

L'accélérateur du savoir

Science & Vie

# Science & Vie

Mensuel n° 1011 - décembre 2001

## Les pyramides sont en fausses pierres !

L'hypothèse  
inédite qui bouscule  
les égyptologues

**Euro**

Réapprendre  
à compter ?

**Myopathie**

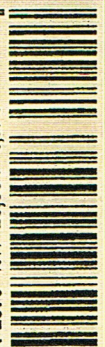
Le casse-tête

# BIOTERRORISME

- Comment la France s'y prépare
- Les risques, les parades

FRANCE METRO 23FF/3,51€-DOM 28FF/4,27€-BEL 165FB/4,09€-CH 7,65S-FIN 34FM/5,72€-AND 23FF/3,51€-CAN 4,95\$-CAN-ESP 650PTW/5,11€-GR 1300GRD/3,82€-ITA 6500ITL/3,36€-LUX 1601LUF/3,97€-MAR 25DH-MAY 39FF/5,95€-PORT CONT 720ESC/3,89€-A 60ATS/4,36€-SPM 28FF/4,27€-TUN 2,500DTU-TOM 1 220XPF

T 2578 - 1011 - 23,00 F - 3,51 €







Football/France  
**Montpellier  
et Nîmes en lice  
pour la Coupe**

► Sports, page 9

SAMEDI 8  
janvier 2011

RÉGION • FRANCE • MONDE • SPORTS

TE01-

**Le  
DOSSIER**

# Des Montpelliérains auraient percé le secret des pyramides

## CONTEXTE

→ En 2001, Joël Bertho lançait plus qu'un pavé dans la mare, un bloc de pierre dans le Nil ! Selon cet architecte installé à Saint-Gély-du-Fesc (Hérault), les pyramides sont faites de pierres moulées et non taillées. En 1978, une hypothèse sur la construction avec des pierres de synthèse pré-agglomérées avait été émise par le professeur Joseph Davidovits, sans toutefois convaincre les égyptologues. Pas de quoi décourager Joël Bertho qui parviendra à convaincre l'universitaire montpelliéraine Suzanne Raynaud de l'intérêt de sa théorie. De retour



## REPÈRES

### Sous Louis XIV, déjà

Dès 1720, sous le règne de Louis XIV, le diplomate français Paul Lucas écrit que le revêtement des pyramides est en ciment et non en pierre. « Nous fûmes voir ensuite les deux autres pyramides. Elles ne sont pas si grosses ni si hautes (...) On n'y saurait monter, parce que le ciment dont elles sont enduites n'est pas assez ruiné. Plusieurs prennent ce ciment pour du marbre ; il le paraît mais ce n'est qu'un ciment », écrivait-il alors dans son ouvrage *Voyage du sieur Paul Lucas dans le Levant*.

### Bertho, de marbre

La pyramide reconstituée, c'est le titre du livre publié en

LA PYRAMIDE  
RECONSTITUÉE



...à un image qui devra être... paraître des livres d'Histoire : celle de ces longues files de travailleurs tirant de lourdes pierres jusqu'au pied des pyramides en construction.

On savait déjà qu'il ne s'agissait pas d'esclaves, mais de travailleurs. Voilà que l'on apprend qu'ils n'ont pas eu à tailler ces blocs de pierre, mais seulement à couler divers ingrédients dans des moules afin d'obtenir une sorte de béton. Encore un peu et la construction des pyramides apparaîtrait presque comme une semaine de congés payés à Charm-el-Cheikh...

Plus sérieusement, s'ils

...travailler des milliers de tonnes de pierres, les Égyptiens du temps de Khéops ont cependant dû trimballer des milliers et des milliers de seaux. Ils étaient remplis tour à tour de l'eau du Nil, de chaux et de calcaire broyé, extrait de carrières déjà identifiées par les archéologues (le site de Tourah, sur l'autre berge du Nil).

En tout, on situe aux alentours de cinq millions le nombre de blocs utilisés sur le plateau de Gizeh. Naturellement, c'est une grande partie du scénario d'*Astérix et Cléopâtre* qui tombe à l'eau. Mais la réalité archéologique fait un sa-

cré bond en avant.

« Le mortier de chaux est connu depuis la plus haute antiquité, il est mentionné

« Les murailles de Jéricho étaient faites de pierres reconstituées », explique Joël Bertho

dans la Bible. Les murailles de Jéricho (...) étaient faites de pierres reconstituées », explique Joël Bertho.

Selon Joseph Davidovits,

« Les gens pensent que puisqu'on utilise des produits chimiques, il est très facile de trouver ces ingrédients dans le produit final. C'est faux. Grâce à la chimie des géopolymères, la réaction chimique génère des éléments naturels, des minéraux qui peuvent être considérés comme naturels par un scientifique non informé ».

La construction de la grande pyramide de Khéops n'a pas duré plus de vingt ans. Un délai record qui ferait rougir bien des maçons du XXI<sup>e</sup> siècle, mais surtout qui va plus dans le sens de pierres moulées que de lourds

blocs à transporter. Les pierres moulées séchaient semble-t-il en quelques dizaines d'heures à température ambiante. D'après Davidovits, la construction des pyramides aurait exigé 100 000 à 120 000 pierres tout au plus pour le revêtement extérieur, ce qui représente 5 % de la totalité des blocs, les 95 % restant étant fabriqués.

Les recherches de Suzanne Raynaud et de son équipe semblent aller dans le sens de Bertho et Davidovits. Du haut de ces pyramides, les pharaons doivent bien s'amuser à voir s'agiter tous ces curieux depuis plus de quarante siècles. ●

Photo Reuters

avant que sa théorie ne suscite l'intérêt des chercheurs montpelliérains, il précisait récemment : « Je n'ai jamais dit que les bâtisseurs égyptiens ne savaient pas tailler la pierre. J'ai même affirmé que ces pyramides étaient composées à la fois de pierres naturelles taillées et de pierres artificielles moulées (voir le Science et Vie de mars 2002). Les pierres et matériaux provenant de la préparation du plateau de Gizeh ont bien sûr été utilisés dans les constructions. C'est bien cela qui rend délicat les analyses. »

# Suzanne Raynaud : « Ils ont décaissé tout autour »

## ENTRETIEN

► L'universitaire montpelliéraine (CNRS, Université Montpellier) a dirigé une expédition sur le site de Gizeh

Qu'est-ce qui a mis en géologie, chercheuse en pétro-physique, sur la route des pharaons ?

La première fois que Joël Bertho est entré dans mon bureau pour me présenter ses travaux, j'ai plutôt eu envie de sourire et je n'étais pas aussi intéressée que ça par les pyramides, pas plus que par l'Égypte.

Quel a été l'élément déterminant, l'argument qui vous a poussée à approfondir la question ?

Selon lui, les blocs qui ont

servi à ériger les pyramides ne sont pas des pierres taillées, mais des ouvrages de maçonnerie, moulés sur place, une sorte de béton. La théorie était intéressante. J'ai examiné ses échantillons et j'ai remarqué des caractéristiques étranges. Cela a été le déclencheur.

En 2004, vous étiez sur place. A-t-il été facile de faire accepter votre démarche par les Égyptiens ?

Lorsque nous les avons contactés, les géologues égyptiens ont été très intéressés. C'est le Dr Zahi Hawaas - directeur des Antiquités égyptiennes au Caire - qui s'est chargé des autorisations et cela s'est très bien passé.

On était en 2004, vous ne dévoilez vos résultats qu'aujourd'hui ?

Il y a d'abord eu le travail sur place, puis le retour et

le temps des analyses. Il a également fallu reprendre notre travail universitaire... L'été dernier nous avons eu une publication au bulletin de la Société française d'archéologie. Et maintenant il y a ce cycle de conférences. C'est une forme de retour pour le grand public.

Quelles sont les conclusions de ce premier bilan ?

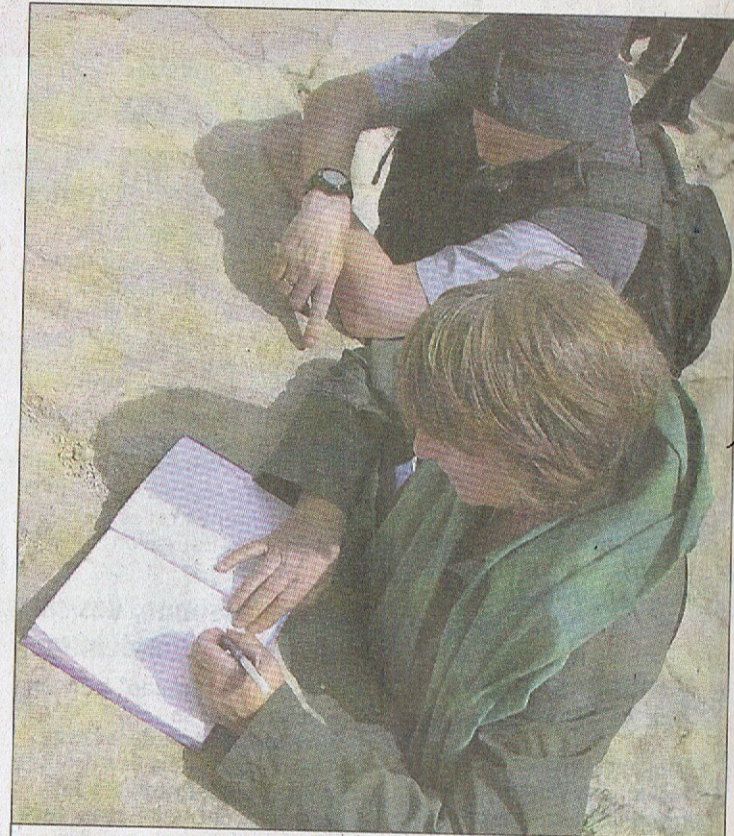
J'y évoque notamment les apports de la géologie pour une meilleure compréhension de l'architecture de Gizeh. Nous avons effectué un bilan complet des pyramides de Khéops et Khéphren. En premier lieu, nous avons déterminé que le plateau de Gizeh n'était pas plat, comme on le croyait.

Les Égyptiens utilisaient les possibilités topographiques du terrain. Ici, ils ont profité de tertres rocheux comme assises des pyramides.

(près de 40 % du volume total de l'édifice) et décaissé tout autour pour réaliser des esplanades. C'est d'abord une grande économie, l'équivalent d'un million de m<sup>3</sup> de pierres, mais aussi une symbolique : Pharaon est sorti de l'eau en prenant appui sur une butte de glaise, la "butte primordiale". C'est peut-être aussi cela qui fait reposer les pyramides sur des collines, un retour à la source.

Et pour les pierres reconstituées ?

Ce sera l'objet d'une prochaine présentation. Nous avons pu avancer, notamment grâce aux ruines d'une pyramide également datée de la IV<sup>e</sup> dynastie. Car à Gizeh, nous n'avions pas le droit de prélever des échantillons. Mais là, plus au nord, il n'y avait que des vestiges car les pierres ont été utilisées pour



La chercheuse a confirmé la théorie de Joël Bertho sur le terrain. Photo DR

Nous travaillons également depuis quelques mois sur le site de Saqqarah, où se trouve

avons vu des choses étonnantes qui feront l'objet d'une conférence dans quelques mois.



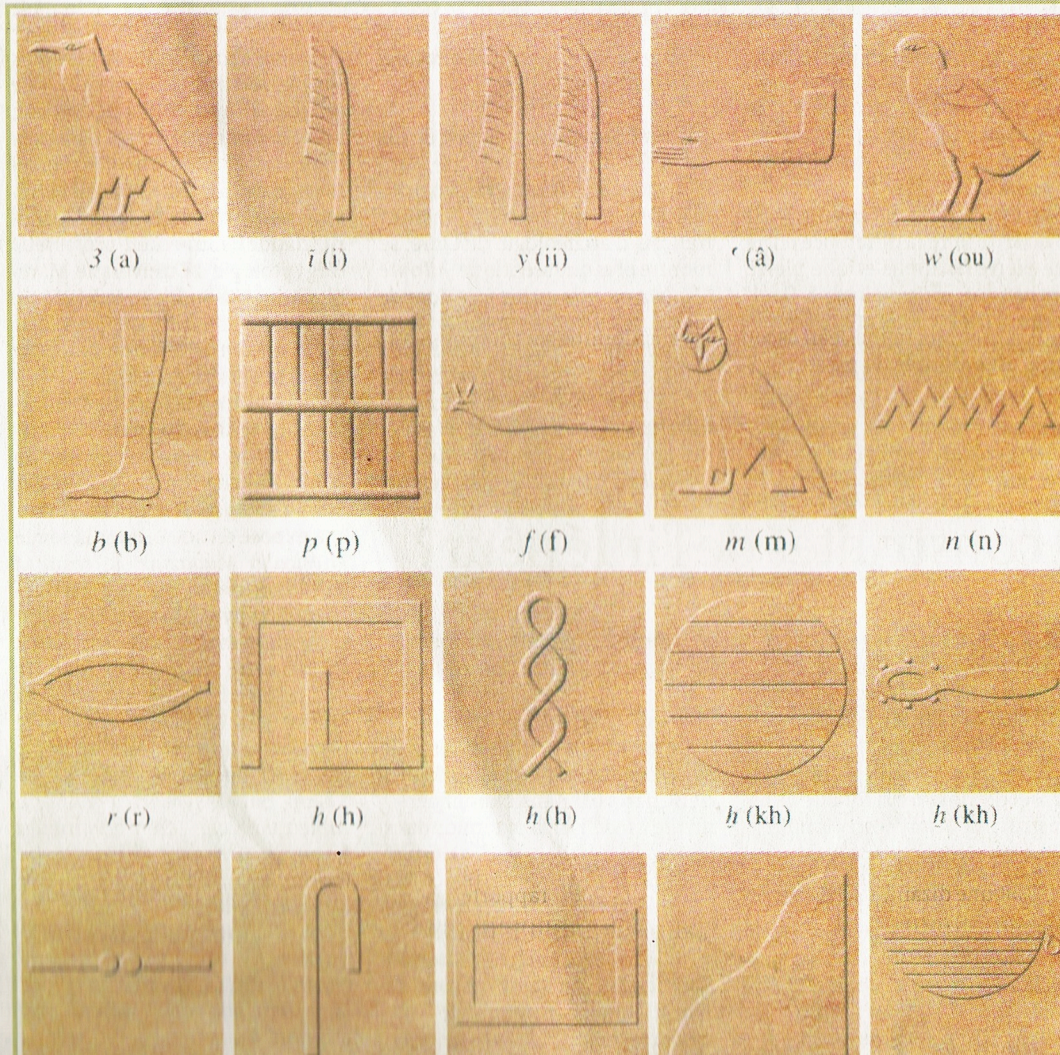
## Voyage à travers l'espace graphique

Dans un essai, Anne-Marie Christin revisite les multiples formes de l'expression graphique. Elle souligne la capacité des anciens Égyptiens à optimiser la disposition des signes dans l'espace

Quel point commun existe-t-il entre une peinture pariétale, une tablette cunéiforme, un calligramme japonais, l'édition du *Coup de dés* de Mallarmé et l'affiche vantant les mérites du bouillon Kub dessinée par Cappiello sur les murs du Paris de l'entre-deux-guerres ? Pour répondre à cette question, Anne-Marie Christin a écrit un livre dense, intitulé *L'Image écrite ou la déraison graphique* (éd. Flammarion, coll. « Idées et recherches », 1996), qui éclaire d'un jour nouveau le débat sur l'histoire des écritures et des images.

