » dans le socle rocheux parallèlement à la construction de la pyramide, sans nécessité d'installer quelque dispositif constructif comme la Grande Galerie dans la pyramide de Kheops.
- La réutilisation de la rampe du port du chantier Kheops pour y implanter la Chaussée Monumentale reliant le Temple de la Vallée au Temple Haut
- L'intégration visuelle « astucieuse » du Sphinx et de son Temple dans le nouvel ensemble funéraire sans pour autant détourner la fonction originelle de ceux-ci.

Il est évident que les architectes ont réussi leur coup car la pyramide de Khephren trône majestueusement sur le Plateau de Gizeh, volant souvent la vedette à la pyramide de Kheops sur les photos rapportées par les millions de touristes qui passent chaque année ou illustrant les couvertures de magazines avec pour légende : La Grande Pyramide.

Par contre, un paramètre n'avait apparemment pas été pris en compte par ces mêmes architectes : le ruissellement des eaux de pluie qui allait devenir un problème difficile à gérer une fois les travaux terminés.



© Dassault Systèmes / Giza 3D

Sur cette reconstitution 3D du Plateau de Gizeh représentant les trois pyramides terminées, on distingue l'ensemble des carrières qui ont été exploitées pour la construction de ces monuments et en plein milieu de celles-ci une imposante barrière maçonnée qui coupe totalement la topographie du lieu en deux parties : la Chaussée Monumentale de Khephren.

Comme on l'a vu dans l'étude précédente, cette Chaussée Monumentale a été construite sur l'ancienne rampe du port du chantier Kheops avec ce détail qui a toute son importance : la chaussée maçonnée elle-même ne mesurait qu'une dizaine de mètres de largeur tandis que l'ancienne rampe en soubassement mesurait environ 24 mètres de largeur, laissant donc un « trottoir » dallé de part et d'autre de la chaussée d'environ 6 mètres de largeur. Le trottoir au nord de la chaussée démarrait à la sortie est du Temple haut et longeait la chaussée jusqu'au Temple de la Vallée, affleurant la topographie naturelle en deux endroits précis : les premières dizaines de mètres depuis le Temple Haut jusqu'à la paroi verticale en limite ouest de la carrière nord et la zone comprise entre la limite est de cette carrière, au-dessus de la fosse du Sphinx, et le Temple de la Vallée.

Tout le long de la carrière nord, une paroi verticale, diminuant en hauteur en sifflant d'ouest en est, bordait le trottoir nord de la chaussée. Sans s'en rendre compte, les architectes ont créé un véritable « caniveau » composé du mur nord en maçonnerie de la chaussée et du trottoir d'environ 6 mètres de largeur à sa base.



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes / Giza 3D

Le « caniveau » surligné en rouge longeant la Chaussée Monumentale.



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes / Giza 3D

A la fin de la construction de la pyramide de Khephren, la partie est de la carrière nord, en surplomb de la fosse du Sphinx (à l'intérieur de l'ellipse rouge), affleurerait le trottoir nord dans l'angle sud-ouest de celle-ci.

Une nouvelle modification du parcours du ruissellement des eaux pluviales de cette zone du Plateau s'en est suivit, matérialisée par les flèches rouges sur l'image 3D ci-dessous, avec un goulet d'étranglement qui s'est formé dans l'angle sud-ouest au-dessus de la fosse du Sphinx (surlignée par l'ellipse rouge), les eaux dévalant le caniveau venant se télescoper avec celles dévalant de toute la

zone au nord de la Chaussée Monumentale. L'écoulement devenait littéralement tumultueux au point de jonction, la fosse devenant un exutoire, l'eau ravinant fortement les parois verticales dans la zone ainsi que le fond de la fosse en continuant son chemin vers le port et le Nil.

Cette érosion plus importante n'était donc pas due à des pluies plus fréquentes et plus fortes, mais bien à une augmentation brutale de la quantité d'eau ruisselant en un point précis en période pluvieuse. Pour preuve, toute personne qui a assisté à un orage au Caire a pu remarquer la violence de celui-ci, la quantité d'eau reçue au sol en un temps très court pouvant être très importante.



