

VALIDATION STATISTIQUE ET METHODIQUE DES STRATÉGIES D'IMPLANTATION GÉOMETRIQUES ET MÉTROLOGIQUES DES PYRAMIDES DE BASSE-ÉGYPTE.

Quentin Leplat, décembre 2017

RESUME

Au vu du résultat des premières recherches égyptologiques menées au 19^{ème} siècle, plusieurs savants Français envisagèrent que les anciens Égyptiens avaient une connaissance précise de la taille de la Terre. Pour une raison obscure, les chercheurs qui suivirent mirent de côté cette idée, attribuant les constats de leurs prédécesseurs au hasard. Pourtant, les explications des métrologistes Jomard et Gosselin étaient solidement étayées par des faits indubitables, et leurs recherches sont encore en grande partie valides de nos jours.

Cette étude reprend des recherches menées en 2011 (Miroslav Verner) et 2015 (Howard Crowhurst) qui renforcent l'idée que les anciens Égyptiens possédaient des moyens de géolocalisation très précis, et qu'ils implantèrent leurs pyramides le long du Nil en suivant des principes géométriques et métrologiques très rigoureux. Nous montrerons que ces recherches sont valides d'un point de vue statistique, géodésique et métrologique, ce qui démontre que les anciens Égyptiens avaient effectivement une connaissance très précise de la taille de la Terre, et une capacité moderne d'implantation de leurs monuments les uns par rapport aux autres sur de très longues distances (plusieurs kilomètres, voire plusieurs dizaines de kilomètres).

MOTS-CLEFS : géographie – géométrie – arpentage – métrologie – Égypte – coudée royale – pyramide

DECOUVERTE DES PRINCIPES D'ARPENTAGE ET DES PRINCIPES GEOMETRIQUES DU PLATEAU DE GIZEH

Pendant les années 1880, Flinders Petrie, géomètre de son métier, parcourt l'Égypte avec du matériel de métrologie. Il va produire un plan très précis du plateau de Gizeh, et des mesures aussi précises des pyramides s'y trouvant¹. La précision de son travail de mesure est remarquable, et fut revérifiée par Cole en 1925 sur la pyramide de Khéops. Les plans de Petrie sont à ce titre largement acceptés par la communauté scientifique.

John Legon étudia à partir de ces plans la possible géométrie qui servit à implanter les pyramides les unes par rapport aux autres. Il démontra dans ses publications que l'usage du module carré fut employé pour disposer les pyramides les unes par rapport aux autres. L'abattement de la diagonale d'un carré de 1000 coudées royales servit selon lui à déterminer la largeur d'Est en Ouest du plateau de Gizeh. Puis, l'abattement de cette nouvelle diagonale explique ainsi la longueur Nord-Sud qui englobe les trois pyramides (figure 1) :