Cet ouvrage, abondamment illustré, nous conduit à revisiter les multiples formes de l'expression graphique nées en Occident comme en Orient. Il exige cependant du lecteur qu'il déplace son regard des figures (écritures ou images) vers les surfaces qui les portent. Ce geste réappris, l'incongruité de la question initiale s'efface. Les chevaux de la grotte Chauvet, les waka japonais, les lithographies Belle Époque ou le poème de Mallarmé ont en commun d'être des assemblages de figures ou de signes dont la signification est intrinsèquement liée à la façon dont ils occupent l'espace sur lequel ils s'inscrivent.

Pour Anne-Marie Christin, on touche là à l'une des inventions majeures de l'humanité : la capacité de voir une surface non comme



## Comprendre au-delà du signe

Lire des hiéroglyphes se fait à plusieurs niveaux. L'« alphabet » de 24 signes unilitères n'explique qu'en partie les écrits de l'Égypte ancienne

Les Grecs ont qualifié de *hierogluphikos* (« gravures sacrées ») les innombrables signes du système d'écriture égyptien. Celui-ci, apparu à la fin du IV<sup>e</sup> millénaire avant notre ère, combine signes idéographiques, signes phonétiques et déterminatifs : l'égyptien « classique » (entre 2000 et 1800) compte environ 700 signes, tandis que la langue de l'époque gréco-romaine en compte environ dix fois plus. La dernière inscription hiéroglyphique connue fut gravée le 24 août 394, sous Théodose, sur la porte d'Hadrien à Philae. C'est ainsi que Jean-Pierre Corteggiani, responsable des relations scientifiques et techniques de l'Institut français d'archéologie orientale du Caire (IFAO), définit le mot « hiéroglyphe » lors de la première grande exposition égyptienne au Louvre, en 1997. Les Égyptiens, eux, nommaient leur écriture *medou neter* « mots divins ».

Outre sa complexité à être définie, l'écriture hiéroglyphique est remarquable par sa durée. Née peu après l'écriture mésopotamienne, elle n'a subi aucune transformation notable au cours de quarante siècles. En revanche, elle a donné naissance à deux formes d'écriture plus cursives et mieux adaptées aux matières fragiles.

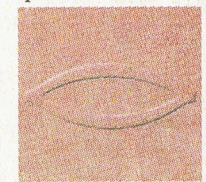
Mais revenons aux hiéroglyphes. Trois types de signes, dont les valeurs se complètent et souvent se redoublent, y coexistent.

1) Des idéogrammes (un signe signifie un mot) ou logogrammes.



Ainsi, le disque solaire signifie « le Soleil » (rà), « le jour » (herou).

2) des phonogrammes (un signe signifie un son) ou signes phonétiques. Ils se lisent comme un rébus.

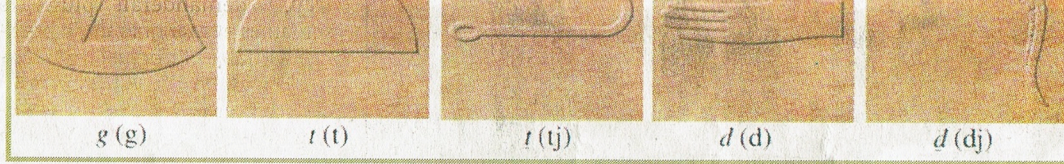


Exemple : le signe de la « bouche » se prononce « er » et sert à noter le signe unilitère (se dit d'un signe représentant un seul son) « r ». A noter que les 24 phonogrammes unilitères constituent une sorte d'« alphabet » (photo en haut).

3) des déterminatifs qui précisent dans quelle catégorie d'objets ou de concepts le signe doit être classé.



Les conséquences de cette hypothèse sont nombreuses et la première concerne l'histoire des écritures. Pour Anne-Marie Christin, les systèmes de signes tirent leur extraordinaire pouvoir de représentation de l'hétérogénéité de leur nature. Ce sont des « mixtes » dont le hiéroglyphe a déjà, à l'aube des civilisations de l'écriture, exploité tous les possibles.



### « L'ALPHABET »

**Les hiéroglyphes unilitères représentent à eux seuls une sorte d'« alphabet ». Une convention internationale a été adoptée pour faciliter leur translittération. Dans le tableau ci-dessus, les codes de transcription des signes sont accompagnés de leur valeur phonétique, notée entre parenthèses.** LA GRAMMAIRE DE L'ÉCRITURE HIÉROGLYPHIQUE ET SES CODES/UNIC

graphique et de la voix, unidimensionnelle, restent définitivement dissemblables. Une syllabe ne peut être énoncée en même temps qu'une autre, mais deux signes ou deux images peuvent être joints en un même espace. Depuis la surface offerte à la divination de l'oracle (le sable des Dogons parcouru par le renard, le foie des animaux sacrifiés à Babylone, la carapace de tortue en Chine), jusqu'au calligraphe oriental, il est des civilisations qui ont su être lectrices de la disposition spatiale des signes, avant ou après avoir inventé l'écriture. Les civilisations de l'alphabet auraient-elles perdu ce pouvoir ?

L'alphabet a pu être très longtemps utilisé comme les idéogrammes, nous rappelle Anne-Marie Christin, suivant en cela Marcel Détienné ou Jesper Svenbro, c'est-à-dire non pour restituer la

succession des syllabes d'un énoncé mais pour permettre à l'homme qui regarde les lettres de produire une parole qui les accompagne, qui les paraphrase ou les commente. Bref, l'alphabet n'a pas préservé le lecteur du travail de reconnaissance et d'interprétation que toute lecture impose.

Dès lors, la coupure est peut-être moins celle qui se situe au moment de l'invention de l'alphabet que celle qui survient lorsque Gutenberg inscrit le caractère de plomb fondu dans le carcan de la réglette de cuivre où prend forme la ligne imprimée. Cette solution technique renvoie en effet l'image hors du texte (en particulier lorsqu'elle a été gravée sur cuivre) et confine l'écriture dans la régularité obligée de la succession des lignes. C'est à cette occasion que l'écriture occidentale pourrait avoir commencé à oublier qu'elle

s'offre au regard qui la contemple autant qu'à la voix qui en restitue les sons.

Pourtant, c'est aussi dans ces siècles où l'imprimé déploie ses redoutables pouvoirs que commence un long travail de réappropriation de l'espace graphique. La littérature permet d'en lire les avancées et les reculs.

Le caractère monovalent de l'alphabet a en effet longtemps confiné à la seule voix le rôle primordial dans la lecture des œuvres (« publier » un livre au XVIII<sup>e</sup> siècle, c'est encore en donner une lecture à haute voix, même si chacun peut le lire des yeux sur la copie qui circule). Il faut donc que l'imprimerie reconquière l'espace non obligatoirement contraint par la ligne qui était celui de la pierre ou du manuscrit. Cette avancée est tardive. La gravure de bois de bout permet, dans le courant du XIX<sup>e</sup> siècle, de construire une nouvelle esthétique du livre dans laquelle image et texte peuvent se mélanger et le texte devenir image. La lithographie permet à l'affichiste toutes les audaces. Est-ce dans ces années que le lecteur occidental apprend à lire d'une autre manière ?

C'est en tout cas dans cet espace reconquis que Stéphane Mallarmé installe, avec l'impression du poème *Jamais un coup de dés n'abolira le hasard*, une nouvelle conception de l'écriture, de l'édition et de la littérature, ce que le poète appelle un « espacement de la lecture ». En faisant de la page imprimée cette surface « élevée à la puissance du ciel étoilé » (un coup de dés, le hasard, une constellation), Mallarmé a, pour Anne-Marie Christin, ramené l'alphabet à l'écriture. ■

l'énoncé... pendant près de deux millénaires et demi.

Ensuite, l'écriture démotique, qui va évincer la hiératique – dès lors que celle-ci va se cantonner au religieux – pour devenir, à partir du VII<sup>e</sup> siècle avant J.-C., l'écriture officielle. C'est la seule écriture égyptienne à connaître une large utilisation dans la vie quotidienne : « démotique », du grec *demotika*, « écriture populaire ». Très cursive, riche en ligatures et abréviations, elle a perdu, elle aussi, tout aspect iconique.

Exemple : les jambes indiquent l'idée du mouvement. Mais l'idéogramme du disque solaire peut aussi être un déterminatif. Il exprime alors « le temps », « les moments » – d'où la complexité...

Les anciens Égyptiens, eux, ne se souciaient guère de simplifications alphabétiques. Pour eux, l'écriture n'était pas une simple technique permettant de noter la langue, elle était avant tout une image du monde, un art du visible qui assure à ce qu'elle peint l'immortalité. ■

C. Pa.

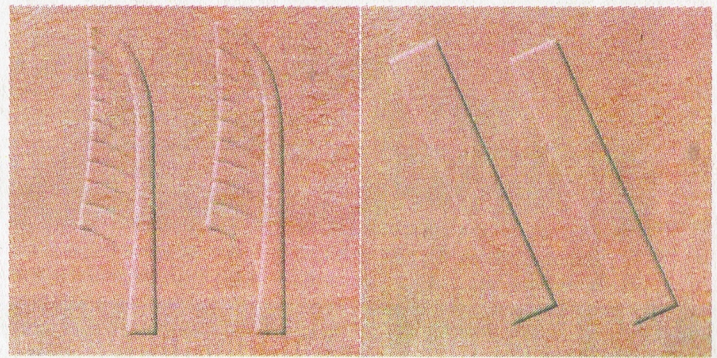
## Une grammaire : au-delà du signe, un concept

Il s'est attaqué à un grand œuvre : rédiger une grammaire, *L'écriture hiéroglyphique et ses concepts*. Le langage des dieux égyptiens, qui sort à l'automne (tome II, éd. Unic). Le tome I, *La mythologie égyptienne et ses codes*, est déjà sorti. Passionné d'égyptologie, Joël Bertho, l'auteur, n'est en effet pas totalement satisfait par les « traductions » hiéroglyphiques proposées. « Depuis 1822, et la découverte de Champollion, rien n'a changé. cela fait cent quatre-vingt-dix ans que l'égyptologie reste sur ses bases », s'étonne-t-il. Quant à l'« alphabet », internationalement établi des 24 signes unilitères (représentant un seul son), « on ne peut pas à proprement parler utiliser le terme d'alphabet puisque ces signes ont parfois plusieurs dessins pour les symboliser. Ainsi, le phonème "w",

peut être représenté par un poussin de caille, une spirale ou trois traits ».

Selon Joël Bertho, parallèlement à leur valeur phonétique, les concepteurs de l'écriture hiéroglyphique ont utilisé, dans certains cas, ces signes en tant que concepts. Il s'agit de signes qui symbolisent des idées globales comme l'intériorité, l'extériorité, l'expression, l'origine, la reproduction, la conception, l'évolution... Par exemple, sachant que tous les signes unilitères sont des rébus : le phonème « y » sert à noter la dualité et est représenté par deux plumeaux de roseau ou deux traits reproduits côte à côte (*photo*). Il symbolise la reproduction, la dualité... « car il faut être deux pour se reproduire », lance-t-il. ■

C. Pa.



Une syllabe ne peut être énoncée en même temps qu'une autre, mais deux signes peuvent être joints en un même espace

Les Égyptiens possèdent en effet des signes qui désignent des mots (des idéogrammes), des signes qui désignent des catégories (les déterminatifs) et des signes qui désignent des sons (les phonogrammes) ; mais ils savent surtout disposer ces multiples codes dans l'espace de façon à tirer un profit maximum de leur combinaison et de leur articulation avec l'image. Il en est de même pour les idéogrammes chinois ou pour la subtile combinaison des kanji et des kana japonais. Se pose alors d'une tout autre manière la question des écritures strictement alphabétiques nées entre les X<sup>e</sup> et VII<sup>e</sup> siècles dans le bassin méditerranéen.

Loin de les considérer comme l'aboutissement de l'histoire des écritures, Anne-Marie Christin voit dans le succès de leur diffusion un range affaiblissement du pouvoir d'écrire : « L'alphabet semble être un système bien appauvri en gard de la flexibilité visuelle/verbale que propose l'idéogramme. » Il est peut-être même l'instrument qui a enfermé notre civilisation dans un mythe logocentrique. La parole, fût-elle divine, est transmise à elle-même et sa « lettre », défaut de son « sens », toujours tétralement transmissible puisque chacun des sons qui la constituent peut être codé par un signe.

### À LIRE

#### « Lire et comprendre les hiéroglyphes »

par Hilary Wilson traduit de l'anglais et adapté par Guy Rachet (éd. Sand, 2005)

L'écriture apparaît en Égypte vers 3000 av. J.-C. Les Égyptiens considéraient qu'elle était la création de Thot – dieu des mystères, magicien, scribe des enfers – et désignaient celle-ci par l'expression « les mots du dieu », *Medounetcher* en égyptien. Ce sont les Grecs qui, plus tard, nommeront « hiéroglyphes » l'écriture égyptienne. Le mot dérive du terme grec *hieroglyphica* voulant dire « gravés et sacrés ». En 391, l'empereur romain Théodore fait fermer les temples égyptiens. L'enseignement des hiéroglyphes n'est plus assuré. Jusqu'en 1822, malgré quelques explications données par les textes grecs, le mystère des hiéroglyphes fascine. Pendant 1500 ans, avant que Champollion ne perce leur secret, on les croyait porteurs de sagesse ancienne ou de secrets religieux. Avec ce livre, la lecture de nombreux hiéroglyphes devient possible. Quiconque y trouvera la clé pour déceler le sens des symboles. Ces signes élégants informent sur le fonctionnement de la société, sur l'exercice du pouvoir. Des tableaux simples, des exemples tirés de monuments, de documents et de manuscrits, accompagnés d'explications.



par son système d'assainissement... approprié. Alors pourquoi ne pas utiliser notre capacité d'auto-financement pour offrir aux Saint-Gillois un équipement digne d'une commune de 9 000 h ?

Gilles Frontin, Dominique vital, Fabrice Oger

la gauche, c'est inévitable. Voulez-vous continuer la politique de gouvernement par le sondage ? En continuant des débats sur l'identité nationale, la laïcité, en stigmatisant des populations... Qui fait le lit du FN ?

