

LETTRE CIRCULAIRE À MES PAIRS & AUTRES PERSONNES INTÉRESSÉES de la part Pierre CROZAT – Ph.D

concernant mes dernières recherches sur l'explication du « Grand Vide » découvert dans la Grande Pyramide, suivi de celles sur la qualification de la relation entre Carrière & Pyramide permettant d'articuler l'hypothèse « Logistique Algorithmique » de construction des Grandes Pyramides d'Egypte.

Résumé introductif

Cette Lettre Circulaire a pour but l'information et la publication de l'évolution, à ce jour, de mes recherches concernant la matière de ma future intervention à la Bibliothèque d'Alexandrie, prévue le 01/11/2018 dont le titre proposé serait :

PYRAMIDE de KHÉOPS : « GRAND VIDE » - l'interprétation d'un Constructeur:
Où, pourquoi, comment le construire ?

BIBLIOTHÈQUE d'ALEXANDRIE
PLANETARIUM SCIENCE CENTER

KHÉOPS

« GRAND VIDE »
OÙ - POURQUOI - COMMENT LE CONSTRUIRE

?

Chambre du roi
Chambre de la reine
Vide découvert par la mission ScanPyramids
Grande galerie

CONFÉRENCE – le 01 NOVEMBRE 2018
Pierre CROZAT - Ph.D
Architecte/EPFL (CH) 1971 - Dr. Ingénieur/ENSMN (F) 2002

Projet d'affiche par l'auteur

La vision du « constructeur » que je soutiens depuis 1993 n'est, ni égyptologique, ni archéologique stricto sensu. Elle est scientifique dans la démarche, technique relativement au domaine de la construction et d'ordre opératoire dans l'ingénierie et la mise en œuvre des métiers de la pierre. Elle concerne la méthode de construction des (grandes) pyramides, vision qui me semble essentielle parlant du plus volumineux ouvrage bâti (en pierre) de mains d'hommes, au monde.

TABLE DES MATIERES

| | |
|---|----|
| Résumé introductif | 1 |
| MOTIVATION & ÉTUDES PRÉALABLES - 1993-97 « Si j'avais à construire une pyramide... »..... | 6 |
| THÈSE DE DOCTORAT à l'Ecole des Mines de Nancy : « <i>le Génie des pyramides</i> », 2002..... | 7 |
| ÉTUDES POSTDOCTORALES 2003-17 : vérifications de l'hypothèse géologique. | 7 |
| HIP / SCANPYRAMIDS / NATURE : la découverte fortuite du « Grand Vide ». | 8 |
| LOGISTIQUE ALGORITHMIQUE-2018 : Relation qualifiée entre « Carrière & Pyramide »..... | 11 |
| SIMULATION-ANIMÉE de la CONSTRUCTION PYRAMIDE/CARRIÈRE : Appel aux compétences. ... | 15 |
| OMBRE D'UN DOUTE : « Mais où donc est-il allé chercher cela ? Dans l'ombre ! » | 18 |
| SIMULATION ANIMÉE de la CONSTRUCTION ALGORITHMIQUE | 20 |
| Conclusion et signature | 22 |
| Postscriptum..... | 24 |

TABLE DES ILLUSTRATIONS

| | |
|---|----|
| Doc. 1 : Coupe de la pyramide de Khéops (établie par MRA en 1965) augmentée (par moi-même) du dessin de l'empilage des blocs et de l'abaque d'extraction en carrières périphériques en exergue de « Système constructif des pyramides » publié en 1997 | 25 |
| Doc. 2 : Tableau synthétique de la stratigraphie du Plateau de Gizeh (2015) d'après J. CUVILLIER (1930), par moi-même. | 26 |
| Doc. 3 : Organisation des fractures dans les plis : a) système principal de Diaclases (ouvertes) parallèles et perpendiculaire à l'axe du pli, b) système secondaire de Diaclases (fermées) diagonales droites et gauches par rapport à l'axe du pli. | 27 |
| Doc. 4 : Image d'illustration de la Communication de la découverte des Grand et Petit Vides inconnus, par les Muographes de l'Equipe HIP / SCANPYRAMIDS, dans la pyramide de KHÉOPS, de la Revue scientifique anglaise NATURE, le 02 novembre 2017. | 28 |
| Doc. 5 : Dessin axonométrique hypothétique de la Cheminée de décharge « précautionneuse » de protection de la Grande Galerie, composée d'une vingtaine de boisseaux horizontaux qui se superposent à l'image d'un arêtier de toiture. | 29 |
| Doc. 6 : Modélisation infographique de l'anticipation de la construction sur la face Nord de la pyramide de KHEOPS réalisée par B. HOSTALERY (1996). | 30 |
| Doc. 7 : Positionnement de la Cheminée de décharge dans le plan axial de la Grande Galerie qu'elle protégera mais assez haut pour éviter la poussée latérale de l'Arc de décharge de la Chambre du Roi. | 31 |
| Doc. 8 : Communiqué de presse du 15 Octobre 2016 de SCAN PYRAMIDS - Les premiers résultats concluants grâce à la muographie dans la pyramide de Khéops : reconstitution infographique 3D (images 5-6-7-8 et 9) réalisée par l'Institut HIP. | 32 |
| Doc. 9 : Photographie des 2 chevrons superposés situés au-dessus de l'Entrée, sur la face Nord de la pyramide de KHÈOPS : la petite taille de l'Entrée ne justifie pas statiquement celle colossale des chevrons ! | 33 |
| Doc. 10 : Photographie de M. BERTINETTI réservée et publiée par Z. HAWASS, dans son ouvrage intitulé « Trésors des pyramides » (2011), assortie d'un commentaire qui me paraît douteux à un examen plus précis, ne tenant pas compte de l'érosion et du délitement de la pierre. | 34 |
| Doc. 11 : Cet agrandissement partiel démontre au contraire la normalisation des blocs (et donc leur préfabrication) ainsi que leur mode d'appareillage bien repérable sur les arêtes, tout à fait conforme au modèle proposé. | 35 |
| Doc. 12 : Agrandissement et coloriage des blocs du revêtement mettant en évidence leur normalisation et leur appareillage « croisé » sur l'arête contrairement aux couches du massif de maçonnerie de soutien (selon sa terminologie). | 36 |
| Doc. 13 : Strate épaisse de 2,50 m dans « la couche (g) Pierre à bâtir (de 12 m d'épaisseur) » (« que certains classent dans la couche Observatory ») qui couvre tout le site des 3 grandes pyramides ; ce que chacun peut voir sur le socle de roche-mère en place de la pyramide de Khephren. | 37 |
| Doc. 14 : La combinatoire dimensionnelle des chevrons permet ainsi leur superposition dans l'enchaînement des tâches (logistique du chantier). | 38 |
| Doc. 15 : La reconnaissance d'un savoir-faire antique issu de la pratique « empilatoire » que l'on ne peut approcher - par delà le temps et l'espace, ne peut l'être qu'au travers de la modélisation manuelle concrète : avec des briques de terre (ou des sucres eu morceau n° 4). | 39 |

- Doc. 16 :** La combinatoire, d'une part des chevrons dans leur proportionnalité de superposition 1/3 et 2/3 permettant le chevauchement de leur mise en place systématique conjugué avec d'autre part, le rythme d'empilage des blocs : un « grand jeu combinatoire algorithmique »..... 40
- Doc. 17 :** Jeu algorithmique « latéral » grâce auquel il est possible de réaliser une suite de redans successifs par ajout systématique de parées –de part et d'autre de l'axe de la GG– aux niveaux successifs nécessaires et selon l'angle adéquat (celui du rampant des vousoirs)..... 41
- Doc. 18 :** Pour mémoire : Animation infographique pédagogique explicative des 2 termes « bomides et crossai », du mode d'empilage dit accroissement pyramidal réalisée avec B. & Ph. HOSTALERY, Ingénieurs, P. FAIVRE et moi-même Architectes en 1996. 42
- Doc. 19 :** Première simulation automatique au Centre de calcul de l'Université PARIS VI- P. & M. CURIE au LMDH/ Univ. Paris VI (Pr. E. CLEMENT) en 2001. 43
- Doc. 20 :** Seconde simulation réalisée par plusieurs équipes d'élèves de l'Ecole des Mines de Nancy en 2005, établit la relation entre une carrière de surface double de celle de la pyramide, le coefficient de foisonnement est alors de 6 fois la hauteur de la carrière..... 44
- Doc. 21 :** Coupe des 6 premières phases Pyramide sur Carrière : le rythme de construction de la Pyramide étant de 2 fois 3 coudées soit 6 coudées sur l'horizontale (l'horizon de Khéops ?), la carrière subira ce même rythme sauf que la carrière s'enfonce à chaque fois d'une largeur (1 coudée) et profondeur d'une tranchée d'extraction ce qui fait que l'abaque de la carrière correspond à un rythme de $6 + 1 = 7$ c. 45
- Doc. 22 :** La profondeur des tranchées d'extraction ne saurait dépasser la hauteur de 0,70 m (hauteur d'extraction « manuelle » encore aujourd'hui pratiquée par les Artisan –Carriers, en Egypte (Carrière des 2 Frères à Héliouân – 2005) 46
- Doc. 23 :** la Carrière s'enfonce d'une hauteur de tranchée, par paliers concentriques de $6 + 1 = 7$ coudées (ici sur 6 fois qui, multipliées par 5 donnent 30 paliers soit 210 c (coudée royale de Khéops de 0,55 m) ou multipliées par 5,5 donnent 33 paliers soit 220 coudées de 0,525 m)..... 47
- Doc. 24 :** Coupe sur la Carrière : ses tranchées et ses paliers (des 6 premières phases)..... 48
- Doc. 25 :** Plan - Coupe sur la Carrière - Pyramide : phasage des 6 Paliers d'extraction correspondant aux 6 Enveloppes superposées (des 6 premières phases) qui, par homothétie, servira de « canevas » à la Modélisation animée de la Construction de la Pyramide. 49
- Doc. 26 :** Pendage du Plateau de Gizeh (que tout le monde peut voir autour de Khephren), de 10 % sur la diagonale NO-SE, tel que mis en évidence par la Simulation 3D de la paléo-topo-stratigraphie établie et publiée en 2017 lors de la Conférence publique au CULTNAT / LE CAIRE. 50
- Doc. 27 :** Photographie des stigmates d'extraction sur le carreau de carrière de Khéops, à l'angle NO, le pendage résiduel sur la médiane N/S n'est plus que de 4 %..... 51
- Doc. 28 :** Ce document schématique à la fois Plan et Coupe, partiel (pour les 6 premières phases) et complet (de par l'homothétie ainsi centrée = 5 fois les 6 premières phases), établit la correspondance directe entre Carrière et Pyramide, décomposée en 30 (ou 33 selon la coudée considérée) phases de carrières correspondant aux 30 (ou 33) phases d'accroissement pyramidal de cônes- enveloppes emboîtés l'une dans l'autre. 52
- Doc. 29 :** Cette solution « logistique algorithmique de construction » constitue la réponse à l'hypothèse lancée en 1997 -sous forme abstraite « géométrique »- du schéma de l'accroissement pyramidal (Ce Qu'il Fallait Démontrer – CQFD aurait dit mon père). 53
- Doc. 30 :** Photographie personnelle (en 2001) des boîtes de démisage (partielles) qui ponctuent le socle de la pyramide de Khephren sur la face Ouest (et les boîtes de démisage (semi-complète) alignées sur le sol – entre pyramide et front de taille) qui constituent les preuves de l'extraction particulièrement bien « rythmées » (ce que tout le monde peut voir)..... 54

- Doc. 31** : Photographie aérienne : On peut aussi subodorer que - ce que d'aucuns ont interprété comme les logements des ouvriers – qu'il s'agisse plutôt d'une réserve de blocs extraits empilés-là, stockés bien ordonnancés, en attente d'une mise en œuvre future. 55
- Doc. 32** : Coupe MRA augmentée (une 2ème fois) comprenant ma proposition de la Cheminée de décharge « précautionneuse ». 56
- Doc. 33** : Sur la face Est – proche de l'angle NE, la pyramide de Khéops laisse apparaître un peu de son socle de roche-mère (de la couche (e) Calcaire extrême abondance de N. Gizehensis (5 m), ici la plus inférieure)(2001). 57
- Doc. 34** : le schéma régulateur des phases d'approfondissement (tranchées et paliers) de la Carrière correspondant aux phases d'accroissement (cônes-enveloppes) de la Pyramide. 58
- Doc. 35** : Coordination modulaire des 6 premières phases d'accroissement entre PYRAMIDE et CARRIÈRE : 2 Cônes-enveloppes par palier (de 2x3 coudées) de la PYRAMIDE nécessitent l'extraction de 2 rangées de massifs (de 6 blocs) en Carrière sur une hauteur correspondant à leur Numéro d'ordre. 59
- Doc. 36 a PYR** : Coupe théorique de la PYRAMIDE sur la Carrière permettant de compter le Nombre de blocs de chaque cône-enveloppe. 60
- Doc 36 b CAR** : Coupe théorique de la Carrière fournissant le Nombre de blocs (et plus) de chaque cône-enveloppe considérée. 61
- Doc. 37** : Coupe théorique de PYR. / CAR. : ORDRE de POSE selon la Logistique Algorithmique ainsi établie. 62
- Doc. 38** : Photographie du reliquat de carrière au NO de Mykérimos, abandonnée et aujourd'hui ensablée. Elle prouve que cette pyramide – ainsi que les autres Grandes pyramides empruntent leur matériau au pourtour-même de l'ouvrage et apercevoir différents stades d'emprunt successifs. (G. GOYON). 63
- Doc. 39** : Creusement d'un canal en Chine durant la Révolution Culturelle selon une méthode manuelle archaïque démonstrative de la Logistique Algorithmique. 64
- Doc. 40** : Pyramide de Terre, en Chine, dans la province du SHAANXI, construite selon la Logistique Algorithmique (inverse du creusement du canal) : méthode identique à celle des Grandes Pyramides d'Egypte, 2500 ans avant. Le parcellaire périphérique révèle la zone d'emprunt du matériau terre de Loëss constitutif de la pyramide construite par cônes enveloppes successifs emboîtés selon la méthode de l'accroissement pyramidal. 65

* * *

TEXTE DE LA LETTRE CIRCULAIRE

MOTIVATION & ÉTUDES PRÉALABLES - 1993-97 « SI J'AVAIS A CONSTRUIRE UNE PYRAMIDE... ».

À travers de la modélisation manuelle de l'empilage des blocs, la compréhension du mode opératoire décrit par Hérodote : «*par un système de gradins successifs que l'on appelle tantôt bomides et tantôt crossai*» (publiée dans mon 1^{er} livre intitulé «*Système constructif des pyramides*», 1997), a permis de développer la méthode constructive dite de «l'accroissement pyramidal». Puis, la modélisation infographique a permis de proposer une visualisation dynamique (logiciel HOSTALERY 1996) de la construction à partir d'un mouvement élévatoire élémentaire simple : élever et poser un bloc «*crossai*» en position d'encorbellement (bloc normalisé de 2 coudées de large sur 3 de longueur) sur 2 autres blocs «*bomides*» en position d'appui, décalés d'une coudée latéralement et en profondeur. Tous ces blocs sont disposés en boutisse sur chacune des 4 faces de la pyramide. Cette méthode simple, cumulative, itérative et prédictive ne fait que de la pyramide ; elle illustre parfaitement le «*créneau formant escalier*» (crénelage qui génère et forme escalier) rapportée par Hérodote tel que mentionné dans le dictionnaire A. BAILLY.

Ce mouvement élévatoire élémentaire imposé par la «*machine faite de courtes pièces de bois*» (dixit Hérodote), des millions de fois répété sur les 4 faces à partir d'un centre, permettant de réaliser des cônes-enveloppes successifs emboîtés les uns sur les autres (constituant l'accroissement pyramidal volumique) est ce qu'on appelle en termes mathématiques un «*algorithme*» du nom du mathématicien de l'Ecole de Bagdad AL KHWARISMI (Perse d'origine), 14 siècles plus tard.

En exergue de mon 1^{er} livre «*Système constructif des pyramides*» (1997) j'ai fourni une Coupe de la pyramide de Khéops (sur le relevé de Maragioglio & Rinaldi Architectes, 1965) indiquant l'empilage des blocs selon cette modélisation algorithmique, dans le but de montrer que ce mode d'empilage semblait expliquer l'emplacement des «*girdle stones*» (blocs de ceinture) qui rythment le couloir ascendant (dont je ne concevais pas très bien la raison de leur présence, à l'époque) ainsi que l'angle ou abaque d'extraction de la carrière théorique périphérique qui, par phases successives correspondant aux besoins de chaque cône-enveloppe, est sensée fournir les matériaux nécessaires à la construction de la pyramide : timide suggestion d'une hypothèse géologique encore théorique. ([Doc. 1](#))

THÈSE DE DOCTORAT A L'ÉCOLE DES MINES DE NANCY : « LE GENIE DES PYRAMIDES », 2002.

La recherche du Continuum Technique des Ouvrages Tumulaires issu du réflexe vernaculaire du Génie civil (rural, militaire ou tumulaire du Néolithique) développée dans ma thèse « *Le génie des pyramides* » soutenue en 2002 à l'École des Mines de Nancy, a montré que la méthode constructive des pyramides a évolué et que le passage des pyramides à degrés (par degrés) circulaires ou orthogonales faites de « parées successives de murs accolés » aux grandes pyramides lisses, s'explique non pas par un jeu de forme (ou de style) mais par rapport à la taille-poids (module) du matériau fourni par le site d'implantation ainsi que par les moyens d'extraction, de manutention et de levage disponibles. Seule, la civilisation égyptienne aura réalisé 5 Grandes Pyramides constituées de blocs « cyclopéens » qui nécessiteront l'utilisation d'une machine de levage.

Le principe vernaculaire « exploiter au pourtour pour empiler au centre » énoncé intuitivement et la recherche des matériaux fournis par le site de Gizeh, m'a amené à en étudier la géologie (genèse, structure et stratigraphie) dont l'essentiel se trouvait au CAIRE (Faculté de géologie de l'Université de Ain Shams, Pr. A. STROUGO, O. CHERIF et A. YEHIA, géologues égyptiens) ainsi que la stratigraphie établie le J. CUVILLIER (1930), Professeur de géologie français au Caire ([Doc.2](#)).

L'application, sur le site de Gizeh, de la théorie du Professeur M. RUHLAND sur « *l'analyse des réseaux de facturation naturelle des roches* » (1972) ([Doc. 3](#)), du domaine spécialisé de la Géologie de l'Ingénieur, par l'intermédiaire de Dj. AÏSSAOUI, l'un de ses anciens élèves (expert spécialiste en recherche de gisement pierreux), a nécessité la recherche *in situ* des preuves de la présence effective de ces réseaux primaire et secondaire et leurs orientations et d'en apporter la preuve scientifique par la reconnaissance de « tectoglyphes » (stries) faite avec R. PERRIER, géologue, en 2005.

ÉTUDES POSTDOCTORALES 2003-17: VERIFICATIONS DE L'HYPOTHESE GEOLOGIQUE.

Le montage de la Simulation 3D de la paléo-topo-stratigraphie du Plateau de Gizeh (logiciel GOCAD) sur la topographie fournie par l'orthophotoplan de l'IGN (photogrammétrie aérienne) avec le Laboratoire Géoressources de l'École des Mines de Nancy (Pr. J. SAUSSE et Th. BURLETT, étudiant) a apporté la preuve définitive de ce principe vernaculaire, à savoir que chacune des 3 grandes pyramides de Gizeh est bel et bien implantée au milieu de son carreau de carrière (ce qui contredit toute solution « rampiste »).

De plus, cette étude démontre que les 3 grandes pyramides de Gizeh empruntent différemment dans les couches stratigraphiques du Plateau et qu'elles sont alignées sur le réseau primaire (diaclasses ΔL ouvertes en N 45°) et orientées selon le réseau secondaire diagonal (Δ Diag. droites et Δ Diag. gauches) de fracturation naturelle (Réseau diagonal par rapport à l'axe du pli en N 45°, c'est-à-dire NS et EO imposé par la géologie).

HIP / SCANPYRAMIDS / NATURE : LA DECOUVERTE FORTUITE DU « GRAND VIDE ».

La découverte en 2016, divulguée le 02/11/2017 par la Revue scientifique NATURE, par les Muographes de l'Equipe HIP/SCAN PYRAMIDS, d'un « *Grand Vide* » dans la pyramide de Khéops a surpris sinon contrarié l'ensemble des égyptologues et archéologues (tout en passionnant le Grand Public) vers lesquels cette équipe s'est tournée afin de connaître leur interprétation. ([Doc. 4](#)).

J'ai alors fourni ma propre interprétation « de constructeur », le 13 novembre 2017, dans une lettre ouverte adressée au Pr. H. HELAL, directeur scientifique de l'Equipe HIP / SCANPYRAMIDS, suggérant une explication rationnelle et objective basée sur les connaissances (statique et résistance des matériaux) et l'expérience professionnelle de l'architecte-ingénieur que j'ai acquises, à savoir « *un dispositif précautionneux de protection de la Grande Galerie, construit à cet effet* », dispositif nécessité par la nouveauté technique et la fragilité (élancement) de la Grande Galerie et de l'impératif qu'elle doit assurer de demeurer fonctionnelle jusqu'au dépôt du cadavre de Khéops dans son sarcophage, dans la Chambre du Roi et le « lâcher » final des blocs-tampons de fermeture de la pyramide.

Par la reprise des plans du relevé des dispositifs intérieurs de la pyramide de Khéops réalisés par les Architectes italiens Maragioglio & Rinaldi en 1965, à l'échelle 1/200^e et 1/50^e (ne disposant ni du dossier de Scan Pyramids, ni du relevé de G. Dormion), mes dernières recherches me permettent cependant un nouveau développement, plus précis, de ma thèse « machiniste ».

L'algorithme de construction proposé dès 1993 se révèle aujourd'hui d'autant plus performant qu'il permet un véritable « Jeu d'algorithme » (d'après le néologisme anachronique de M. SERRES, Académicien, historien des Sciences et des Techniques dans son livre « *Les origines de la géométrie* », 1993). Ce jeu d'algorithme – pour peu qu'on entre dans ce mode de logistique d'accrétion (ou méthode d'empilage) – permet effectivement de construire un conduit que j'ai dénommé « Cheminée de décharge », faite de 20 boisseaux horizontaux successifs emboîtés l'un après l'autre – par superposition de 2 chevrons –, à l'image d'un arêtier de toiture (se reporter au dessin axonométrique ci-joint : [Doc. 5](#)).

Cette cheminée de décharge se construit sur une anticipation préalable de la construction de la pyramide sur la face Nord (selon la modélisation infographique de 1996 (B. Hostalery), [Doc. 6](#)) à la hauteur adéquate ; chacun des boisseaux ainsi composé l'un après l'autre¹ ; et la cheminée se trouve ainsi superposée, parallèlement, dans le plan axial de la Grande Galerie et du couloir ascendant, positionnée, assez haut pour échapper à la poussée (côté Nord) de l'Arc de décharge en chevron de la Chambre du roi ([Doc. 7](#)).

Ceci correspond exactement aux 2 chevrons superposés que l'on observe en Façade Nord de cette pyramide (au-dessus de l'entrée) : 2 voussoirs en chevron (en bas) coiffés de 2 voussoirs en chevron (au-dessus), ainsi qu'aux reconstitutions infographiques 3D (images n° 5-6-7-8 et 9) du « *Communiqué de presse du 15 Octobre 2016 de SCAN PYRAMIDS – Les premiers résultats concluants grâce à la muographie dans la pyramide de Khéops* » ([Doc. 8](#)).

¹ composé de 12 chevrons de 2 voussoirs symétriques dont les 2 derniers chevrons (n° 11 & 12) du second boisseau B (haut) se superposent aux 2 premiers chevrons (n° 1 & 2) du premier boisseau A (bas), par simple accrétion algorithmique du modèle, qui s'approvisionne latéralement de part et d'autre de l'axe de l'anticipation.

En fait ces 2 chevrons en façade ne sauraient se justifier par la taille de l'Entrée (large de 2 coudées) mais seulement comme étant l'aboutissement de la Chambre de décharge qui a sa pleine justification statique au-dessus de la GG : les Grand et le Petit Vides sont donc sans doute en continuité et de même facture, le « Petit Vide » visible aujourd'hui permettant d'imaginer le « Grand Vide » ([Doc. 9](#)) ; cependant seul le mode opératoire (logistique de mise en œuvre) permettra d'en apporter la preuve définitive.

Pour l'heure, ceci semble bien constituer un élément supplémentaire de preuve de l'utilisation de l'algorithme du modèle dans la construction de cette pyramide (et sans doute des autres grandes pyramides lisses de la IVe dynastie de l'Ancien Empire, au vu des photographies aériennes de M. BERTINETTI publiées par NGS (en 2004 pour la version française).