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes / Giza 3D

Malgré le comblement, avec le temps, des carrières au nord de la Chaussée Monumentale de Khephren, on comprend très bien en regardant cette photo panoramique, que toute l'eau de ruissellement convergeait vers la zone cerclée sur l'image 3D ci-dessus et sur celle-ci.



© Jean-Pierre Houdin

Revenons maintenant à la théorie selon laquelle le Sphinx aurait été taillé à une époque très largement antérieure à la construction des pyramides, durant une soi-disant période de très fortes pluies. La question principale qui vient tout de suite à l'esprit après avoir analysé la topographie du terrain est celle-ci : pourquoi, alors que l'écoulement naturel des eaux de pluie, comme on l'a vu, suit une direction nord/nord-ouest vers le sud/sud-est, la paroi verticale la plus érodée par le ruissellement est celle qui se trouve au sud de la fosse du Sphinx et que la pente continue vers le sud/sud-est après cette paroi sud ? Dans une topographie générale non remaniée par la construction des pyramides, ce sont les parois ouest et nord qui, en toute logique, auraient dûes être les plus affectées, et la paroi sud aurait été préservée car en contrebas, l'eau ne remontant jamais une pente...

Pour que l'érosion ait cette apparence, il a fallu qu'un élément perturbateur soit ajouté à la topographie : cet élément, c'est la Chaussée Monumentale de Khephren qui a « rabattu » les eaux de ruissellement vers la fosse du Sphinx. Il n'y a donc aucun argument climatique valide pour affirmer que le Sphinx a été taillé il y a 10.000 ans.



© Giza Archives

La Chaussée Monumentale de Khephren a rabattu les eaux de ruissellement vers la fosse du Sphinx.

5 - Les Egyptiens ont-ils pris à l'époque des mesures pour tenter de régler ce problème d'eau de ruissellement ?

On peut se poser la question quand on regarde de plus près certains détails sur le site, le long de la Chaussée Monumentale et dans la fosse du Sphinx.

A mi-parcours de la Chaussée Monumentale (cercle rouge sur la photo aérienne ci-dessous) on trouve sur les flancs nord et sud de celle-ci les débouchés d'un tunnel qui a été creusé sous la chaussée. Celui-ci pourrait avoir été creusé à l'origine le besoin pour évacuer les eaux de ruissellement dévalant dans le fond en pente de la carrière au nord de la même chaussée.



© Jean-Pierre Houdin / Google

Le type de percement est assez curieux et fait penser à une buse en béton que l'on trouve sous les routes pour laisser passer les eaux de pluie.



© Jean-Pierre Houdin

Vue de l'entrée du tunnel sur le côté sud de la Chaussée Monumentale.



© Mathias Glad

L'analyse de l'intérieur du tunnel lui-même semble confirmer cette fonction de déversoir des eaux de pluie vers le sud. Un puits vertical a été creusé dans la chaussée elle-même, dans le trottoir sud, mais celui-ci semble plus tardif.



© Mathias Glad

Le tunnel traverse la Chaussée Monumentale à quelques mètres en-dessous de celle-ci. Des traces d'eau stagnante sont parfaitement visibles sur les murs latéraux et dans le fond.



© Mathias Glad

Vue de l'entrée du tunnel sur le côté nord de la Chaussée Monumentale. Celle-ci a été en partie comblée par du sable, tout comme la carrière qui la borde. Le fond de la carrière et celui du tunnel devaient être tous les deux au même niveau.

Un détail que l'on retrouve également sous la Chaussée Monumentale de Kheops, dans sa partie proche du Temple Haut (ci-dessous).



© Jean-Pierre Houdin / Airpano



© Jean-Pierre Houdin

Il paraît évident que ce tunnel, dont la profondeur est relativement faible, n'était pas destiné à servir de passage pour les humains, mais plus probablement, pour évacuer de l'eau de ruissellement.