Jean-Marie Lalonde, 06 77 20 65 26

## FOCUS

### JOËL BERTHO, ARCHITECTE DES STRUCTURES SAINT-GILLOIS FAIT LE BUZZ !

Quand on évoque les pyramides d'Égypte, on s'imagine une file interminable de travailleurs acheminant de gigantesques blocs de pierre grâce un jeu de poulies, et surtout, à la force des bras !



**S**i l'on admet désormais qu'il ne s'agissait pas d'esclaves, mais de salariés, on peut se demander comment toutes ces pièces (2 300 000 pour la pyramide de Khéops I) ont pu être assemblées. Chacune de ces pierres pesant entre 2 et plusieurs dizaines de tonnes !

Les égyptologues s'accordent à penser que la pyramide de Khéops a été construite en une vingtaine d'années. Quand on sait qu'il a fallu près de 170 ans pour réaliser la cathédrale de Paris, par comparaison, on peut se demander si les ouvriers auraient pu avoir le temps de façonner chaque pièce ? D'autant que "les pierres moulées" séchaient semble-t-il, en moins d'un jour. Très proche de la théorie "de la pierre réagglomérée" (calcaire naturel désagrégé, mélangé à un liant, puis moulé), développée par le professeur Joseph Davidovits, le Saint-Gillois Joël Bertho, architecte des structures, spécialiste des moulages et de la transformation des matériaux, pense que « les pyramides du plateau de Guizeh ont été construites avec des pierres reconstituées et moulées, à la manière du béton ».

Dans son édition du 8 janvier 2011, le Midi Libre lui consacre même un "papier" avec un entretien de la géologue Suzanne Raynaud. Peut-être un signe d'acceptation progressive et inévitable de sa théorie, parmi d'autres... Une thèse qui reste encore ouvertement décriée par certains spécialistes comme Claude Golvin, architecte et directeur de recherche au CNRS qui « ne voit pas pourquoi les Égyptiens se seraient compliqués la tâche en fabriquant de la pierre, alors qu'ils en avaient à revendre. Quant à leur outillage, même rudimentaire, il était suffisant pour travailler la roche calcaire » tranche-t-il. Or, pour Joël Bertho, les artisans "se contentaient" « de transporter le sable, l'eau et les ingrédients permettant à la pâte à bâtir de durcir. Le mortier étant coffré in situ grâce à des banches. Parfois, le mortier est moulé "sur et entre" des pierres existantes. » La théorie des pierres moulées serait donc aussi vieille que les pyramides ?

**Il appuie également sa thèse sur une nouvelle lecture des hiéroglyphes qui seraient loin d'avoir révélé tous leurs secrets...**

« Sur tous les monuments d'Égypte, figurent des inscriptions que les Égyptologues nomment "rites de construction". Ces rites se composent de quelques scènes fonctionnant comme des bandes dessinées. Elles racontent comment les monuments furent construits. Toutes expliquent le moulage de la pierre. » Mais comme cela paraît impossible aux yeux de ses détracteurs « on en a conclu que les scènes étaient symboliques. » s'offusque-t-il. Sur le terrain,



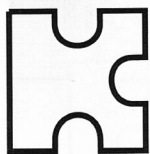
certains assemblages complexes de pierres l'ont amené à la conclusion qu'une grande partie des pyramides était réalisée en pierre reconstituée. « J'ai remarqué des indices de moulage sur des blocs de parement et du dallage des monuments du plateau de Gizeh. La photo ci-contre montre que ces pierres n'ont pu être découpées pour être assemblées. Leurs formes s'épousent à la perfection et ne présentent pas d'épaisseur de joint. Elles ont

été moulées in situ, la foncee servant de coffrage à la plus claire. »  
**Et pour valider son hypothèse**, il s'est rapproché de Suzanne Raynaud et d'Henry de Laboisse, scientifiques du CNRS (université de Montpellier2), docteurs en géologie et spécialistes des matériaux. Dans son livre "la pyramide reconstituée – éditions Unic" sorti en 2001, il présente de nombreuses photos d'assemblages complexes des blocs des dallages qui existent encore partiellement à la base des pyramides.

« Je n'ai jamais dit que les bâtisseurs égyptiens ne savaient pas tailler la pierre. J'ai même affirmé que ces pyramides étaient composées à la fois de pierres naturelles taillées et de pierres artificielles moulées (voir le Science et Vie de mars 2002). Les pierres et matériaux provenant de la préparation du plateau de Guizeh ont bien sûr été utilisés dans les constructions. D'autre part, les pyramides sont construites sur des collines rocheuses taillées en escalier, faisant ainsi office d'assise de construction. »

Joël Bertho





## LES TERTRES ROCHEUX DE GIZEH AVANT LES PYRAMIDES

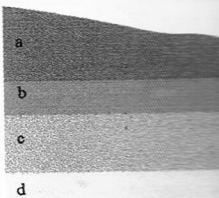
Dans la liste des mystères qui entourent les pyramides d'Égypte, les énigmes liées à leur construction figurent en bonne place. Bien sûr, la taille, et donc le poids des blocs à déplacer, constitue un important paramètre de la problématique, d'autant plus sérieux que le nombre des blocs en question est élevé. Car au transport proprement dit s'ajoutent alors les problèmes liés au gigantisme du chantier. Autrement dit, il ne suffit pas de multiplier les hommes en fonction du nombre de blocs à mettre en place : cette multitude d'ouvriers, il faut la gérer correctement, tant au niveau de l'organisation du travail que des déplacements, des vivres, du logement, etc. Pour ce qui est des deux grandes pyramides de Gizeh, celles dites de Khéops et de Khéphren, les égyptologues ont estimé le nombre de blocs les constituant en fonction de leur volume et en ont tiré les conclusions quant à la difficulté d'organiser la logistique requise. Mais... et si les savants calculs des spécialistes étaient faux ? C'est ce que suggère l'hypothèse des auteurs de cet article. L'un d'eux, Joël Bertho, est maintenant bien connu du grand public pour avoir publié en 2001 un livre, « La pyramide reconstituée », qui a bénéficié d'une certaine publicité, entre autres grâce à des articles parus dans *Science & Vie*. Comme Joseph Davidovits, auquel nous avons consacré un dossier à l'époque (KADATH n° 91), Joël Bertho a développé, pour expliquer la construction des pyramides, le concept de pierres artificielles, moulées sur place. Avec la collaboration des géologues Suzanne Raynaud et Farid Makroum et de Muriel Planas, doctorante en pétrophysique, il nous présente, avec le présent article, un autre aspect de sa recherche, tout aussi passionnant.

### Quand l'architecture s'appuie sur la géologie.

Il y a 5000 ans, sur le plateau de Gizeh en Égypte, les pharaons de la IV<sup>e</sup> dynastie édifiaient les monuments les plus célèbres de notre histoire. Aujourd'hui, si la construction des grandes pyramides a fait couler beaucoup d'encre, leur étude en contexte naturel a été très peu prise en compte. Notre travail se situe donc en amont des nombreuses études concernant leur construction. Son but est d'estimer le volume minimum de roches naturelles provenant directement du plateau de Gizeh et ayant participé à leur édification. Des études effectuées en Égypte et en France ont permis de redécouvrir le génie des bâtisseurs égyptiens qui exploitaient le cadre géologique du site afin de faciliter les constructions. Les architectes égyptiens ont mis à profit la géologie du site, une série stratigraphique sédimentaire datée de l'Eocène moyen (Rushdi Saïd, 1962), la formation de Mokattam, composée de roches tendres avec des bancs de calcaire à nummulites, plus résistants, intercalés. Le calcaire gréseux tendre, situé au-dessus du banc nummulitique, a été décaissé en laissant subsister des tertres rocheux, futures assises

des pyramides. Les roches débitées dans le plateau lors de ces travaux préliminaires ont servi pour la construction. La partie résiduelle des décaissements du plateau sont le tertre rocheux et les falaises d'une dizaine de mètres de hauteur qui bordent les édifices.

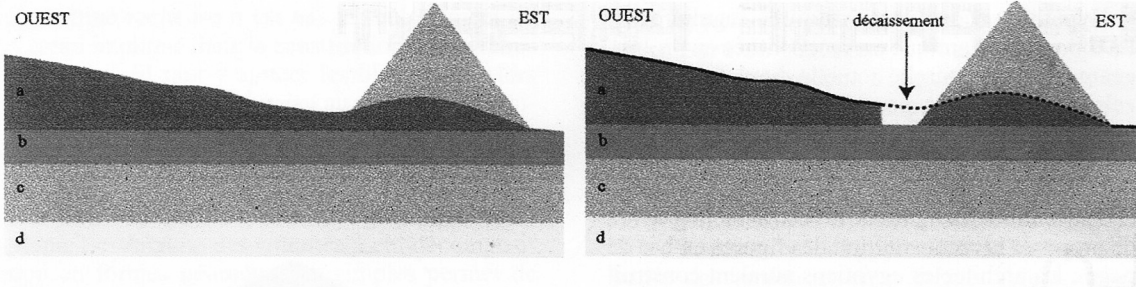
La pyramide d'Abou Rawash, située au nord du plateau de Gizeh, a été construite par le pharaon Djedefrâ (Didoufri), successeur et fils de Khoufou (Khéops). Cette parenté inscrit donc la conception de son monument dans la lignée de celles des grandes pyramides. L'étude de sa pyramide nous renseigne sur la façon de construire à cette époque. Elle renferme un tertre rocheux qui représente 44 % du volume total de l'édifice (Valloggia M., 2001). La même méthode a été utilisée pour le Sphinx, sculpté dans la roche naturelle et habillé d'un revêtement de pierre. Cette technique de construction est visible sur la face occidentale de la pyramide de Khafrâ (Khéphren), puisqu'en l'absence de parement, on peut voir que les assises inférieures internes sont composées des formations autochtones du plateau. Cette observation se fait aussi sur la face sud de la pyramide de Khéops.



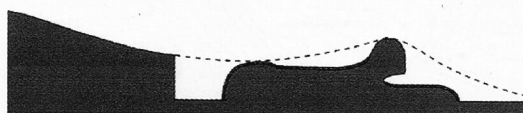
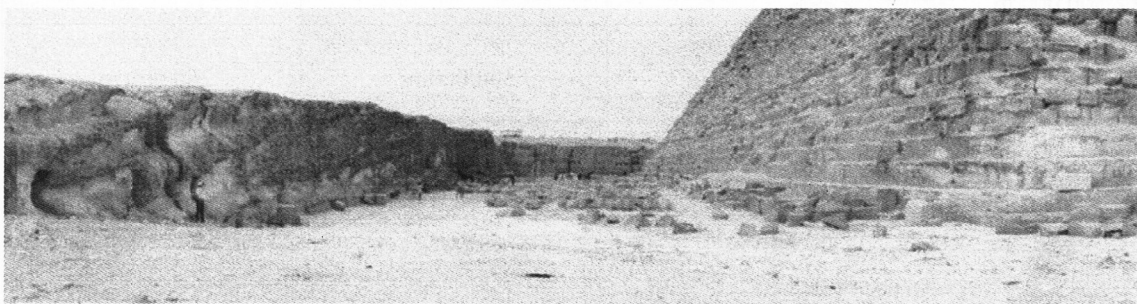
Ci-dessus : coupe g du plateau de Gizeh Khéphren et montr construction (a = c caire à nummulites, tam). Le décaissement cielle, visible ci-dess inférieures de la ba taillées dans le ter procédé utilisé pour férieures de la face







*Ci-dessus : coupe géologique simplifiée ouest-est du plateau de Gizeh passant par la pyramide de Khéphren et montrant le relief probable avant la construction (a = calcaire gréseux, b = banc calcaire à nummulites, c et d = formation de Mokkattam). Le décaissement a créé une falaise artificielle, visible ci-dessous, tandis que les assises inférieures de la base ouest de la pyramide étaient taillées dans le tertre rocheux. En bas, le même procédé utilisé pour le Sphinx et pour les assises inférieures de la face sud de la pyramide de Khéops.*



La présence de noyaux rocheux réduit de façon drastique le volume de pierre nécessaire pour terminer les pyramides. Les roches du plateau de Gizeh entrant dans la composition des pyramides se présentent donc sous deux formes : les blocs découpés lors des décaissements et le tertre rocheux.

### Estimation des volumes.

Quel pourcentage de roche, provenant du site même, renferment les grandes pyramides ? Pour répondre à cette question, il faut additionner les volumes des tertres rocheux et les produits des décaissements. Pour les pyramides de Khéops et Khéphren, le volume de la colline rocheuse dépend directement de la topographie du plateau avant la construction des pyramides. N'ayant aucun relevé se rapportant à cette lointaine époque, plusieurs hypothèses peuvent être envisagées.

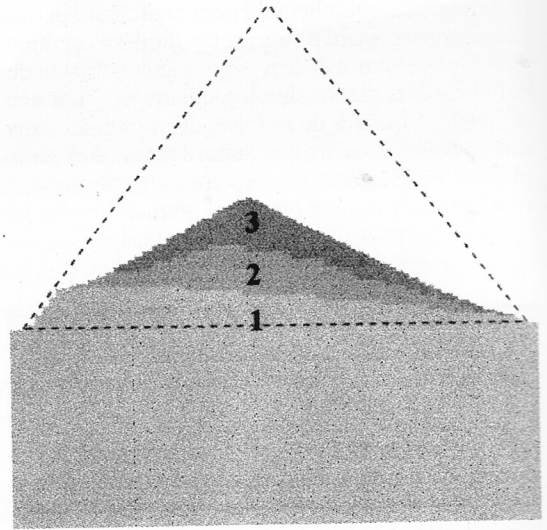


- Hypothèse d'une pente naturelle régulière (1). La topographie antique est reconstituée en prolongeant la pente naturelle actuelle du plateau de Gizeh, probablement peu différente de la topographie de l'Ancien Empire en raison des conditions climatiques.

- Hypothèse d'une butte naturelle (3). L'étude de la distribution des lignes de niveau actuelle permet de proposer la reconstitution des figures en bas de page : les architectes égyptiens auraient construit les pyramides sur des buttes rocheuses naturelles préexistantes. Pour calculer les volumes, nous nous sommes basés sur une butte représentant 44 % du volume total de la pyramide, comme c'est le cas pour celle du roi Didoufri.