Plusieurs de ces photographies sont, dans mon optique, particulièrement intéressantes et mettent en évidence plusieurs cônes-enveloppes successifs, plus et moins érodés correspondant à « l'accroissement pyramidal » (ainsi que la dernière du revêtement final). La plus démonstrative de ces photographies a été réservée et publiée dans le livre « *Trésors des PYRAMIDES* » sous la direction de Z. HAWASS² : celle-ci ([Doc. 10](#)) est assortie du commentaire suivant : « *La maçonnerie de soutien paraît ici régulière, sous le revêtement, mais la profondeur des blocs et des degrés varie considérablement* » (ce qui ne semble pas tout à fait véridique...car l'analyse ne tient pas compte de l'érosion et du délitement de la pierre, (ce qui mérite une expertise approfondie et contradictoire) mais démontre au contraire la normalisation des blocs (et donc leur préfabrication) ainsi que leur mode d'appareillage bien repérable sur les arêtes, tout à fait conforme au modèle proposé ([Doc. 11](#)).

Ces voussoirs posés en chevron constituant les boisseaux de la Cheminée de décharge dite « précautionneuse » sont faits de calcaire (qui résiste très bien à la compression), et ce contrairement au croquis de J. KERISEL qui voyait-là du granite. Ils sont au nombre de 496 voussoirs³ tous identiques, ce qui implique, une fois encore, une normalisation et une préfabrication propices à la « *logistique ou algorithme* ». Leurs dimensions seraient d'une coudée (environ 0,525 m) d'épaisseur pour une largeur de 2,25 m et une longueur de rampant moyen de 3,20 m soit un volume de 3,78 m³ et donc un poids d'environ 7 tonnes chacun ([Doc. 12](#)) qu'il faudra mettre en place, verticalement, en butée symétrique, au fur et à mesure de l'élévation (selon le rythme d'empilage de la modélisation algorithmique première) de l'accroissement pyramidal, à ciel ouvert.

Concernant la provenance de ces voussoirs de calcaire⁴, il faut choisir la plus simple : une provenance locale par le fait qu'il existe dans la stratigraphie du Plateau de Gizeh une strate épaisse de 2,50 m dans « *la couche (g) Pierre à bâtir (de 12 m d'épaisseur)* » (« *que certains classent dans la couche Observatory* ») selon la stratigraphie détaillée de J. CUVILLIER ; ce que chacun peut voir sur le socle de roche-mère en place de la pyramide de Khephren sur la face Nord ([Doc. 13](#)).

²Ed. White Star – 2011, pour la version française, p59

³20 boisseaux de 12 chevrons de 2 voussoirs symétriques, auxquels ajouter les 2 chevrons du sommet et les 6 situés au-dessus de l'Entrée soit 496 voussoirs

⁴Provenance locale, tirés du Plateau de Gizeh ou extérieure, tirés des Carrières de Toura sur la rive droite du Nil

La combinatoire du dimensionnement des chevrons permet ainsi leur superposition dans l'enchaînement des tâches (logistique du chantier) ([Doc. 14](#)) - ce qui plaide, là-encore, pour un savoir-faire d'ordre supérieur de type « algorithmique » - bien plus élaboré qu'un appareil *incertum*, ou régulier ou à décrochement purement additionnel et *a priori* qu'un simple blocage tout venant « *déversé au hasard* » - que l'on voit ici dans la construction des grandes pyramides pour la première fois, bien que les prémices en soient repérables dans les 2 premières grandes pyramides lisses de Dashour, mais ici de façon maîtrisée dans l'ensemble de l'œuvre ; il ne s'agit aucunement d'un concept mathématique « moderne » comme me l'a reproché J-Ph. LAUER dans sa lettre manuscrite du 29/02/1997, mais bien *-a contrario-* d'un savoir-faire antique issu de la pratique « empilatoire » que l'on ne peut approcher - par delà le temps et l'espace - qu'avec la modélisation manuelle concrète : avec des briques de terre crue séchées au soleil (ou des sucres eu morceau n° 4 comme je l'ai fait) ([Doc. 15](#)); les enfants du primaire en sont une preuve probante : un enfant de 6 ans comprend, exécute et enseigne aux autres le système constructif des pyramides selon l'accroissement pyramidal, sachant à peine lire, écrire et compter.

La combinatoire, d'une part des chevrons dans leur proportionnalité de superposition 1/3 et 2/3 permettant le chevauchement de leur mise en place systématique se conjuguant avec d'autre part, le rythme d'empilage des blocs, apparaît comme un « grand jeu combinatoire algorithmique » qui permet de construire cette Cheminée de décharge en conjugaison parfaite avec l'élévation de la pyramide elle-même ([Doc. 16](#)); cette cheminée sera ensuite englobée dans la pyramide par la poursuite de la construction algorithmique de la Face Nord, et des 3 autres faces concomitamment jusqu'au sommet, 70 m plus haut.

Le mode de mise en place de ces voussoirs de 7 tonnes chacun est à envisager jusque dans son mode opératoire ; compte tenu de leur poids il ne saurait être question d'utiliser la « machine élévatrice d'Hérodote » (trépied sur lequel manoeuvrer un bras de levier)... aussi faut-il envisager une méthode par glissement sur un plan incliné continu. En effet par le jeu algorithmique « latéral » il est possible de réaliser une suite de redans successifs par ajout systématique de parées de part et d'autre de l'axe de la GG aux niveaux successifs nécessaires et selon l'angle adéquat (celui du rampant des voussoirs) ([Doc.17](#)). Suite de redans qui offre les appuis réguliers à un faisceau de chemins temporaires de glissement (par comblement ou poutraison de glissement ou rouleaux) déplacés pour chacun de ces voussoirs selon la logistique de pose ; les 2 voussoirs symétriques composant le chevron considéré viennent se rejoindre sur l'axe de la Cheminée, ayant été façonnés au départ à cet effet.

Quelle est la force motrice permettant cette mise en place des voussoirs ? L'ascenseur oblique de la GG étant juste en dessous...je chercherai la solution de ce côté-là.

En résumé : Cette Cheminée de décharge est située à l'exact emplacement indiqué par le nuage de densité de Muons, c'est-à-dire dans le « *Grand Vide* », au-dessus de et parallèlement à la Grande Galerie et dans le « *Petit Vide* » au-dessus de l'entrée de la pyramide.

A mon avis ces 2 vides sont du même type, ce qui me permet de proposer que cette Cheminée de décharge semble bien devoir être continue et construite du bas vers le haut sur une anticipation

« préalable » de la construction sur la Face Nord, anticipation construite elle-même à l'inverse du centre vers l'extérieur (du haut en bas)⁵.

Ce dispositif de chevrons – « image-même du principe de l'Arc de décharge » (dans le monde entier) dont le rôle est de renvoyer les charges supérieures, latéralement de part et d'autre dans le massif appareillé, afin de protéger l'espace inférieur d'une surcharge dangereuse d'écrasement de la GG, a été inventé dans cette pyramide : en effet il est mis en œuvre en couverture de la Chambre de la reine puis dans celle du roi et enfin dans la Cheminée de décharge, et aura intrigué tous les observateurs depuis le jour où il fut mis à découvert du fait de l'érosion ou d'une sape volontaire, au-dessus de l'entrée en face Nord.

LOGISTIQUE ALGORITHMIQUE-2018 : RELATION QUALIFIEE ENTRE « CARRIERE & PYRAMIDE ».

Plusieurs approches de simulations algorithmiques de la construction de la Grande pyramide ont déjà été réalisées au cours de mes recherches :

1997 -En rappel : en ajout final à mon premier livre « *système constructif des pyramides* » 1997, j'ai publié une Coupe de la pyramide de Khéops établie par Maragioglio et Rinaldi au 1/200^e sur laquelle j'ai sur-imprimé le dessin des blocs du système d'empilage proposé par la « modélisation » dont la raison première était de prendre date et effet et de montrer que les « girdle stones » (blocs ceinture) étaient régulièrement disposés dans le couloir ascendant...(se reporter au paragraphe n° 3 ci-avant) ; mais j'y indiquais aussi que ce couloir plongeait dans une série de massifs latéraux qui semblaient bien être un dispositif de rétrécissement-renforcement ayant pour rôle de coincer (en fin de course) les blocs contrepoids de l'extraordinaire ascenseur oblique demeurés dans la GG, devenant blocs tampons, une fois lâchés et ainsi bloqués.

Cependant, d'après la Simulation 3 D de la Paléo-topo-stratigraphie du Plateau de Gizeh, l'abaque de carrière est justement coupé à cet endroit précis par le Couloir ascendant, ce qui ne semble pas être fortuit : en effet si la Chambre de la Reine semble bien être posée sur la couche (g) *Pierre à bâtir* (12 m) à la cote d'environ 21 m (selon la stratigraphie de J. CUVILLIER), et cet endroit précis semble correspondre à l'entrée du couloir dans la couche inférieure (f) *Calcaire à Nummulites Gizehensis et Curvispira* (4 m) pour se terminer 4 m plus bas, à la couche suivante (e) *Calcaire extrême abondance de N. Gizehensis* (5 m).

- Pour mémoire : Animation infographique pédagogique explicative des 2 termes « *bomides et crossai* », du mode d'empilage dit accroissement pyramidal réalisée ⁶en 1996 ; animation reprise et condensée par le Palais de la découverte à Paris, en 2006 ([Doc. 18](#)).
- 2002 -Première simulation automatique au Centre de calcul de l'Université PARIS VI- P.& M. CURIE⁷ en 2002 : le résultat donne un « tas » régulier de hauteur triple de la hauteur de

⁵de même façon que le faisceau de plans inclinés – y compris la Grande Galerie « extraordinaire ascenseur oblique » - permettant de glisser et mettre en place, à ciel ouvert les 52 monolithes de granite de « rehausse » et les 22 voussoirs d'arc de décharge de la Chambre du Roi (comme proposé dans mes Etudes Préalables (1993-97).

⁶ Entre B. & Ph. HOSTALERY, Ingénieurs, P. FAIVRE et moi-même Architectes

⁷ Au Laboratoire des Milieux Désordonnés et Hétérogènes / Université Paris VI (Pr. E. CLEMENT) :modélisation automatique avec des blocs carrés et un algorithme (un bloc posé à cheval sur 2 autres et reculé d'un demi bloc) sur une carrière carrée de même base que la future pyramide, composée de plusieurs strates de différentes couleurs (pixels) avec comme règle en carrière d'emprunter le bloc le plus proche

la carrière et qui laisse en socle un massif régulier de profondeur de la carrière (soit 1/3 du volume de la pyramide) dont les 2/3 se sont empilés dessus « en pyramide » ; dans cette simulation automatique on peut changer les couleurs des strates et faire des coupes transversales...le coefficient de foisonnement est donc : la pyramide fait 3 fois la hauteur de la carrière.(voir l'illustration infographique, [\(Doc. 19\)](#)).

- 2005 -Seconde simulation est plus intéressante – mais encore bien théorique – réalisée par plusieurs équipes d'élèves de l'Ecole des Mines de Nancy⁸ en 2005, établit la relation entre une carrière de surface double de celle de la pyramide, le coefficient de foisonnement est alors de 6 fois la hauteur de la carrière (comme prévu) mais l'intérêt se trouve ailleurs⁹ et faisant apparaître les volumes empruntés en carrière pour chacune des enveloppes successives de la pyramide, emboîtées les unes sur les autres selon le procédé d'accroissement pyramidal (voir l'illustration infographique [\(Doc. 20\)](#)).
- 2007 -Troisième simulation (poursuite de la seconde) par une seconde équipe d'étudiants à ARTEM – Mines de Nancy (dont je n'ai pas eu une communication complète). Et qui semblerait-il, permet de donner une couleur à chaque strate de carrière pour observer sa répartition dans la pyramide, d'après une information recueillie récemment sur place.

Ceci avait pour but de tester la formule d'E. MORIN dans son livre « *introduction à la pensée complexe* » 1990, à savoir :

« Définissant l'idée de « système ouvert » par rapport au « système clos » :

« L'intelligibilité du système doit être trouvée, non seulement dans le système lui-même mais aussi dans sa relation avec l'environnement et que cette relation n'est pas qu'une simple dépendance, mais elle est constitutive du système. » Notion qui ouvre la porte à la « théorie de l'évolution » qu'il poursuit en débouchant sur la notion d'interaction en « système ouvert » et « écosystème » puis celle de « système auto-organisateur ».

Il semblerait que l'on relève bien concernant Khéops, mais sans doute aussi des 4 autres grandes pyramides d'Egypte, du « système auto-organisateur » (ce qui reste cependant à vérifier).

Ce que l'on observe dans les Grandes pyramides d'Egypte est unique dans l'Antiquité et peut-être même dans l'Histoire des Sciences et Techniques et de l'Arithmétique-(2000 ans avant l'invention de la géométrie) ne peut s'approcher qu'au travers de la pratique concrète « empilatoire » support de la « pratique-pensée œuvrière » (« *c'est en forgeant qu'on devient forgeron* ») qui fait mentir la formule célèbre d'Héraclite : « *un tas de gravats déversé au hasard est le plus bel ordre du monde* » car il s'agit là de physique (et non pas de métaphysique), d'organisation et d'ordonnancement, de matériau, d'appareillage de blocs, de construction, de logistique de chantier qui préfigurent ou correspondent à la création et/ou servent de support à l'Arithmétique numérique géométrique des Pythagoriciens.

⁸Pr. O. DECK et S. HENSGEN et C. VEREB étudiants et autres.

⁹ Ayant structuré le gisement en strates horizontales et en quadrillage de blocs de proportion 2 pour 3 unités à tirer dans des massifs carrés de 6 par 6 unités séparés par un tranchée d'une unité (coudée = largeur d'un ouvrier) sur chaque côté(soit un damier de 7 par 7 coudées d'entre-axe), les blocs extraits étant disposés en boutisse sur chacune des faces de la pyramide, selon l'algorithme de modélisation.

- Dans le chapitre « De PYTHAGORE A ZÉNON : ORIGINE ALGORITHMIQUE » du livre de M. SERRES « *Les origines de la géométrie* » (qui débute par le MENON de PLATON, traduit en français), ce discours de Platon met en scène Socrate démontrant à Ménon la puissance lumineuse de l'espace géométrique inventé par la culture grecque renvoyant dans l'ombre la mémoire des savoirs anciens, représenté par le jeune esclave (égyptien) de Ménon, et indique la bifurcation effective de la géométrie nouvelle par rapport à la métrique ancienne.
- M. SERRES semble avoir shunté une phase pré-pythagoricienne intermédiaire entre les pensées concrète et abstraite : à savoir une combinatoire d'algorithme qui s'exprime au travers ou en s'appuyant sur un support concret qu'il semble méconnaître : « la construction » et que je pense entr'apercevoir gisant toujours dans l'ombre des Grandes Pyramides d'Egypte. Le fait de prendre un jeune esclave comme représentant de la culture métrique ancienne semble bien être un mauvais choix voire aveu de méconnaissance de la part de Platon, car de toute évidence il ne représente pas la culture qui a produit les Grandes pyramides, que les Grecs n'ont su qu'estimer la hauteur (Thalès et son théorème sur l'homothétie) mais en aucun cas comprendre et expliciter, et encore moins construire.
- J-Pierre MOHEN - l'un de mes 2 rapporteurs de thèse - l'avait synthétisé dans l'article qu'il a publié dans la revue d'égyptologie MEMNONIA, Cahier supplémentaire N° 1, Le Caire 2003, que je cite :

« La recherche des carrières autour des pyramides et en particulier celle de Chéops, à la suite d'une étude géologique du sol et des blocs en calcaire nummulitique lutétien local utilisés pour la construction de la pyramide même à 98 %, a permis à Pierre Crozat (2002) de montrer dans sa thèse que la pyramide de Chéops, de même que les autres pyramides égyptiennes, se construisaient à partir du centre de la base par accroissement volumique, et doivent être incluses dans le « continuum technique » des ouvrages tumulaires préhistoriques. La compréhension du mode de construction n'est pas du domaine de la « géométrie » extérieure, obtenue, pensait-on, à l'aide de rampes, mais de celui de la « logistique ou algorithme » interne, cumulatif de la pratique ouvrière qui génère la forme. Cela n'empêche pas que le résultat du volume régulier obtenu réponde également à des régularités de la géométrie pythagoricienne, vantées dès l'Antiquité. »

La mise au point de la relation entre Carrière et Pyramide selon la Logistique Algorithmique a nécessité quelques tâtonnements afin de coordonner volume et rythme d'extraction en Carrière périphérique et volume et rythme d'empilage en Pyramide (en particulier afin de déterminer la plateforme de base : phase première du processus) jusqu'au moment où les volumes et rythmes sont apparus concordants et représentatifs de l'auto-organisation des phases successives d'accroissement pyramidal.

Ce tâtonnement graphique ne comporte que peu d'intérêt (mais il est cependant archivé), seul le résultat est communiqué ci-après :

- en conformité avec la première modélisation manuelle (P. CROZAT – 1995) puis infographique (B. Hostalery – 1966) reprise et condensée par le Palais de la découverte (2006), avec la Coupe MRA (augmentée P. CROZAT publiée en 1997 dans « Système constructif des pyramides ») et à la modélisation Pyramide /Carrière (Ecole des Mines de Nancy – 2005) :
 - blocs de 2 x 3 coudées

- à chacune des 4 faces de la pyramide correspond sa propre carrière
 - le sommet de chaque phase d'accroissement comportera donc 4 blocs disposés en boutisse (le long côté perpendiculaire à la face considérée)
- le schéma de concordance est établi sur les 6 premières phases d'accrétion qui par homothétie produiront 30 ou 33 phases (en fonction de la coudée choisie soit 0,525 m ou 0,55m), la hauteur du bloc n'ayant d'incidence que sur la Hauteur des phases respectives ; homothétie qui concernera aussi l'accroissement-approfondissement de la Carrière
 - le principe étant que chaque phase de carrière est extraite au plus proche du tas pyramidal correspondant,
 - le rythme de construction de la Pyramide étant de 2 fois 3 coudées soit 6 coudées sur l'horizontale (l'horizon de Khéops ?), la carrière subira ce même rythme sauf que la carrière s'enfonce à chaque fois d'une largeur et profondeur d'une tranchée d'extraction ce qui fait que l'abaque de la carrière correspond à un rythme de $6 + 1 = 7$ coudées ([Doc. 21](#)),
 - ceci fera qu'à chaque phase d'accroissement la hauteur de la carrière correspond à $1/7$ de la pyramide, jusqu'au final, elle totalisera 21 m de carrière c'est-à-dire $1/7$ c de la pyramide de 147 m.
 - en carrière, un carré de 6 par 6 coudées se découpe en 6 blocs de 2 par 3 c et permet de s'adapter à chacune des faces.
 - le rythme de concordance entre Carrière à exploiter et Pyramide à ériger est basé sur une plateforme carrée (0) au sol (préexistant à l'ouvrage) de 13 coudées, entourée d'une tranchée d'extraction d'une coudée de largeur (largeur du carrier) et d'une profondeur correspondant à la pente que l'on souhaite donner à la Pyramide (soit pour Khéops le rapport hauteur/ demie-base $14/11$, nous dit-on...ce qui reste à vérifier), sans dépasser la hauteur de 0,70 m (hauteur d'extraction « manuelle » encore aujourd'hui pratiquée par les Artisan – Carriers, en Egypte ([Doc. 22](#))(Carrière des 2 Frères à Héliouân – 2005)
 - la Carrière s'enfonce d'une hauteur de tranchées par paliers concentriques de $6 + 1 = 7$ coudées (ici sur 6 fois qui multipliée par 5 donne 30 paliers soit 210 (coudée royale de Khéops de 0,55 m) ou multiplié par 5,5 donne 33 paliers soit 220 (coudée « de J-Ph. LAUER » de 0,525 m) ([Doc. 23 Carrière](#))([Doc. 24 Pyramide](#)).
 - d'un point de vue pratique opératoire le réglage de la pente de la pyramide peut être assuré par l'édification au centre de la plateforme de base d'un « pyramidion » carré de 3 hauteurs en superposant sur un carré de 5 c, un carré de 3 c puis un carré d'une coudée.
 - le schéma suivant ([Doc. 25](#)) en Plan – Coupe (confondus, si $h = c$) concernant les Carrières – Pyramides successives (ici, les 6 premières phases).
 - ce schéma qui servira de canevas régulateur à l'Animation simultanée de la construction de la Pyramide sur sa Carrière, puis son application – vérification à la Pyramide de Khéops (puis aux 4 autres grandes pyramides): projet final qui réclame compétences infographiques et une prise en charge financière appropriées.

SIMULATION-ANIMÉE DE LA CONSTRUCTION PYRAMIDE/CARRIÈRE : APPEL AUX COMPETENCES.

Concernant le projet de réaliser une Simulation de la construction selon la logistique algorithmique, finale et définitive, il reste encore à y intégrer : et le rythme de l'extraction des blocs en carrière périphérique correspondant à chaque cône-enveloppe de l'accroissement pyramidal et le moyen d'amener ces blocs à pied d'œuvre, et d'y intégrer (si nécessaire) le pendage des couches du Plateau de Gizeh :

- le pendage avec l'aide de S. HENSGEN, Ing. des Mines de Nancy, ancien étudiant, pendage (que tout le monde peut voir autour de Khephren), c'est à dire 10% sur la diagonale NO-SE, tel que nous l'a révélé la Simulation 3D de la paléo-topo-stratigraphie établie et publiée en 2017 lors de ma Conférence publique au CULTNAT / Smart Village / LE CAIRE ([Doc. 26](#)). En fait, le pendage résiduel sur la médiane N/S n'est plus que de 4 %, ce qui semble admissible à l'échelle du bloc de 2 coudées, comme le reflète la photographie des stigmates d'extraction sur le carreau de carrière de Khéops, à l'angle NO ([Doc.27](#)).
- le rythme d'extraction est donné par un découpage du gisement (au pourtour-même) en 30 (ou 33) carrières horizontales successives correspondant aux 30 (ou 33) cônes-enveloppes d'accroissement pyramidal à partir du centre à la cote d'environ 81 m (soit à la hauteur d'environ 21 m à l'intérieur de la pyramide de Khéops, c'est-à-dire le sol de la Chambre de la Reine) – rythme que je propose dorénavant, suite à mes dernières recherches (2018) selon le document partiel en Plan-Coupe ([Doc. 28](#)). Ce document schématique à la fois partiel (pour les 6 premières phases) et complet (de par l'homothétie ainsi centrée – 5 fois les 6 premières phases), établit la correspondance directe entre Carrière et Pyramide, décomposée en 30 (ou 33) phases de carrières correspondant aux 30 (ou 33) phases d'accroissement pyramidal de cônes-enveloppe emboîtées l'un dans l'autre.

« Homothétie » n'est pas le terme juste, en l'occurrence car il appartient au langage de la Géométrie même si chacun voit bien ce qu'il veut dire, il faudrait dire « coefficient multiplicateur » mais la multiplication n'existait pas, mais dire mieux encore « par addition ou accréation ».

La hauteur de la pyramide résultante est alors 7 fois celle de la carrière, pour chacune des 30 (ou 33) phases (c'est-à-dire 1 niveau d'emprunt en carrière générant 6 assises d'empilage algorithmique) du fait de l'abaque des emprunts successifs au gisement en substratum.

Nota : Que penser alors de « l'invention » de l'homothétie par Thalès ?

L'hésitation entre 33 ou 30 phases d'exploitation en carrière fournissant les matériaux des phases correspondantes des 30 ou 33 cônes-enveloppes de l'empilage en pyramide, correspond, en fait à 2 valeurs différentes de Coudées royales :

- soit 0,525 m (selon J-Ph LAUER : 440 coudées de base pour 231 m) et 280 coudées de hauteur pour 147 m
- soit 0,55 m (selon mes recherches : 420 coudées de base pour 231 m) et 210 assises de 0,7 m pour 147 m,

Sauf que le rapport Hauteur / Base est « géométrique » de la forme finale selon J-Ph. LAUER et qu'il est ici « algorithmique » de la métrique totale mais aussi à chaque phase d'accroissement de la Pyramide correspondant à chaque phase d'extraction de la Carrière. De plus, il offre le chemin logistique de mise en œuvre à suivre : le savoir-faire du bâtisseur, pour construire la Grande pyramide et sans doute les 5 grandes pyramides lisses (ce qui reste à vérifier) mais semble logique.