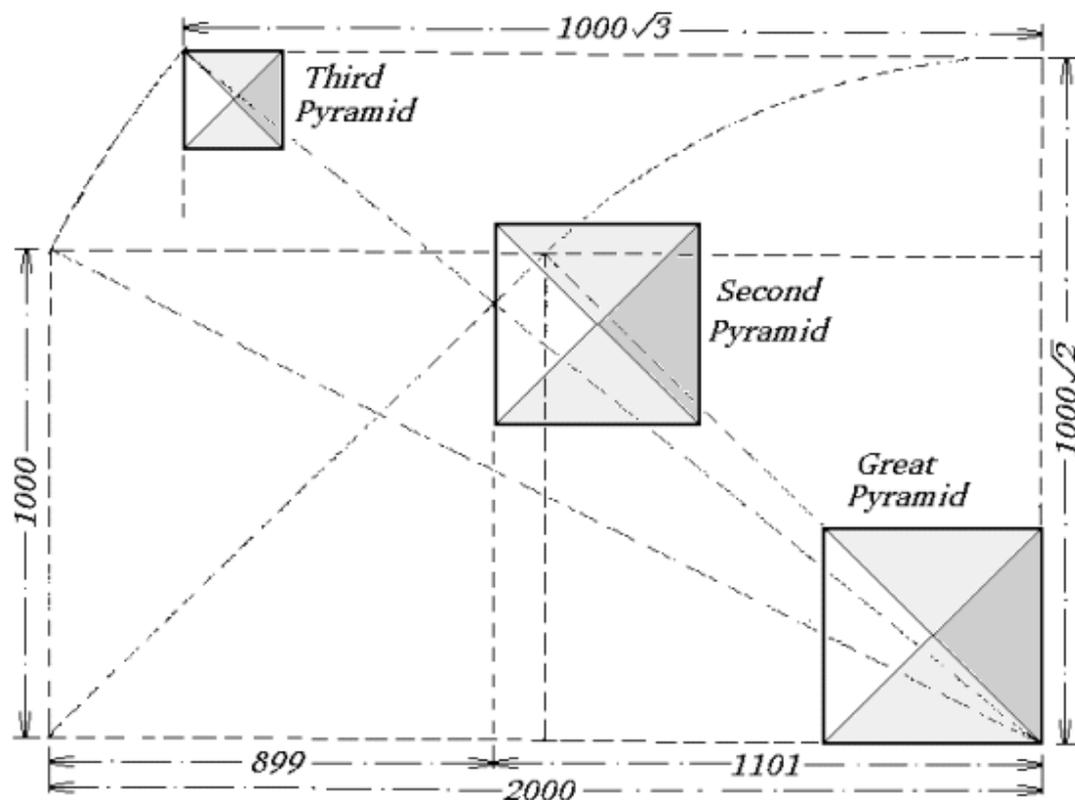


Fig. 3 The Geometry of the Giza Site Plan. Dimensions in Cubits

Figure 1

John Legon va mettre en évidence l'usage de plusieurs systèmes modulaires carrés dans l'implantation horizontale mais aussi verticale de la grande pyramide de Khéops, entre autres². Deux modules carrés de 130,94 et de 523,75 mètres ont servi à l'implantation au sol.

On sait que les Égyptiens utilisaient la méthode des carrés dans leur métrologie, notamment avec la coudée « remen » qui est le côté d'un carré de diagonale 1 coudée royale³. Le métrologiste historique Jean Claude Choquet rappelle que la coudée ou double coudée remen est utilisée en Égypte ancienne pour l'arpentage des champs.⁴

L'usage de ces modules d'arpentage carrés sur près de 1000 mètres sur le territoire égyptien révèle une maîtrise de la mesure en adéquation avec la précision de construction des pyramides du plateau de Gizeh. Se peut-il que l'usage de ces méthodes d'occupation de l'espace suivant des modules carrés dépasse le cadre de quelques centaines de mètres ? Les Égyptiens étaient-ils en mesure de positionner leurs monuments avec précision sur de plus longues distances ? C'est une question que se posent les Égyptologues à l'heure actuelle. Franck Monnier illustre cet intérêt en citant l'exemple des travaux de Verner Miroslav à propos de la relation entre Héliopolis et Gizeh⁵.

DECOUVERTE DE LA RELATION GEOMETRIQUE DU PLATEAU DE GIZEH AVEC LE SITE D'HELIOPOLIS

En 2011, Verner Miroslav publia une étude scientifique dans une revue égyptologique⁶. Il vérifia les travaux de Hans Goedike⁷ qui suggèrent que les deux pyramides de Khephren et Khéops sont implantées sur le plateau en fonction de la position de l'obélisque d'Héliopolis, en référence à un culte solaire grandissant (le culte de l'astre du jour, appelé Râ en Égypte, se répandit partout dans l'Antiquité, de la vallée du Nil au pourtour méditerranéen, en passant par le Proche-Orient, l'Asie Mineure et la Mésopotamie).

Chacun des coins Sud-Est représente aussi les deux points d'une ligne orientée à $44,61^\circ$ qui se prolonge jusqu'à l'obélisque d'Héliopolis avec une précision exceptionnelle, puisque sur plus de 24 kilomètres la déviation est inférieure à 1 mètre (figure 2).