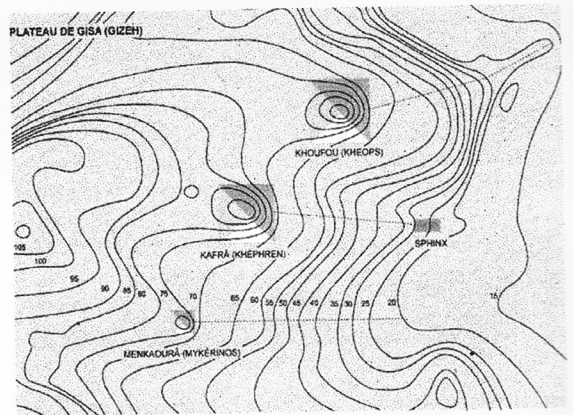
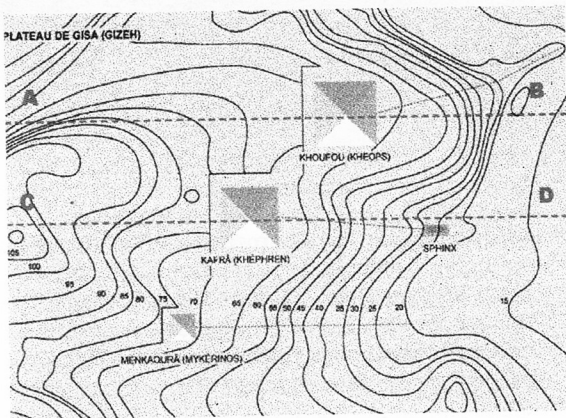
- Hypothèse intermédiaire (2). A mi-chemin entre les deux hypothèses précédentes, elle permet de mieux comprendre comment une faible variation dans la hauteur de la colline rocheuse change radicalement son volume et donc son importance au sein même de la pyramide.

Le tableau qui suit présente les estimations des volumes pour chacune de ces hypothèses.

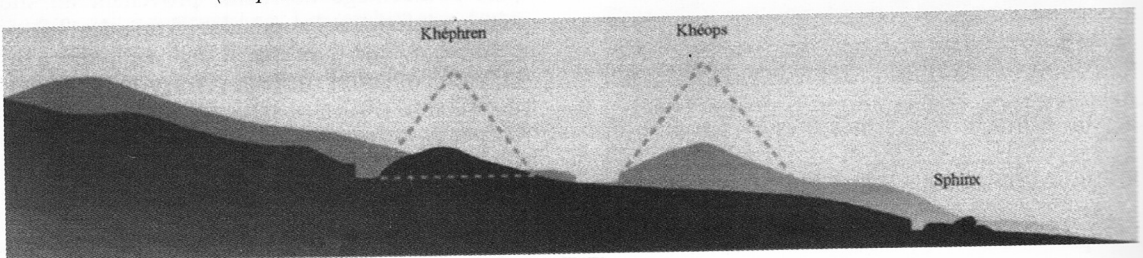


6

Volume des édifices	Hypothèse des buttes	Hypothèse intermédiaire	Hypothèse minimale
Pyramide de Khéops 2.500.000 m <sup>3</sup>	1.100.000 m <sup>3</sup>	700.000 m <sup>3</sup>	300.000 m <sup>3</sup>
Pyramide de Khéphren 2.000.000 m <sup>3</sup>	880.000 m <sup>3</sup>	580.000 m <sup>3</sup>	280.000 m <sup>3</sup>

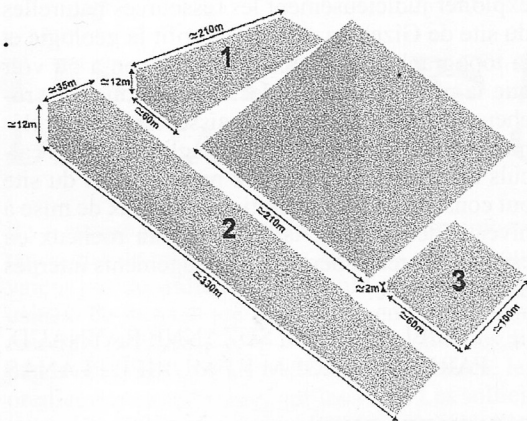


Topographie probable du plateau avant les pyramides telle que reconstituée par l'auteur (à droite) et l'actuelle à gauche (coupes est-ouest AB = Khéops et CD = Khéphren restituées en dessous).





La colline rocheuse n'est pas le seul élément du plateau impliqué dans la construction des pyramides, puisqu'il faut y ajouter les blocs taillés lors des travaux de mise à niveau au pied des pyramides. Quelle que soit l'hypothèse retenue pour la colline rocheuse, le volume décaissé varie peu ; un seul calcul suffit donc pour chaque pyramide. Autour des édifices, la pente topographique complique l'estimation des volumes. Leur décomposition en formes géométriques simples permet de calculer les quantités de roches enlevées : on obtient environ 150.000 m<sup>3</sup> de matériaux pour



Décomposition des parties décaissées en formes géométriques simples : 1 = environ 75.000 m<sup>3</sup>, 2 = 70.000 m<sup>3</sup>, 3 = 5000 m<sup>3</sup>.

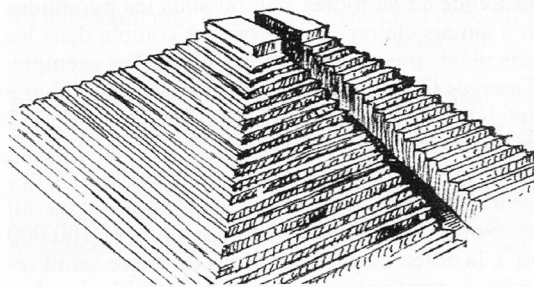
Khéops et Khéphren. Si on ajoute les volumes des produits des décaissages à ceux des buttes rocheuses calculés précédemment, on obtient alors :

- la moitié environ du volume des pyramides selon l'hypothèse des buttes naturelles (1.100.000 + 150.000 = 1.250.000 m<sup>3</sup> pour Khéops, 880.000 + 150.000 = 1.030.000 m<sup>3</sup> pour Khéphren) ;
- un tiers environ du volume des pyramides selon l'hypothèse intermédiaire (700.000 + 150.000 = 850.000 m<sup>3</sup> pour Khéops, 500.000 + 150.000 = 650.000 m<sup>3</sup> pour Khéphren) ;
- un cinquième environ du volume des pyramides selon l'hypothèse de la pente régulière (300.000 + 150.000 = 450.000 m<sup>3</sup> pour Khéops, 280.000 + 150.000 = 430.000 m<sup>3</sup> pour Khéphren).

Les estimations de volumes précédentes sont des valeurs minimales. En effet, l'évaluation ne tient compte que des matériaux provenant des alentours immédiats de chaque pyramide : décaissements et taille en escaliers. Cependant, un grand nombre de galeries souterraines parcourent la nécropole de Gizeh, et le chantier lui-même qui s'étend jusqu'à la vallée du Nil compte d'autres carrières. Il est donc fort probable qu'un volume de matière plus important, et peut-être la totalité, provient du plateau.

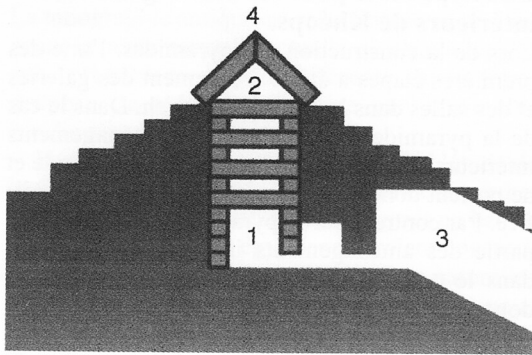
## Une hypothèse pour les aménagements intérieurs de Khéops.

Lors de la construction des pyramides, l'une des premières étapes a été le creusement des galeries et des salles dans le plateau de Gizeh. Dans le cas de la pyramide de Khéphren, les aménagements intérieurs se situent sous la base de la pyramide et ne portent donc pas atteinte à la stabilité de l'édifice. Par contre, pour la pyramide de Khéops, une partie des aménagements intérieurs se trouvent dans le corps même de la pyramide et forment donc des espaces creux dans le bâtiment. Il s'agit surtout de la Grande Galerie, qui mesure 46 m de long avec plus de 8 m de haut, et de la Chambre du Roi et sa salle de décharge. Ces deux dernières sont composées d'énormes blocs de granite. Comment des zones aux proportions aussi titanesques ont-elles été construites ? La réponse est plus évidente si on envisage la présence d'une ancienne colline rocheuse. A partir des travaux précédents, Joël Bertho propose l'hypothèse suivante : la Chambre du Roi aurait été construite au sommet de la butte rocheuse et la Grande Galerie suivrait sa pente, comme figuré ici. Ce passage en pente



douce aurait permis, avant son achèvement, l'acheminement des matériaux de construction et, en particulier, les énormes blocs de granite formant le plafond de la Chambre du Roi et sa structure de décharge. Le fait que les grandes dalles de calcaire, disposées en chevrons et formant la "voûte" de cette dernière, ne reposent pas sur la construction en granite mais sur la partie calcaire extérieure, a interpellé bien des architectes. En effet, cette structure est improprement appelée ainsi puisque les chevrons ne reposent pas sur elle : la structure de granite n'a pas fonction de "décharge". Ce dernier point est simple à comprendre si l'on admet l'existence d'un noyau rocheux naturel à l'intérieur de la pyramide. La structure en chevrons reposerait alors sur la roche et permettrait d'y reporter le poids de la partie supérieure de la pyramide plutôt que sur les aménagements intérieurs (voir le schéma au verso).





Pyramide de Khéops. 1 = Chambre du Roi, 2 = "structure" de décharge en granite, 3 = Grande Galerie, 4 = dalles calcaires en chevrons.

### Une exploitation judicieuse des ressources naturelles.

8

Nos calculs ont permis de montrer que 20 à 50 % du volume des pyramides est constitué des roches provenant du plateau de Gizeh, dont au minimum 300.000 m<sup>3</sup> pour chacun des tertres rocheux. La présence de ce rocher naturel sous les pyramides n'a jamais été réellement pris en compte dans les calculs de mise en oeuvre des blocs. Par exemple, Georges Goyon (1992) donne, à partir du volume total de la pyramide de Khéops, une valeur de 335 m<sup>3</sup> de matériaux posés par jour. En prenant l'hypothèse minimale d'un tertre rocheux de 300.000 m<sup>3</sup>, cela représente deux ans et quatre mois de travail en moins. Pour l'hypothèse maximum (1.100.000 m<sup>3</sup>), la durée de pose des blocs de pierre serait réduite de neuf ans, ce qui est considérable. Les hy-

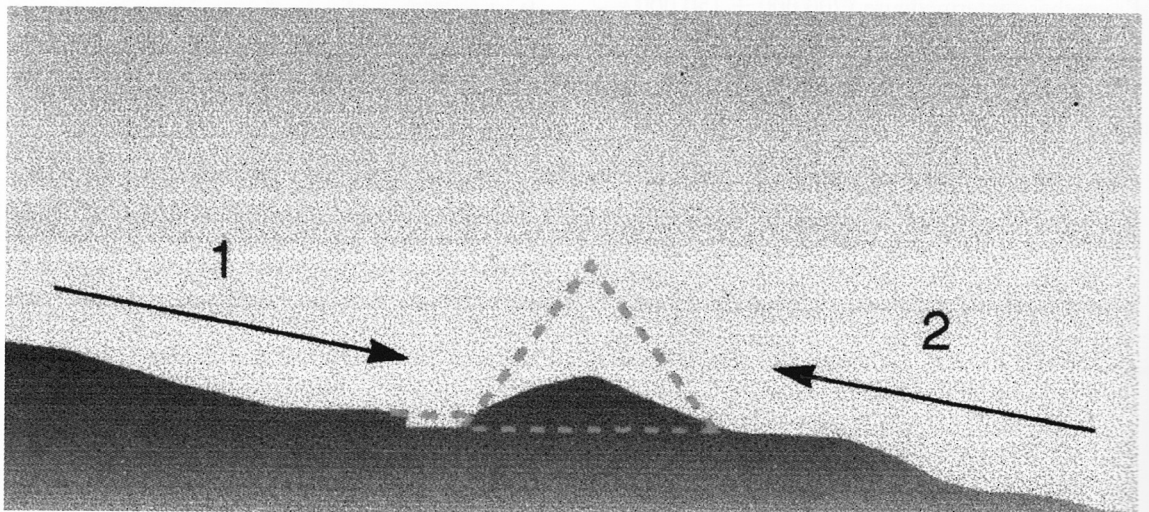
pothèses sur la nature des matériaux extérieurs au site (pierres naturelles, R. Klemm & D. D. Klemm 2001, ou pierres moulées, J. Bertho 2001) ne concernent plus que 50 à 80 % du volume total des pyramides. Il est admis par ailleurs que les carrières en contrebas des pyramides ont fourni des blocs de pierre. Or, le plateau au-dessus des monuments est formé de matériaux utilisables pour la construction. Dès lors, on peut se demander pourquoi les bâtisseurs égyptiens auraient lutté contre la gravité pour remonter les blocs de pierre. Notre étude montre que les architectes égyptiens ont su exploiter judicieusement les ressources naturelles du site de Gizeh en mettant à profit la géologie et la topographie du plateau. De plus, on a pu voir que la prise en compte des volumes du tertre rocheux et des produits des décaissements est un élément primordial trop souvent négligé dans les calculs antérieurs. Les travaux préparatoires du site ont consisté en trois opérations : travaux de mise à niveau (décaissage), taille du noyau rocheux en escalier et creusement des aménagements internes de la pyramide.

JOËL BERTHO, SUZANNE RAYNAUD,  
FARID MAKROUM ET MURIEL PLANAS

### BIBLIOGRAPHIE.

- Bertho J. (2001) « La Pyramide Reconstituée ». Éditions Unic. — [www.pyramide-reconstituee.com](http://www.pyramide-reconstituee.com)
- Goyon G. (1992) « Le secret des bâtisseurs des grandes pyramides – Khéops ». Éditions Pygmalion.
- Klemm R. & Klemm D.D. (2001) « The building stones of ancient Egypt – a gift of its geology ». *African Earth Sciences*, pp. 616 - 642.
- Valloggia M. (2001) « Construction d'une pyramide – L'exemple d'Abou Rawash – Résultats techniques ». *Les Dossiers d'Archéologie* n° 265, pp. 46-53.

Où serait le "bon sens"?

