

COMMUNIQUE 2019

« le génie des pyramides »

Pierre CROZAT Ph.D

Architecte EPFL (1971), Dr. INPL / Mines de Nancy /Génie Civil (2002).

« *Le génie des pyramides* », thèse de doctorat soutenue en 2002¹ offre « *un regard neuf et décapant* » et « *une démonstration faite sur la pyramide de Kheops particulièrement brillante – un système ingénieux et convainquant – un apport majeur à l'étude des plus anciennes constructions monumentales en pierre* » d'après les rapporteurs André Guillaume et Jean- Pierre Mohen.

Cette thèse réalisée dans le champ du Génie Civil développe une vision généraliste et pragmatique du constructeur praticien, selon une démarche rationnelle : « scientifique, technique et opératoire ».

Trois aspects sont particulièrement novateurs :

1. Mise en évidence d'un « système constructif » :

La modélisation du mode de construction de la Grande Pyramide décrit par Hérodote², met en évidence un « système constructif », « *de gradins successifs* », basé sur un simple mouvement élévatoire récurrent (correspondant à un algorithme) : élever et poser un bloc (*crossai*) sur deux autres (*bomides*), à l'aide d'une « *machine faite de courtes pièces de bois* » (levier sur un trépied), ce qui génère « *un créneau formant escalier* ».

La pyramide se construit par « accroissement pyramidal », bloc par bloc, face par face, par enveloppes successives « en pelures d'oignons »³; les couloirs et chambres peuvent être aménagés en parfaite adéquation avec ce système. Le pendage de la Grande Galerie en dépend directement.

Ce système permet en effet de construire, par anticipation sur une face, à ciel ouvert, un faisceau de rampes (angle 50% induit par l'algorithme) sur lequel seront glissés et mis en place les 52 monolithes de granite de la chambre du Roi – de 30 à 60 t situés entre 45 à 65 m de hauteur ; la Grande Galerie apparaît alors dans un rôle utilitaire : espace de manœuvre du contre-poids – constitué des futurs blocs tampons – d'un « extraordinaire ascenseur oblique » réalisé à cet effet.

En résumé :

Le texte d'Hérodote peut être explicité par le système de l'accroissement pyramidal et corroboré par les observations de terrain ; le procédé de construction des Grandes Pyramides est un « système constructif » de type « machiniste », à l'opposé des théories « rampistes » et « mixtes » prônées par la plupart les égyptologues aujourd'hui.

2. Emprunt « au pourtour-même » des matériaux fournis par le site :

Les blocs cyclopéens constitués de calcaire nummulitique Lutétien, empruntés au pourtour-même au plateau et de hauteurs variées (selon les bancs-strates) sont mis en œuvre selon un « *appareillage horizontal à décrochement* » (économe en travail et matériaux selon Auguste Choisy) ; la géologie du plateau de Gizeh indique, par ses failles⁴, un pli anticlinal orienté NE –

¹ Crozat Pierre. *Le Génie des Pyramides*. Laboratoire Environnement Géomécanique et Ouvrages, Ecole des Mines de Nancy. Thèse de doctorat de l'INPL soutenue le 29 novembre 2002

² Hérodote, "*l'Enquête*" - livre II - art 125 et 126. Traduction Andrée Barquet - Editions Gallimard (1964).

³ Choisy. A, "*l'Art de bâtir chez les Egyptiens*" Ed . Edouard Rouveyre (1904)

⁴ Carte géologique du Caire et des environs

SW faisant affleurer ce gisement particulier qualifié de « pierre à bâtir » ; le réseau de fracturation naturelle des diaclases diagonales⁵, orientera l'exploitation directe des bancs-strates (blocs unitaires) en carrière horizontale, serait orienté N-S et E-O. Les pyramides sont donc implantées sur le sommet, parallèlement à l'axe du pli, et sont orientées, diagonalement, sur la fracturation la plus fine qui prédécoupe le massif en blocs⁶.

En résumé : Les pierres de construction du gros-œuvre (98% du volume) sont empruntées au site ; l'implantation et l'orientation des 3 Grandes Pyramides de Gizeh sont liées à la géologie, en particulier au régime de fracturation naturelle des roches induite par la tectonique.

3. Reconnaissance d'un « continuum technique » :

D'une façon générale, pour l'ensemble des ouvrages tumulaires, les matériaux constitutifs sont empruntés « alentour » aux sites d'implantation ; seuls certains monolithes et le revêtement éventuel seront, par nécessité technique (blocs de granite sollicités à la flexion) ou esthétique (qualité et couleur du revêtement), d'une autre provenance.

L'analyse des caractéristiques géologiques des sites d'implantation permet d'ordonner et d'explicitier l'évolution des procédés de leur construction qui participent d'un « continuum technique » de l'Art de Bâtir.