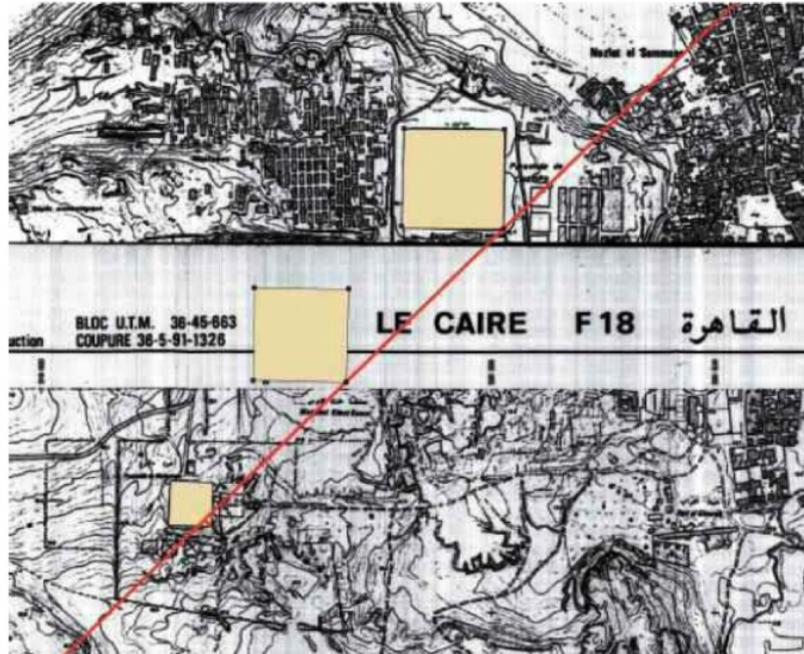


Fig. 3: Line linking south-east corners of the Giza pyramids with Heliopolis. The measuring is based on the 1 : 5000 maps (Giza). For measurements based on Google Earth see Plate 8

The orientation of the Abusir pyramids

Figure 2

Miroslav Verner a constaté la même relation liant 3 pyramides à Abusir, avec une précision moindre en raison de l'état des pyramides qui rendait les mesures délicates. Le fait que les pyramides d'Abousir aient subi des agrandissements peut nous inciter à invalider cette hypothèse, mais cela peut tout aussi bien être le fruit d'une intention que d'accroître la taille des monuments afin de répondre à ce principe. À défaut de posséder des relevés précis qui trancheraient la question, il nous faudrait savoir si ces deux principes d'orientation aux coins permettent de dégager une autre géométrie. Par exemple, l'angle formé par ces deux lignes est de $23,20^\circ \pm 0,05$. Cet angle serait celui d'un système modulaire de 3 par 7, mais c'est aussi l'axe d'inclinaison moyen de la Terre sur un très long cycle astronomique. Il s'agit d'une piste que nous pourrions creuser, plutôt que de botter en touche lorsque nous nous trouvons face à ce genre d'observations.

Cette découverte d'une implantation des grandes pyramides en fonction de l'obélisque d'Héliopolis est renforcée par les découvertes de Howard Crowhurst, qui en 2015 publia dans deux conférences le résultat de ses recherches sur les principes géométriques employés en Égypte⁸⁹. Il démontre que depuis

l'Obélisque d'Héliopolis, un angle à $45,00^\circ$ emprunte une des diagonales de la grande pyramide avec une précision de l'ordre de $1/100$ de degré sur près de 24 kilomètres. Ce dernier montre aussi que depuis la pyramide Rhomboïdale, il est possible de tracer une ligne orientée à $14,04^\circ$ par rapport à l'axe Sud-Nord jusqu'à cet obélisque (figure 3). Cette nouvelle relation géométrique simple du quadruple carré, que nous observons aussi sur les chaussées processionnaires des pyramides de Khephren et Khéops, montre sans ambiguïté l'importance de ce monument majeur qu'est l'obélisque.