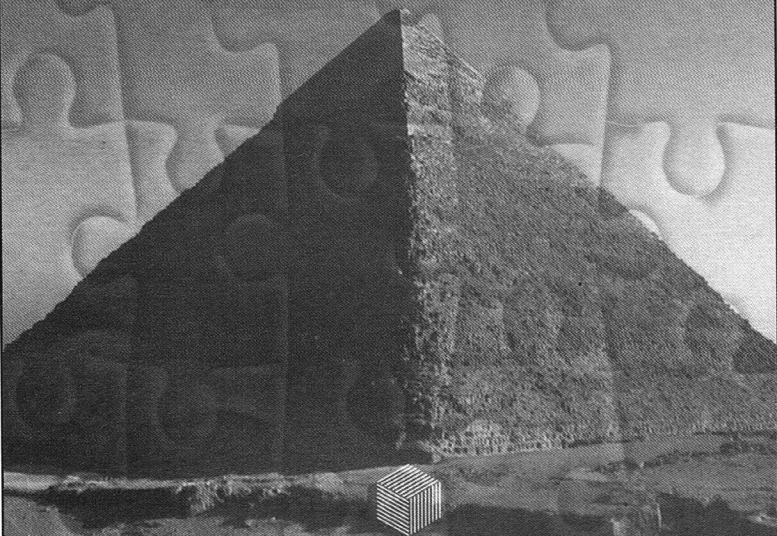




# LA PYRAMIDE RECONSTITUÉE

Les mystères des bâtisseurs  
égyptiens révélés

Joël Bertho

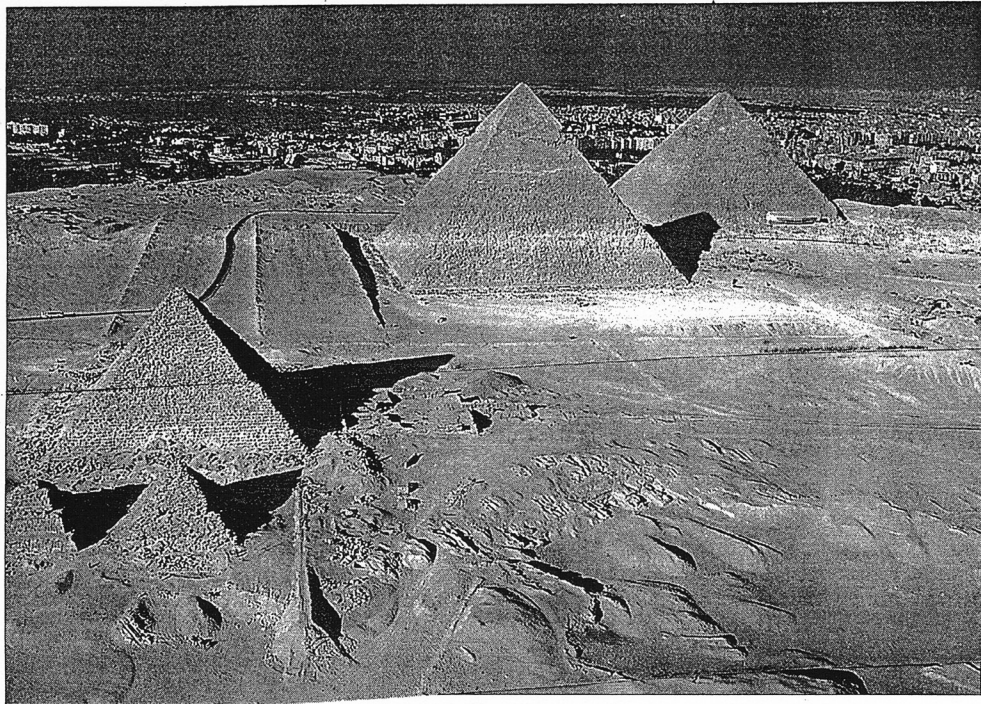


Éditions Unic



# LA VILLE EN PARLE

**Révolution dans le monde scientifique : Joël Bertho, designer montpelliérain, avance dans un livre que les pierres des pyramides d'Égypte sont... de fausses pierres ! Découverte géniale ou mauvaise piste ? En tout cas, sa théorie va faire du bruit. Explications.**



(Photo D.R.)

## Le mystère des pyramides percé à Montpellier ?

**S**ymboles de la splendeur du peuple égyptien, les pyramides recèlent un grand mystère : celui de leur construction. Le designer montpelliérain Joël Bertho a son idée sur la question. Si sa thèse est avérée, il faudra remiser vos livres d'écoliers. Car, selon lui, la technique des Égyptiens pour édifier ces gigantesques monuments est simplissime : ils ont moulé la pierre. Broyée dans les carrières, la pierre était transformée en une pâte qu'il suffisait ensuite de couler, bloc après bloc.

Cet homme de 54 ans, spécialiste des moulages et passionné d'architecture, patron d'une petite entreprise à Saint-Georges-d'Orques, gardait son précieux secret depuis des années. Au point d'éditer lui-même son livre, *La Pyramide reconstituée*, qui conte par le menu les techniques employées, selon lui, par nos prestigieux ancêtres.

À l'origine de ses recherches assidues, cette question qui l'obsède depuis vingt ans : comment les bâtisseurs des pyramides ont-ils pu déplacer des blocs de plusieurs tonnes et les hisser à des dizaines de mètres de hauteur ?

### Des pyramides bien moulées

Selon la thèse de Joël Bertho, les blocs n'ont pas été taillés, sur place ou sur un chantier, puis transportés par des cen-

taines d'esclaves ("d'ailleurs, il n'y avait pas d'esclaves en Égypte à cette époque"). Les pyramides n'ont pas été construites par des dizaines de milliers d'ouvriers.

La méthode ? Les Égyptiens broyaient du calcaire et du gypse, les tamisaient, et les purifiaient. Une partie était conservée, l'autre calcinée dans un four pour obtenir de la chaux et du plâtre. Le transport était facile ! Sur le chantier, le tout était mélangé à de l'eau, puis versé dans un coffrage en bois surfacé de cuivre. Il suffisait ensuite de mouler les pièces en les adaptant au monticule rocheux, taillé grossièrement, qui servait très souvent de base à la construction. Près de 5 000 ans plus tard, les pierres reconstituées ressemblent à s'y méprendre à de

vraies pierres : impossible de les reconnaître à l'œil nu. De Montpellier au Caire, il n'y a qu'un pas : Joël Bertho prend un ticket pour l'aventure, armé d'un appareil photo et d'un solide bon sens. Et vérifie son hypothèse.

### La pyramide reconstituée

L'explication, il la détaille dans un livre qui va faire du bruit : *La Pyramide reconstituée*. Elle s'appuie sur des milliers de photos, prises sur le plateau de Giza, le site des pyramides, à quelques encablures du Caire.

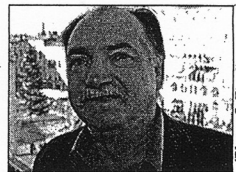
Son sentiment est conforté par les analyses du laboratoire de pétrophysique du CNRS, à l'université Montpellier II : "Elles ont été réalisées sur de minuscules

échantillons de pierre trouvés au pied des pyramides. Des balayages au microscope électronique démontrent que la pierre est composée d'un conglomérat de matériaux, comme si elle avait été broyée, puis reconstituée."

Joël Bertho s'appuie aussi sur une lecture inédite des hiéroglyphes, l'écriture égyptienne : "Les Égyptiens étaient très fiers de leurs techniques. Mais leur secret, ils voulaient le garder pour eux. Alors ils ont procédé par codage, un codage que seuls les initiés, maçons, bâtisseurs, pouvaient comprendre. La corporation des artisans plâtriers tenait une place importante et jouissait d'un statut particulier dans la société égyptienne. La pâte blanche qui sert au façonnage des blocs est comparée par les Égyptiens à de la pâte à pain. Elle a d'ailleurs le même nom. Pour raconter la fabrication de la pierre reconstituée, les Égyptiens se servaient de l'image du pain que l'on malaxe. Certains hiéroglyphes... prennent alors tout leur sens."

### Mission scientifique

Bien des hypothèses ont été avancées sur le mode de construction de ces ouvrages colossaux. Toutes restent incertaines. Des rampes inclinées pour transporter les énormes blocs vers la pyramide en construction, aux rails en bois entourant l'édi-



Joël Bertho

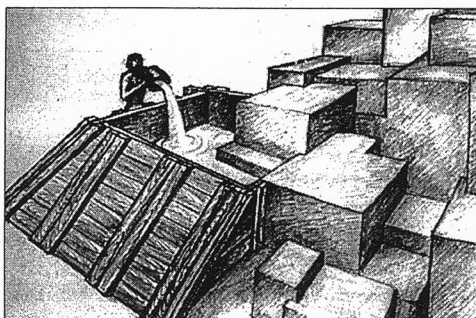
(Photo S. Fritel)

fic, en passant par des thèses plus fantaisistes, comme l'acheminement des pierres en montgolfière ou, à l'extrême, par des extra-terrestres bâtisseurs, le mystère alimente nombre d'études scientifiques et les fantasmes en tout genre. La théorie de Joël Bertho balaye les interrogations qui persistent depuis la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, lorsque l'Égypte voit débarquer les militaires de la campagne de Bonaparte. Nul doute qu'elle sera contestée et critiquée par de nombreux scientifiques, à moins que... "La seule façon de vérifier ma théorie, c'est d'envoyer une mission scientifique en Égypte pour prélever et analyser des échantillons."

Si elle est avérée, cette découverte montpelliéraine pourrait ouvrir au monde entier de nouveaux champs de connaissance sur cette splendide civilisation.

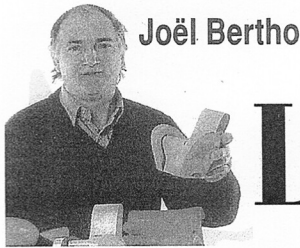
**Mathilde Pastor**

"La Pyramide reconstituée", éditions Unic, 13 rue des Verdiers, 34680 Saint-Georges-d'Orques. 204 pages, 25 €. [www.pyramide-reconstituee.com](http://www.pyramide-reconstituee.com)



Technique de moulage d'un angle d'une pyramide, selon Joël Bertho. (Illustration tirée du livre "La pyramide reconstituée".)





Joël Bertho

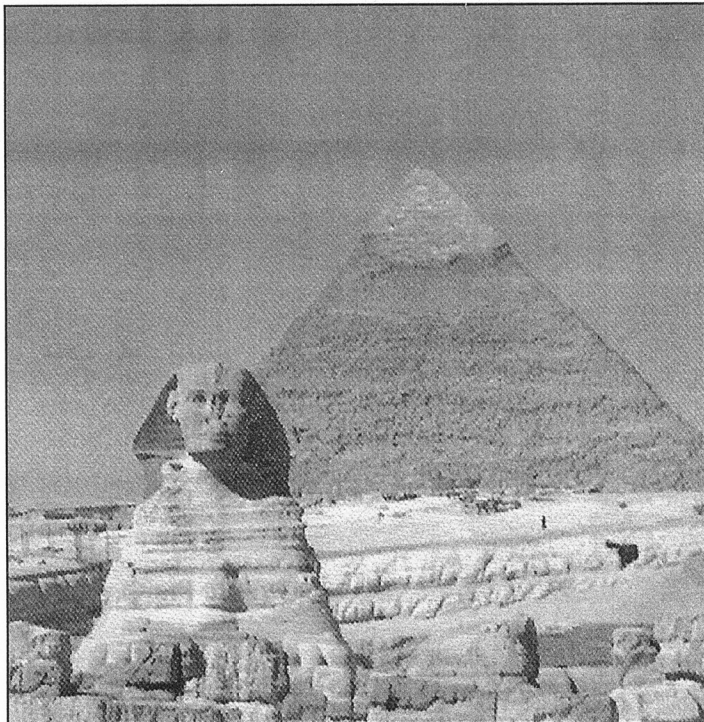
# Les pyramides seraient en fausse pierre !

Dans son livre intitulé "La pyramide reconstituée" qui vient de sortir, Joël Bertho livre une hypothèse inédite sur la construction des tombeaux des Pharaons. Peut-être là, les premiers éléments de réponses d'une énigme jusqu'alors jamais résolue.

**A** lors que nous entamons le 21<sup>e</sup> siècle, personne ne peut se targuer de détenir aujourd'hui le secret de la construction des pyramides égyptiennes. Et notamment la façon dont ce peuple a réussi l'exploit de hisser au sommet des ces édifices, ces blocs de pierre qui pèsent chacun plusieurs tonnes. Un véritable mystère qui depuis des lustres, suscite de nombreuses théories, dont la dernière en date ne manque pas d'interpeller les Egyptologues. Il faut dire tout d'abord qu'elle est issue d'un amateur éclairé qui ne fait pas partie du sérail. Joël Bertho est en effet un concepteur-designer-scénographe de renom, passionné par l'Égypte et qui après des années de recherches assidues vient de faire paraître un ouvrage où il dévoile, le secret des bâtisseurs égyptiens. Selon lui donc, les pyramides auraient été réalisées en pierre reconstituée, en clair grâce à des moules dans lesquels aurait été coulés une sorte de béton fait notamment à base de pierre broyée et de chaux. " En regardant des photos des pyramides, j'ai constaté des détails qui ne pouvaient être obtenus par moulage. Cela m'a fortement interpellé et j'ai décidé de lancer des recherches qui aboutissent aujourd'hui avec ce livre. "

## Une théorie en béton

Tout au long des 200 pages que compte son ouvrage, extrêmement bien documenté, Joël Bertho s'évertue donc à prouver que sa théorie est la bonne. Et il faut bien reconnaître que de nombreux éléments sont troublants. Assembler une pierre de forme concave à une de forme convexe est quasiment impossible, pourtant les égyptiens y sont parvenus ! Comment expliquer que les pierres de la première assise des pyramides épousent parfaitement la plate-forme rocheuse ? Comment avec seulement des masses en bois et de simples ciseaux, les Égyptiens sont-ils arrivés à de telles prouesses ? Autant de questions qui trouvent pour seule réponse selon Joël Bertho : la technique du moulage. Renforcé par le fait que les égyptiens maîtrisaient parfaitement cette technique pour les briques, un fait reconnu par tous les chercheurs, l'auteur expose au travers croquis et photos, la façon dont ces derniers ont ensuite pu l'adapter pour réaliser l'assemblage de la



Dans son livre "La Pyramide reconstituée", Joël Bertho (ci-dessus) s'attaque à une énigme dont seul le Sphinx détient pour l'instant la réponse.

construction des Pyramides.

## Un réponse inscrite dans les hiéroglyphes

Mais Joël Bertho pousse bien plus loin sa théorie, puisque selon lui cette méthode de fabrication est expliquée sous forme codée dans les inscriptions hiéroglyphiques, ce qu'il démontre dans la deuxième partie de son ouvrage. " A mon sens, il n'était pas possible que cette méthode de construction n'apparaisse pas dans les hiéroglyphes, je me suis donc immergé dans l'étude de ces derniers et j'ai découvert que pour garder leurs secrets les égyptiens avaient retranscrit cela sous forme codée. Une fresque qui représente par exemple la fabrication du pain est en réalité l'explication de la concep-

tion du ciment, sachant que chaque signe dans cette langue à plusieurs significations ". Une deuxième lecture qui est très bien expliquée, preuve à l'appui dans cet ouvrage. Pour une thèse de Pyramide en pierre brisée qui cependant est encore loin de faire l'unanimité notamment auprès des Egyptologues. Il faut dire qu'il s'agit d'une petite révolution qui viendrait bouleverser complètement notre vision de 5 000 ans d'histoire.