- cette décomposition « pas à pas » (bloc par bloc) de la relation Carrière - Pyramide- certes encore bien théorique – correspond à une vision concrète inversée (vue côté Carrière et non pas Pyramide) et « interne » (vue du côté constructeur) et non pas « externe » (vue du côté de l'observateur) constitue la « solution logistique algorithmique de construction » en réponse à l'hypothèse lancée en 1997, sous forme abstraite « géométrique » par le schéma intuitif de l'accroissement pyramidal ([Doc. 29](#)), publié dans mon 1^{er} livre « *Système constructif des pyramides* » (p. 143). Cette solution permet de qualifier cette relation de dépendance entre Carrière – Pyramide en tant que « *système ouvert auto-organisateur* » - selon E. MORIN –soit une relation de correspondance directe et consubstantielle entre Carrière et Pyramide.
- les 3 pyramides de Gizeh sont de la même époque et de même facture technologique, cependant la Simulation 3D de la Paléo-topo-stratigraphie du Plateau (2017) a montré qu'elles sont implantées à des cotes d'altitude et empruntent dans des couches stratigraphiques de qualités pétrographiques, différentes (voir paragraphe n° 7)

Pour résumer et par ordre inverse de volume et de cote d'implantation :

- Mykérinos (h=60m) emprunte exclusivement dans la couche supérieure (a) Auversien (5m), cote d'implantation 75m,
- Khephren (h=143,5 m) emprunte dans les couches (a) Auversien (épaisseur mal définie car déposé « on lap », et principalement dans la couche (g) Pierre à Bâtir (10-12 m), cote d'implantation 70 m.
- Khéops (h= 147 m) emprunte dans les 2 couches précédentes et dans les couches (f) (4 m), (e) (5 m) et (d) (5 m) inférieures, cote d'implantation 60 m.
- la pyramide de Khephren est de ce fait la plus « puriste » dans son matériau constitutif tiré de la couche stratigraphique (g) Pierre à bâtir (12 m) (voir paragraphe 15), couche compacte et facile à exploiter, et les blocs qui en sont extraits et empilés en pyramide – que l'on peut observer (photos aériennes à ma disposition) et celle de la photographie que Dr. Z. HAWASS a réservée, publiée (voir paragraphe n° 13) montrent à l'évidence des blocs normalisés et un appareillage régulier « qui respire l'algorithme » ; et son commentaire négationniste est pour le moins abusif et somme toute révélateur d'une phobie de « système » et un regard de l'extérieur (tout comme J-Ph. LAUER quand il utilise le terme « d'ingénieux ») que ce soit la partie dite « *de maçonnerie de soutien* » (sic) qui constitue les 99% du volume de la pyramide qui ont produit et généré la forme ou celle du revêtement en place qui offre, contrairement aux couches successives de maçonnerie de soutien, un appareillage croisé (des pierres angulaires) sur les arêtes (bien repérable) ([Doc. 10-11 - 12](#)).
- d'autre part cette pyramide présente la particularité de laisser apparaître un socle de 8 à 10 m de hauteur - que d'aucuns interprètent comme une « colline naturelle »- que la Simulation 3D de la paléo-topo-stratigraphie du Plateau de Gizeh réalisée en 2017 identifie à un socle de roche-mère du Plateau, ce qui induit que cette pyramide a bénéficié d'une stratégie spécifique d'emprunt au pourtour d'une « laisse de carrière » : un quadrilatère du plateau en socle.

Ceci est particulièrement repérable par les diaclases primaires ouvertes qui fracturent ce socle (qui bénéficiera d'un revêtement de granite rose pour le contenir, spolié par la suite) et par les boîtes de démisage (partielles) qui ponctuent ce socle sur la face Ouest et les boîtes de démisage (demie complète) alignées sur le sol (entre pyramide et front de taille) qui constituent les preuves de l'extraction particulièrement bien « rythmées » (ce que tout le monde peut voir) ([Doc. 30](#)).

C'est sur ce socle, face Nord, qu'ont été trouvés les « tectoglyphes » (R. PERRIER & P. CROZAT - 2006) et que l'on peut voir la strate de 2,5 m de hauteur (et les 2 diaclases du réseau secondaire diagonal) et de nombreux stigmates de dédoublement de cette strate.

Bien évidemment ce socle appartient à la couche (g) Pierre à bâtir (10-12 m) qui représente l'essentiel des matériaux constitutifs de cette pyramide, car l'extraction s'est très justement arrêtée à cette couche (sans emprunter à la couche inférieure (f) Calcaire à N. Gizehensis et Curvispira de moins bonne qualité) et les carriers ont ouvert une nouvelle carrière horizontale au-dessus de la falaise du front de taille à l'Ouest dont on reconnaît les traces d'exploitation. On peut aussi subodorer- ce que d'aucuns ont interprété comme les « *Logements des ouvriers* » – qu'il s'agit-là d'une réserve de blocs extraits empilés-là, bien ordonnancés, en attente de leur mise en œuvre ([Doc. 31](#)).

- la pyramide de Khéops, quant à elle, ne donne certes pas cette impression de régularité d'assises régulières normalisées, bien au contraire ! Ceci provient sans doute du fait qu'elle emprunte à partir d'une certaine phase d'accroissement aux couches stratigraphiques inférieures en qualité (compacité, densité, dureté) composées de bancs irréguliers, mais elle devrait néanmoins posséder un noyau tout aussi régulier que Khephren tant qu'elle emprunte ses matériaux dans la couche (g) Pierre à bâtir : ce qui semble correspondre et contenir l'ensemble des dispositifs intérieurs (couloirs, chambres et Grand Galerie et Cheminée de décharge) ([Doc.32](#)). Les relevés de microgravimétrie réalisés par EDF en 1986 qui semblent bien plutôt révéler des variations de densité dues aux différentes couches d'approvisionnement que les vides recherchés (rampe hélicoïdale interne !), appliqués à la pyramide de Khephren devrait être uniformes (à vérifier).
- Tout comme celle de Khephren, la pyramide de Khéops laisse apparaître un peu de son socle de roche-mère sur la face Est, proche de l'angle NE ([Doc. 33](#)) (là justement où les relevés thermographiques indiquent une température moindre que celle des blocs appareillés voisins : et pour cause !). Ceci correspond du même réflexe que Khephren qui refuse la couche (f) Calcaire à N. Gizehensis et Curvispira, et oblige les bâtisseurs à chercher un gisement dans la couche (g) Pierre à bâtir, en l'occurrence côté Ouest, en ouvrant une carrière en coteau où ont été ensuite positionnés les champs de mastabas Ouest dont les noyaux rocheux appartiennent à cette couche : voir la simulation 3D de la paléo-topo-stratigraphie du Plateau de Gizeh qui indique que la couche (g) Pierre à bâtir se poursuivait jusque et y compris au Grand Mastaba G 2000 qui constitue un reliquat de carrière, dont la face Est présente encore un front de taille d'une carrière en coteau avec des gradins de descenderie des blocs.

Ce différent scientifiquement et culturellement important vis-à-vis de la conception « rampiste », monopolistique et médiatique du Dr. Z. HAWASS (et NGS), ex-patron du Plateau de Gizeh puis Secrétaire Général du Conseil Suprême des Antiquités d'Egypte (jusqu'en 2011) et qu'on retrouve aujourd'hui à la tête du « *Comité scientifique des Egyptologues* » (tous « rampistes » et sans compétences particulières dans le domaine de la construction) de l'Equipe SCANPYRAMIDS ; ce différent se doit d'être levé par une Expertise Internationale indépendante (comprenant la Géologie stratigraphique et structurale et Géologie de l'Ingénieur, ce qui n'a jamais été pris en considération par les Egyptologues classiques quels qu'ils soient), expertise diligentée par l'UNESCO, la plus Haute Autorité Culturelle et Scientifique mondiale.

OMBRE D'UN DOUTE : « MAIS OU DONC EST-IL ALLECHERCHER CELA ? DANS L'OMBRE ! »

Cette phrase de M. SERRES « *Les origines de la géométrie* » (p. 230 – De l'invention, à nouveau) :
 « De celui qui invente, ainsi, et de ce qu'il a découvert, on dit le plus communément du monde :
 mais où donc est-il allé chercher cela ? Rien, ici, n'y ressemble. La mimesis semble en échec tant
 cela n'imité rien.

Où ? Naïveté toute simple que reprennent les modèles savants. Où donc ? A l'extérieur. Mais à
 l'extérieur de quoi ? D'ici : du groupe ordinaire et normé par les usages et les lois, du langage usuel
 et codé, de la science normale, de la formation donnée dans les écoles réputées supérieures, bref,
 des systèmes clos en général... »,

Cette phrase accompagne cette recherche personnelle, bien qu'il ne s'agisse pas ici d'inventer, en
 l'occurrence, mais de retrouver la méthode, le processus, le système, la façon de penser qui
 permettent d'envisager, de développer, de proposer la solution pragmatique, pas à pas, de
 percevoir la logistique de mise en œuvre, le rythme de l'extraction-empilage, la LOGISTIQUE
 ALGORITHMIQUE oubliée, dépassée, car dès lors inutile, dont nous parle ce livre de M. SERRES et
 qui préside à l'édification des Grandes pyramides d'Égypte, ouvrages uniques au Monde,
 aboutissement d'un long Continuum technique des Ouvrages Tumulaires d'origine Néolithique.
 Il en restait quelques bribes dans la mémoire des prêtres du Temple de Ptah à Memphis,
 informateurs d'Hérodote, plus de 2000 ans après leur construction, que personne n'avait perçues
 et/ou développées, recherchées, démontrées.

Mais l'ombre d'un doute saisi parfois le chercheur et les questions l'assaillent :

- Peut-on faire confiance à Hérodote ? (comme me l'a reproché J-Ph. LAUER). Pourquoi n'a-t-on jamais prêté assez d'attention à son témoignage ? A cause de la faute d'un copiste ? Alors qu'il est réputé crédible et considéré comme « *le Père de l'Histoire* ».
- se pourrait-il qu'Hérodote ait inventé ses deux hapax « *bomides* » et « *crossai* » et suggéré l'alternance terminologique « *tantôt–tantôt* », la « *machine faite de courtes pièces de bois que l'on déplace ou que l'on multiplie* » ainsi que le ravalement du revêtement « *en commençant par le sommet...jusqu'à la base* » - que J-Ph. LAUER/ CNRS, architecte sans expérience professionnelle, le reconnaisse ou non - par simple fantaisie (comme d'autres ont dit rampe frontale ou rampe hélicoïdale externe ou interne, etc.), alors que ces 2 termes recouvrent–découvrent un véritable « *système* » constructif simple, additionnel et itératif que je me suis attaché à montrer et démontrer *in fine*, système correspondant aux connaissances et savoir-faire de cette époque contrairement à ce qu'il m'a écrit le 29/02/1997 ; système « *machiniste* » qui contredit toutes les propositions de théories interprétatives « *rampistes* » depuis Diodore de Sicile.
- se pourrait-il que l'interprétation de ces deux termes techniques, dans le dictionnaire de grec ancien A. BAILLY « *créneau formant escalier* » soit tout aussi fantaisiste ?
- le chadouf existait-il déjà en Égypte, la question reste pendante paraît-il : cependant peut-être même peut-on penser que c'est grâce à cet apport outil utilitaire que l'on a pu lever des blocs cyclopéens et que des sites que en fournissent (Eocène Moyen) sont alors devenus exploitables ; la « *pratique-pensée ouvrière* » d'adapter la méthode de construction et d'ériger alors les Grandes pyramides.

- « *Votre hypothèse est intéressante pour des pyramides toutes identiques avec des blocs faits au moule, d'une régularité absolue. Ce sont bien-là les hics, toutes les pyramides différentes dans leurs structures et leurs blocs de massif n'ont de commun que d'être taillés dans la pierre...* », cette critique abrupte de J-P. ADAM¹⁰ m'aura été cependant féconde qui m'aura permis de lui faire connaître l'appareillage horizontal à décrochement que l'on retrouve presque à chaque assise dans toutes les Grandes pyramides d'Égypte.
- se pourrait-il que le Pr. M. RUHLAND et ses collègues géologues se soient trompés, que les relevés des diaclases principales par les géologues égyptiens A. STROUGO, A. YEHIA et M.A. OMARA ainsi que la stratigraphie de J. CUVILLIER soient mensongères, études que tout le monde égyptologique ignorait jusqu'à leur existence, y compris Z. HAWASS et ses collègues, la preuve en est qu'il m'a autorisé en 2001 – inconnu thésard sur le retour d'âge à 60 ans - à faire de la Géologie (mais pas d'Égyptologie) sur le Plateau de Gizeh !
- se pourrait-il enfin, et en somme, que je me sois saoulé moi-même par une soif de contradictoire et/ou d'original, une suite de circonstances technologiques hypothétiques, hasardeuses et la recherche opiniâtre d'une combinatoire fumeuse, berné par une sorte de Génie...« malfaisant »...des Pyramides qui m'inciterait à vouloir basculer « *cul par-dessus tête* » la pyramidologie égyptologique classique.
- ou bien *a contrario*, suis-je dans une suite logique d'une Logistique de mise œuvre entr'aperçue dans ce parcours intuitif, suite qui relierait une somme d'inventions, d'intelligences, de visions, d'appréhension - compréhension successives : une sorte d'Opéra de méthode et technologie de construction, qui passant par les suites pythagoriciennes ferait le lien – par delà 5000 ans - entre le « constructeur » d'aujourd'hui avec les « bâtisseurs » des Grandes pyramides d'Égypte.
- ce jeu combinatoire d'algorithmes croisés pré-pythagoriciens (Pythagore a été instruit par l'Égypte) qu'il me semble entr'apercevoir au travers d'une pensée-pratique ou plutôt « la pratique-pensée ouvrière » de ma modeste et naïve mais essentielle modélisation manuelle (ce qui fait sourire voire rire certains) et que je développe actuellement avec appétit et méthode ; logistique de chantier et de mise en œuvre opératoire, qui risque bien d'aboutir et entend répondre aux questions posées par le Grand Vide trouvé par les Muographes : « *où, pourquoi et comment l'a-t-on construit ?* ».
- se pourrait-il que M. SERRES nous ait livré-là des élucubrations que j'aurais gobées benoîtement ? Alors que je pense pouvoir lui procurer, par ce travail, un support concret, une lecture nouvelle (celle du constructeur qu'il n'est pas) à sa réflexion sur cette phase spécifique de la « *Logistique ou Algorisme* » propre à l'Égypte des Grandes pyramides (les ziggourats étant à classer parmi les ouvrages Tumulaires à degrés du monde entier) (seules les pyramides de terre en Chine, beaucoup plus tardives y sont apparentées).
- Enfin, qui osera dire que notre Académicien, historien des sciences et des techniques, épistémologiste délire dans son propos sur la « logistique ou algorisme » l'une des 2 branches des mathématiques, la métrique qui est sans aucun doute la première.
- néanmoins et pour conclure qui peut se targuer de détenir la vérité : l'avenir dira...car il me semble avoir encore un peu d'énergie et quelques problèmes à résoudre.

¹⁰ CNRS Architecte de formation versé à l'Histoire de l'Architecture, sans plus d'expérience pratique professionnelle que J-Ph. LAUER (dont il est aujourd'hui le successeur rampiste, après avoir été machiniste au point de dessiner sa propre machine dans son livre « *L'archéologie devant l'imposture* ».

Toujours est-il que l'autre alternative - celle des théories « rampistes »- depuis 2500 ans qu'Hérodote nous a rapporté les dires des Prêtres égyptiens et que l'Égyptologie officielle (je veux dire les Pyramidologues de renom) présentent et ne cessent de remâcher, en vain, n'est pas prête d'aboutir : par le fait qu'ils n'utilisent pas la bonne approche, le bon langage celui de la métrique « *Logistique ou Algorithme* » de l'époque en Egypte mais celui postérieur de 2000 ans de la Géométrie des Grecs (dont la culture occidentale a hérité) qui est, de toute évidence, inadaptée et donc inopérante en matière de Grandes pyramides.

L'ampleur –même de la pyramide de Khéops, avec ses 2.600.000 m³ à extraire - tailler, à déplacer-manœuvrer et à appareiller, avec 100.000 hommes relevés tous les 3 mois pendant 30 ans ne saurait relever du domaine de l'artisanat ni même d'un projet architectural mais – à mon avis – de ce qu'on appelle aujourd'hui les Grands Chantiers du Génie civil, y compris l'intendance : le logement, la nourriture, le repos récupérateur, logistique qui réclame un niveau organisationnel de type proto-industriel et une méthode simple, facile, répétitive, des éléments normalisés : en bref un « *système constructif* » « *ouvert et auto-organisateur* ».

SIMULATION ANIMÉE DE LA CONSTRUCTION ALGORITHMIQUE

Pour aboutir la modélisation finale de la construction de la Grande Pyramide de Khéops, j'ai à nouveau fait appel aux compétences de B. HOSTALERY¹¹; il travaille sur le Logiciel Openscad, secondé par le D. HAULET, Pr. de Technologie, qui utilise le Logiciel de modélisation 3D SolidWork (de Dassault Système), afin de relancer et développer la modélisation infographique de « l'hypothèse algorithmique » de plus en plus plausible car la modélisation première – suite aux dernières avancées sur la Cheminée de décharge – se révèle particulièrement efficace du fait qu'elle explicite : « *où et comment la construire ?* ». Quant à la réponse à la question du pourquoi, sa présence y répond d'elle-même.

- De même avec les ex-étudiants des Mines de Nancy (S. HENSGEN et autres) qui ont monté la seconde Simulation de la construction Pyramide sur sa Carrière de surface double) pour ouvrir leur Logiciel afin d'intégrer : et le pendage, et la Grande Galerie, et la Cheminée de décharge, jusqu'à la construire « algorithmiquement »
- Quant aux Compagnons du Devoir (AOCDTF / ISRFMP) R. MOREL et J-P. FOUCHER consultés régulièrement, ils apportent à chaque instant leurs compétences professionnelles de façon positive et experte.

Cette phase finale qui nécessite la synthèse des rythmes d'extraction en Carrière subhorizontale et d'empilage en Pyramide, ainsi que la détermination des volumes respectifs imposera, sans doute, une mise au point du « modèle » d'origine (1996) voire une remise en question de la « coudée de LAUER » qui – comme la valeur du « pied royal » en France - varie peut-être d'un édifice à l'autre, même si la méthode constructive reste la même ; et devrait déboucher sur une compréhension plus large, plus ouverte et moins rigide du « *Système constructif des (grandes) pyramides* ».

Le calcul du Nombre de bloc constitutif de chaque cône enveloppe de la PYRAMIDE a été établi sur les 3 premiers paliers, en plan ([Doc. 34](#)) et la coordination modulaire, réalisée sur les 6 premières

¹¹Ing. ESTP, l'informaticien ayant programmé infographiquement (écriture d'un logiciel en système Pascal en 1996) de la modélisation manuelle en 1996.

étapes d'accroissement de la relation PYR. sur CAR. c'est-à-dire le calcul du nombre de blocs déplacés de la partie de CARRIÈRE vers le Cône-enveloppe de la PYRAMIDE considéré (à construire), a été réalisée sur le « canevas » général des Massifs de 6 par 6 coudées (découpés 6 blocs de 2 par 3 coudées) sur autant de hauteurs que son rang dans l'ordre d'approfondissement en carrière ([Doc. 35](#)).

Le résultat est performant qui permet sa généralisation à toute la Construction de la pyramide de KHEOPS et servira valablement à la Simulation Animée de la Construction Algorithmique.

Le tableau de correspondance sur ces 6 premières étapes d'accroissement établi de la 6^{ème} à la 1^{ère} (parfaitement régulier de la 6^{ème} à la 2^{ème}) nécessite une pseudo-entorse pour la 1^{ère} étape, à savoir :

- que la phase Zéro soit un vide (un volume ou une chambre), construit par-avant : hors système. A rapprocher du texte d'Hérodote : « *on la construisit d'abord sous cette forme puis on éleva les pierres de complément à l'aide d'une machine faite de courtes pièces de bois...* »
- et que la phase 1^{ère} au niveau (-1) de la Carrière soit complétée d'un niveau (+1), c'est-à-dire compte bien 36 blocs en la doublant (3 massifs de 6 blocs sur 2 hauteurs) ([Doc. 36 a PYR.](#) et [Doc 3 b CAR.](#)). Il est alors possible de proposer un ORDRE de POSE ([Doc 37](#)) dicté par la Logistique Algorithmique ainsi établie.

Ce doublement nécessaire de la 1^{ère} phase de Carrière pourrait-il suggérer qu'en changeant légèrement le niveau 000 du système de correspondance PYR/ CAR., remonté au niveau des conduits d'aération de la Chambre de la Reine correspondant au niveau du plafond du Couloir horizontal, cette partie de roche-mère (qui demeure sur place dans la PYR. comme dans la CAR.) pourrait être ainsi prise en compte ? Peu importe que cet exhaussement appartienne à la Couche (g) Pierre à bâtir ou (a) Auversien (ce que je pense).

Ceci offrirait peut-être alors une explication plausible aux observations archéologiques de la composition du Couloir horizontal (à développer).

Il conviendra dès lors que l'on possède le « système constructif des (grandes) pyramides » (qui nécessite encore d'être testé par la Simulation animée de la construction algorithmique à venir) de l'ouvrir aux diverses séquences à aménager dans l'ordre Logistique de la construction (Chambres de la reine, Couloir horizontal, Couloir ascendant et Grande Galerie, Chambre du roi, rehausse et Arc de décharge et enfin Cheminée de décharge « précautionneuse ») puis de poursuivre jusqu'à la fin l'édifice, avant de le recouvrir d'un dernier Cône-Enveloppe en Pierre de Toura et de le ravalier « *en commençant par le sommet jusqu'à la base de l'édifice* » (dixit Hérodote).

En fait, la découverte des Grand & Petit VIDES, par les Muographes de l'Equipe HIP / SCAPYRAMIDS, dans la pyramide de Khéops est tombée à point nommé pour ressourcer la motivation du « constructeur » devant un nouveau défi qui m'offre la possibilité et/ou la nécessité de compléter et aboutir cette recherche suivie par mes Pairs et les Personnes intéressées – débutée en 1993.

Conclusion et signature

Il convient cependant de rester dans le cadre « constructeur » : faut-il aller chercher la correspondance bloc par bloc entre Carrière et Pyramide ?

Cela ne semble ni obligatoire, ni réaliste dans les conditions de l'époque, et même encore aujourd'hui, pour un ouvrage de Construction (de Carrière & Génie civil) car il y a beaucoup d'aléas sur un tel chantier (strates trop minces ou de mauvaise qualité, diaclases principales, poches de gravier (érosion karstique), meilleur matériau dans la couche (g) dont on suivra le pendage vers l'amont, etc.) ; et l'archéologie nous le démontre *in situ* (refus des couches (f) et (e) non exploitées, carrière en coteau, blocs stockés en attente de mise en œuvre, reliquat de carrière au NO de Mykérinos([Doc. 38](#)), etc.).

Etant donné ces conditions nous sommes encore bien éloigné de la « théorie », de la pure arithmétique et encore plus de la systémique, tout en s'en approchant quand la couche stratigraphique est propice comme la couche (g) très justement désignée « pierre à bâtir » de la pyramide de Khephren et dans la partie interne de celle de Khéops.

Pour ces raisons pragmatiques vis-à-vis des aléas de Construction, ce « *système constructif* » doit demeurer « *ouvert et auto-organisateur* », l'essentiel étant la structuration de la Carrière en Paliers successifs et la fourniture des volumes de matériau nécessaire à chacun des cônes-enveloppes de l'accroissement de la Pyramide ; de ce fait la modulation précise n'est pas impérative, dès lors que le « processus » est amorcé...

Néanmoins, cette vision « machiniste » contenue dans le texte d'Hérodote est celle -unique- des « bâtisseurs » des Grandes pyramides d'Egypte de la IV^e dynastie, qui, -à ma connaissance- n'a aucune autre application dans le monde (sauf peut-être en Chine). Elle sera sans doute longtemps encore ignorée, mâchurée ou escamotée, car -sans prétendre tenir d'un Galilée ou Copernic- cette vision apporte un nouvel angle de vue ouvrant sur une nouvelle appréhension menant à la compréhension -un nouveau paradigme- qui, issu de l'ombre du doute « *venue de l'extérieur* » dirait M. SERRES, contrarie « *les tenants du système clos en général...* » et celui du sérail pyramidologique en particulier, mais finira bien un jour par subjuguier les tenants des théories « rampistes », quoiqu'il y ait encore dans le Monde des adeptes du créationnisme, de la Terre plate, des lutins et/ou des extraterrestres...

La citation de Paul VALÉRY vient ici en exergue de ce propos :

« *Ce qui a été cru par tous, toujours et partout, a toutes les chances d'être faux* ».

Je viens de lire le livre du Dr. Zahi HAWASS « *La fantastique histoire des bâtisseurs de pyramides* » (traduction française) espérant y trouver la « science égyptologique » que diffusent les Egyptologues –Archéologues– tous « rampistes »- qui composent le Comité Scientifique (chapeauté par Z. Hawass) chargé de contrôler les recherches de l'Equipe SCANPYRAMIDS faites depuis 2016 sur la pyramide de Khéops. Il ne s'agit en fait que d'un roman pseudo-historique Grand Public, dans la veine médiatique à laquelle il est habitué, soutenue par National Geographic Society. On peut logiquement augurer que le conflit entre les deux structures s'enlisera, tournant au conflit d'autorité entre les partenaires égyptiens antagonistes.

Seule l'élévation du sujet au niveau scientifique international sous l'égide de l'UNESCO peut tenir en respect les différents protagonistes actuels en présence et ouvrir ainsi le débat.

F 39380 LA LOYE, le 01/09/2018
Pierre CROZAT – Ph.D



* * *

CROZAT Pierre
Urbaniste - Architecte EPF-L (CH)(1971)
Dr. INPL / Ecole des Mines de Nancy / Génie Civil (F)(2002)
Thèse "*le génie des pyramides*" / PDF 2844541615
F - 39380 LA LOYE
Tel: +33(0)952601349
mob: +33(0)684078795 /WhatsApp / Skype
pierre.crozat@free.fr
<http://pierre.crozat.free.fr>---- Academia.edu-ResearchGate -Pyramidales (F).