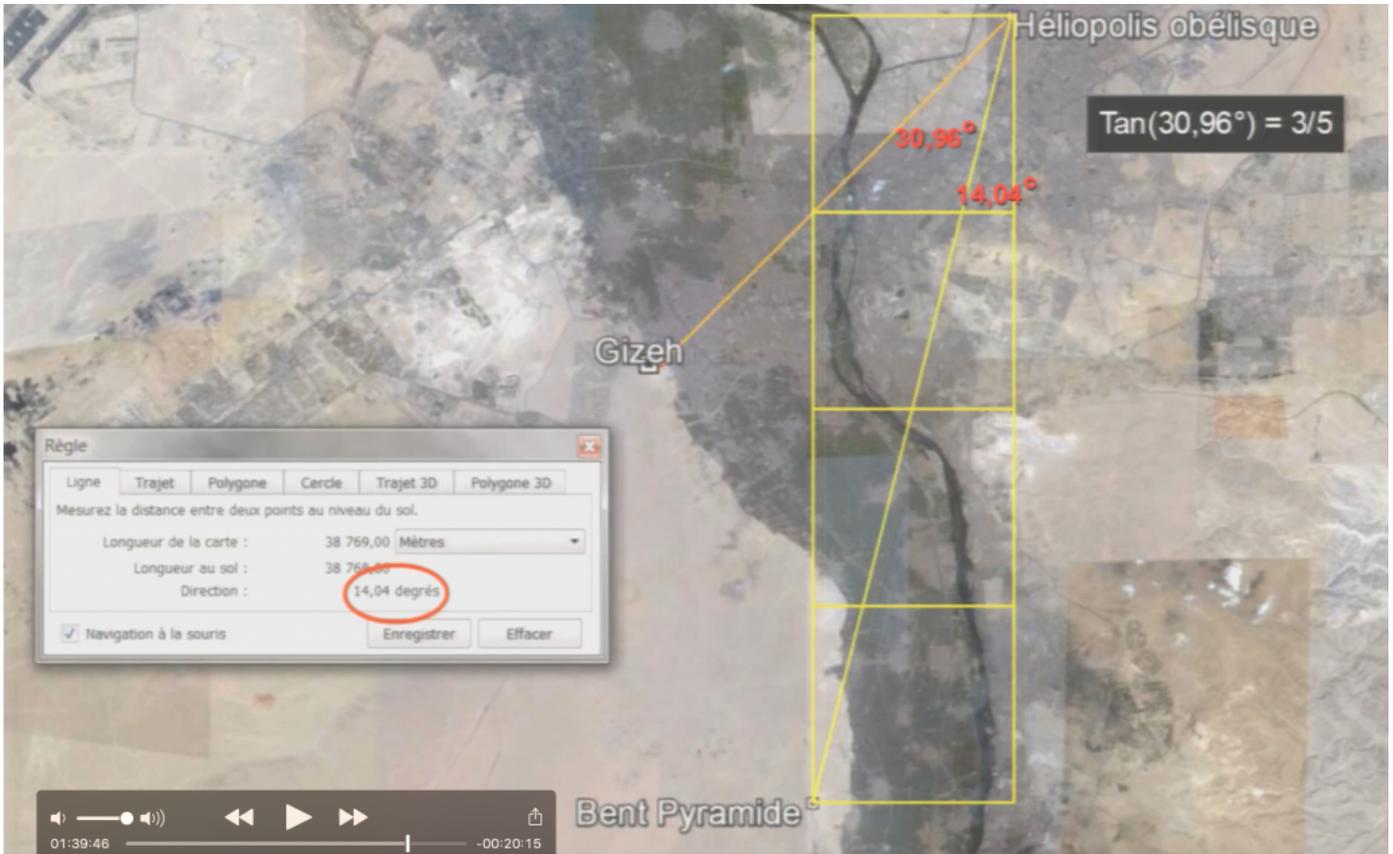


Figure 3 : extrait de la conférence « Carnac et le plan des pyramides » Juin 2015.