L'étude des ouvrages préhistoriques : cairns, dolmen, tumulus, oppidum, etc. nous renseigne sur l'évolution de la méthode « d'accrétion-exhaussement » qui sera employée dans les pyramides à degrés d'Égypte.

Le mode « générique » de la « construction par degrés » est mis en évidence par l'examen des ouvrages mineurs du Génie rural et du Vernaculaire (épierrements), dès le Néolithique.

Le « système constructif des (grandes) pyramides d'Égypte » dit « d'accroissement pyramidal » correspond à une évolution technique qui nécessite l'usage de la « *machine faite de courtes pièces de bois* » dont parle Hérodote (un chadouf : trépied sur lequel manœuvrer un levier, avant la théorisation d'Archimède) capable de soulever un bloc de 2,5 t de la hauteur d'un gradin (maximum 1 m) fourni par le gisement du site considéré, choisi à cet effet.

En résumé : La forme des différentes pyramides : à degrés, lisses ou à texte, est générée par le « système constructif » utilisé, lui-même induit par les caractéristiques dimensionnelles des matériaux fournis par le site. Le choix du site est alors fonction de la présence de matériaux utilisables par rapport à l'outillage à disposition ; les Grandes Pyramides constitueront une avancée technologique par l'invention de la « machine » capable d'élever les blocs de 2,5 tonnes, d'un gradin sur l'autre.

4. Études postdoctorales complémentaires et de vérification

Les études postdoctorales (2002-2015) ont permis de vérifier la présence de reliquats de carrière, de massifs de roche-mère en place (Khent-Khawès, Mastaba 2000), des divers réseaux de fracturation naturelle des roches bien identifiables et la découverte de tectoglyphes (stries sur le socle de Chéphren) atteste la présence, l'orientation et le régime des réseaux de fractures : diaclases principales longitudinales (ΔL en N 45°) et transversales (ΔT en N 135°) et fracturation secondaire diagonale (ΔDd en EO et ΔDg en NS)

⁵ Ruhland Michel, -"Méthode d'étude de la fracturation naturelle des roches associée à divers modèles structuraux" Sci. Géol. Bull. - Recherches sur la fracturation naturelle des roches (1969-1972). Equipe de Recherche associée au CNRS " Géologie structurale et analyse tectonique". Institut de Géologie de l'Université Louis Pasteur. Strasbourg.

⁶ Cette hypothèse - basée sur la théorie de Ruhland - d'après les indications des failles de la Carte géologique, a été vérifiée par une étude géologique plus approfondie réalisée lors d'une mission par Alice Bastien, élève ingénieur à l'École de Géologie de Nancy : genèse, stratigraphie, tectonique, affleurements, faciès, et fait l'objet d'une restitution de la paléo-géo-morphologie du Plateau de Gizeh, avant la construction des trois grandes pyramides.

De ces observations et des études géologiques existantes (Thèses de géologie de – A. Strougo, et M. A. Yéhia), il résulte que les 3 pyramides de Gizeh sont bel et bien implantées sur l’affleurement du Lutétien de l’Eocène moyen du Mokattam, partie du gisement qui a fourni « *la pierre à bâtir* » ; qu’elles sont alignées parallèlement à l’axe du plissement tectonique (simple anticlinal) dont l’axe est orienté en N45° et que le réseau diagonal induit, qui fracture naturellement les différentes strates en blocs unitaires cyclopéens, se retrouve orienté N-S et E-O (particulièrement pour la pyramide de Chéops selon les diagrammes établis par Omara, et attesté par la présence des tectoglyphes, indépendamment d’une quelconque interprétation astronomique.

Conjointement, le Sphinx (une laisse de carrière) livre la composition stratigraphique du gisement (J. Cuvillier, 1924) et permet la restitution numérique 3D du plissement tectonique du Plateau de Gizeh qu’il est alors loisible de comparer avec un relevé *in situ* des affleurements des diverses strates (de faciès et densités différents) entaillées par les plateformes périphériques résultant de l’extraction (carreau de carrière) où sont visibles des reliquats de « *démisage* » (boîtes de démisage) que tout visiteur peut voir sur place.

La recherche et l’analyse de carrières actuelles, en extraction manuelle, sur la rive droite du Nil et dans le banc Observatory, a permis de vérifier l’exploitation en carrière horizontale selon le réseau diagonal (le plus fin déterminant le canevas de blocs unitaires non fissurés) qui, aujourd’hui comme hier, impose son orientation.