## En attendant une mission scientifique

Il n'en demeure pas moins, que des études scientifiques réalisées avec le concours du CNRS et de chercheurs experts en géologie vont dans le sens de la thèse de Joël Bertho. Tout comme le très sérieux magazine Sciences et Vie qui lui aussi y est allé de son enquête avec analyse de fragments de pierre issues des pyramides. Les premiers résultats scientifiques là encore, iraient dans le sens de la découverte de Joël Bertho. Reste maintenant à étendre l'analyse sur un lot d'échantillons plus importants afin d'obtenir de réelles certitudes. " Je souhaite qu'une mission se rende en Égypte le plus tôt possible, car, il sera alors très facile pour des experts de la sédimentation d'avaliser ou non mes recherches et ainsi le doute ne sera plus permis ". Si tel était le cas, comme le pense sincèrement Joël Bertho, ce dernier pourrait bien alors avoir fait une des plus importantes découvertes de ce début de millénaire sur le plan historique. Il rejoindrait alors le célèbre figeacois, Champollion au Panthéon des grands égyptologues.

Nicolas Monclus

Pour en savoir plus à découvrir "La Pyramide reconstituée" de Joël Bertho aux éditions Unic ou sur [www.pyramide-reconstitue.com](http://www.pyramide-reconstitue.com)

## Joël Bertho en bref

Joël Bertho est breton. Dans les années 70, alors qu'il est au Beaux Arts, il attrape le virus de l'égyptologie qui ne le quittera plus. Tout de suite après ses études, il s'installe à son compte comme concepteur-designer-scénographe. Il travaille beaucoup sur le mobilier Design, mais aussi sur l'aménagement scénique de plateaux télé ou de parcs à thèmes. Ce dernier a vécu 7 ans à Polminhac dans le Cantal où il a beaucoup travaillé à la réalisation de grandes expositions avec notamment la Chambre d'agriculture, le Herd Book Salers ou encore la station du Lioran. Lorsqu'il quitte le département en 1979 pour Montpellier, il reçoit le grand prix Départemental des Métiers d'Art. Sa dernière réalisation est la scénographie d'un grand parc à thèmes intitulé " Univers Tropical " qui devait ouvrir prochainement ses portes du côté de Montpellier.

## Avec l'aide d'une forte communauté cantalienne

A signaler que Joël Bertho lors de son passage dans le département du Cantal a lié de nombreuses amitiés. Des amis qui ont d'ailleurs largement participé à l'élaboration de son ouvrage comme Jacques Vermeuzou, conseiller de rédaction ; Réjane Crouzet : correctrice et conseillère littéraire ; Jean-Michel Grammond, professeur de langues anciennes sans oublier Jérôme Bertho, fils de l'auteur, designer-infographiste qui est née lors du passage de son père dans le Cantal.

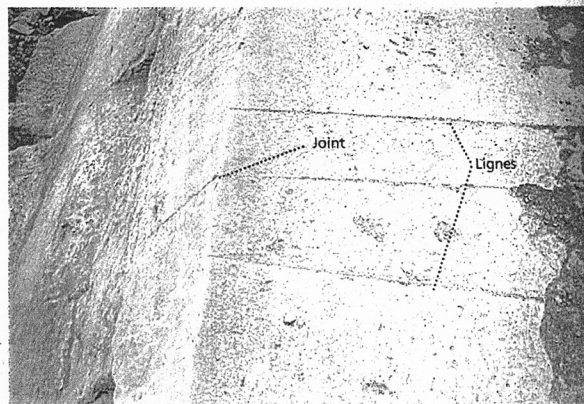
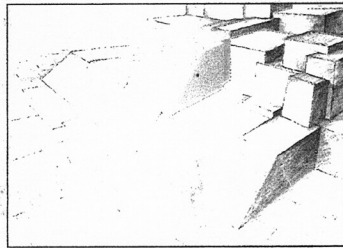
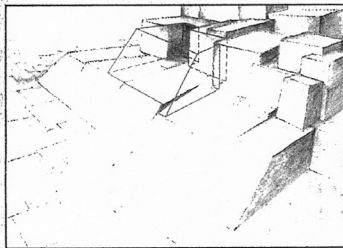
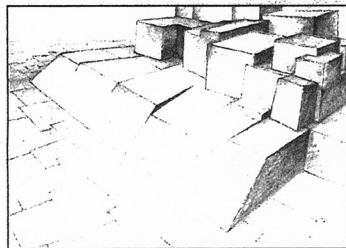


## PIERRES À CONVICTION



## UN DAMIER EN ESCALIER

Les pierres de la pyramide s'ajustent parfaitement malgré des angles irréguliers. Une prouesse si les pierres sont taillées, mais pas si elles sont moulées. La finesse des joints s'expliquerait par la formation d'une peau de calcite à la périphérie des blocs en béton qui les souderait entre eux. La face supérieure des dalles (ci-dessous) est parfaitement horizontale, mais son niveau diffère de l'une à l'autre. Cette irrégularité, étonnante eu égard à la précision de l'assemblage, serait compensée par le moulage des blocs supérieurs.

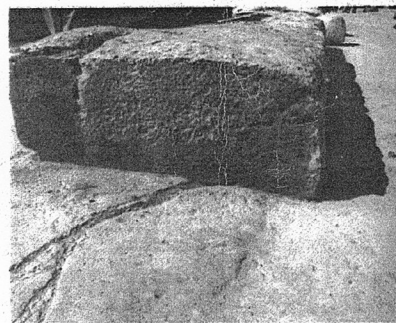


## ASTUCE DE MOULEUR

Les deux lignes situées de part et d'autre du joint, visibles seulement sur la partie supérieure de cette pierre, pourraient avoir été laissées par le moule. Selon Joël Bertho, la pâte servant à la fabrication des blocs aurait été préparée sur place, avant d'être versée dans un coffrage en bois recouvert de cuivre. Des plaques de métal se glisseraient dans des rainures pour éviter que la pâte ne s'infilte sous le coffrage.

## UNE FINITION PLUS QUE PARFAITE

Les dalles qui entourent la pyramide reposent sur la roche dont elles épousent le moindre relief (ci-contre, une petite faille). Un souci du détail qui s'explique si l'on considère que la pierre se coulait littéralement dans les aspérités de son socle.





## Pyramides

### L'HYPOTHÈSE DES FAUSSES PIERRES

La théorie inédite qui bouscule les égyptologues

PAR MARIELE BONDURIA

L'hypothèse d'une construction des pyramides en pierres moulées est défendue par un certain Polycarpe de La Faye dans Recherches sur les préparations que les romains donnaient à la chaux, paru en 1777.

« L'échantillon de la pyramide rouge de Dahchour aurait dû être comparé à la carrière située à seulement 500 m à l'ouest de la pyramide. De plus, la description du matériau correspond à celle d'un

« J'apporte ma "pierre" au débat sur la construction des pyramides. Je suis un scientifique mondialement renommé dans la chimie des géopolymères et des ciments spéciaux, et également l'initiateur, depuis 1979, de la théorie de la pierre réagglomérée pour les pyramides. »

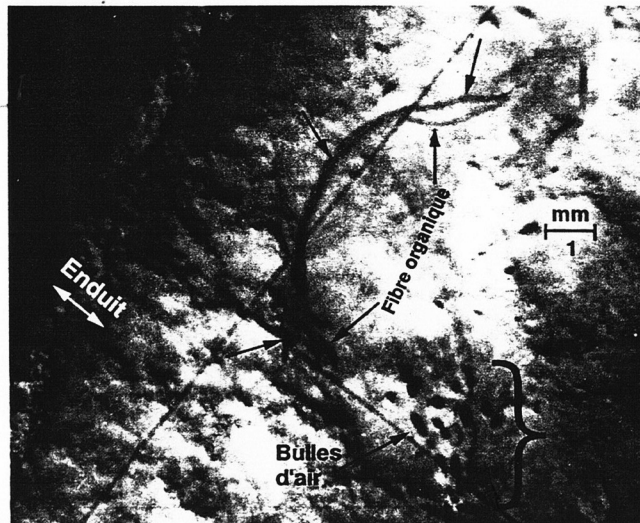
## Antériorité et polémique

« J'apporte ma "pierre" au débat sur la construction des pyramides. Je suis un scientifique mondialement renommé dans la chimie des géopolymères et des ciments spéciaux, et également l'initiateur, depuis 1979, de la théorie de la pierre réagglomérée pour les pyramides. »

Écrit le Pr Joseph Davidovits ([www.geopolymer.org](http://www.geopolymer.org)), par l'internet.

En réalité, l'hypothèse des pyramides en pierres moulées est beaucoup plus ancienne; elle fut notamment évoquée en 1720 par un envoyé de Louis XIV, Paul Lucas, qui parcourut l'Asie Mineure et l'Afrique pendant trente ans. Dans Voyage du sieur Paul Lucas fait en 1714, on peut lire sous sa plume que « le revêtement des pyramides serait en ciment et non

Selon Joseph Davidovits, des fibres organiques (tissu, cheveu...), des bulles d'air et un enduit artificiel seraient visibles sur cet échantillon de pierre provenant de la pyramide de Khéops, que lui a confié l'égyptologue Jean-Philippe Mauer. Échantillon présenté à la conférence "Science in Egyptology", en 1984, à Manchester.



grès à ciment calcaire qui possède naturellement des grains de quartz et de feldspath de forme anguleuse. Donc, cet échantillon pourrait être une pierre naturelle!»

Cette possibilité a été évoquée dans le deuxième article de notre dossier. Elle reste très peu probable, de l'avis même de Suzanne Raynaud, la géologue du CNRS qui a analysé les échantillons.

« L'hypothèse de Joël Bertho nous montre que la quantité de liants (matrice) est très importante, soit environ 20 à 25 % en poids. Selon lui, ce liant serait du gypse (plâtre) ou de la chaux, soit pour un bloc de 1 tonne, 250 kg de chaux. Cette quantité aurait nécessité plus de combustibles que l'Égypte ne pouvait fournir. En outre, aucun four à chaux capable de produire une telle quantité n'a été retrouvé. »

Joël Bertho n'a donné aucune estimation quantitative. Pour effectuer ce calcul, Joseph Davidovits se fonde vraisemblablement sur la photo de la lame mince publiée dans notre dossier. Il ne s'agit que d'un échantillon de taille modeste. On ne peut en aucun cas extrapoler le rapport de la matrice sur la structure ro-

cheuse à l'ensemble du bloc.

« Par comparaison, le système géopolymérique, que j'ai développé pour consolider les pierres calcaires nummulitiques des pyramides de Gizeh, ne demande que seulement 2 % en poids de chaux (10 fois moins). On obtient des pierres réagglomérées qui sont de véritables roches calcaires, analogues aux pierres naturelles dont elles sont issues, capables de tromper les géologues non avertis. Toute théorie scientifique n'est validée que par une expérimentation réussie et reproductible. Ainsi, ma formule, qui utilise un calcaire naturellement altéré, non pulvérisé, puis réaggloméré par un liant géopolymère, fonctionne et donne une excellente résistance d'environ 15 MPa, suffisante pour supporter 700 assises en comparaison des 203 constituant la Grande Pyramide, soit un coefficient de sécurité de 350 %.»

Il est tout de même étonnant qu'un architecte, une géologue et un géochimiste parviennent à des conclusions surprenantes, somme toute assez similaires, sur l'origine de certains bâtiments égyptiens, avec une approche et des moyens d'étude propres.

« Quant au temple de Karnak, j'ai toujours écrit qu'il était en pierre taillée, à l'inverse de ce que Joël Bertho suppose. Prétendre que les obélisques sont en granit reconstitué avec du gypse ou de la chaux est simplement absurde d'un point de vue géologique, historique et de bon sens. J'ai démontré que nous étions en présence de deux civilisations différentes, l'une utilise la pierre réagglomérée pour construire les pyramides (2500-2200 av. J.-C.), l'autre, la pierre taillée pour les temples du Nouvel Empire (après 1500 av. J.-C.).

Ces remarques montrent que les problèmes sont bien plus complexes que ne semblent l'envisager partisans et détracteurs de la théorie.»

**C**hercher le bon sens « L'hypothèse de la construction des pyramides en fausses pierres que propose Joël Bertho dans votre numéro de décembre 2001 me paraît particulièrement astucieuse et réaliste. Il sera intéressant de connaître le résultat des analyses comparatives définitives. En revanche, les schémas proposés sur les moyens de hisser les pierres paraissent issus d'une vue purement intellectuelle. Un bon bricoleur, habitué à déplacer seul de lourdes charges, guiderait la réflexion vers plus de pragmatisme et de bon sens.»

Bernard Marie, Perpignan

**M**étiers et traditions « Tous les procédés de construction que vous évoquez vont chercher midi à quatorze heures parce qu'ils veulent édifier la Grande Pyramide de but en blanc sans plus de qualification qu'un citoyen abandonné par Leroy-Merlin au paléolithique. Pour résoudre la question du mode de construction, il n'y a ni truc, ni énigme, ni mystère, mais seulement du bon sens et de vraies connaissances théoriques et pratiques. Les pyramides n'ont pas été construites par des égyptologues, fussent-ils architectes de formation, mais par des architectes maîtres d'œuvre, des géomètres de terrain, des maçons et toute une cohorte de gens dont c'était le métier, inscrit dans une longue tradition qui s'élabore tout au long de l'Ancien Empire, sans rupture ni révolution. La Grande Pyramide n'a pas été réalisée ex nihilo. Ce n'est pas une astuce de levage qui permettra d'expliquer des chantiers aussi complexes, procédé mis au point depuis longtemps et de façon simple. Comment? Comme toute réponse sérieuse à une question complexe, elle ne tient ni en quelques pages ni en quelques croquis, et ne fait appel à aucune solution miracle. Du coup, elle n'intéresse personne et surtout pas les égyptologues.»

Eric Guerrier, architecte, Roquevaire

**P**apier de verre « Merci de secouer le très sérieux monde des égyptologues. J'ai, en compagnie de mon fils (20 ans), dévoré l'article de Sciences & Vie.

Nous avons franchement rigolé en imaginant les artisans tournant et retournant les pierres, ponçant à l'aide d'un papier de verre afin qu'elles s'épousent entre elles au mieux... J'espère de tout cœur que votre hypothèse sera démontrée.»

Nicole Stuber et Julien Richard, par l'internet

Décidément, l'hypothèse de la construction des pyramides en pierres moulées passionne nos lecteurs. Ces quelques extraits de lettres ne sont qu'un pâle reflet de l'abondant courrier que nous avons reçu et recevons encore. Du côté des experts, le débat n'est pas clos non plus. La construction des pyramides reste un sujet complexe qui n'a pas fini de faire couler de l'encre. Cette affaire de pierres reconstituées aura des suites. Actuellement, plusieurs spécialistes de la question s'efforcent d'élucider ce mystère. Dès que leurs conclusions seront connues nous en ferons l'écho dans nos colonnes.



# Pyramides

# L'HYPOTHÈSE DES FAUSSES

La théorie inédite qui bouscule

L'image de ces pyramides, roulant d'écran en écran, pour édifier la grande pyramide de Chéops a-t-elle vécu ? Un architecte le prétend, dans un livre à paraître: il s'agirait de fausses pierres, préalablement moulées ! Une hypothèse que récusent les égyptologues. Notre dossier sur l'ultime secret des pyramides.