Il est possible de donner un poids considérable à ces découvertes de Howard Crowhurst. Par exemple, en montrant que la mesure employée pour élaborer la géométrie entre Khéops, Héliopolis et la pyramide Rhomboïdale, est la coudée royale. Et c'est le cas, avec une grande subtilité d'ailleurs. La Terre étant sphérique, la projection parfaite des angles et des distances peut être parfaite au niveau de l'angle de la diagonale et d'un côté du rectangle. Le second côté ne peut pas coïncider exactement du fait de la forme sphérique de la Terre. Il convient donc de faire un choix. La distance entre l'obélisque d'Héliopolis et le centre de la grande pyramide est de 23590 mètres, soit 45053 coudées royales. Il y a une subtilité intéressante que Howard Crowhurst a signalée, c'est que l'angle formé par les diagonales du carré et du quadruple carré est un angle de $30,96^\circ$, soit la diagonale d'un rectangle de 3 par 5 (figure 3).

Et c'est justement là que se trouve un élément révélateur de l'intention des bâtisseurs, qui semble-t-il s'exprime à travers cette géométrie. En effet, la distance de 23590 mètres entre Héliopolis et Khéops est le côté 5 de notre figure géométrique. Or, si l'on mesure avec Google Earth la distance du côté 3, l'on découvre qu'elle est de 14137m au lieu de 14154 attendus sur une surface plane (figure 4 et 5).

$$\frac{14137}{0,5236} = 27000 \text{ coudées à } 99,9985\% \text{ de précision.}$$

Afin d'adapter la forme géométrique théorique sur une sphère, les bâtisseurs ont dû adapter la distance Héliopolis jusqu'à Khéops.

C'est donc la distance du **coté 3 du rectangle qui mesure exactement 14137 mètres, soit 27000 coudées royales** avec un niveau de précision exceptionnel.

L'angle entre la pyramide Rhomboïdale est de $19,97^{(1)}$, soit la diagonale d'un système modulaire de 10 par 29. Chaque module mesure 722,5 m. Mais ce qui est particulièrement intéressant, c'est que la mesure du coté nord sud de 29 unités est de 40 000 coudées royales.

Enfin, le rapport entre les modules de 722,5 et le module unitaire du quadruple carré est un rapport de 1 à 13, avec une précision de 99,9%.

Les distances viennent ici confirmer une géométrie planifiée.