Postscriptum

Tout un chacun connaît bien que, dès la 1^{ère} dynastie (vers 5000 BP), « *l’Egypte est un don du Nil* » selon la formule d’HERODOTE, (tout comme la Mésopotamie du Tigre et de l’Euphrate et celle de Mohenjo-Daro de l’Indus : civilisations des Grands Fleuves), à partir du moment où les crues nourricières (OSIRIS) mais dévastatrices et la sécheresse de l’été (SETH) ont été domestiquées par de Grands Travaux hydrauliques (barrages, réservoirs d’eau et réseaux de canaux d’irrigation). Ces travaux gigantesques de Génie civil ont permis l’éclosion et le développement d’une société agricole, de l’autosuffisance alimentaire et de richesses excédentaires permettant la pacification des tribus et enfin une structuration économique, politique, administrative et sociale et l’unification des Haute et Basse Egypte.

Concernant ces Grands Travaux de Génie civil structurants de l’évolution sociétale, je souhaite attirer l’attention sur la photographie ([Doc. 39](#)) du creusement d’un Canal en République Populaire de Chine, durant la Révolution culturelle imposée par MAO TSE TONG, dont le but était de réadapter les intellectuels et autres profiteurs, par des travaux forcés.

Au-delà de la période historique et le prétexte, c’est le mode opératoire manuel qui nous intéresse, seule méthode utilisable dès lors qu’on ne dispose de rien d’autre que de manœuvres avec leurs pelles quelle que soit l’époque.

Cette méthode archaïque est l’image-même illustrée de la notion de LOGISTIQUE ALGORITHMIQUE dont nous parle M. SERRES, elle en démontre l’existence et l’efficacité : parcellisation et addition des tâches en chaîne opérationnelle, logistique, organisation et pilotage du travail et discipline.

En RPC, dans la province du SHAANXI, à XI’AN (vers 2.300 BP), le 1^{er} Empereur QIN SHI HUANG, faisait réaliser et des canaux d’irrigation dans la plaine alluviale d’un affluent du HUANG HO et des pyramides de terre (de Læss), dont la méthode constructive est quasiment la même que celle des Grandes Pyramides d’Egypte mais adaptée au matériau terre (emprunts périphériques successifs - repérables au parcellaire - et cônes-enveloppes d’accroissement) ([Doc. 40](#)), image inverse du creusement du canal.

NOTA

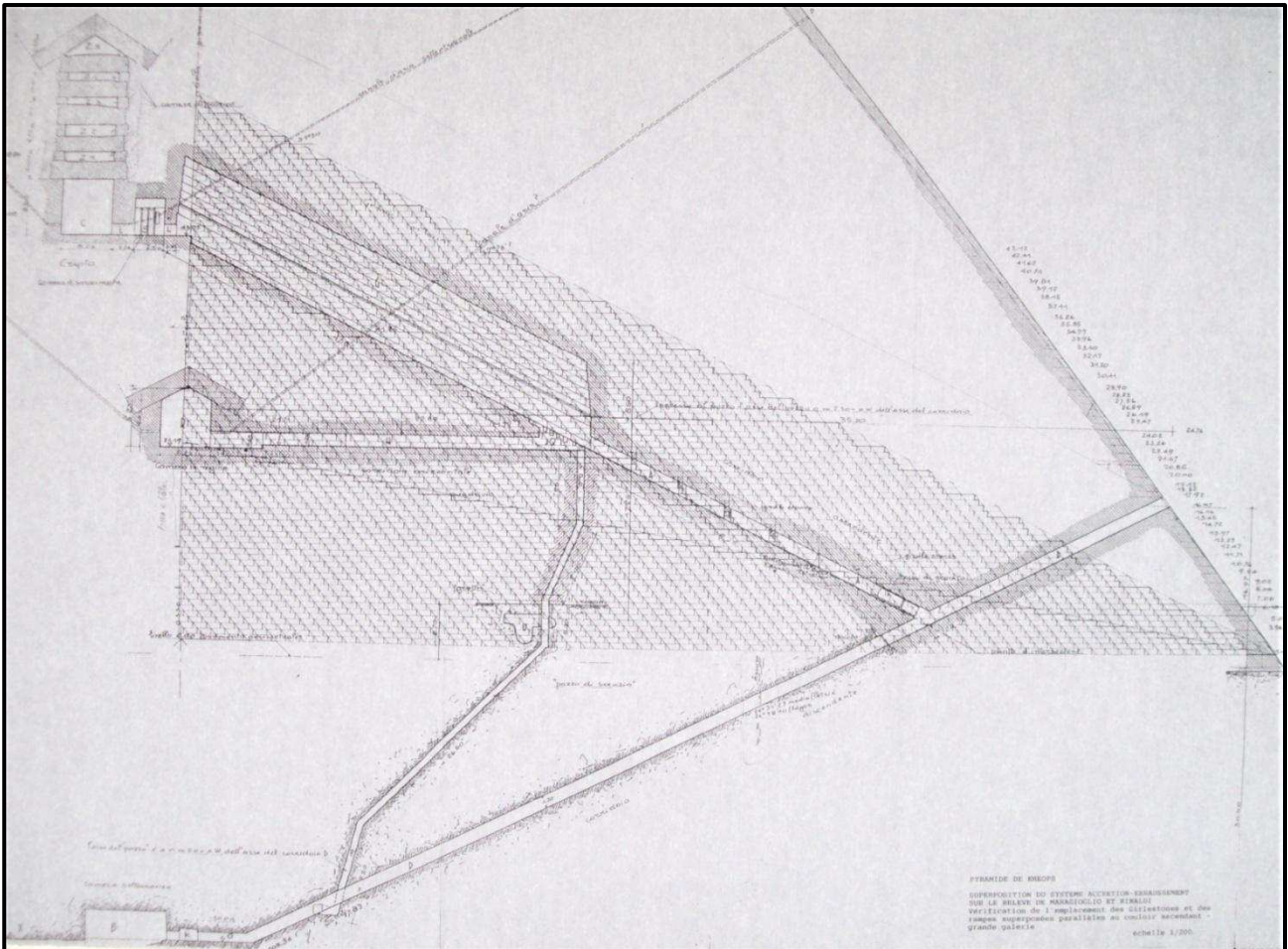
Cette Lettre Circulaire comporte 24 pages numérotées, elle est déposée « en français » dans un premier temps, sur les sites de chercheurs indiqués ci-après, les personnes à qui elle est destinée pour l’instant étant toutes francophones ; la version en anglais le sera aussi, en temps opportun. Les 40 documents graphiques d’illustration annoncés y sont désormais intégrés, numérotés : Doc. 1 à Doc.40.

Elle annule et remplace la version précédente (provisoire pour attester) déposée en date du 02 juillet 2018 auprès du site de Chercheur Indépendant Academia.edu (USA).

FIN

* * *

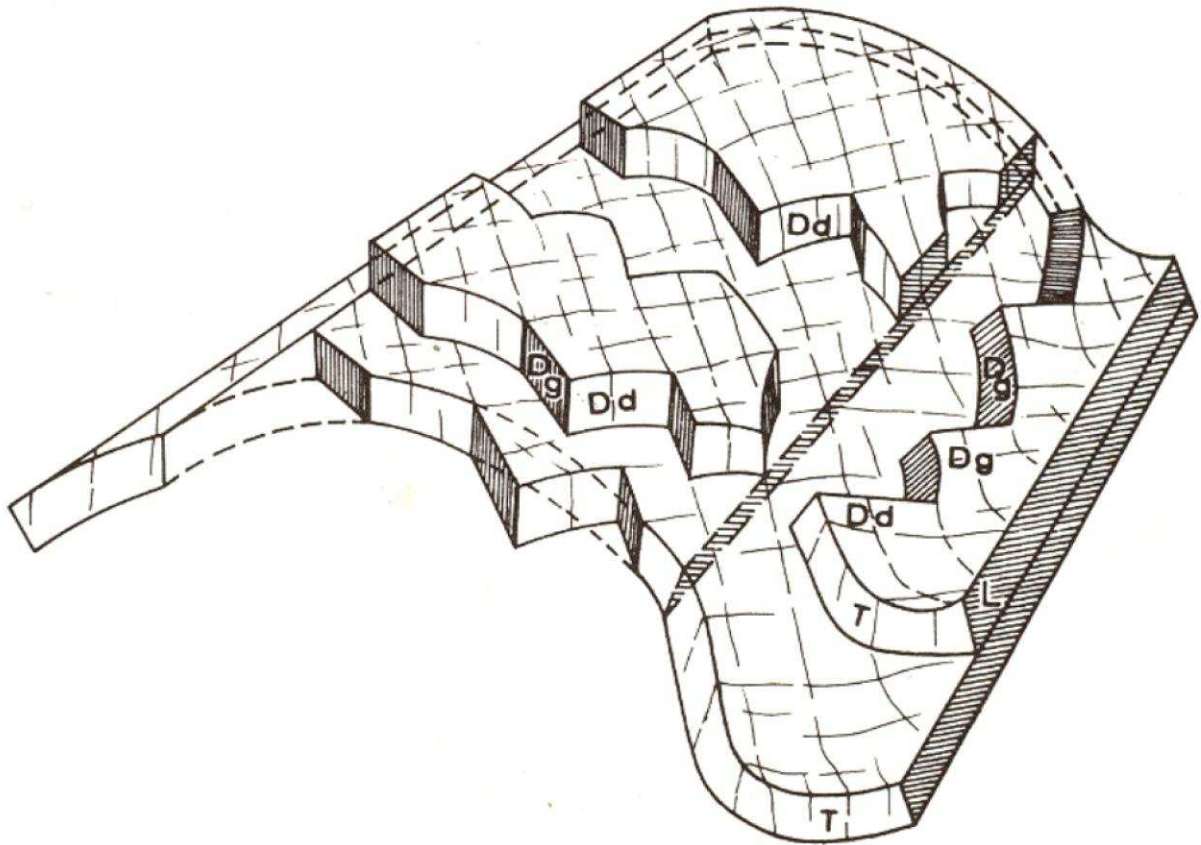
Doc. 1 : Coupe de la pyramide de Khéops (établie par MRA en 1965) augmentée (par moi-même) du dessin de l'empilage des blocs et de l'abaque d'extraction en carrières périphériques en exergue de « Système constructif des pyramides publié en 1997



Doc. 2 : Tableau synthétique de la stratigraphie du Plateau de Gizeh (2015) d'après J. CUVILLIER (1930), par moi-même.

| Plateau de Guizeh, synthèse stratigraphique | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------|--|------|------------------------|----|---|--|
| MOKATTAM | Lutétien supérieur | OBSERVATORY FORMATION | Partie supérieure non affleurante | AUVERSIEN | (b) Calcaire blanc à bryozoaire | 4 m | dissimulé dans le wadi | | | |
| | | | | | (a) Calcaire dur à petites Nummulites et Gastéropodes | 6 m | | 7' | 7 | Tête du Sphinx Khent Kawès cuesta supérieure |
| | Lutétien inférieur et moyen | MOKATTAM FORMATION | SUPÉRIEUR | LUTÉTIEN | (g) Calcaire blanc exploité "pierre à bâtir" à nummulites <i>Curvispira</i> et <i>Loevigatus</i> avec <i>Operculina pyramidum</i> que certains classent en Observatory Formation | 10 m | | 7 | 6 | |
| | | | | | (f) Calcaire à nummulites <i>Gizehensis</i> et <i>Curvispira</i> | 4 m | | 6 | 5 | sol du Sphinx |
| | | | | | (e) Calcaire extrême abondance de nummulites <i>Gizehensis</i> | 5 m | | 5 | | |
| | | | | | (d) Calcaire pétri de petites nummulites | 5 m | | 4 | 4 | cuesta inférieure |
| | | | | | (c) Calcaire plus blanc | 6 m | | 3 | 3 | |
| | | | | | (b) Calcaire plus tendre (moules, huîtres, petite nummulites) | 5 m | | 2 | 2 | |
| | | | | | (a) Calcaire détritique jaune (pointes d'oursin) | 4 m | | 1 | | |
| | | | | | | | | | | |
| Rushdi SAID Amin STRUGO | | Jean CUVILLIER | Pierre CROZAT | Alice BASTIEN | Repères | | | | | |

Doc. 3 : Organisation des fractures dans les plis : a) système principal de Diaclases (ouvertes) parallèles et perpendiculaire à l'axe du pli, b) système secondaire de Diaclases (fermées) diagonales droites et gauches par rapport à l'axe du pli.

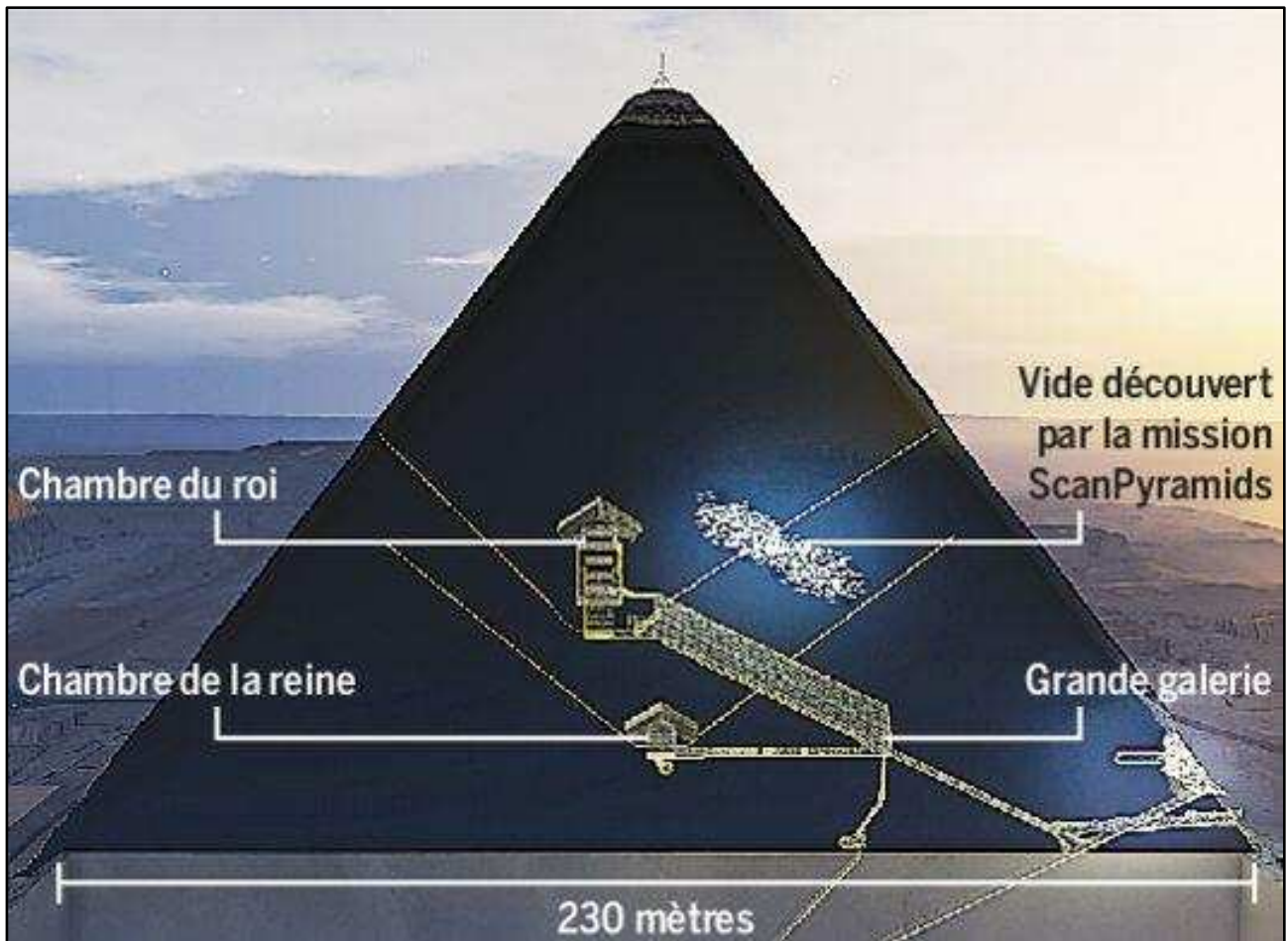


Organisation des fractures dans les plis

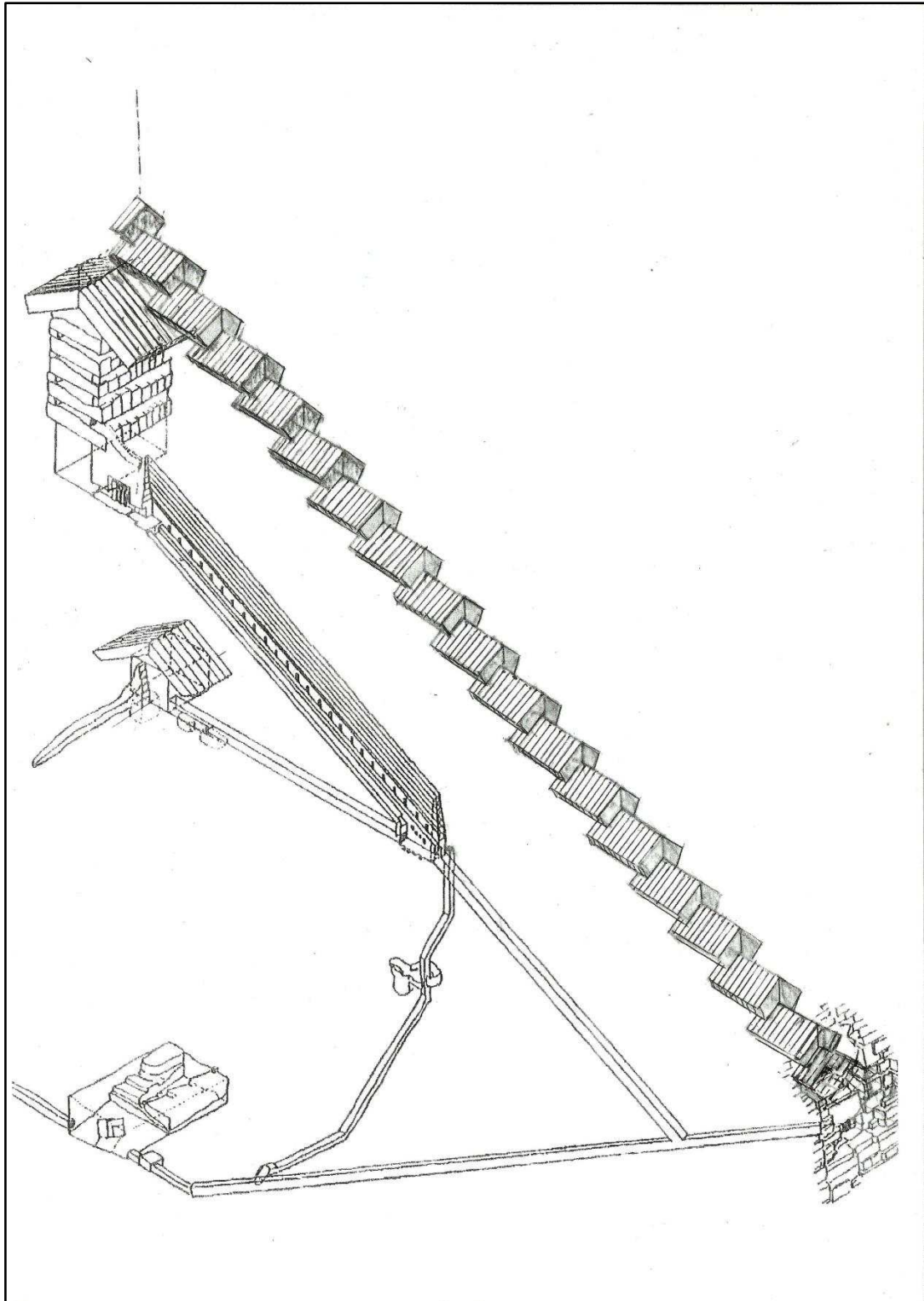
a) système de diaclases parallèle-orthogonal à l'axe du pli. Diaclases longitudinales (DL) parallèle à l'axe du pli, diaclases transversales (DT) perpendiculaire à l'axe

b) système de diaclases diagonales. Diaclases diagonales droite (DDd), diaclases diagonales gauches (DDg) par rapport à l'orientation axiale du pli.

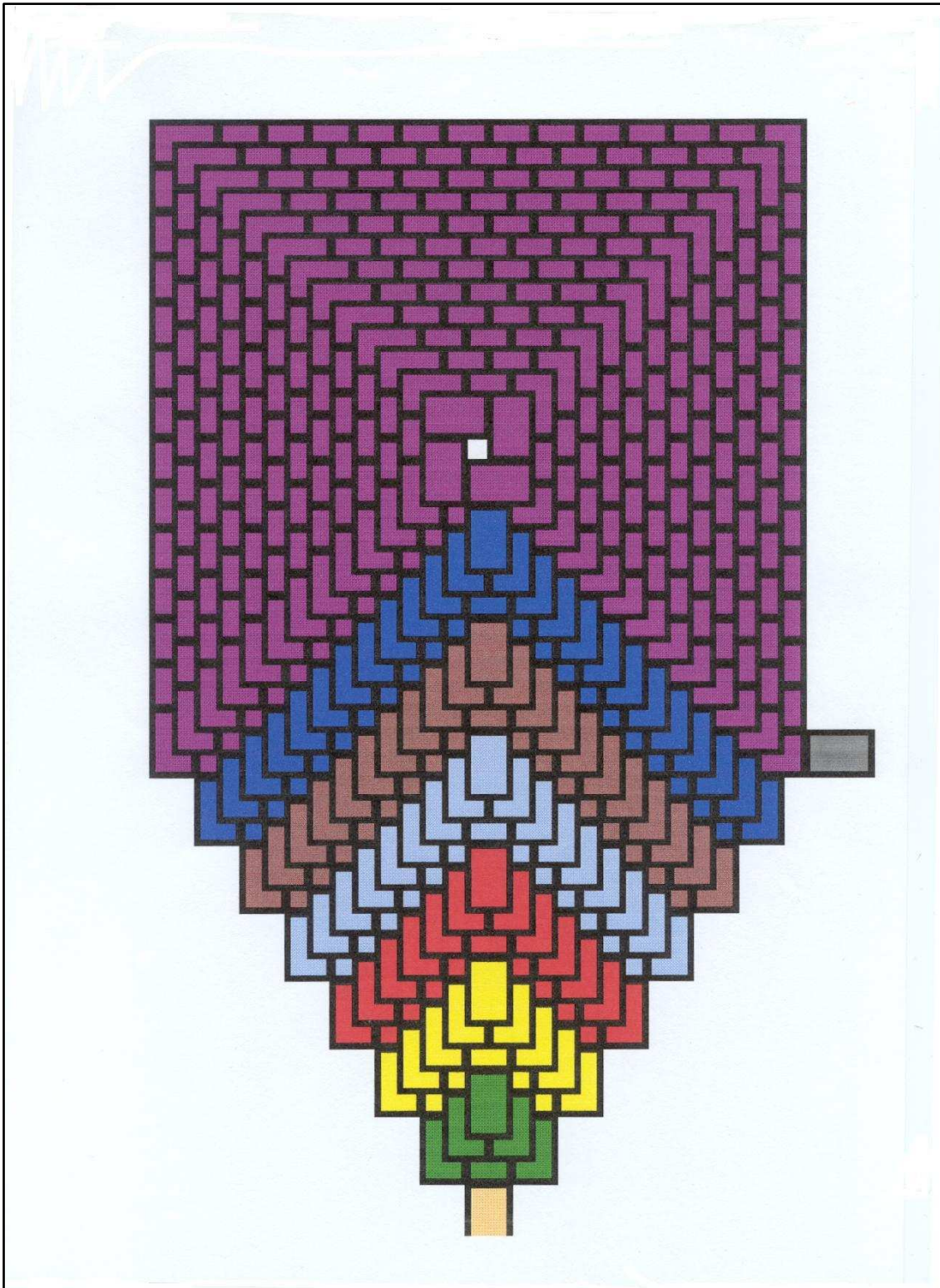
Doc. 4 : Image d'illustration de la Communication de la découverte des Grand et Petit Vides inconnus, par les Muographes de l'Equipe HIP / SCANPYRAMIDS, dans la pyramide de KHÉOPS, de la Revue scientifique anglaise NATURE, le 02 novembre 2017.