## PIERRES les égyptologues

« **D**u haut de ces pyramides, quarante siècles vous contemplent », s'écriait Bonaparte lors de la campagne d'Égypte. Il aurait pu ajouter : et vous narguent. Car ces édifices érigés quelque 2500 ans avant notre ère par les Égyptiens pour exalter la grandeur de leurs pharaons ne défont pas que le temps. Après tant de mystères concernant leur architecture, le secret même de leur construction résiste encore à la sagacité des spécialistes. Nul ne peut en effet se vanter aujourd'hui d'avoir déterminé de quelle manière exactement des hommes qui ne connaissaient ni le fer ni la poulie sont parvenus à hisser des blocs pesant plusieurs tonnes

STOCK, IMAGINATIONAL GEOGRAPHIC



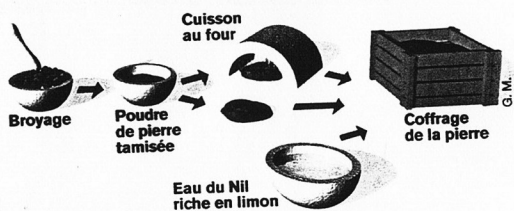
## PYRAMIDES : les fausses pierres ?

jusqu'à 146 mètres de hauteur. Certes, plusieurs thèses rivalisent pour expliquer un tel prodige, mais aucune ne remporte véritablement l'adhésion et la question demeure à l'heure actuelle toujours ouverte (voir article III, page 55).

Et si l'explication était tellement simple que personne n'avait osé l'envisager sérieusement ? Par exemple, si les Egyptiens n'avaient pas taillé et convoyé les blocs, mais les avaient... coulés sur place ? Autrement dit, si les pyramides d'Égypte étaient bâties en pierres moulées ? Les maçons de l'époque auraient mélangé du sable ou de la poudre de pierre à un liant, avant de délayer la préparation, de la couler dans un moule, de la faire sécher, puis de démouler le bloc à son emplacement définitif. Ils auraient ainsi façonné chaque assise pierre par pierre et, sur la surface obtenue, auraient ensuite démoulé les blocs de l'assise supérieure. Voilà qui changerait tout.

### TRANSMUTATION

## DE LA POUDRE DE PIERRE À LA PYRAMIDE



■ Les Egyptiens utilisaient du sable ou broyaient de la pierre calcaire et la tamisaient. Chauffée dans un four à 800-1000° C, elle serait alors transformée en chaux. Laquelle aurait ensuite été mélangée à de la poudre de pierre non cuite ou à du sable, auquel on aurait ajouté de l'eau. L'ajout d'ingrédients comme le natron (carbonate de

sodium) aurait pu faciliter la prise de la pâte. La préparation aurait été versée dans un coffrage en bois recouvert de cuivre. On la laisserait sécher au soleil avant de la démouler, le cœur des plus gros blocs pouvant rester tendre. La chaux aurait constitué le liant de cette pierre artificielle, et la poudre non cuite le squelette.

Cette idée folle, un architecte l'a eue en examinant soigneusement la disposition des pierres de plusieurs pyramides. Son hypothèse, présentée dans un livre publié par les éditions Unic (voir encadré p. 49), semble à première vue extravagante. Il n'empêche, les premières analyses physico-chimiques d'échantillons prélevés sur une pyramide égyptienne ne lui donnent pas tort (voir article II, page 51). Incroyable ?

### DES ÉLÉMENTS TROUBLANTS

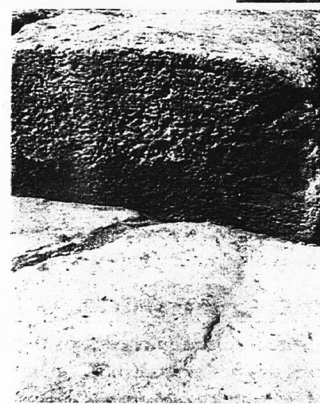
Joël Bertho est celui par qui le scandale arrive. D'autant plus qu'il ne fait pas partie du sérail des égyptologues... Mais les pierres coulées, il connaît : architecte designer, il travaille en ce moment sur la conception du futur parc scientifique Univers Tropical, à Montpellier. Spécialiste du décor en trompe-l'œil, il est bien placé pour savoir que l'apparence des matériaux n'en reflète pas toujours l'exacte nature. Et qu'il est facile de faire passer du béton ou du mortier pour de la pierre taillée, aux yeux d'une personne non familiarisée avec les géopolymères. Quand on sait que les bâtisseurs des pyramides maîtrisaient la fabrication du plâtre et de certains mortiers et qu'ils savaient faire des briques en moulant de l'argile mélangée à de la paille, voilà qui donne un certain relief à son intuition.

C'est lors d'un voyage en Égypte que cet homme jovial a trouvé particulièrement intrigant l'agencement des blocs qui composent la pyramide de Chéops. Dans les parties de la Grande Pyramide épargnées par le temps, d'énormes pierres sont en effet assemblées avec une telle précision qu'une feuille de papier à cigarette ne pourrait se glisser entre elles. Leurs joints sont invisibles ; et leur ajustement, parfait, a dû demander un ciselage d'une grande précision. Les artisans égyptiens sont même parvenus à faire coïncider des bords convexes et concaves. Une tâche très délicate, y compris pour les machines de découpe pilotées par ordinateur, précise Joël Bertho. L'état des pierres constitue un autre sujet d'étonnement. De fait, leurs angles restent nets et leurs arêtes tranchantes, tandis que leur surface est si lisse qu'elles ne semblent pas avoir été con-

## Pierres à conviction

### Un damier en escalier

Les pierres de la pyramide s'ajustent parfaitement malgré des angles irréguliers. Une prouesse si les pierres sont taillées, mais pas si elles sont moulées. La finesse des joints s'expliquerait par la formation d'une peau de calcite à la périphérie des blocs en béton qui les souderait entre eux. La face supérieure des dalles (à droite) est parfaitement horizontale, mais son niveau diffère de l'une à l'autre. Cette irrégularité, étonnante eu égard à la précision de l'assemblage, serait compensée par le moulage des blocs supérieurs.



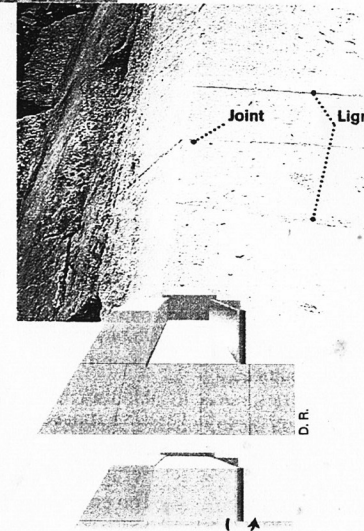
### Une finition plus que parfaite

Les dalles qui entourent la pyramide reposent sur la roche dont elles épousent le moindre relief (ci-dessus, une petite faille). Un souci du détail qui s'explique si l'on considère que la pierre se coulait littéralement dans les aspérités de son socle.

PHOTOS : J. BERTHO

### Astuce de mouler

Les deux lignes situées de part et d'autre du joint, visibles seulement sur la partie supérieure de cette pierre, pourraient avoir été laissées par le moule. Selon Joël Bertho, la pâte servant à la fabrication des blocs aurait été préparée sur place, avant d'être versée dans un coffrage en bois recouvert de cuivre. Des plaques de métal se glisseraient dans des rainures pour éviter que la pâte ne s'infiltre sous le coffrage.

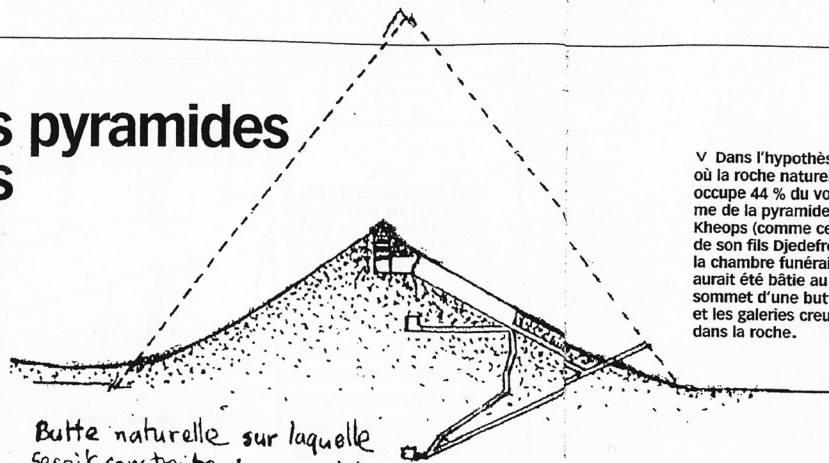




## Du nouveau sur les pyramides en pierres moulées

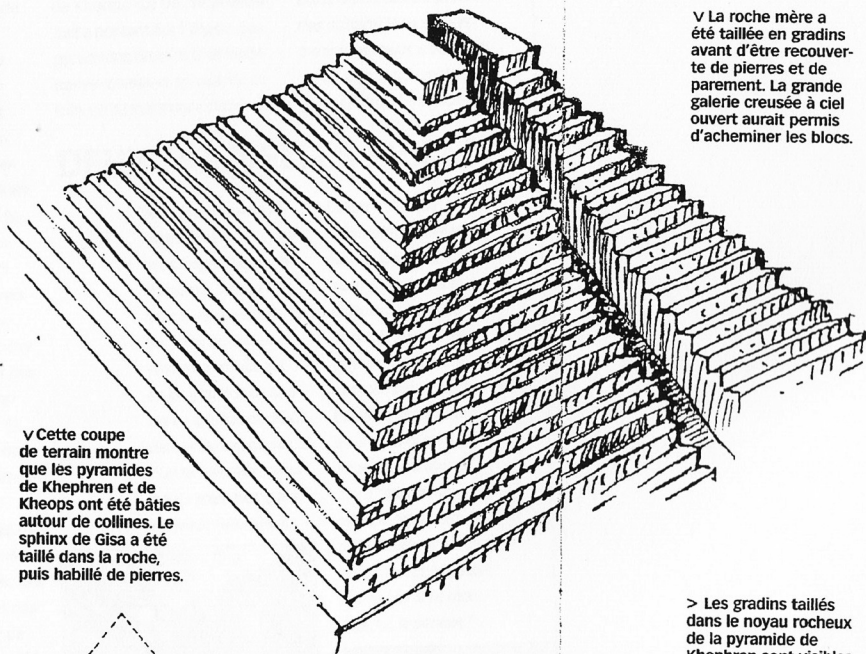
En décembre dernier, nous consacrons un dossier à l'hypothèse défendue par un scénographe, Joël Bertho, et étudiée par une géologue du CNRS-université de Montpellier, Suzanne Raynaud, selon laquelle les Égyptiens de l'Antiquité auraient utilisé des pierres de synthèse pour bâtir la grande pyramide de Gisa ([www.pyramide-reconstituee.com](http://www.pyramide-reconstituee.com)). Ces articles nous ont valu un abondant courrier, qui a fait l'objet de plusieurs forums. Au terme de notre enquête nous n'avions pu trancher, faute de preuve décisive en

faveur ou à l'encontre de cette hypothèse. Une supposition jugée suffisamment intéressante pour que l'université égyptienne de Mansoura confie à deux scientifiques du département de géologie, Farid Makroum et Adam El Shahat, le soin de poursuivre les recherches, en collaboration avec les précédents protagonistes et Muriel Planas, étudiante au laboratoire de tectonophysique de Montpellier. Dans une lettre adressée à la rédaction, Joël Bertho fait part des premiers résultats et verse de nouvelles pièces au dossier.



Butte naturelle sur laquelle serait construite la pyramide de Khoufou (Kheops)

V Dans l'hypothèse où la roche naturelle occupe 44 % du volume de la pyramide de Kheops (comme celle de son fils Djedefre), la chambre funéraire aurait été bâtie au sommet d'une butte et les galeries creusées dans la roche.



V La roche mère a été taillée en gradins avant d'être recouverte de pierres et de parement. La grande galerie creusée à ciel ouvert aurait permis d'acheminer les blocs.

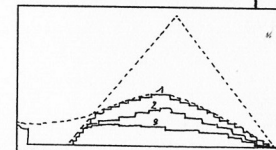
V Cette coupe de terrain montre que les pyramides de Khephren et de Kheops ont été bâties autour de collines. Le sphinx de Gisa a été taillé dans la roche, puis habillé de pierres.

monuments. Lors des travaux de préparation du site, les ouvriers égyptiens ont déblayé une partie du plateau de façon à dégager cette couche calcaire très dure. Les roches arrachées au plateau lors de ces travaux préliminaires, gravats et pierres équarries, ont ensuite servi lors de la construction des pyramides. "Le volume décaissé est loin d'être négligeable, puisqu'il représente pour Khephren 150 000 m<sup>3</sup>. A cet apport vient en s'ajouter un second, rarement pris en compte jusqu'ici : le noyau rocheux des pyramides.

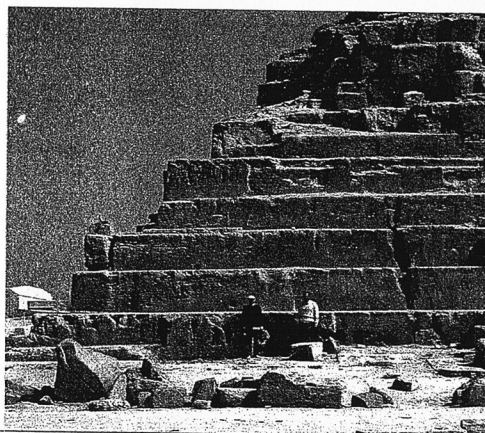
"En l'absence de parement, on peut voir que les assises inférieures internes de la pyramide de Khephren sont composées des reliefs du plateau. Les anciens Égyptiens ont donc laissé un noyau rocheux à l'intérieur du bâtiment qu'ils ont taillé en escalier avant d'y adosser

les blocs de pierre découpés. Cette méthode est connue depuis l'étude du sphinx, sculpté dans le plateau lui-même et habillé d'un revêtement de pierres, et de la pyramide d'Abou Rawach. Celle-ci fut construite pour le pharaon Djedefre (fils de Kheops, il a régné pendant huit ans avant Khephren). Sa pyramide démantelée laisse apparaître un cœur rocheux qui représentait 44 % du volume total de l'édifice. Dès lors, l'importance de ce noyau réduit de façon drastique le volume de pierre à apporter pour terminer la pyramide et rend caducs les calculs assimilant le volume de l'édifice au volume de pierres transportées par les Égyptiens." Selon les estimations officielles, la pyramide de Khephren représenterait 2 000 000 m<sup>3</sup> de pierres. Or, sur les faces ouest et sud de l'édifice, la roche taillée en gradins est visible jusqu'à

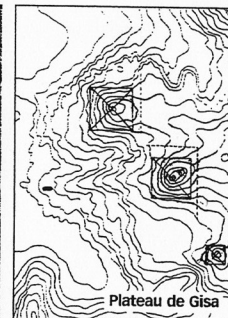
12 m de hauteur. Les géologues égyptiens et français proposent plusieurs approximations de la participation de la roche en place au volume pyramidal. La première se fonde sur le prolongement de la pente naturelle actuelle du plateau de Gisa (voir dessin ci-dessous). Le noyau rocheux représenterait alors un volume minimal de 280 000 m<sup>3</sup>, ce qui avec les éléments de décaissage constitue tout de même 1/6<sup>e</sup> de l'édifice. La seconde repose sur l'étude de la distribution des courbes topographiques du plateau de Gisa.