(1) : déjà démontré par Howard Crowhurst

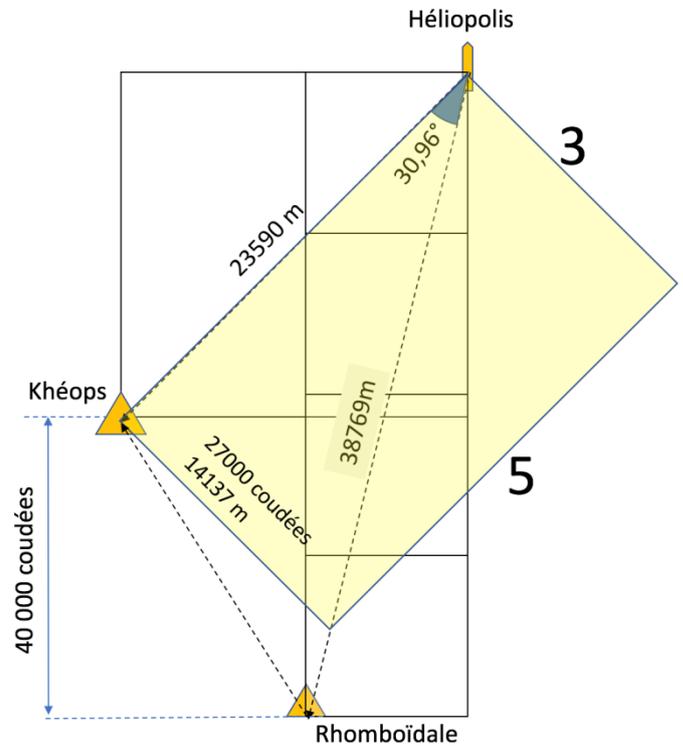
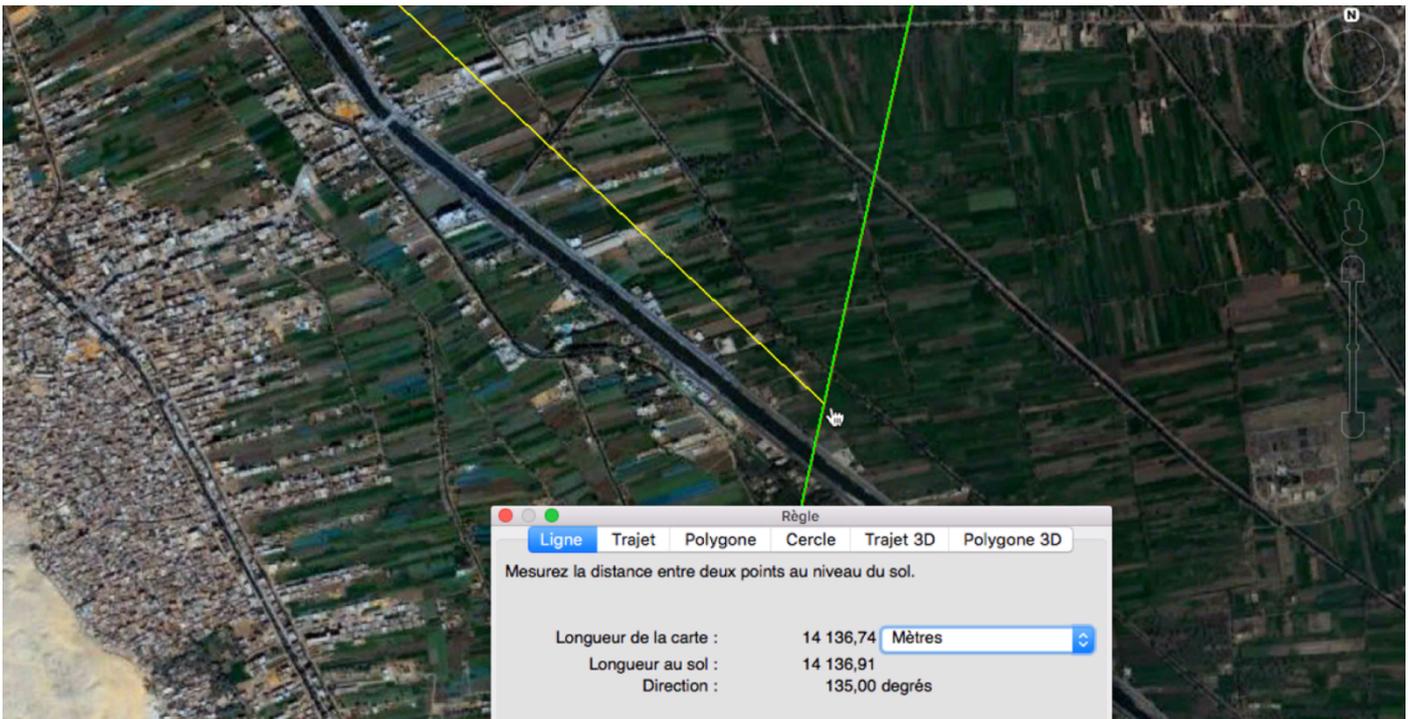


Figure 4



En théorie nous devrions avoir 14154 m sur le coté 3. Mais le coté 3 mesure 14137 m du fait de la forme sphérique de la terre. Mais du fait qu'il n'est pas possible de disposer d'une géométrie où les angles et distances sont identiques à une géométrie plane, il est normal que l'un des deux coté du rectangle présente une mesure plus longue.

Mais la mesure de 14137 m c'est $523,6 \times 27 \pm 0,0004$.

Ce qui veut dire que la valeur unitaire de notre rectangle de 3 sur 5 est de $27/3 = 9 \times 523,6$, soit 4712,4 m

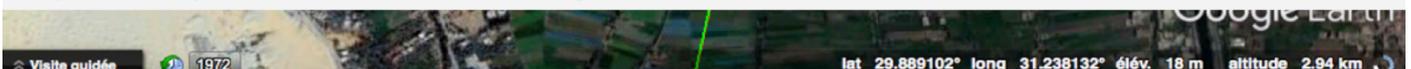


Figure 5

Ces relations géographiques conjointes découvertes par Verner Miroslav et Howard Crowhurst nous poussent à intégrer obligatoirement l'obélisque d'Héliopolis dans l'étude du plan d'implantation des

pyramides par rapport à un point de repère clairement défini par ce même monument. Héliopolis étant aussi la plus vaste enceinte culturelle d'Égypte avec près d'un kilomètre de longueur sur une largeur de plus de 500 mètres. On sait enfin que l'origine d'Héliopolis est antérieure à l'érection des Pyramides du plateau de Gizeh.