En résumé : Cette méthode d’exploitation de la roche au pourtour des ouvrages et leur mise en « tas » au centre, par phases successives d’extension-approfondissement de carrière / accroissement de la pyramide par enveloppes successives, implique idéalement la même orientation à la pyramide et la présence d’un massif sous-jacent de roche mère en place (non-exploité), bien repérable sur le socle de Chéphren qui, en ce qui concerne Chéops, pourrait remonter jusqu’à mi-hauteur de la chambre de la Reine (soit à environ 24,5m), dernière hypothèse à vérifier.

5. L’hypothèse « géologique » est démontrée par la modélisation 3D de la paléo-topo-stratigraphie du Plateau de Gizeh.

Suite aux différentes publications (P. Crozat, 1997 et 2002) et la conférence donnée à l’Université de Montpellier II, en 2002, la revue Kadath (n° 99 - 2004) publie un article émanant d’une équipe de recherche dirigée par S. Raynaud qui « *démontrent que les architectes égyptiens ont su exploiter judicieusement les ressources naturelles du site de Gizeh en mettant à profit la géologie et la topographie du plateau par l’existence de « collines naturelles » utilisées comme assises pour la construction des deux grandes pyramides de Chéops et Chéphren* ». Cet article sera repris *in extenso* dans Bulletin de la Société Géologique de France (Mai 2010, v. 181, p. 279-290).

Nous pensons néanmoins que cette interprétation est erronée et n’a pas pris en compte l’existence du pli anticlinal du plateau de Gizeh⁷, pourtant bien référencé.

La simulation informatique 3D de la « paléo-topo-stratigraphie » et de la géologie structurale de ce pli anticlinal simple, que nous avons réalisé entre 2014 et 2017 avec le logiciel Gocad⁸, est l’exacte image des relevés des affleurements réalisés en 2004⁹ et corrobore « l’hypothèse géologique » (P. Crozat – 2002).

Ainsi sont remises en cause les « théories rampistes » (des plus simples comme la rampe frontale de J- Ph. Lauer, aux plus sophistiquées comme la rampe hélicoïdale « intérieure » de J-P. Houdin)

⁷ Cette étude référencée : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00319586> (8 septembre 2008) sous le titre : « Etude géologique et géomorphologique de la colline originelle à la base des monuments de la quatrième dynastie égyptienne. 22 pages; 20 figures. 2008. Equipe constituée de : Suzanne Raynaud, Henri de La Boisse, Farid Mahmoud Makroum, Joël Bertho.

⁸ Réalisée par Thomas Burlett, étudiant et Judith Sausse, Professeure à l’Ecole des Mines de Nancy

⁹ Par Alice Bastien, étudiant à l’Ecole de Géologie de Nancy

qui imposent, en préalable à la construction, la réalisation d'une plateforme d'assiette générale à la pyramide, sur un terrain dont le pendage est de 10% ainsi que la réalisation d'un ouvrage annexe (rampe quelconque), dont la quantité de travail est souvent supérieure à celui de la pyramide (et qu'il faudra démolir) ; tandis que la « théorie machiniste » décrite par Hérodote (Vème siècle av . JC) se voit renforcée.

En résumé : Une simulation 3D de la paléo-topo-stratigraphie du Plateau de Gizeh prenant en compte le réseau de fracturation naturelle des roches (géologie de l'ingénieur) rend logique l'implantation des pyramides au sommet de l'anticlinal qui constitue ce plateau, leur alignement sur l'axe de ce pli et leur orientation en rapport avec la fracturation secondaire et diagonale par rapport à l'axe du pli sans aucune autre considération ; seule la géologie de l'ingénieur permet d'expliquer le choix et la composition générale de l'ensemble du site du Plateau de Gizeh : implantations, orientations « carrières/pyramides », zones d'emprunt périphériques, système « d'accroissement pyramidal » explicitant ainsi les écrits d'Hérodote : ce que personne n'avait songé à réaliser jusqu'alors.

6. Conférence publique donnée par P. CROZAT (assisté de Th. VERDEL¹⁰) : sous le titre « Construction des pyramides : l'hypothèse géologique » au CULTNAT le 26/09/2017, à l'invitation du Prof. Fathi SALEH¹¹, (cette conférence a été filmée) :

Devant un auditoire « scientifique » d'une centaine de personnes invitées, cette conférence portait sur la présentation de la démarche de recherche de l'auteur : thèse « génie des pyramides », des études postdoctorales et des résultats probants de la Simulation 3D de la « paléo-topo-stratigraphie du Plateau de Gizeh (logiciel GOCAD) réalisée en 2017, en collaboration avec Prof. J. SAUSSE, Dép. Géoingénierie ENSMN / UMR 7539 Géoressources.

En résumé : Cette conférence « publique » au CULTNAT authentifie la propriété intellectuelle des recherches de P. CROZAT à cette date et fournit à l'Égyptologie officielle et l'incitation de leur prise en considération, et leur reconnaissance.