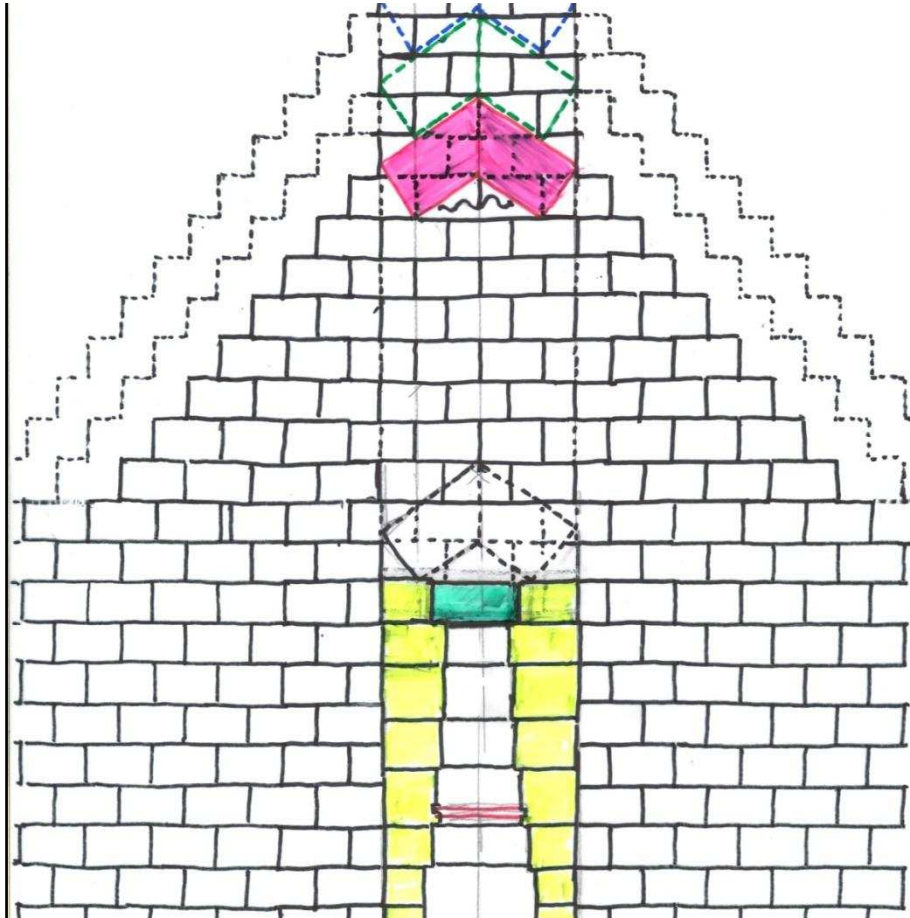
Doc. 5 : Dessin axonométrique hypothétique de la Cheminée de décharge « précautionneuse » de protection de la Grande Galerie, composée d'une vingtaine de boisseaux horizontaux qui se superposent à l'image d'un arêtier de toiture.



Doc. 6 : Modélisation infographique de l'anticipation de la construction sur la face Nord de la pyramide de KHEOPS réalisée par B. HOSTALERY (1996).



Doc. 7 : Positionnement de la Cheminée de décharge dans le plan axial de la Grande Galerie qu'elle protégera mais assez haut pour éviter la poussée latérale de l'Arc de décharge de la Chambre du Roi.



Doc. 8 : Communiqué de presse du 15 Octobre 2016 de SCAN PYRAMIDS - Les premiers résultats concluants grâce à la muographie dans la pyramide de Khéops : reconstitution infographique 3D (images 5-6-7-8 et 9) réalisée par l'Institut HIP.

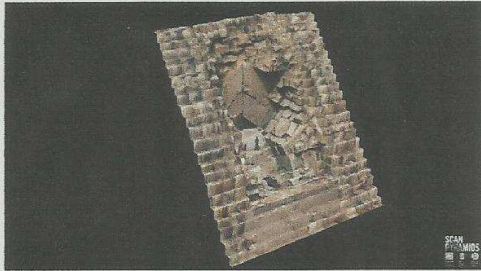


Image 5 - 3D reconstruction - Khufu Pyramid's chevrons zone



Image 6 - 3D reconstruction - Remains of chevrons



Image 7 - 3D reconstruction - Oblique Stops



Image 8 - 3D reconstruction - Reconstitution of disappeared chevrons

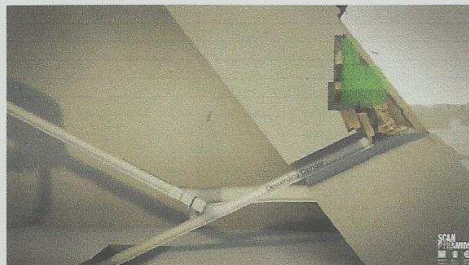
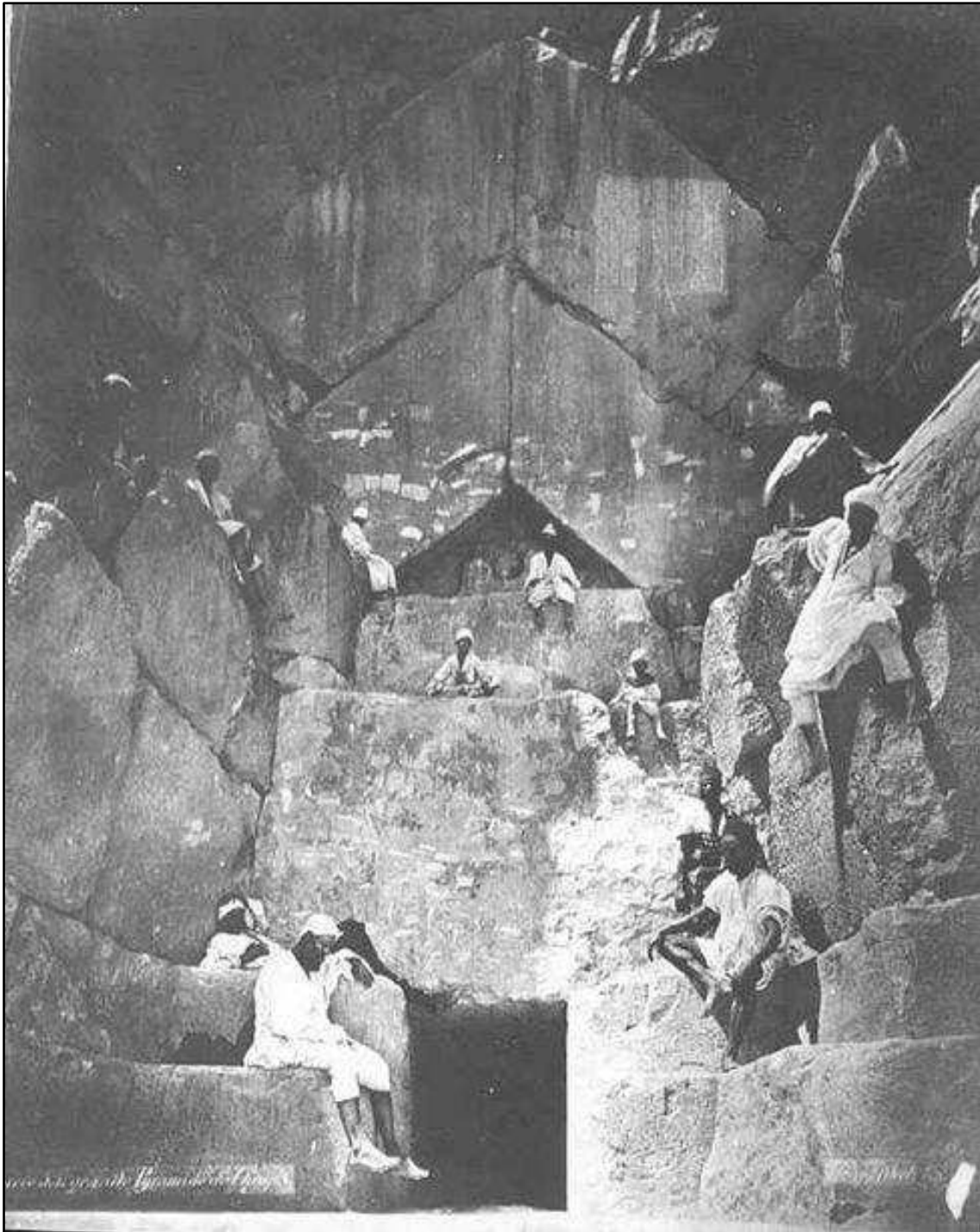
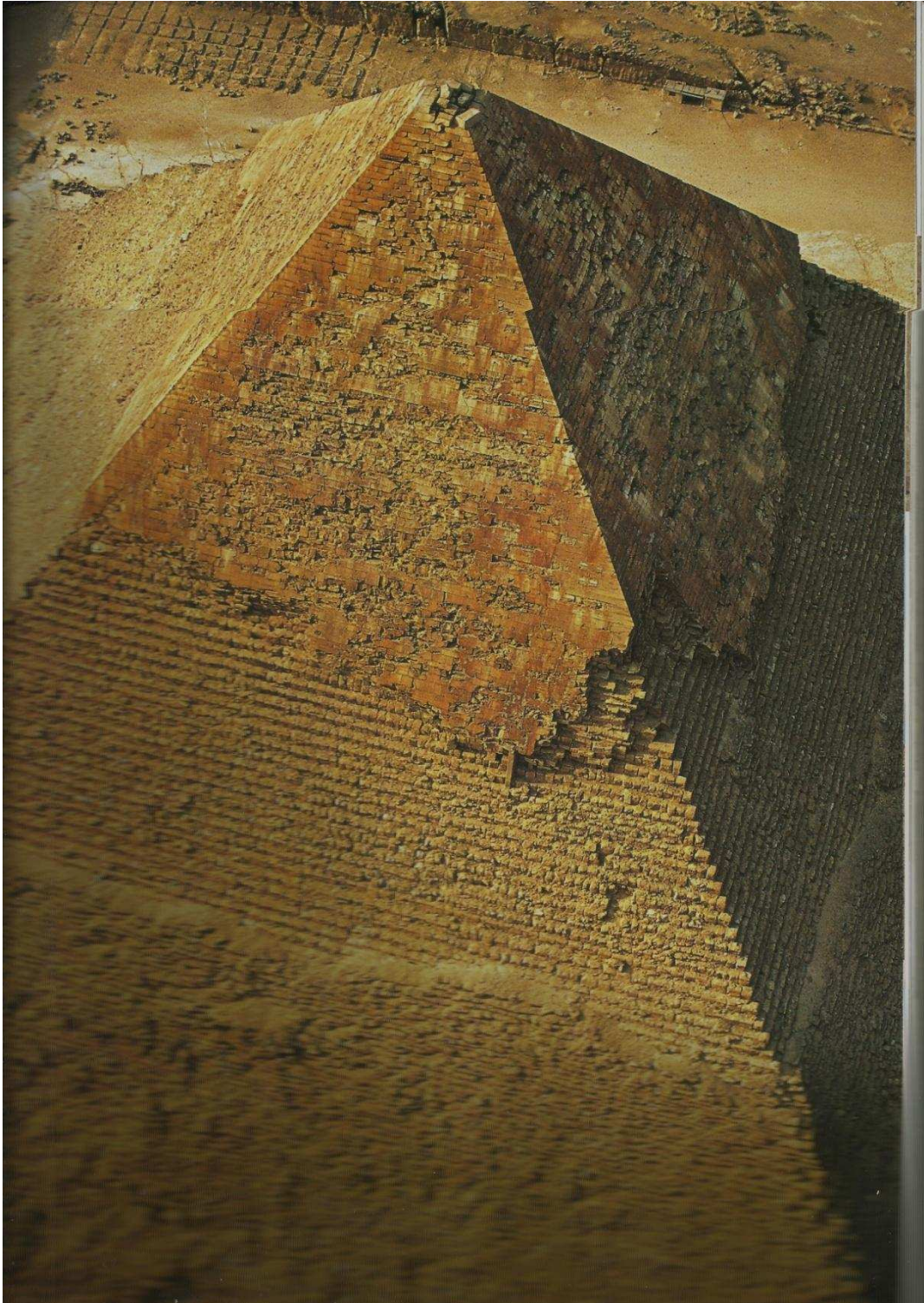


Image 9 - 3D reconstruction - Cut view of disappeared chevrons above descending corridor

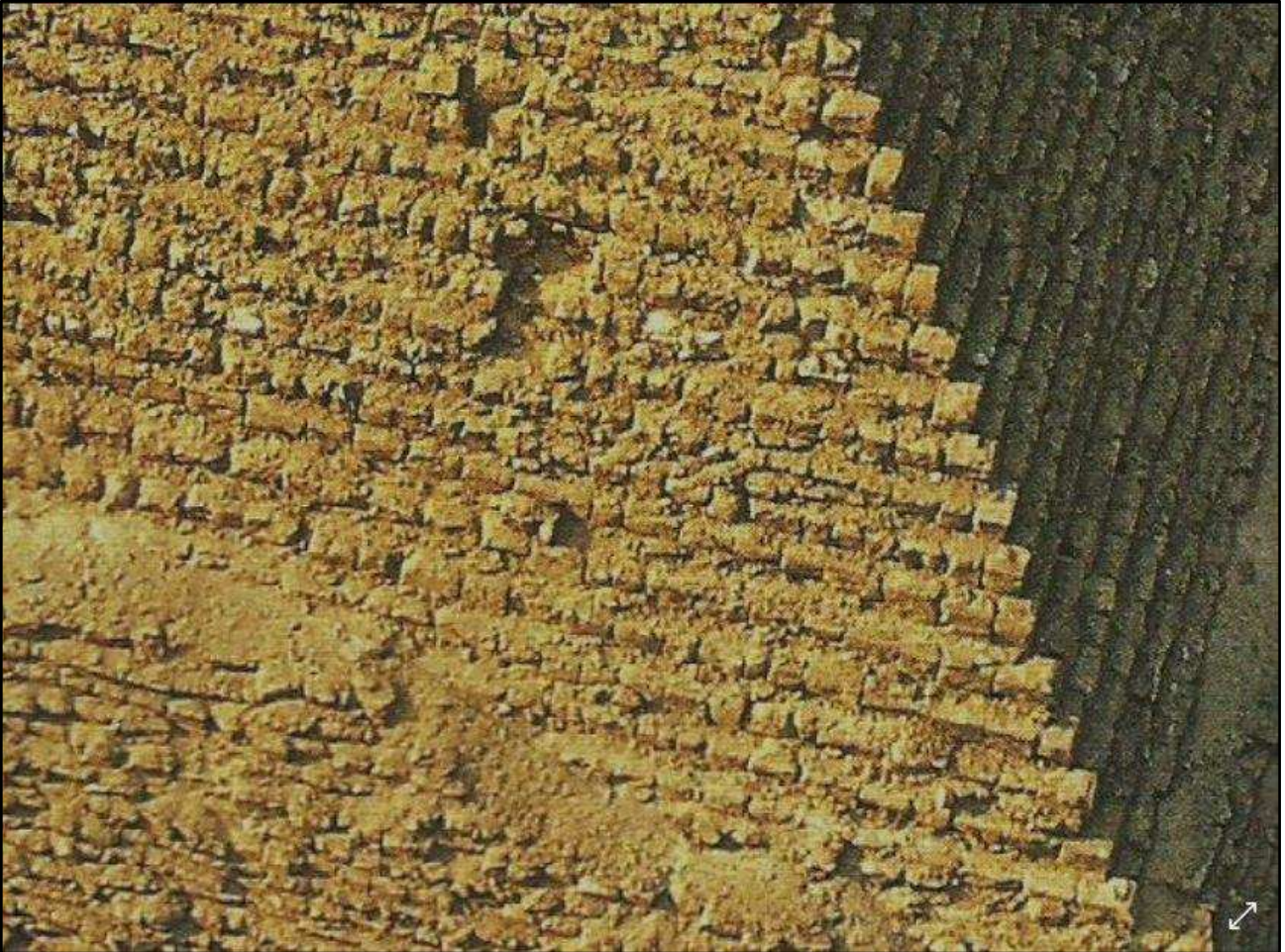
Doc. 9 : Photographie des 2 chevrons superposés situés au-dessus de l'Entrée, sur la face Nord de la pyramide de KHÈOPS : la petite taille de l'Entrée celle ne justifie pas statiquement colossale des chevrons !



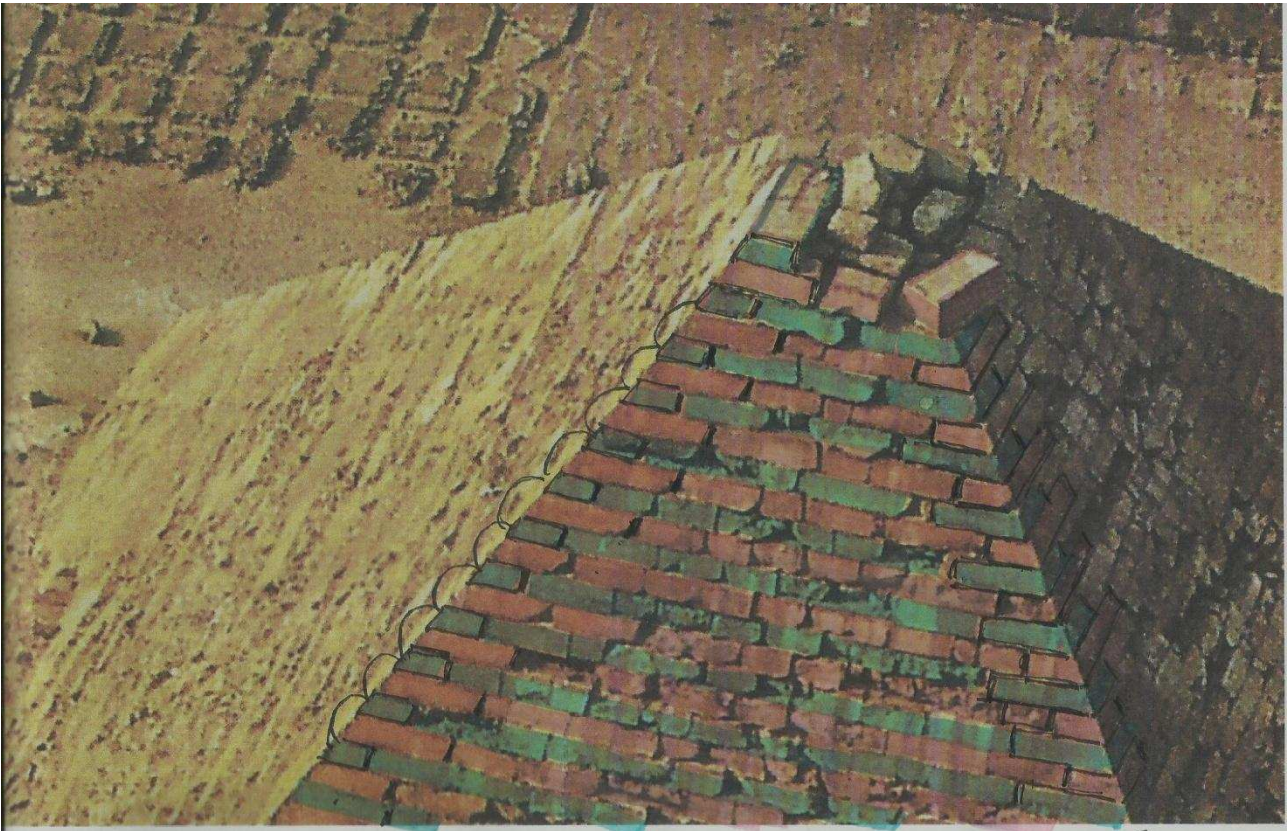
Doc. 10 : Photographie de M. BERTINETTI réservée et publiée par Z. HAWASS, dans son ouvrage intitulé « Trésors des pyramides » (2011), assortie d'un commentaire qui m'apparaît douteux à un examen plus précis ne tenant pas compte de l'érosion et du délitement de la pierre.



Doc. 11 : Cet agrandissement partiel démontre au contraire la normalisation des blocs (et donc leur préfabrication) ainsi que leur mode d'appareillage bien repérable sur les arêtes, tout à fait conforme au modèle proposé.



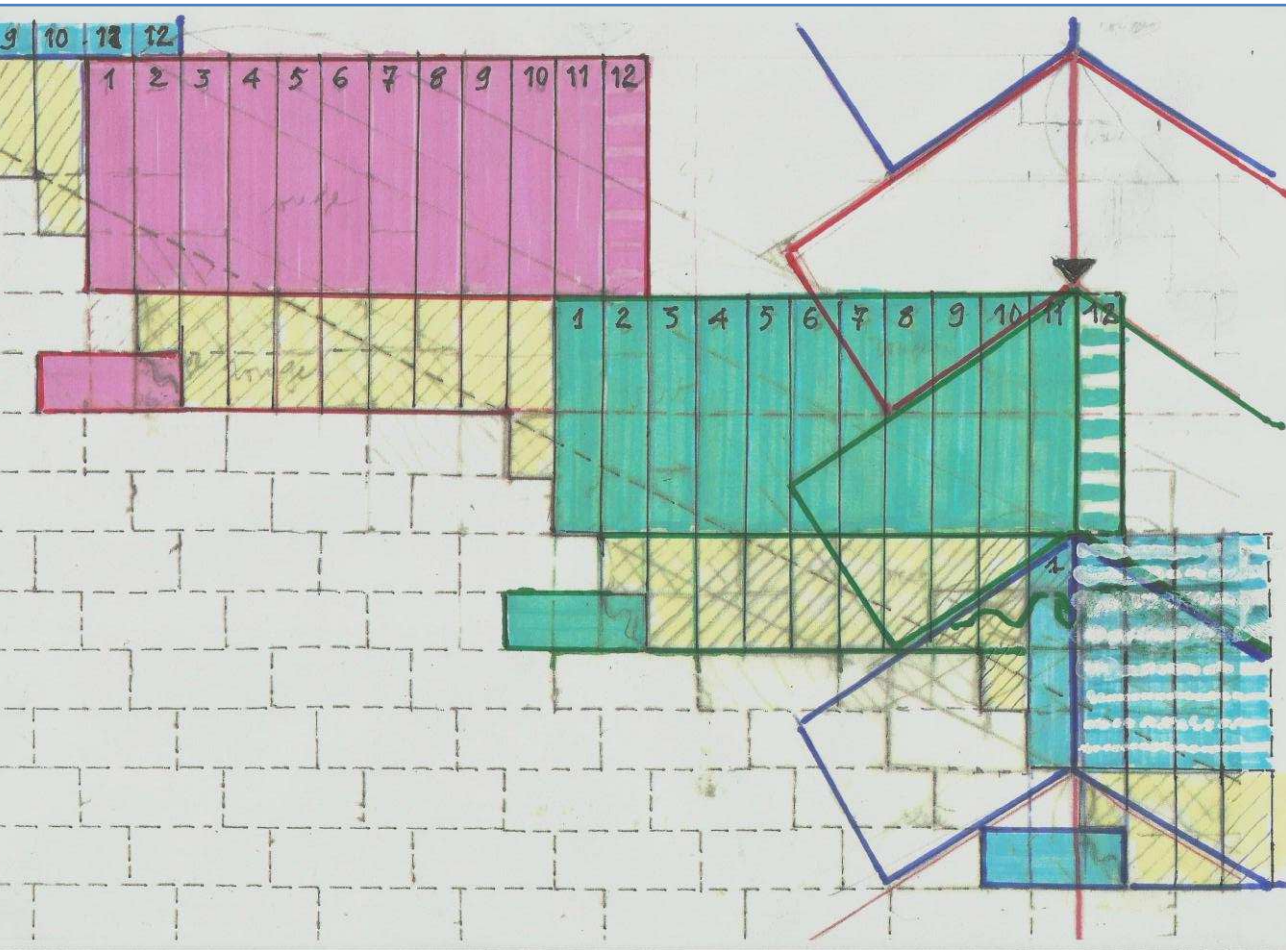
Doc. 12 : Agrandissement et coloriages des blocs du revêtement mettant en évidence leur normalisation et leur appareillage « croisé » sur l'arête contrairement aux couches du massif de maçonnerie de soutien (selon sa terminologie).



Doc. 13 : Strate épaisse de 2,50 m dans « la couche (g) Pierre à bâtir (de 12 m d'épaisseur) » (« que certains classent dans la couche Observatory ») qui couvre tout le site des 3 grandes pyramides ; ce que chacun peut voir sur le socle de roche-mère en place de la pyramide de Khephren.