Ces observations de l'usage de modules carrés dans l'architecture égyptienne, démontrées par John Legon, peuvent donc être étendues sur des surfaces bien plus grandes.

Nous avons posé la question Miroslav Verner, en lui présentant les faits nouveaux produits par Howard Crowhurst et moi-même... voici sa réponse :

Dear Mr. Leplat, thank you so much for your letter and data concerning the relation between the temple in Heliopolis and the pyramids of Khufu and Khafre in Giza. This relation, examined by some other scholars (e. g. Goedicke) has important geodetical and religious connotations. Unfortunately, we are badly missing a systematic archaeological exploration of Heliopolis. Thank you once more for data.

« Cette relation, examinée par H Goedicke a d'importantes connotations géodésiques et religieuses. » Miroslav Verner déplore le manque de recherches archéologiques sur le site d'Héliopolis. Car en effet, nous pourrions découvrir des relations géodésiques nouvelles en localisant l'emplacement des anciens obélisques qui furent pillés pour orner les grandes capitales européennes, comme Rome par exemple.

Nous avons présenté ces faits à Franck Monnier, Egyptologue Français, très investi. Ce dernier ne parvient pas pour le moment à voir l'importance de ces découvertes et ne voit aucune relation sérieuse, et n'a plus répondu aux dernières informations pourtant évidentes que nous lui avons présenté. Ce qui est regrettable, la science sans discussion, perd de sa pertinence.

LES PRINCIPES OBSERVABLES DE L'ARCHITECTURE MONUMENTALE EGYPTIENNE, ET NOTAMMENT DES PYRAMIDES

En 2007, Howard Crowhurst publie *Principes de la première architecture monumentale*. Il fait part de ses découvertes quant à l'implantation étonnante des alignements mégalithiques de Carnac. Son travail très rigoureux, soutenu par des cartes d'une extrême précision et des relevés de terrain réalisés grâce à un théodolite et l'aide précieuse de Google Earth, lui a permis de mettre en évidence des principes qu'il a appelés « astro-géométrie ». Nous ne pouvons développer l'étendue de ses découvertes ici, mais nous pouvons simplement expliquer que les monuments mégalithiques, derrière leur apparence grossière (ou « brute ») furent implantés grâce à l'usage de systèmes modulaires carrés simples, et en relation avec les solstices, équinoxes, et levés de lune mineure et majeure, phénomènes astronomiques accompagnant les saisons et rythmant les années. Ainsi, le quadrilatère de Crucuno, est un rectangle de proportion 3 par 4 rigoureusement orienté sur les axes cardinaux. À cette latitude, le soleil vient se lever et se coucher successivement dans chacune des diagonales lors des solstices d'hiver et d'été¹⁰. Cette découverte majeure, publiée par le professeur Alexander Thom¹¹, cité entre autres par Clives et Ruggles¹², est fondamentale pour appréhender les principes de l'implantation des pyramides que nous allons aborder.

C'est grâce à l'ensemble des recherches menées par John Legon sur la géométrie du plateau de Gizeh et par Howard Crowhurst sur la capitale mondiale des mégalithes et les pyramides, que nous allons pouvoir énoncer des principes de l'architecture modulaire simple, dont nous allons tester l'existence en Égypte sur des distances importantes entre les différentes pyramides de Basse-Égypte.

DEFINITION DES PRINCIPES DE L'ARCHITECTURE EGYPTIENNE A TESTER

Il convient maintenant de définir des critères géométriques que nous allons tester statistiquement pour voir si les grandes pyramides répondent d'une stratégie d'implantation précise. L'objectif est de valider ces observations avec un test de probabilités permettant d'offrir des garanties solides aux égyptologues qui souhaitent approfondir cette connaissance.