7. Communication mondiale par la revue scientifique anglaise NATURE, le 02/11/2017, de la Découverte, par les Muographes japonais de l'Equipe SCAN PYRAMIDS - HIP, des Grand & Petit VIDES insoupçonnés dans la pyramide de Khéops, que les Egyptologues dirigés par Z. HAWASS contestent et/ou ne peuvent expliquer.

Par contre, la vision intuitive de « constructeur » (P. CROZAT) lui permet de donner dès le 10/11/2017 sa propre interprétation de logique constructive (d'ordre statique & résistance des matériaux) , à savoir « la réalisation précautionneuse d'une Cheminée d'Arc de décharge » (de protection de la Grande Galerie et du Couloir ascendant) renvoyant latéralement, de part et d'autre dans le massif appareillé, les charges (à venir) de la poursuite de la construction de la pyramide qui n'en est alors qu'à mi-hauteur.

Il en informe l'Equipe SCAN PYRAMIDS par l'envoi d'une LETTRE OUVERTE (et dépôt pour ampliation) au Prof. HELAL Directeur scientifique.

Il proposera – mais en vain - de donner une Conférence au Planetarium Science Center de la Bibliothèque d'Alexandrie, intitulée :

« KHÉOPS – Grand VIDE & le petit : OÙ – POURQUOI – COMMENT les construire »

La recherche spécifique complémentaire pour répondre au « comment-faire opératoire » de réalisation de cette Cheminée de décharge a nécessité un retour approfondi sur la méthode d'empilage définie dès 1996 publié dans SYSTEME CONSTRUCTIF DES PYRAMIDES (Coupe

¹⁰ Prof. Thierry VERDEL est le directeur de thèse de l'auteur, (Ecole Nationale Supérieure des Mines de Nancy), actuellement Recteur de l'Université francophone L. SENGHOR à Alexandrie.

¹¹ Prof. Fathi SALEH, Directeur-Fondateur émérite du CULTNAT Héritage Culturel & Naturel de l'Egypte (numérisé) connaît, suit et apprécie le travail de recherche de P. Crozat depuis 1996.

sur les dispositifs intérieurs de Khéops – relevés de Maragioglio & Rinaldi – coupe augmentée de la grille d'empilage proposée par P. CROZAT).

Le mouvement élévatoire « machine » d'Hérodote constitutif de l'empilage est un algorithme simple, concret, manuel, purement additionnel qui offre néanmoins une possibilité de Jeu Combinatoire Algorithmique : il s'agit donc de trouver celui qui fournira le chemin de mise en œuvre des Chevrons (de 2 voussoirs de 12 tonnes chacun) de cette Cheminée de décharge ; quant à la force motrice nécessaire, n'oublions pas que « l'extraordinaire ascenseur oblique » est à disposition dans la Grande Galerie, juste en dessous (et qu'il a déjà hissé un monolithe de granite de 30 tonnes) !

La taille imposante des 2 Chevrons superposés (image-même du principe de décharge latérale) situés au-dessus de l'Entrée de la pyramide, ne sont compréhensibles que comme l'aboutissement en Face Nord (le modèle et la preuve) de la présence et de la constitution de cette Cheminée de décharge « précautionneuse ».

En résumé : Cette découverte des Grand & Petit VIDES qui laissera sans voix l'Égyptologie classique, aura permis - au contraire - au Constructeur de fournir par la relance de l'HYPOTHESE ALGORITHMIQUE, une réponse plausible, constructive et vérifiable. Qui osera alors aller faire un trou pour vérifier si P. CROZAT a raison, le Dr. Z. HAWASS ?

8. La notion de « Logistique ou Algorisme » attestée par l'Académicien français M. SERRES, historien des mathématiques, des sciences et des techniques, dans son livre « les origines de la géométrie » (1996), savoir-faire issu de la Métrique que maîtrisent les Arpenteurs égyptiens (les Harpédonaptes) de l'époque des Grandes Pyramides ; cependant il nous laisse à trouver le Mode Opérateur, n'étant pas Constructeur dans l'âme :

Le néologisme « algorisme » utilisé par M. SERRES est certes anachronique, il est cependant « génial » - le terme *algorithme* venant du nom du mathématicien de Bagdad, en réalité d'origine perse, AL KWARITZMI) (et son collègue AL KAMAL égyptien) sous le règne du Calife AL MAMOUN qui a réalisé la sape dans la pyramide de Khéops en 830 - génial, car il relie cette notion « moderne » à un Savoir-faire historiquement attesté que séparent 34 siècles (à moins qu'il ne se et ne nous trompe !) « algorisme » qui, de toute évidence apparaît, à l'époque antique, dans, avec et grâce à son support physique, concret, mis en œuvre : les Grandes pyramides d'Égypte, stade ultime du Continuum technique des Ouvrages Tumulaires dans le monde.