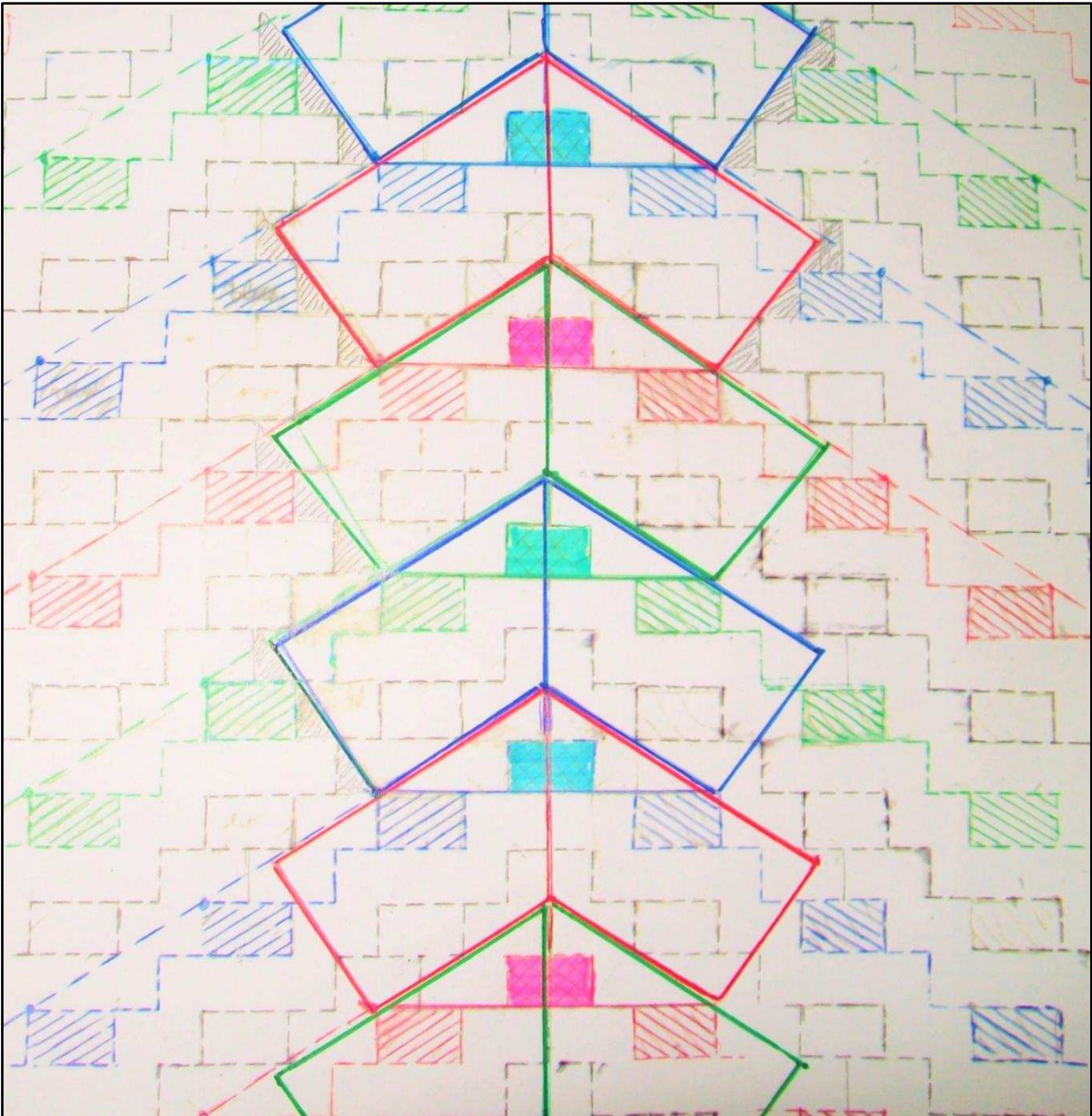
Doc. 14 : La combinatoire dimensionnelle des chevrons permet ainsi leur superposition dans l'enchaînement des tâches (logistique du chantier).



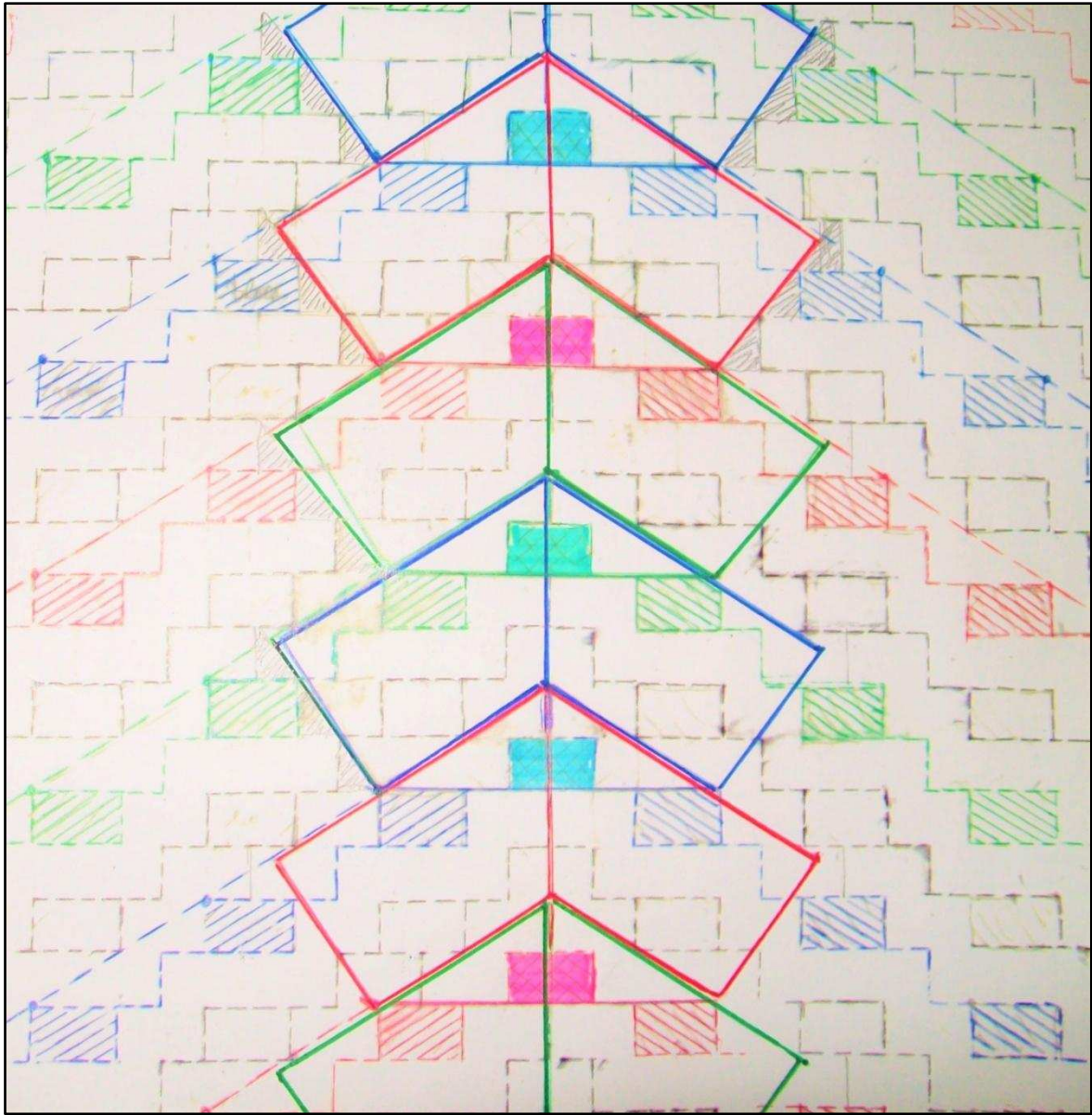
Doc. 15 : La reconnaissance d'un savoir-faire antique issu de la pratique « empilatoire » que l'on ne peut approcher - par delà le temps et l'espace, ne peut être qu'au travers de la modélisation manuelle concrète : avec des briques de terre (ou des sucres eu morceau n° 4).




Doc. 16 :La combinatoire, d'une part des chevrons dans leur proportionnalité de superposition $1/3$ et $2/3$ permettant le chevauchement de leur mise en place systématique conjugué avec d'autre part, le rythme d'empilage des blocs : un « grand jeu combinatoire algorithmique ».



Doc. 17 : Jeu algorithmique « latéral » grâce auquel il est possible de réaliser une suite de redans successifs par ajout systématique de parées—de part et d'autre de l'axe de la GG— aux niveaux successifs nécessaires et selon l'angle adéquat (celui du rampant des voussoirs).

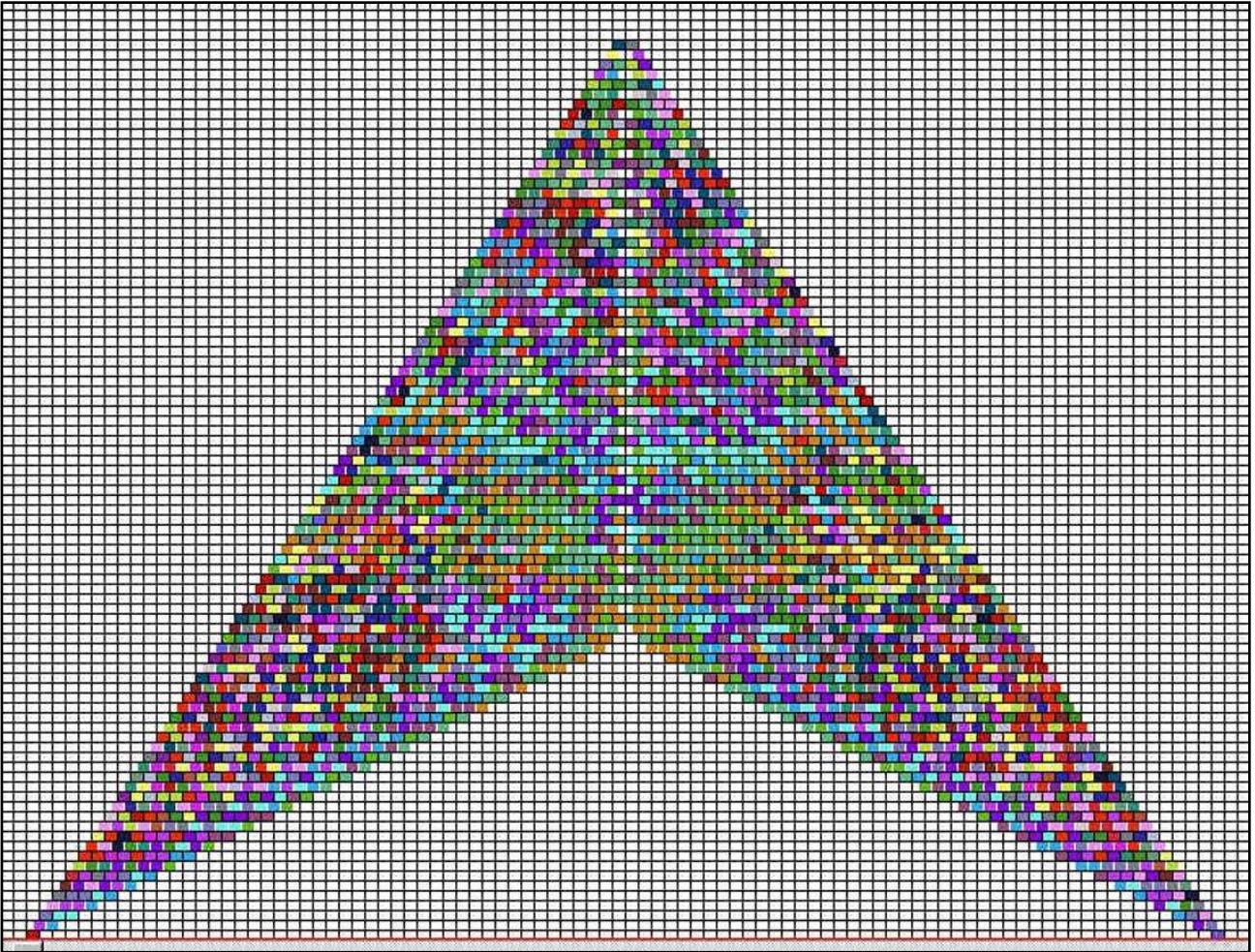


Doc. 18: Pour mémoire : Animation infographique pédagogique explicative des 2 termes « bomides et crossai », du mode d'empilage dit accroissement pyramidal réalisée avec B. & Ph. HOSTALERY, Ingénieurs, P. FAIVRE et moi-même Architectes en 1996.

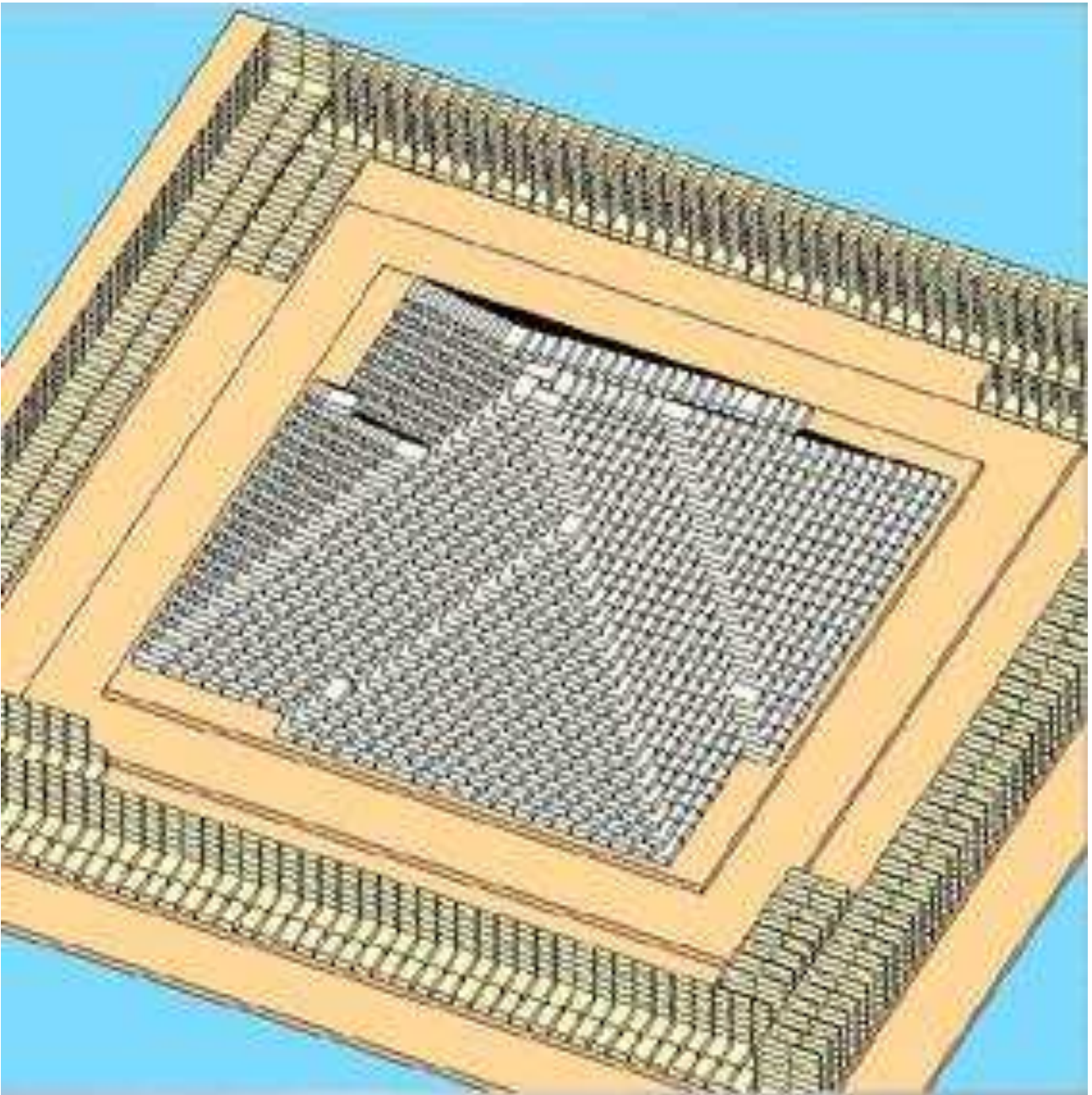


Palais de la découverte

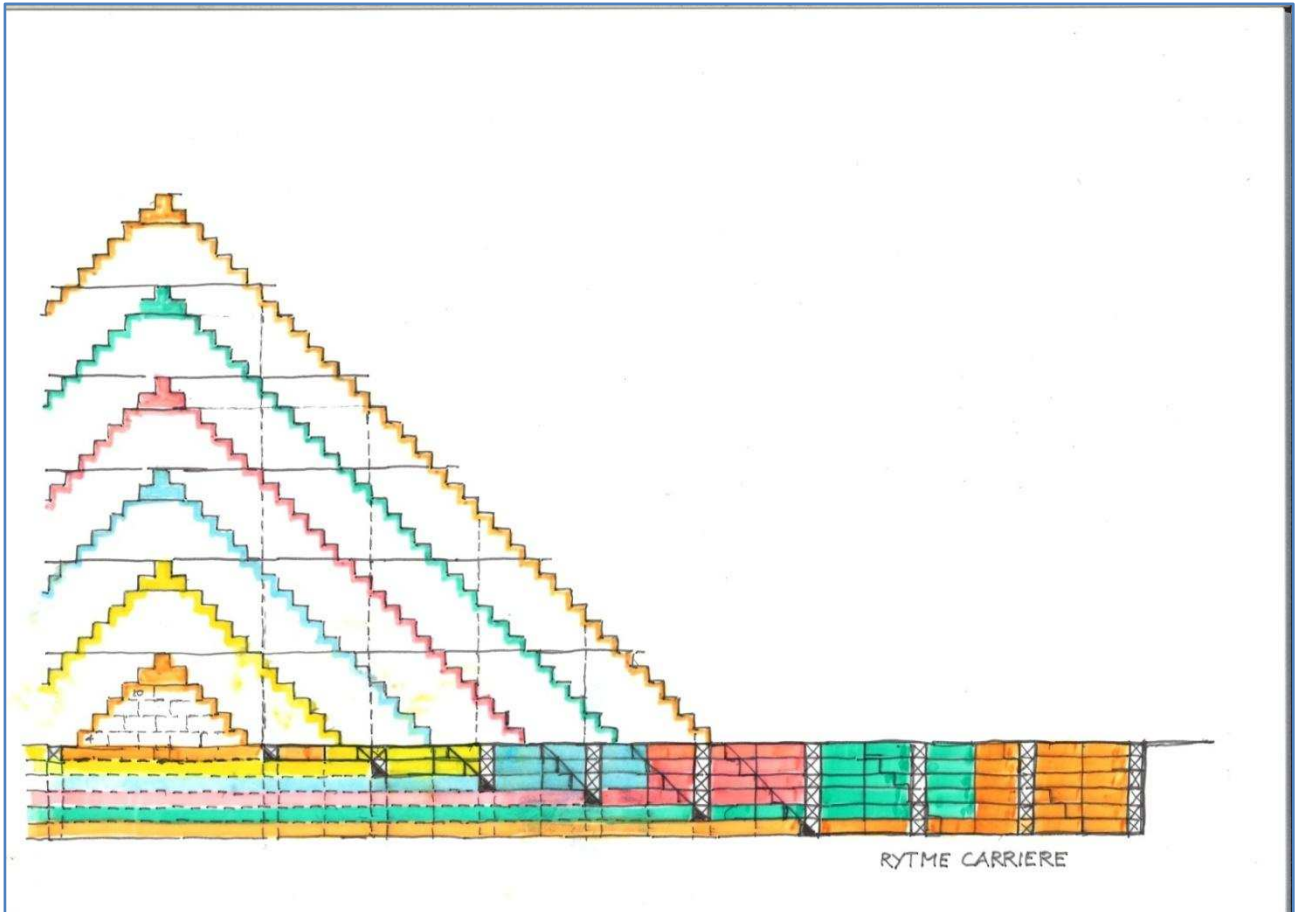
Doc. 19 : Première simulation automatique au Centre de calcul de l'Université PARIS VI- P. & M. CURIE au LMDH/ Univ. Paris VI (Pr. E. CLEMENT) en 2001.



Doc. 20 : Seconde simulation réalisée par plusieurs équipes d'élèves de l'Ecole des Mines de Nancy en 2005, établit la relation entre une carrière de surface double de celle de la pyramide, le coefficient de foisonnement est alors de 6 fois la hauteur de la carrière.



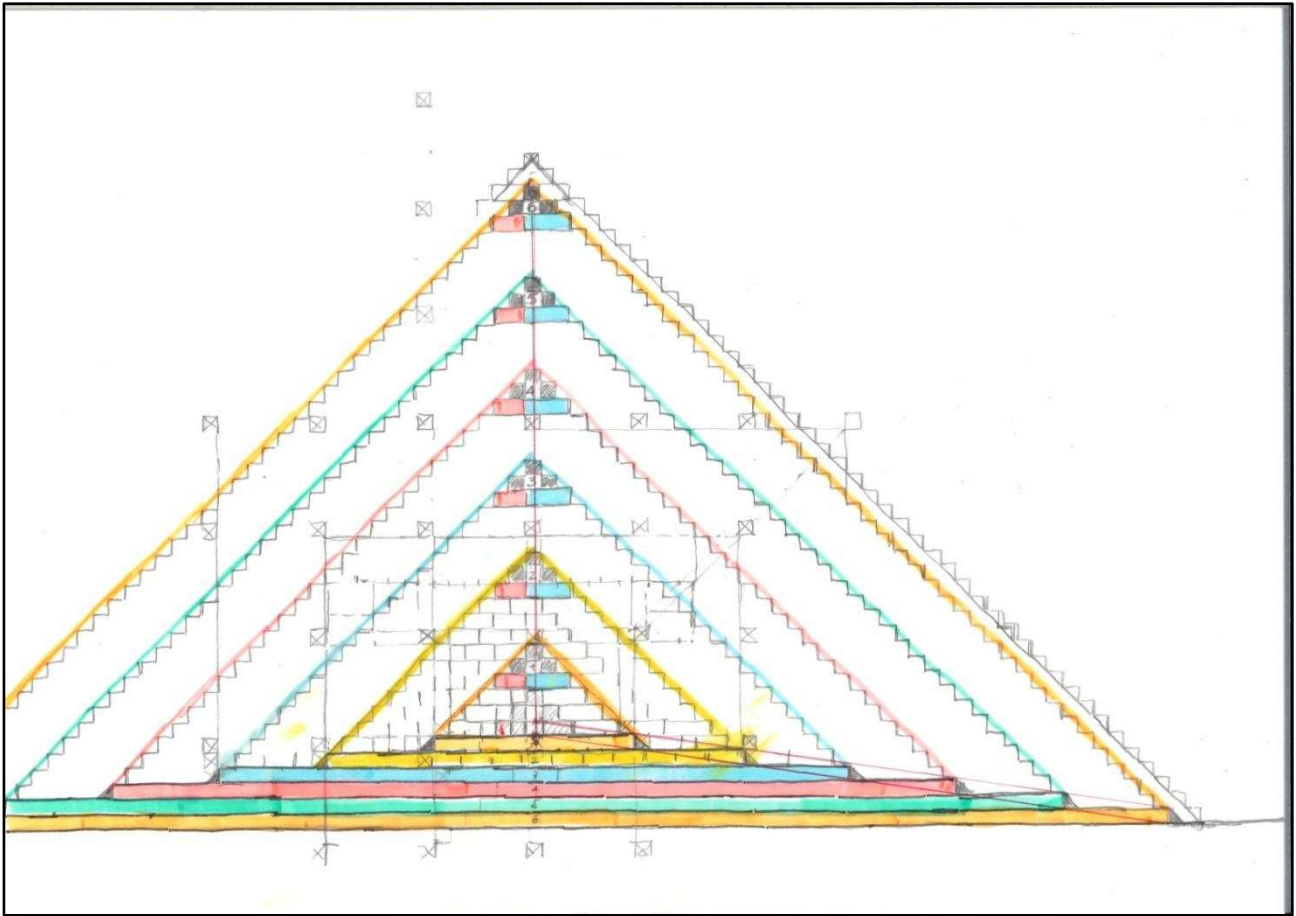
Doc. 21 : Coupe des 6 premières phases Pyramide sur Carrière : le rythme de construction de la Pyramide étant de 2 fois 3 coudées soit 6 coudées sur l'horizontale (l'horizon de Khéops ?), la carrière subira ce même rythme sauf que la carrière s'enfonce à chaque fois d'une largeur (1 coudée) et profondeur d'une tranchée d'extraction ce qui fait que l'abaque de la carrière correspond à un rythme de $6 + 1 = 7$ c.