Par ailleurs, le Sphinx est depuis très longtemps le sujet de théories alternatives quant à sa fonction ; parmi elles, la plus connue voudrait que tout un réseau de tunnels et de salles secrètes ait été creusé dans le socle rocheux sous le Sphinx et que les archives d'une civilisation perdue y soient enfermées. Pour autant, cette théorie ne s'appuie sur aucune preuve tangible mais sur des spéculations hautement irréalistes. Ce que l'on connaît parfaitement, c'est qu'il existe bien trois puits verticaux creusés dans la fosse au contact de Sphinx (un à l'arrière, un au nord et un au sud) et que des sondages par radar de sol pénétrant (GPR) confirmeraient la présence de vides en sous-sol. Une polémique est née il y a quelques années quand les autorités Egyptiennes ont reconnu l'existence de ces puits et tunnels, dont l'un s'étirerait, au minimum et d'ouest en est, de l'arrière de la statue jusqu'aux pattes, où une maçonnerie bloquerait le passage, mais sans donner d'explication complémentaire ; ce silence a bien évidemment entraîné un regain de spéculations à ce sujet.

L'explication de la présence de ces puits et tunnels pourrait être bien plus rationnelle que tout ce qui a été avancé : les Egyptiens auraient en fait créé un réseau de drainage pour lutter contre l'inondation de la fosse du Sphinx par les eaux de ruissellement. La position des puits au raz du corps du Sphinx, au nord, à l'ouest et au sud, en font de véritables avaloirs qui seraient reliés au tunnel qui coure d'ouest en est, ce dernier se continuant bien au-delà de ce qui a été visité, pour se jeter dans le port du chantier distant de quelques dizaines de mètres. Le silence des autorités pourrait s'expliquer par le peu d'intérêt purement archéologique d'un tel dispositif.

Mais plus intéressant encore et qui pourrait venir soutenir cette idée : nous avons la preuve irréfutable que les constructeurs de la pyramide de Mykerinos (ou leurs successeurs) ont eu également à affronter un problème de ruissellement des eaux de pluie. En effet, reprenant les fouilles entreprises dans l'entre-deux guerres par Georges Reisner, le Dr Mark Lehner et son équipe ont mis à jour des travaux de drainage et de dérivation d'écoulement des eaux pluviales, datant de l'époque, dans la zone du Temple de la vallée de Mykerinos, celui-ci ayant par ailleurs subi plusieurs reconstructions suite à des dégradations importantes. Un déversoir maçonné a été découvert légèrement au sud du côté nord de la Chaussée Monumentale, très près du temple de la Vallée (voir l'ellipse en rouge sur l'infographie 3D ci-dessous).



© Jean-Pierre Houdin / Dassault Systèmes / Giza 3D

Comme on peut le remarquer, la Chaussée Monumentale de Mykerinos coupe une nouvelle fois le Plateau de Gizeh en deux parties. Il semble donc que le problème du ruissellement des eaux pluviales était récurrent à cause des barrières infranchissables créées par les Chaussées Monumentales. On ne peut pas penser à tout...

Pour conclure, n'oublions pas qu'avec le temps, tout le Plateau de Gizeh a été enseveli sous le sable et que la fosse du Sphinx a été comblée, de même que les carrières environnantes. On sait, grâce à la stèle de Thoutmôsis IV, que le Sphinx était déjà totalement ensablé vers 1400 av. J.-C.; on peut faire remonter l'ensablement du Plateau à la l'époque de la Première Période Intermédiaire, vers 2100 av. J.-C., lorsque la nécropole a été envahie par les habitations puis finalement abandonnée au début du Moyen Empire. L'érosion principale de la fosse du Sphinx par l'air, le sable et l'eau n'a de fait été possible que sur une période relativement courte, moins de 4 siècles, comparativement à l'âge du Sphinx qui regarde énigmatiquement l'est depuis 45 siècles.