En résumé : L'hypothèse algorithmique peut donc être posée valablement sous la formule de la recherche d'une « logistique algorithmique » du fait que la Construction nécessite de tout temps une logistique générale d'approvisionnement et de mise en œuvre conjuguées et que l'empilage (appareillage) et la mouvement- machine, impliquent tous deux l'algorithme.

9. La confrontation du TRACE DIRECTEUR de la pyramide de KHEOPS avec les relevés de Maragioglio & Rinaldi Architectes (1965) et ceux de G. DORMION (dangereusement précis !) et la formule du rapport $H / \frac{1}{2}$ Base de J-Ph. LAUER soit 14/11 posent quelques problèmes « égyptologiques de fond » alors que l'apport de la Simulation 3D de la paléo-topo-stratigraphie du plateau de Gizeh (étudiée au chapitre 6 ci-avant) est des plus révélateur et encourageant :

La formule proposée par J-Ph LAUER est anachronique dans l'histoire des mathématiques égyptiennes qui ne connaissent que les nombres entiers positifs (voir concrets) sur un système décimal (sans le zéro indien) et les fractions unitaires dont dividende est toujours 1 et les diviseurs des sections par 2 qu'ils ajoutent ; 14/11 est un nombre irrationnel (qui n'apparaîtra qu'à la Renaissance en Europe), alors que la multiplication n'existe pas (l'arithmétique est purement additionnelle) et la division reste concrète qui n'est que sectionnement par moitié, etc..

De plus, il insistera « irrationnellement parlant » dans le chapitre II de son livre « *le Mystère des pyramides* » en évoquant les fameux nombres π et \emptyset et leurs relations de l'arithmologie « sacrée » ésotérique ou alchimiste ; ce qui ne paraît pas très sérieux.

Tout ce discours « fumeux » pour produire *in fine* « la solution rampiste « frontale » la plus simpliste des théories » (plus facile à comprendre qu'à réaliser), rampe qui nécessite plus de travail que la pyramide elle-même et qu'il faudra démolir et en faire disparaître les matériaux...!)

Quel est le rapport H / $\frac{1}{2}$ Base : tout sauf 14/11 et quelle est la valeur de la Coudée qui varie selon les auteurs et même chez le même parfois, au point qu'il en ressort qu'il nous faut douter de tout.

En résumé : Peu importe ce rapport Hauteur / $\frac{1}{2}$ Base qui ne participe qu'au calcul du volume de la pyramide et non pas dans la relation avec l'environnement, relation qui n'est pas qu'une simple dépendance, mais qui est constitutive du système constructif lui-même.

10. La PYRamide au milieu du carreau de sa CARrière : le principe vernaculaire a été posé dès 1997 : « emprunter au pourtour pour empiler au centre » que la Simulation de la « paléo-topo-stratigraphie » a corroboré, réclame dès lors des études complémentaires sur coordination dimensionnelle et quantitative des blocs par phase de l'accroissement pyramidal et une coordination modulaire, de la relation de correspondance PYR./CAR..

L'équation posée est de trouver les surface & profondeur de la CARrière (non compris les tranchées d'extraction) correspondant au volume-nombre du blocs du cône-enveloppe considéré (cônes-enveloppes qui – théoriquement – devraient composer une progression géométrique « volumique ») pour aboutir à la phase finale de la PYRamide avant ravalement (le ravalement consistant à casser les nez de gradins du dernier cône-enveloppe-revêtement en calcaire fin de Toura : « *on acheva donc la pyramide en commençant par le sommet et les gradins inférieurs jusqu'à la base de l'édifice* » dicit Hérodote : la pyramide est définitivement achevée « morte » car il n'y a plus aucun appui à la « machine » et aux « crossai ».

La solution proposée par cette recherche de Coordination Modulaire entre PYR. / CAR., est montée sur un canevas de tranchées d'extraction d'une coudée « royale » (largeur du carrier) détournant des massifs carrés de 6 coudées dans les 2 orientations du réseau secondaire « diagonal » de fracturation naturelle des roches (voir ci-dessus le point N° 5 : hypothèse « géologique »), diagonal par rapport à l'axe – orienté NE/SO - du plissement anticlinal du Plateau de Gizeh – c'est-à-dire N/S et E/O.

Ceci permet de fournir 6 blocs de 2 x 3 coudées pour chacune des 4 faces de la pyramide orientées de même N-S-E-O. ; le tracé axial de ce canevas carré de tranchées est donc de 7 coudées.