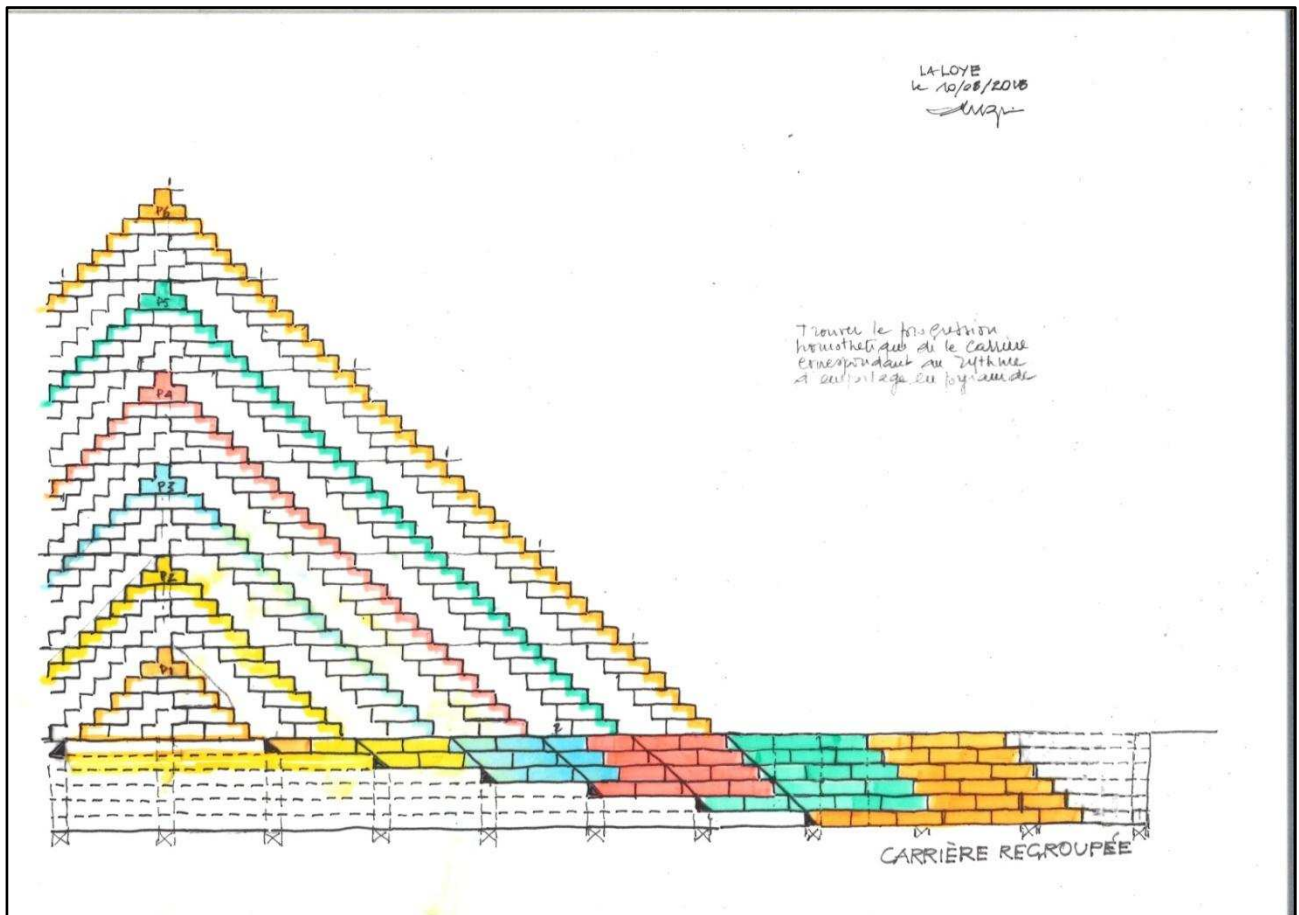
Doc. 22 :La profondeur des tranchées d'extraction ne saurait dépasser la hauteur de 0,70 m (hauteur d'extraction « manuelle » encore aujourd'hui pratiquée par les Artisan –Carriers, en Egypte (Carrière des 2 Frères à Héliouân – 2005)



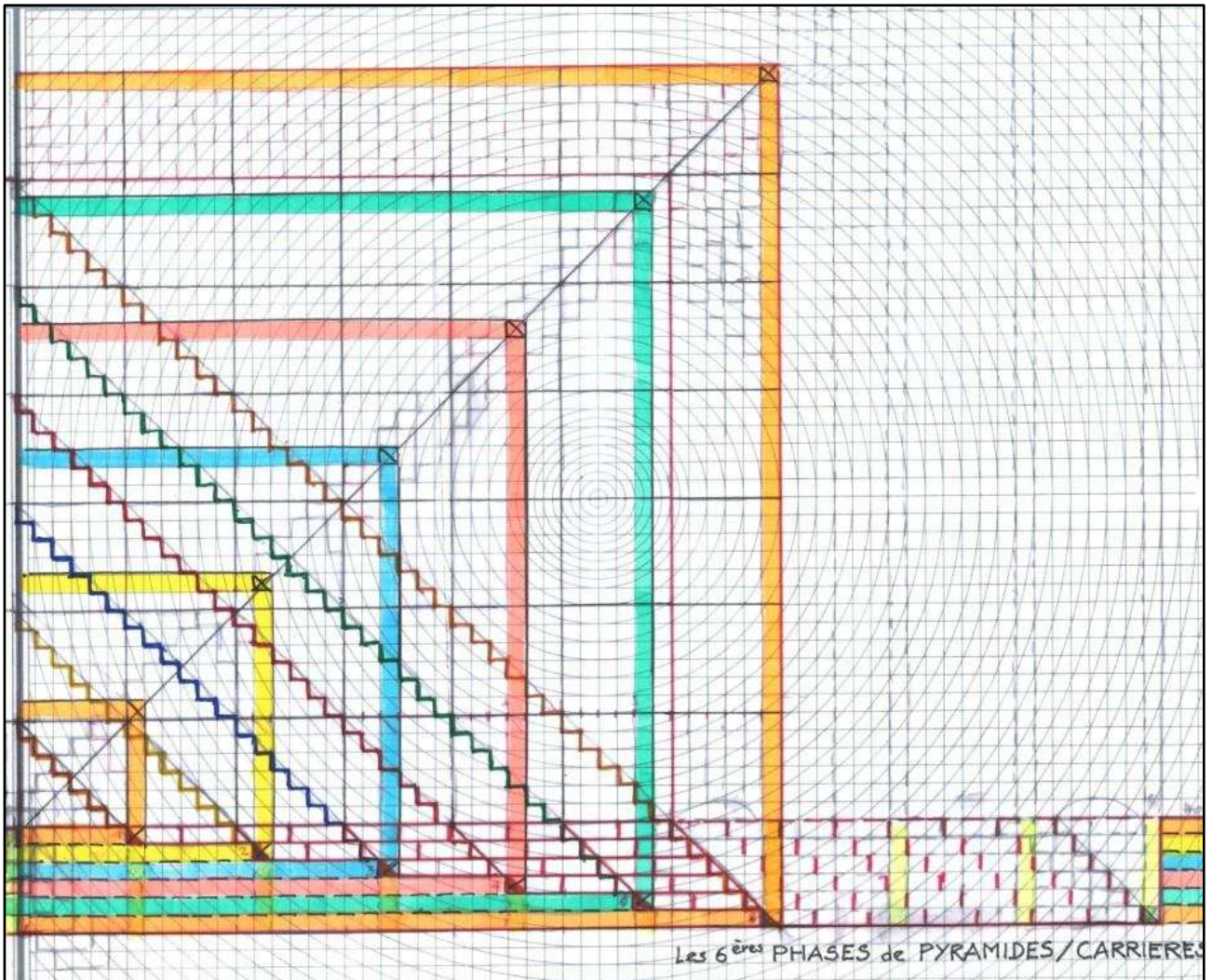
Doc. 23 : la Carrière s'enfonce d'une hauteur de tranchée, par paliers concentriques de $6 + 1 = 7$ coudées (ici sur 6 fois qui, multipliées par 5 donnent 30 paliers soit 210 c (coudée royale de Khéops de 0,55 m) ou multipliées par 5,5 donnent 33 paliers soit 220 coudées de 0,525 m).



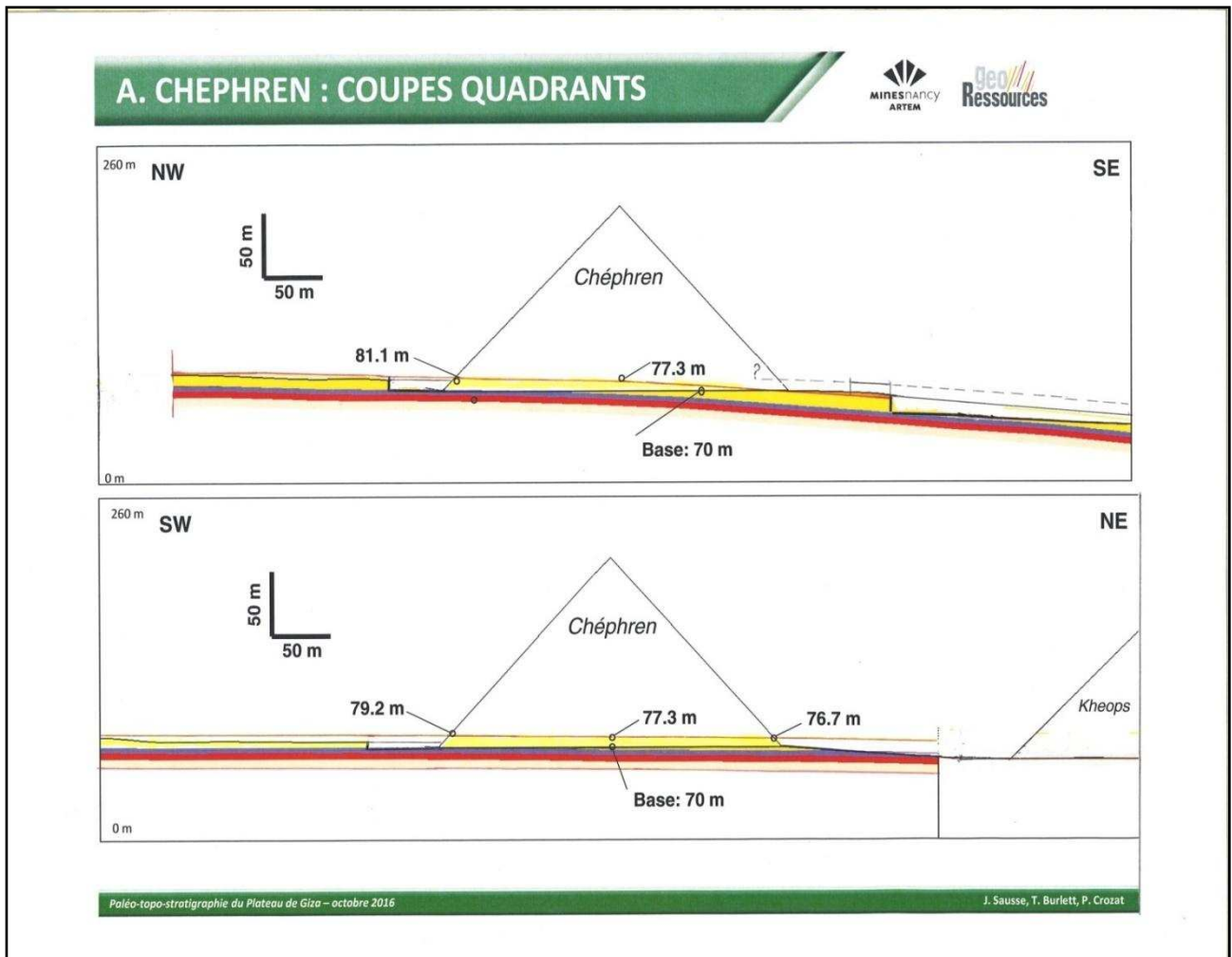
Doc. 24 : Coupe sur la Carrière : ses tranchées et ses paliers (des 6 premières phases).



Doc. 25: Plan - Coupe sur la Carrière - Pyramide : phasage des 6 Paliers d'extraction correspondant aux 6 Enveloppes superposées (des 6 premières phases) qui, par homothétie, servira de « canevas » à la Modélisation animée de la Construction de la Pyramide.



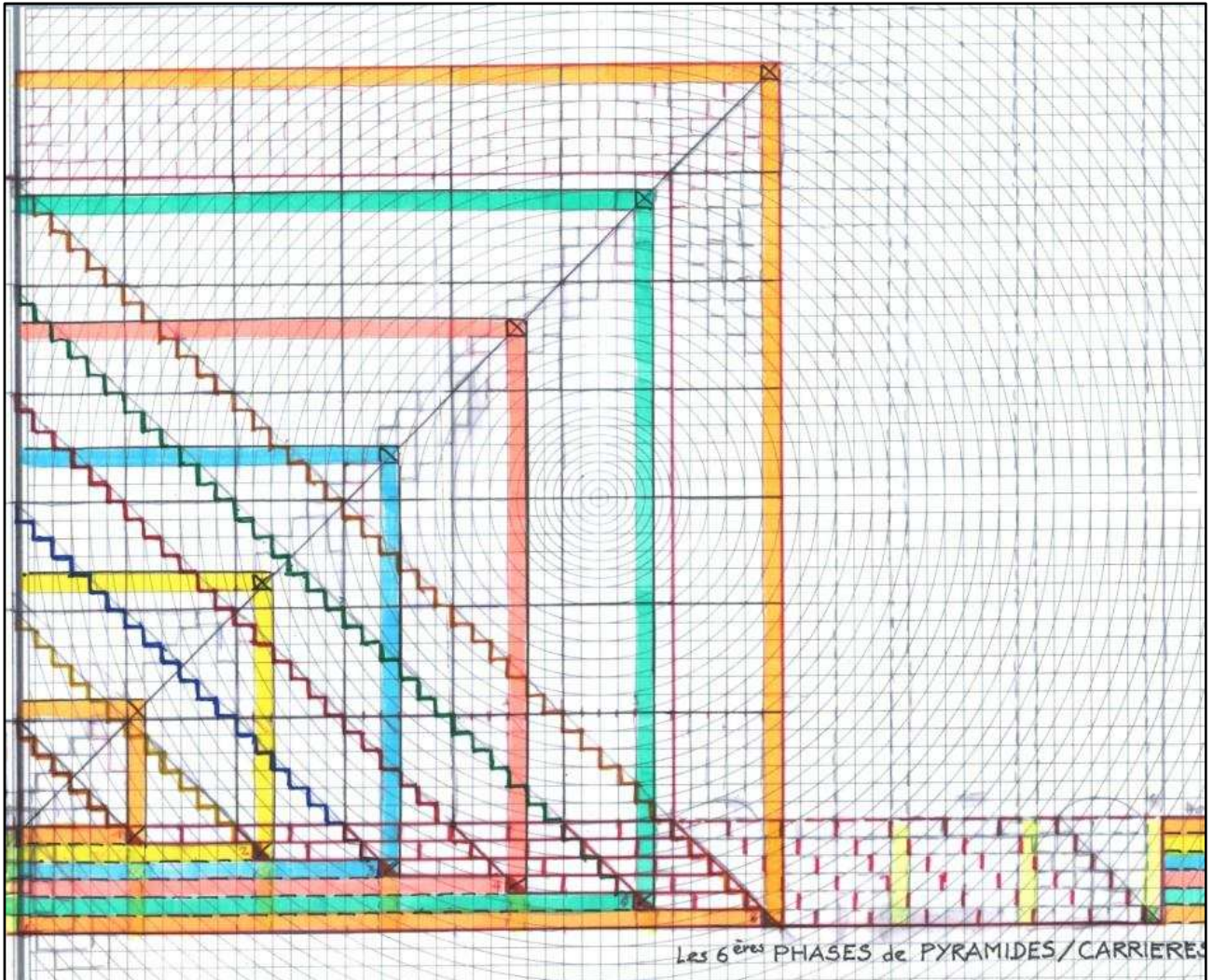
Doc. 26 : Pendage du Plateau de Gizeh (que tout le monde peut voir autour de Khephren), de 10 % sur la diagonale NO-SE, tel que mis en évidence par la Simulation 3D de la paléo-topo-stratigraphie établie et publiée en 2017 lors de la Conférence publique au CULTNAT / LE CAIRE.



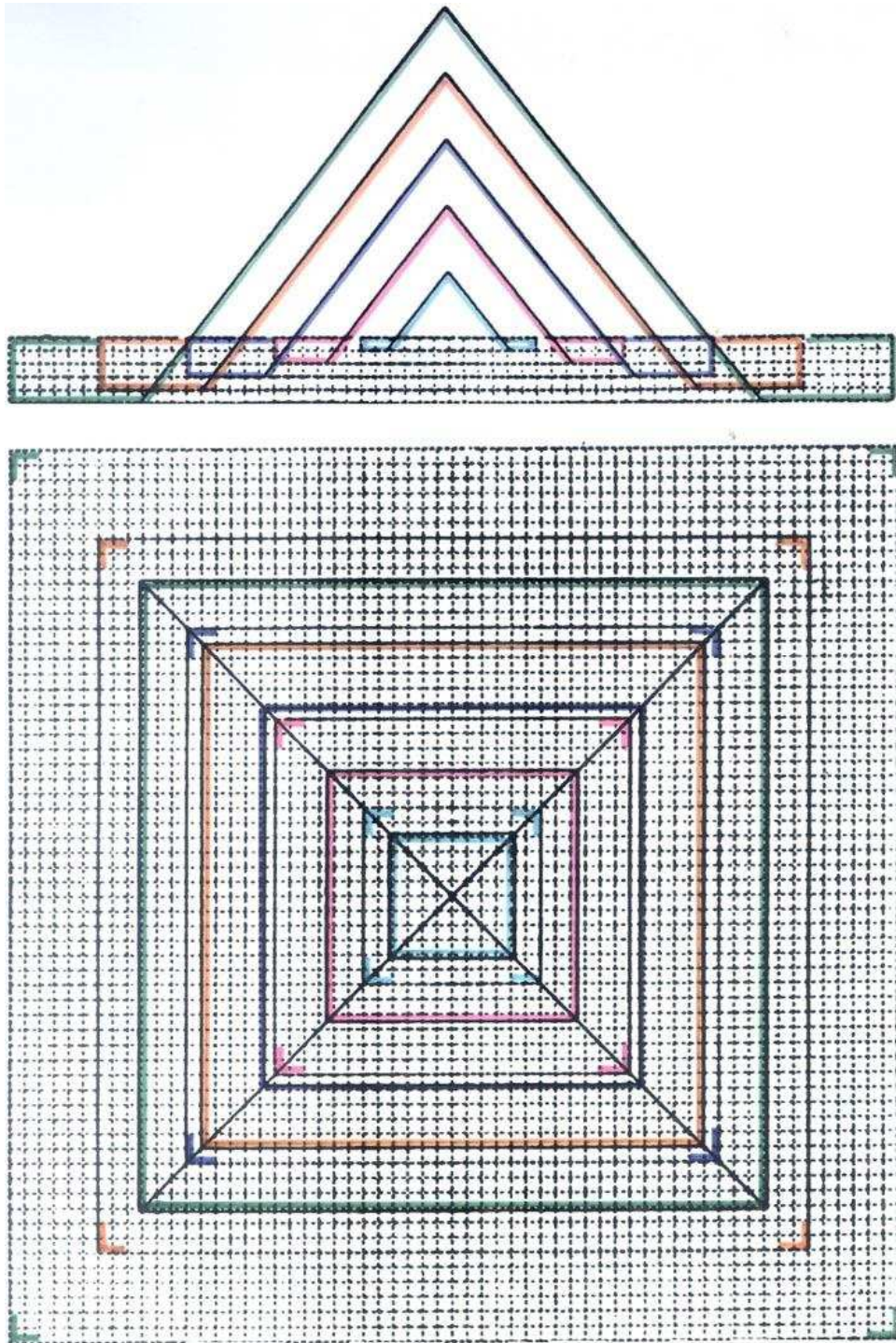
Doc. 27 : Photographie des stigmates d'extraction sur le carreau de carrière de Khéops, à l'angle NO, le pendage résiduel sur la médiane N/S n'est plus que de 4 %.



Doc. 28 : Ce document schématique à la fois Plan et Coupe, partiel (pour les 6 premières phases) et complet (de par l'homothétie ainsi centrée = 5 fois les 6 premières phases), établit la correspondance directe entre Carrière et Pyramide, décomposée en 30 (ou 33 selon la coudée considérée) phases de carrières correspondant aux 30 (ou 33) phases d'accroissement pyramidal de cônes- enveloppes emboîtés l'une dans l'autre.



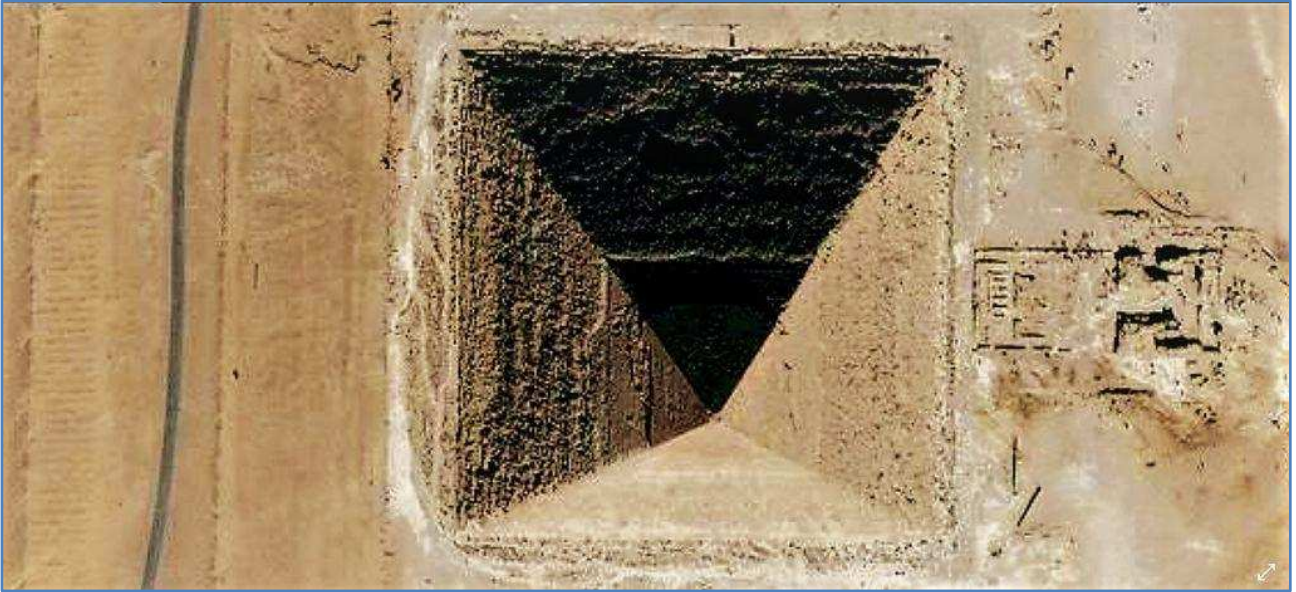
Doc. 29 : Cette solution « logistique algorithmique de construction » constitue la réponse à l'hypothèse lancée en 1997 -sous forme abstraite « géométrique »- du schéma de l'accroissement pyramidal (Ce Qu'il Fallait Démontrer – CQFD aurait dit mon père).



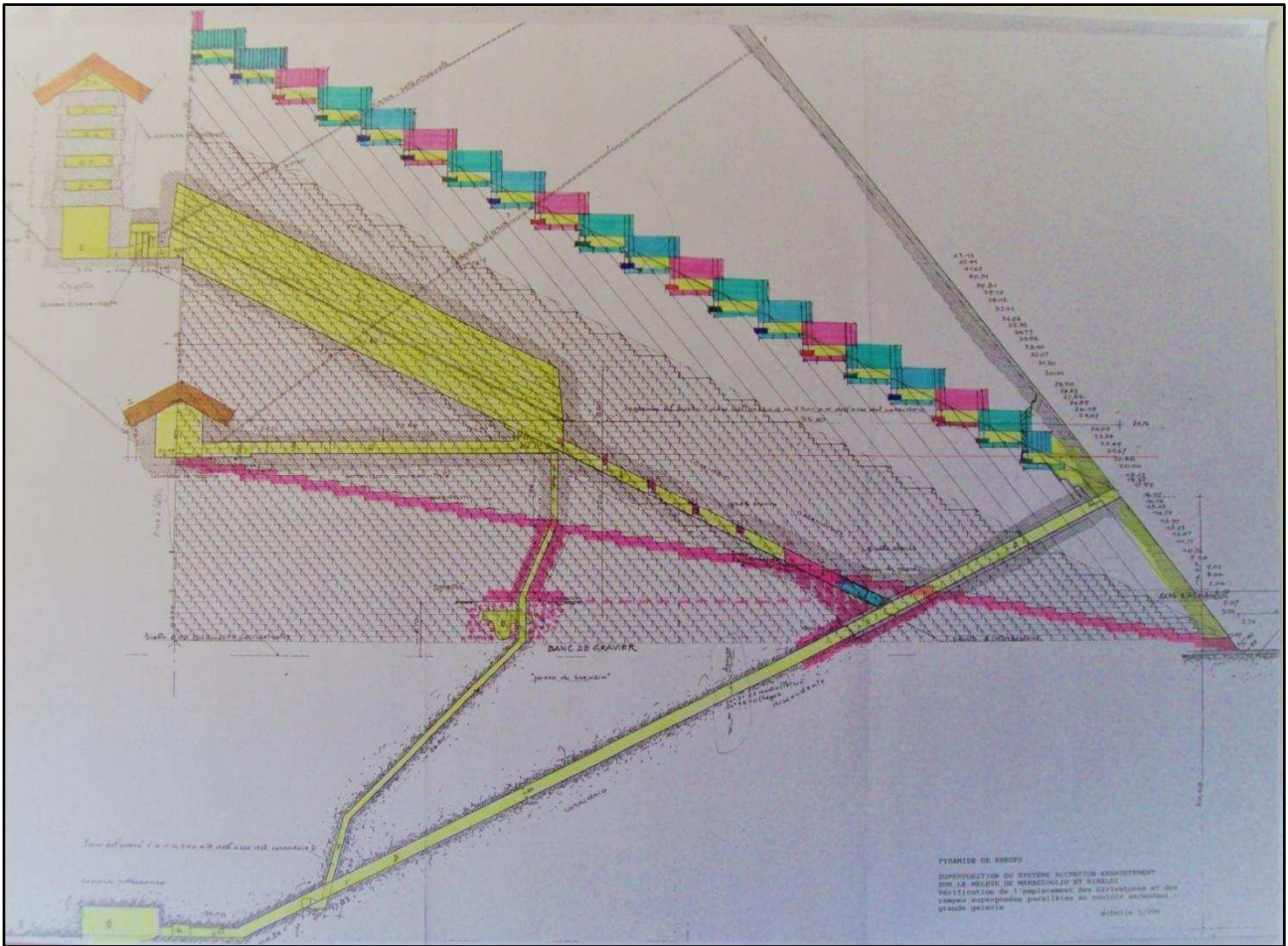
Doc. 30 : Photographie personnelle (en 2001) des boîtes de démisage (partielles) qui ponctuent le socle de la pyramide de Khephren sur la face Ouest (et les boîtes de démisage (semi-complète) alignées sur le sol – entre pyramide et front de taille) qui constituent les preuves de l'extraction particulièrement bien « rythmées » (ce que tout le monde peut voir).