^ La roche remplit-elle 44 % (1), 14 % (3, prolongement de la pente naturelle) ou une valeur intermédiaire (2, butte) du volume de l'édifice ?



> Les gradins taillés dans le noyau rocheux de la pyramide de Khephren sont visibles sur les façades ouest et sud jusqu'à 12 m de hauteur. On ne sait si la roche se poursuit au-delà, sous les pierres superficielles.



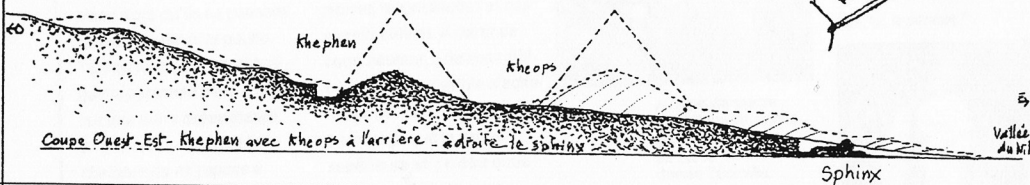
^ En complétant les courbes topographiques sous les pyramides, on montre que les architectes égyptiens ont pu bâtir sur des reliefs.

### Science & Vie



L'une des objections apportées à un hypothétique usage de blocs de ciment par les maçons égyptiens à l'époque de Kheops (2 600 avant J.-C.) réside dans le gros volume de graviers nécessaire à leur élaboration. Pourquoi s'astreindre à une tâche aussi fastidieuse que d'extraire

des blocs des carrières environnantes, les concasser, les réduire en poudre, les mélanger à de la chaux ? A moins que ces graviers ne soient déjà sur place sous forme de gravats... "Les fondations des pyramides du plateau de Gisa reposent sur une couche de calcaires à nummulites, formation naturelle très résistante apte à supporter le poids colossal des



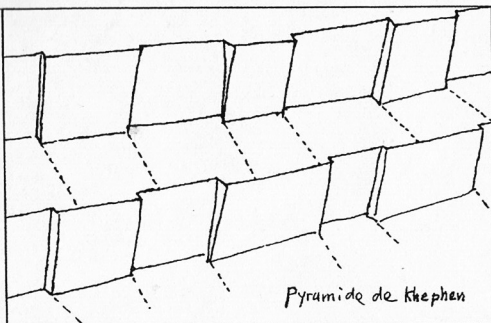
Coupe Ouest-Est - Khephren avec Kheops à l'arrière - à droite le sphinx

Sphinx

Vallée du Nil



"Elle nous a amenés à penser que les architectes égyptiens auraient pu construire sur des buttes naturelles, ce qui augmente le volume du noyau rocheux. Le choix d'un tel emplacement aurait alors permis de réduire considérablement le volume de pierres rapportées. Si Khephren a la même configuration que la pyramide d'Abou Rawach, la butte rocheuse occuperait 880 000 m<sup>3</sup>, soit plus de la moitié du volume du monument avec le produit du décaissage et les matériaux provenant de la taille et du creusement de galeries souterraines." Cette hypothèse présente l'avantage de résoudre l'énigme de la chambre du roi de la pyramide de Kheops. Le plafond de cette chambre funéraire, qui n'est pas situé sous la base de la pyramide (comme pour Khephren) mais à un tiers de sa hauteur, est en effet constitué de blocs de granite de plusieurs dizaines de tonnes. Les égyptologues ne savent expliquer comment les bâtisseurs de pyramide ont pu soulever ces blocs alors qu'ils ne connaissaient ni le fer, ni la poulie. "Si l'on part de l'hypothèse que la pyramide a été édiflée sur une butte préexistante, on peut supposer que la chambre du roi repose à son sommet et que les aménagements intérieurs, notamment la grande galerie, auraient été creusés dans la



roche (voir dessin). Ce passage aurait servi à acheminer les énormes blocs de granite jusqu'à la chambre du roi." Grande galerie et chambre du roi auraient rendu possible l'approvisionnement des matériaux jusqu'au niveau de la "chambre de décharge", une structure située au-dessus de la chambre funéraire, à 70 m de hauteur. "Beaucoup de chercheurs s'étonnent que les énormes pierres de calcaire qui forment la chape de la chambre de décharge ne reposent pas sur la construction en granite mais sur l'extérieur. Si cette structure en chevron s'appuie sur le rocher naturel le problème est résolu." Bertho suppose que jusqu'à la chambre du roi, la construction fut réalisée avec des pierres reconstituées et des pierres taillées. A partir de cette hauteur, il devient difficile, sinon impossible d'acheminer des blocs naturels. Il envisage que la partie supérieure ait pu être entièrement construite avec des pierres moulées. Ce qui confirmerait les analyses antérieures soulignant les ano-

malies de densité des pierres de l'apex de la pyramide de Kheops. Ce travail préliminaire portant sur l'étude des pyramides dans leur environnement naturel corrige donc très nettement les estima-

< Les traces sur le roc taillé, alignées avec les décrochements, ont-elles été laissées par le coffrage ayant servi à mouler les pierres externes ?

tions sur le volume de pierres nécessaires leur édification. Certaines observations renforcent également l'hypothèse de l'usage éventuel de pierres de synthèse. Les chercheurs attendent désormais les autorisations officielles de prélever des échantillons sur les pyramides pour effectuer les analyses qui seules permettront de conclure.

## DEUX NOUVELLES PIÈCES

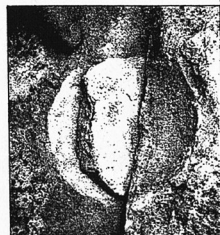
Voici deux nouveaux exemples de configurations énigmatiques relevées par Joël Bertho à Giza. Telle cette imbrication de pierres visible sur la face est de la pyramide de Khephren. Elle fait partie du dallage du temple haut. "Un tel assemblage ne peut s'expliquer que si l'une est naturelle et

l'autre artificielle, ou si les deux ont été moulées. Quant à l'ajustement parfait obtenu en frottant deux blocs de pierre jointifs, explication couramment avancée par les égyptologues spécialistes de la construction antique, on voit mal comment cette technique expliquerait la forme arrondie en fer à cheval observée sur ces deux autres blocs. Le moulage, lui, le permet."



▲ Bloc de pierre parfaitement encasté dans un autre. La pièce de monnaie donne l'échelle.

> Structure de forme arrondie très intrigante, car située sur deux blocs jointifs.





Entretien avec Joël Bertho

# Des pyramides en béton ou la fin d'un mythe

Le scénographe héraultais Joël Bertho vient de publier un ouvrage, *La pyramide reconstituée*, dans lequel il se propose de révéler les mystères des bâtisseurs égyptiens et développe une thèse révolutionnaire : les pyramides ne sont pas en pierres naturelles, mais en pierres reconstituées, coulées les unes sur les autres. Une théorie en "béton", qui s'appuie sur l'étude des hiéroglyphes, des analyses scientifiques menées avec un laboratoire de Montpellier et des observations de terrain.

On croyait presque tout savoir des hiéroglyphes, mais vous affirmez qu'ils sont codés. Comment vous en êtes-vous rendu compte ?

L'écriture hiéroglyphique est apparue en Égypte vers 3200 av JC et les pyramides ont été construites bien après vers 2700. Je trouvais anormal que les Égyptiens n'y parlent pas de leurs constructions et ne donnent aucune explication. Cela m'a beaucoup interrogé et je me suis mis, il y a six ans, à apprendre l'écriture hiéroglyphique. Parce que j'étais persuadé que la construction des pyramides y était expliquée. C'est ainsi que j'ai découvert que l'écriture hiéroglyphique était codée.

Dans votre livre, vous affirmez que les pyramides n'ont pas été construites en pierres naturelles mais en pierres reconstituées. Comment cela se passait-il selon vous ?

Les bâtisseurs se fournissaient en pierre à la carrière, mais une partie de cette pierre servait à faire de la chaux ou du plâtre. Ensuite, cette chaux ou ce plâtre était mélangé à du gravier venant de la même carrière du sable et de l'eau. Cela donnait un genre de béton.

Comment s'agirait donc de moulage ?

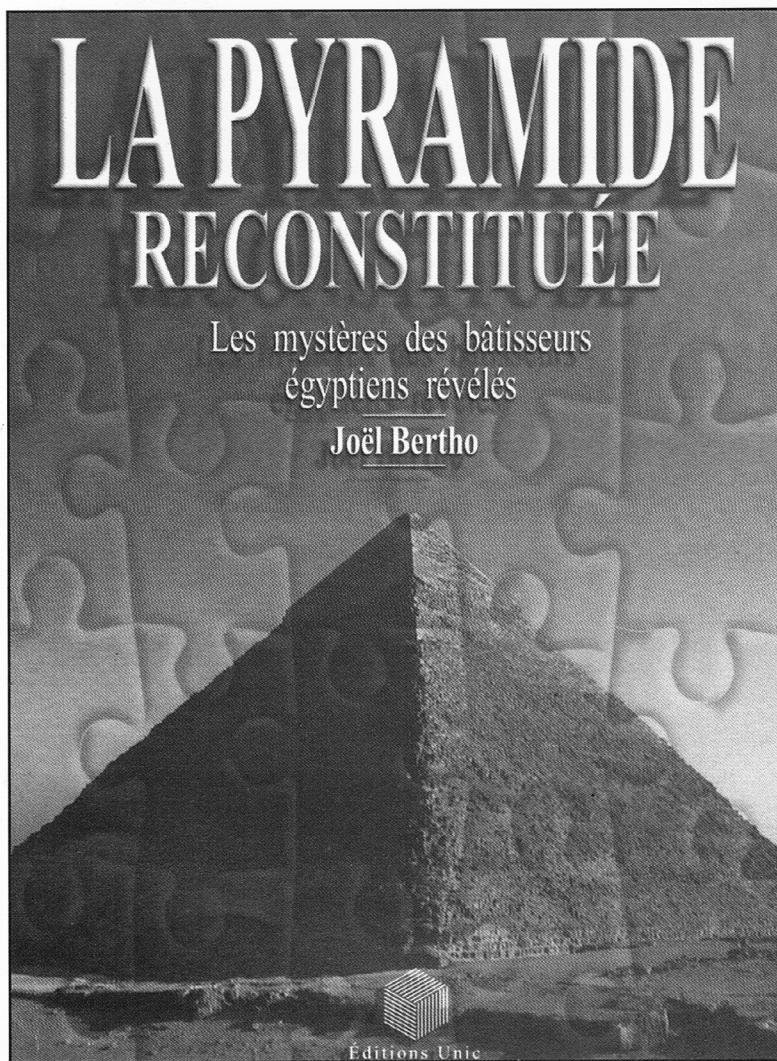
En fait, les Égyptiens le racontent dans leurs hiéroglyphes, mais d'une manière spéciale et codée, un peu par analogie. Ils racontent en permanence des histoires de pains moulés. Or, la chose étonnante, c'est que la pâte, la pierre et le pain se disent de la même façon (Ta). La pâte du pain représentée symboliquement, pour moi, la pâte de la pierre à bâtir.

Pourquoi ne pas l'avoir découvert plus tôt ?

Parce que à partir des analyses, il est très difficile de savoir si les blocs sont artificiels ou pas, dans la mesure où ils sont exclusivement constitués d'éléments provenant d'une pierre naturelle. Il m'est arrivé de faire analyser sans succès des morceaux de pierres de collections privées parce qu'il s'agissait de graviers naturels qui composaient la pierre reconstituée.

Votre théorie a été accompagnée par des recherches scientifiques. Des recherches de quel type ?

J'ai essayé de disposer du maximum d'analyses, je me suis débrouillé pour avoir des pierres de collections privées. Je les ai montrées à un ami scientifique à Toulouse, géologue et ancien directeur de



la Maison des volcans d'Auvergne. Il m'a orienté vers l'utilisation de microscopes électroniques à balayages qui permettent de dire si les pierres sont vraies ou fausses. On a alors remarqué que des petits grains flottaient dans la chaux.

Si la pierre avait été sédimentaire, on n'aurait jamais trouvé cela. Par ailleurs, ces petits grains avaient tous la même taille, comme s'ils avaient été tamisés et remélangés à du ciment de chaux. Je suis allé plus loin et je me suis rapproché du laboratoire du CNRS de

Montpellier II, un labo de pétrophysique et minéralogie.

Une chercheuse, Suzanne Raynaud a accepté de travailler sur ce sujet. On a alors pu faire des études très poussées et l'on s'est aperçu d'un grand nombre d'anomalies dans les "pierres". Des traces de sels et de gypse anormalement disposées, par exemple.

**C'est sur le terrain  
que Joël Bertho a trouvé  
la clef de l'énigme**

Propos recueillis par Pascale Ammar-Khodja

## Extraits :

" J'en arrivais à une déduction surprenante. Seule la technique du moulage pouvait permettre de tels assemblages. "

" Hisser des pierres à une telle hauteur semblerait impossible avec les moyens de l'époque. La précision avec laquelle les bâtisseurs les ont assemblées est encore plus extraordinaire. Comme si l'on examine de près, par exemple, au pied de la pyramide de Khoufou, on s'aperçoit que ces fameux blocs de pierre sont loin d'être des parallélépipèdes réguliers que l'on aurait successivement empilés les uns sur les autres. Comment les Égyptiens, qui n'avaient comme outils que des masses en bois et des ciseaux en dolomite ou en cuivre, sont-ils arrivés à de telles prouesses ? J'avais l'intuition que la clef de l'énigme résidait dans le mystère du jointement des blocs. Assembler d'une façon parfaite des pierres découpées à angle droit, est chose aisée. Faire coïncider deux pierres aux angles complexes est encore possible. Mais, emboîter une pierre de forme concave avec une autre de forme convexe est impossible. Pourtant les Égyptiens y sont parvenus... "

Nos machines à découpe actuelles, commandées par ordinateur, arriveraient peut-être à découper les pierres d'une façon équivalente. Mais, elles ne sauraient les assembler d'une manière parfaite (...)"

" Comment est-il possible que les pierres de la première assise des pyramides épousent d'une façon parfaite la plate-forme rocheuse ? Pour tailler le dessous d'une pierre, il faudrait la maintenir en suspension, puis la monter et la descendre jusqu'à ce que l'ajustage soit parfait. "