Le rythme de progression « théorique » proposé est alors d'une (1) assise « négative » d'extraction en CARrière fournissant les blocs (de 2 par 3 coudées) nécessaires à l'empilage de (6) assises « positives » construites en « tas de charge » c'est-à-dire un empilage « pseudo symétrique » triangulaire tel que défini par le « système constructif » mis en évidence (voir ci-dessus au point N° 1).

L'ensemble de la construction se développe ainsi de même à chaque cône-enveloppe emboîtés l'un sur l'autre : 2 assises « négatives » fournissent les blocs nécessaires à l'empilage de 12 assises « positives », puis 3 négatives pour 18 positives, 4 n pour 24 p, etc.

La recherche « théorique » (certes !) pas à pas de « l'algorithme », en prenant appui sur le concret de l'extraction en CAR., coordonnée à l'empilage des blocs de la construction (en tas de charge) – blocs pseudo-normalisés imposés par le mode d'extraction (manuel par tranchées) et de manutention-transport (au plus économe) - a nécessité une véritable « plongée », apprentissage et re-connaissance de ce mode de raisonnement (pensée et/ou pratique) ou Logique constructive (abstraite et fastidieuse) dictée par l'Algorithme fourni par le mouvement-machine qui impose sa Logistique rigoureuse.

Cependant le plus heureux et percutant dans cette recherche de vérification consista à songer à superposer le tracé des dispositifs intérieurs (relevés de G. DOMION) avec le dessin coloré (pour bien suivre la Logistique imposée par l'Algorithme) sur une Coupe Nord – Sud de la PYR. de KHÉOPS, à l'échelle de 0,5 cm par mètre (1/200^e) et de constater que les Conduits de « ventilation » des Chambres de la Reine et du Roi relèvent eux-aussi de cette Logistique Algorithmique proposée, ici & maintenant..

En résumé : Cet exercice « théorique » de coordination modulaire était nécessaire jusqu'au bloc élémentaire entre extraction et empilage- afin de vérifier la pertinence de « l'hypothèse de Logistique Algorithmique » appliquée à la Grande pyramide de KHÉOPS - la plus énigmatique du fait des ses dispositifs intérieurs (chambres, couloirs, grande galerie et cheminée de décharge) mais en fait la plus révélatrice - dès lors que la re-connaissance pratiquée de « algorisme » apporte la compréhension de leur emplacement et dispositions, jusque et y compris les conduits de ventilations quand on les confrontent par superposition aux relevés dimensionnels des divers Archéologues.

11. La publication de la photographie de la pyramide de Khephren par Z. HAWASS dans son album « Trésors des PYRAMIDES » (p.59) accompagnée d'un Commentaire douteux et superficiel attirera l'attention du Constructeur :

- 1) Les photographies aériennes de la pyramide de Khephren (de M. Bertinetti) publiées par NG¹² et par White Star¹³ sont toutes très intéressantes mais la plus expressive ¹⁴ publiée par Dr. Zahi HAWASS mérite une attention particulière à cause de son commentaire qui l'accompagne (p. 59), à savoir :

« Sommet de la pyramide de Khephren en calcaire fin de Toura. La maçonnerie de soutien paraît ici régulière, sous le revêtement, mais la profondeur des blocs et des degrés varie considérablement. Les débris de la maçonnerie de soutien adhèrent plus bas au noyau, après l'enlèvement du revêtement ».

Cette assertion semble quelque peu légère ou pour le moins douteuse qui ne tient pas compte du délitement naturel des blocs de calcaire sous l'effet de l'érosion. La formulation « maçonnerie de soutien » est malheureuse et inadaptée pour les 99 % du volume de la pyramide qu'elle constitue et qui génère sa forme. Chacun aura compris que cette vision est formaliste et ne voit qu'en surface, chacun peut juger et se rendre compte par lui-même et comprendre que les débris sont dus à l'éboulement des cônes-enveloppes érodés dégageant celui que l'on observe – on peut en compter quatre ou cinq –sur une photographie d'ensemble en comptant leurs ombres portées; et que sous ce cône-enveloppe de « *maçonnerie de soutien régulière* » sur lequel le commentaire attire l'attention, il en existe une quantité de précédents (depuis le cœur de la pyramide). Une analyse des raisons de ce commentaire a été produite¹⁵.

La Simulation 3D de la paléo-topo-stratigraphie du Plateau de Gizeh apporte, ici, la réponse à cette régularité voire normalisation des blocs de Khephren – car ils sont tirés de la seule couche (g) Pierre à bâtir exclusivement. Cette observation d'ordre géologique en induit d'autres du même type qui expliquent l'irrégularité des blocs de Khéops par son gisement

¹² NATIONAL GEOGRAPHIC « EGYPTE entre ciel et terre » ©Edition française – 2004 – ISBN 2-84582-133-6

¹³ WHITE STAR s.r.l est depuis 2001 l'éditeur exclusif pour l'Italie des livres et des guides National Geographic.