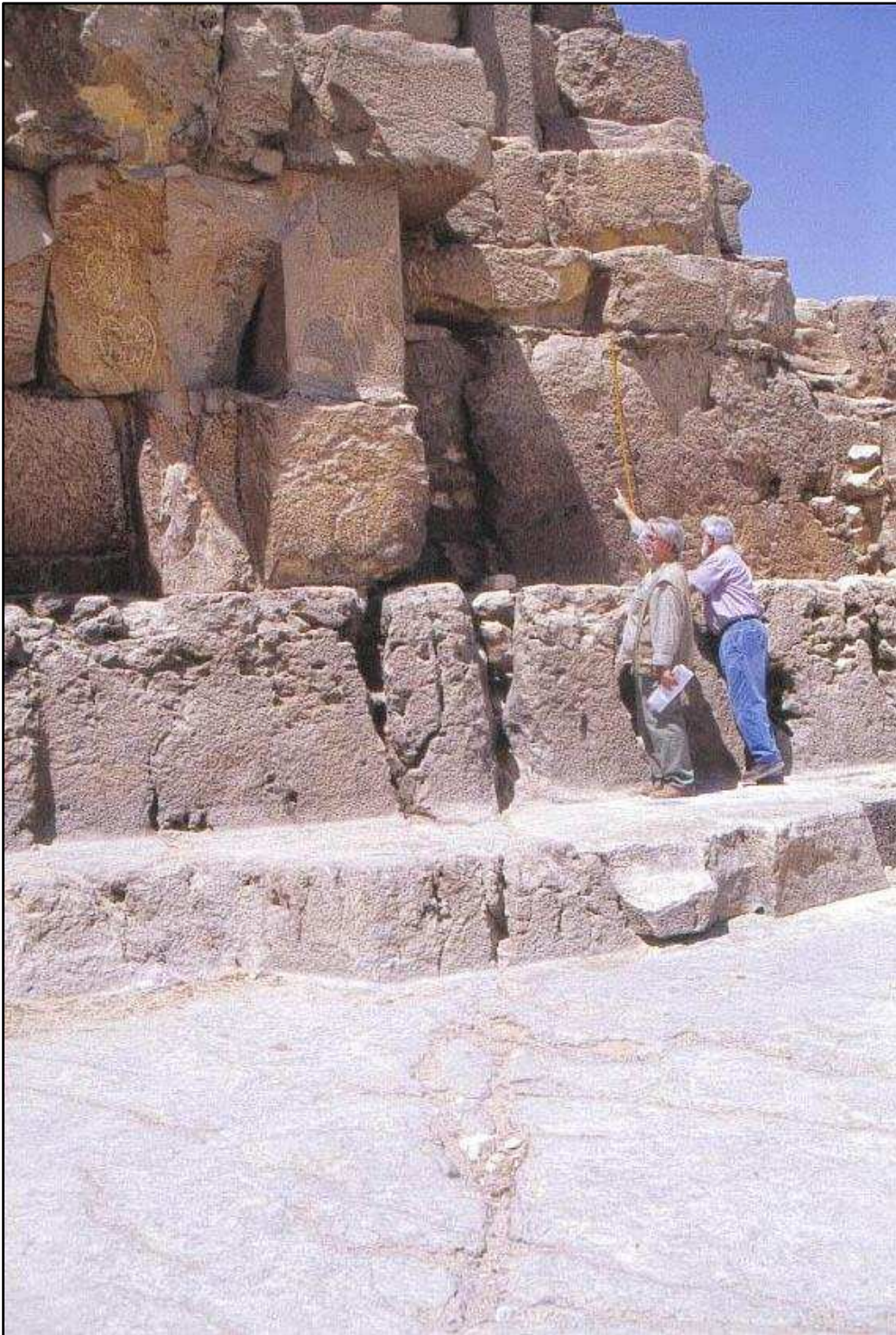
Doc. 31 : Photographie aérienne : On peut aussi subodorer que - ce que d'aucuns ont interprété comme les logements des ouvriers – qu'il s'agisse plutôt d'une réserve de blocs extraits empilés-là, stockés bien ordonnancés, en attente d'une mise en œuvre future.



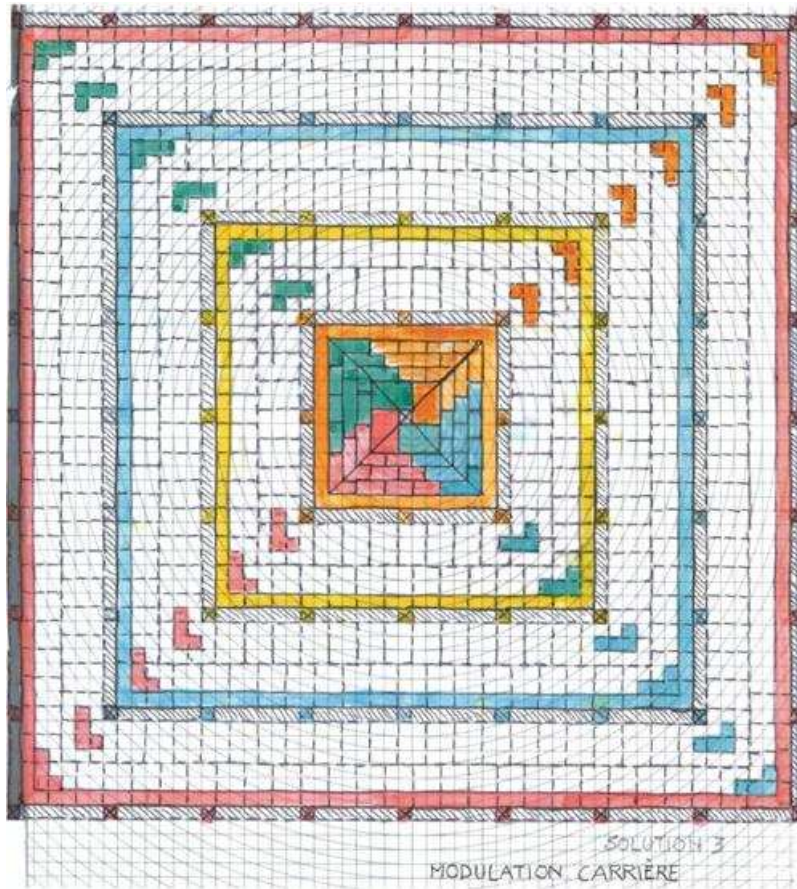
Doc. 32 : Coupe MRA augmentée (une 2ème fois) comprenant ma proposition de la Cheminée de décharge « précautionneuse ».



Doc. 33 : Sur la face Est – proche de l'angle NE, la pyramide de Khéops laisse apparaitre un peu de son socle de roche-mère (de la couche (e) Calcaire extrême abondance de N. Gizehensis (5 m), ici la plus inférieure)(2001).



Doc. 34 :le schéma régulateur des phases d'approfondissement (tranchées et paliers) de la Carrière correspondant aux phases d'accroissement (cônes-enveloppes) de la Pyramide.



Doc. 35 : Coordination modulaire des 6 premières phases d'accroissement entre PYRAMIDE et CARRIÈRE : 2 Cônes-enveloppes par palier (de 2x3 coudées) de la PYRAMIDE nécessitent l'extraction de 2 rangées de massifs (de 6 blocs) en Carrière sur une hauteur correspondant à leur Numéro d'ordre.

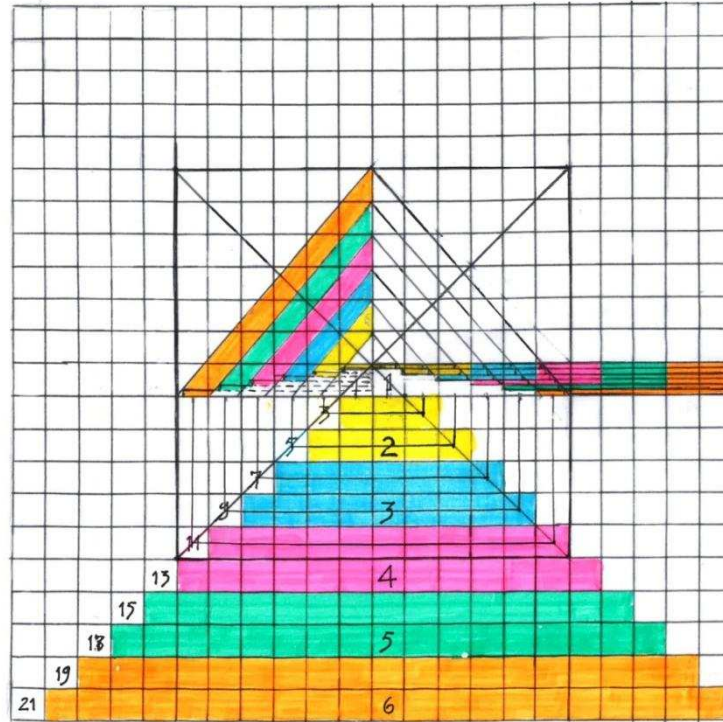
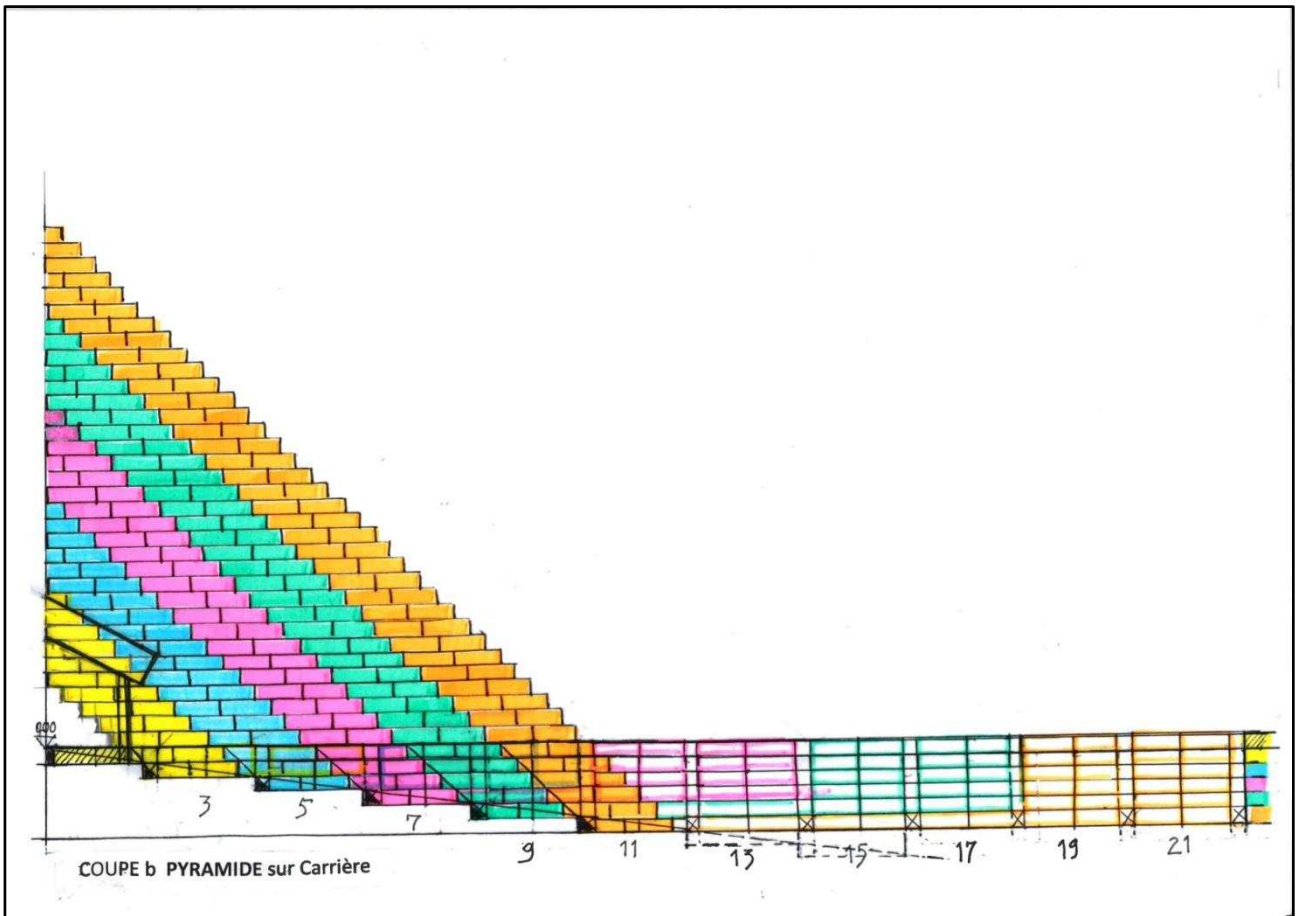
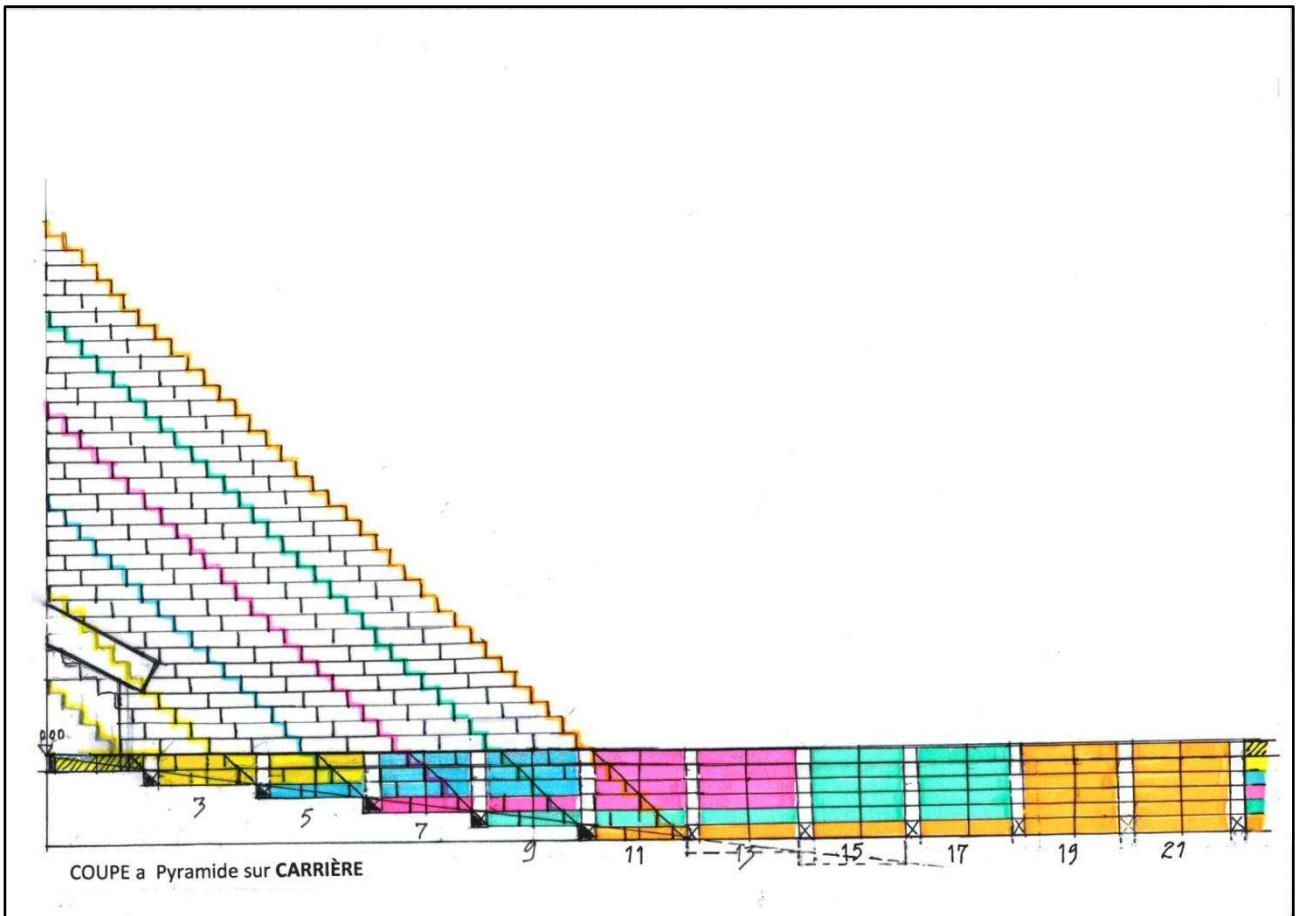


SCHÉMA RÉGULATEUR des 6 ères PHASES (Plan - Coupe)

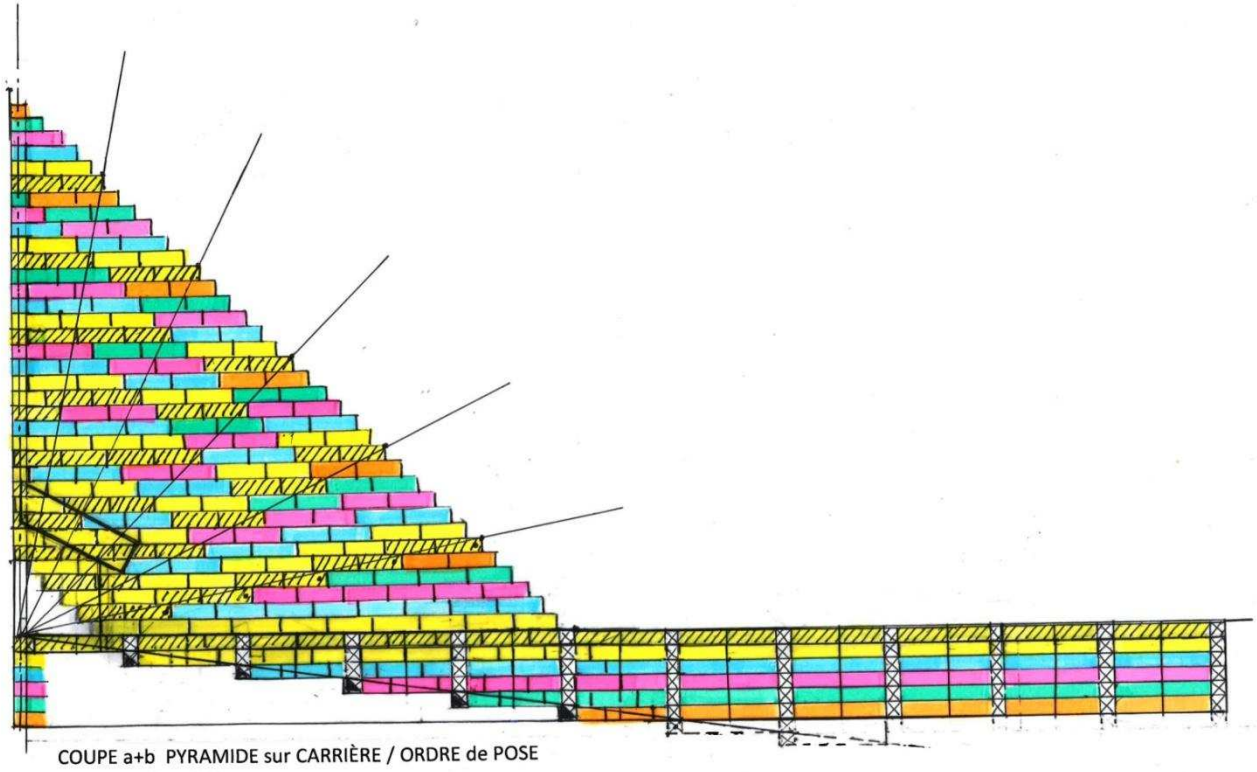
Doc. 36 a PYR : Coupe théorique de la PYRAMIDE sur la Carrière permettant de compter le Nombre de blocs de chaque cône-enveloppe.



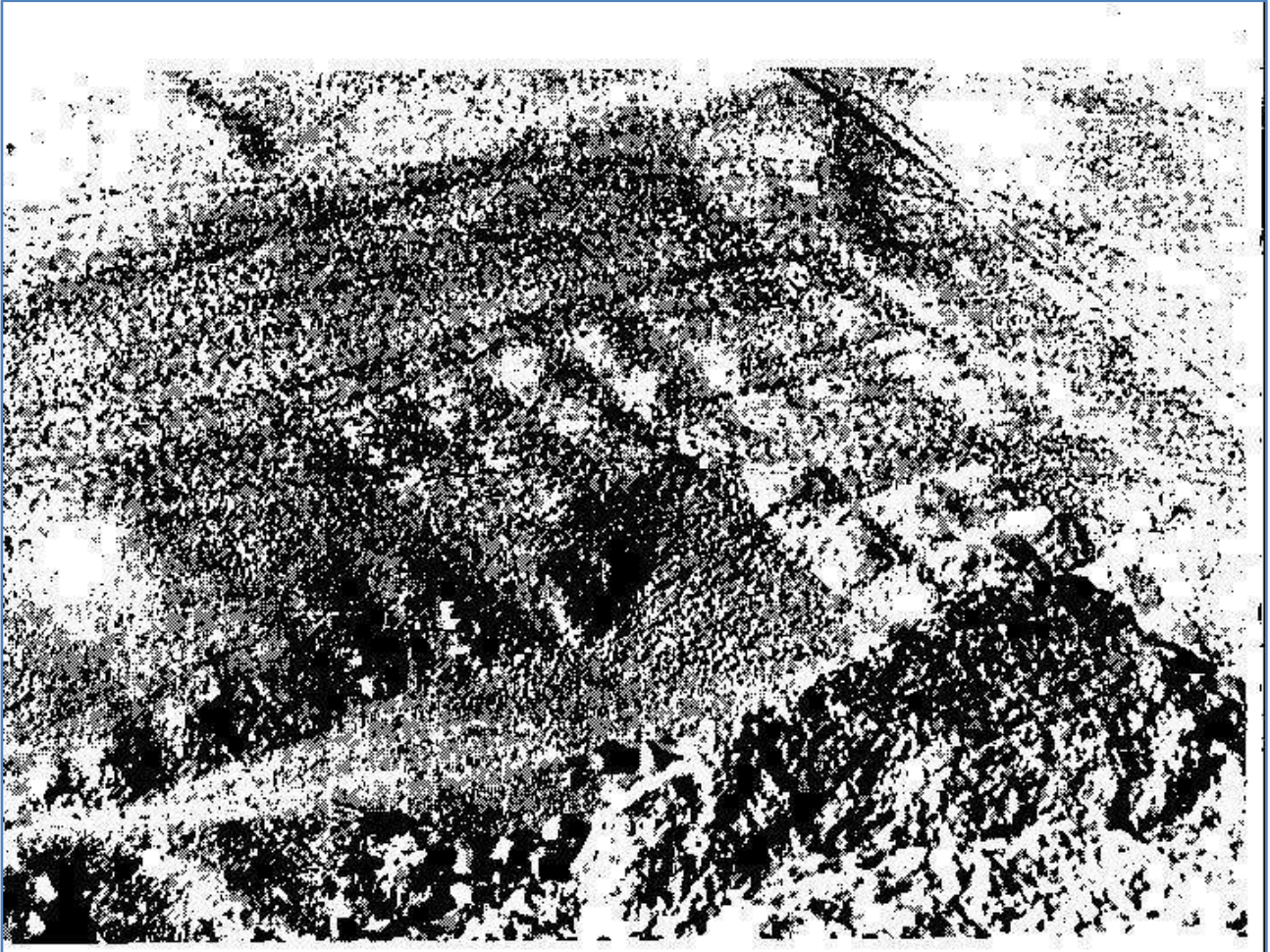
Doc 36 b CAR : Coupe théorique de la Carrière fournissant le Nombre de blocs (et plus) de chaque cône-enveloppe considérée.



Doc. 37 : Coupe théorique de PYR. / CAR. : ORDRE de POSE selon la Logistique Algorithmique ainsi établie.



Doc. 38 : Photographie du reliquat de carrière au NO de Mykérinos, abandonnée et aujourd'hui ensablée. Elle prouve que cette pyramide – ainsi que les autres Grandes pyramides empruntent leur matériau au pourtour-même de l'ouvrage et apercevoir différents stades d'emprunt successifs. (G. GOYON).



*Photographie réalisée par Maragioglio et Rinaldi Architectes (1965)
prise du haut de la pyramide de Mykérinos*

Doc. 39 : Creusement d'un canal en Chine durant la Révolution Culturelle selon une méthode manuelle archaïque démonstrative de la Logistique Algorithmique.



Doc. 40 : Pyramide de Terre, en Chine, dans la province du SHAANXI, construite selon la Logistique Algorithmique (inverse du creusement du canal): méthode identique à celle des Grandes Pyramides d’Egypte, 2500 ans avant. Le parcellaire périphérique révèle la zone d’emprunt du matériau terre de Loëss constitutif de la pyramide construite par cônes enveloppes successifs emboîtés selon la méthode de l’accroissement pyramidal.