Prestigieuse institution américaine sans but lucratif, fondée en 1888, la National Geographic Society a pour objectif la divulgation scientifique et l'éducation.

¹⁴ Photographie réservée à l'ancien Secrétaire Général du Conseil Suprême des Antiquités d'Egypte, le Dr. Z. HAWASS pour son album « Trésors des PYRAMIDES » Ed. White Star s.r.l. – Vercelli (I) – ISBN 978-88-6112-382-3.

¹⁵ Ce commentaire dénote le même syndrome que chez les architectes « formalistes » pour ne parler que des architectes pyramidologues, c'est-à-dire celui d'une phobie de la notion de « système », système qui –disent-ils – les priverait de leur créativité.

différencié, et, compte-tenu de la présence de ce même banc (g) Pierre à bâtir (12m) en surface du plateau d'origine, permet de prévoir la présence d'un noyau tout aussi régulier à l'intérieur de Khéops, là où se trouve justement l'ensemble des dispositifs intérieurs (Chambres de la reine et du roi, couloirs ascendant, Grande Galerie et Cheminée de décharge), régularité algorithmique permettant leur réalisation. De même la stratigraphie explique aussi la qualité et teinte de celles de Mykérinos et du 2^{ème} niveau de la Tombe de Khent Kawès (et tête du Sphinx) fournis par le banc (a) Auversien.

La pyramide de Khephren est plus parfaite que celle de son père Khéops, et il semble étonnant au Constructeur qu'elle soit considérée par l'égyptologie comme plus simpliste et l'on peut s'attendre – avis du Constructeur - à une nouvelle découverte lors de son passage en Muographie.

- 2) De ce différent fondamental entre le Commentaire « superficiel » de l'Égyptologue - Archéologue et l'Étude « approfondie » résumée ici, il est désormais évident que l'approche du Constructeur est indispensable et ouvre de nouvelles solutions ; et il apparaîtrait logique d'y porter enfin quelque crédit. Elle mériterait désormais d'être débattue au niveau de la Culture scientifique et technique mondiale sur la base d'une Expertise internationale du ressort de l'UNESCO (indépendante des protagonistes actuels), les Pyramides d'Égypte relevant du Patrimoine mondial de l'Humanité et de l'Histoire de la Civilisation, comme de celle de la Construction (Géologie, Ingénierie, Génie Civil –Mines & Carrières), de la Science & des Mathématiques.

En résumé : La vision des Egyptologues du Comité de l'Equipe SCAN PYRAMIDS est « en surface » et « vue de l'extérieur » par un Observateur, elle est basée sur la Géométrie héritée des Grecs ; alors que les Grande Pyramides ont été construites 2.000 ans avant son invention ! La vision du Constructeur est celle « de l'intérieur de la Pratique- Pensée Œuvrière » du mode opératoire qu'implique le « mouvement de la machine » d'HERODOTE que M. SERRES appelle « Logistique ou Algorisme » : il s'agit d'un changement complet de paradigme (de type copernicien).

12. La simulation infographique animée de l'emprunt en CAR. périphériques et d'accroissement PYRamidal au centre, par étapes successives doit venir couronner cette recherche Constructeur :

La Simulation cinématique de la construction de la Grande Pyramide de Khéops est engagée, elle réclame compétences, collaborations, moyens techniques, logistiques et financiers pour la mise au point, production et diffusion. Le système d'accroissement pyramidal développé à partir du texte d'Hérodote débouche sur le domaine de la Systémique et correspond parfaitement à la définition du « système auto-organisateur » de la Complexité d'E. MORIN¹⁶. Elle a pour but final la diffusion cinématographique d'un film Documentaire scientifique retraçant le cheminement de cette recherche avec en clôture cette Simulation numérique de la construction totale de la Grande Pyramide de Khéops.

En résumé : Là encore le chercheur est esseulé, dans l'ombre de sa recherche et exclu, dixit M. SERRES, quand les marchands du champ médiatique continuent à déverser leur savoir sans fondement ni vérification, ignorants qu'ils sont des domaines de la Construction, de la Géologie (genèse, structure et stratigraphie), de la Géologie de l'Ingénieur (réseaux de fracturation naturelle des roches), de la pétrographie, des modes opératoires d'extraction en carrière, etc. et même de l'Histoire des Sciences et des Techniques, parlant du plus gros (2.600.000 M³) et plus célèbre tas de pierre au Monde !

¹⁶ Edgar Nahoum, dit Edgar Morin (1921 – Paris) est un sociologue et philosophe français. Penseur de la complexité, il définit sa façon de penser comme «co-constructiviste » en précisant : «c'est-à-dire que je parle de la collaboration du monde extérieur et de notre esprit pour construire la réalité»

13. Mise au point de la « machine faite de courtes pièces de bois » d'Hérodote en collaboration avec l'Institut Supérieur de Recherche et de Formation des Métiers de la Pierre – ISRFMP / Rodez, de l'Association Ouvrière des Compagnons du Devoir et du Tour de France – AOCDTF / Paris.

Cette « machine que l'on déplace ou que l'on multiplie, pour citer les deux formules que rapporte la tradition » dicit Hérodote, doit répondre à un cahier des charges que l'on peut désormais définir dès lors que l'on a vérifié la validité du « système constructif des grandes pyramides » recherche de Constructeur engagée dès 1990 par le défi lancé : « Comment ferai-je ? »

Car en fait, comme il a été déjà dit, c'est le « mouvement-machine » qui crée l'Algorithme qui impose la Logistique du « Système Constructif des (grandes) Pyramides »

Cette mise au point de la « machine » se fera en 2019 à Rodez, puis dans une carrière à 30210 -Vers Pont du Gard, dirigée par un Compagnon accompli de l'ISRFMP / AOCDTF et les Elèves Taille de pierre de la Maison des Compagnons de Nîmes.

En résumé : Cette machine « chadouf » existait-elle à l'époque des Grandes Pyramides – la question se pose pour les Archéologues – Egyptologues – Pyramidologues qui n'osent pas trancher, et pour cause : ils ne savent pas comment et pourquoi elle pourrait servir sinon à tirer de l'eau du canal d'irrigation ; cependant l'exemple de l'enrochement du barrage Saad el Kafara sur le wadi Garawi (2.600 av. JC°, montré par J. KERISEL, nous apporte une réponse positive claire.

En conclusion :

Les grandes pyramides d'Égypte ont été construites à partir du centre de la base, par « accroissement pyramidal » (volumique) et leur construction s'inscrit dans le « continuum technique » des ouvrages tumulaires et de l'Art de bâtir. La compréhension du mode de construction n'est pas du domaine de la « géométrie » des formes élémentaires euclidiennes (vision externe des observateurs grecs et leurs héritiers) mais de celui de la « logistique ou algorithme » cumulatif (vision interne des Savoir-faire de la « pratique-pensée ouvrière » archaïque qui les a générées, propre aux Bâisseurs des Grandes pyramides d'Égypte.

Avec 2 600 000 m³ de blocs calcaire du Lutétien, la pyramide de Khéops ne relève pas de la production artisanale, ni même du projet architectural mais d'un « génie » (de *geneia* : formation – production), savoir-faire empirique, de logistique algorithmique et proto-industriel, dans la suite du « continuum technique » et phase ultime des ouvrages tumulaires issus du vernaculaire.

Ce mode « générique » a été oublié par manque de pratique, recouvert par les connaissances géométriques architecturales ultérieures. Cependant les prêtres égyptiens du temple de Ptah à Memphis en avaient gardé l'essentiel, 2000 ans après leur construction en rapportant à Hérodote un « système de gradins successifs » mis en place par une « machine faite de courtes pièces de bois - que l'on déplace ou que l'on multiplie ». Cette méthode constructive est appelée très justement « créneau formant escalier » dans le Dictionnaire de grec ancien A. Bailly (1901).

Les observations archéologiques *in situ* confirment cette thèse, les vérifications « scientifiques, techniques et opératoires » désormais abouties sont publiés.

Cette recherche constitue un changement complet de paradigme de type copernicien pour l'Égyptologie classique, et surtout pour les PYRAMIDOLOGUES renommés, pour la plupart « rampistes » désormais sans plus de voix au chapitre.

Il reste cependant à étudier et à définir « la machine » dont parle Hérodote dès lors que l'on sait le « mouvement – machine » qu'elle doit assumer, à savoir le déplacement « algorithmique » du bloc

moyen, condition nécessaire et suffisante pour réaliser la Grande Pyramide de Khéops et l'ensemble de ses dispositifs intérieurs (induit par le système). Et c'est bien sûr vers les Compagnons du Devoir que je vais chercher ces Savoir-faire « opératoires », la capacité de leur « pratique-pensée ouvrière » et la glorification du Travail.

Domage que René MOREL, Compagnon Tailleur de pierre, Maître d'Art, de l'Association Ouvrière des Compagnons du Devoir & du Tour de France – AOCDTF - décédé récemment - n'ait pas pu participer à cette phase finale, hommage à lui !

* * *