La figure de base est le carré. Et les autres figures simples qui suivent sont les doubles carrés, le triple carré... jusqu'à un système de 10 carrés que constitue la base 10 (Figure 6). Ces 10 figures géométriques, orientées sur les axes cardinaux, constituent donc 10 angles simples que nous testerons en premier.

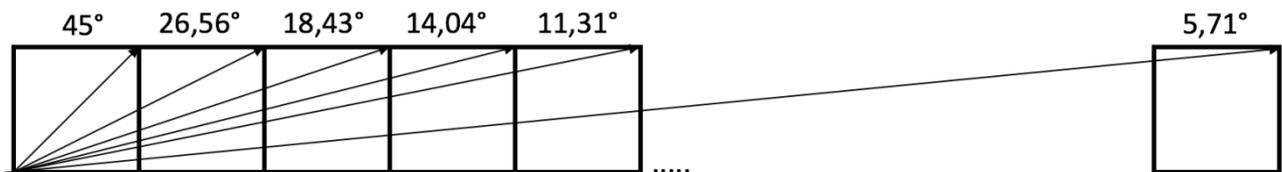


Figure 6

Soit 10 angles, avec comme points de départ les axes cardinaux, pour voir si les pyramides sont implantées entre elles en suivant ces principes.

Carré	Bi carrés	Tri carrés	4 carrés	5 carrés	6 carrés	7 carrés	8 carrés	9 carrés	10 carrés
45°	26,56°	18,43	14,04°	11,31°	9,46°	8,13°	7,12°	6,46°	5,71°

Les principes que nous avons énoncés ici sont simples, cohérents et observables sur le plateau de Gizeh (voir Legon et Crowhurst), les rendant complètement légitimes pour tester l'hypothèse d'une implantation reposant sur ces principes géométriques d'arpentage du territoire. Ainsi, il n'est pas possible de prétendre que nous aurions choisi délibérément des angles susceptibles de valider notre hypothèse.

EXPLORATION DES PRINCIPES DE L'ARCHITECTURE EGYPTIENNE A GRANDE ECHELLE SUR LE TERRITOIRE DE LA BASSE-ÉGYPT

Nous allons effectuer un test statistique à partir d'un outil qui calcule la totalité des angles d'azimut entre toutes les pyramides intégrées au test. Cet outil est téléchargeable¹ avec sa notice². Les angles calculés sont identiques à ce que l'on trouve avec Google Earth ou l'application [Archéssoft](#). Notre outil calcule la probabilité que les pyramides soient implantées en suivant les principes de la première architecture monumentale, que nous avons énoncés précédemment. Le détail du calcul est publié sur la notice citée en bas de page.

Sélection des pyramides

La Basse-Égypte, région accueillant la plus grande concentration de pyramides, compte plusieurs dizaines de ces monuments (figure 7). Certains d'entre eux ne peuvent pas être intégrés dans l'étude, car il est impossible de les localiser avec suffisamment de précision à l'heure actuelle.

¹<http://messagedelanuitdestemps.org/wp-content/uploads/2017/10/analyse-angles-2.0.ods>

²<http://messagedelanuitdestemps.org/wp-content/uploads/2017/03/megalithes-et-loi-binomiale-v2.0.pdf>



Figure 7

La recherche des coordonnées GPS se fera avec Google Earth. Pour cela, nous traçons des polygones autour des pyramides et relevons les coordonnées des croisements des diagonales (voir exemple ci-contre). Cette méthode permet d'obtenir une précision de l'ordre de quelques mètres, suffisante pour la mesure des angles sur des distances de plusieurs kilomètres.

Ce qui est important pour notre étude, ce n'est pas d'avoir une précision en valeur absolue des coordonnées GPS des pyramides, mais d'avoir une précision relative de quelques mètres tout au plus sur les coordonnées GPS. Il convient de travailler avec les orthophotos d'une même période.



Nous avons relevé ainsi les coordonnées de 30 pyramides, ainsi que l'obélisque d'Héliopolis qui, comme nous l'avons montré, ne saurait être écarté de cette étude, étant un point de repère majeur (voir en annexe 1).

Il nous semble en revanche difficile d'intégrer tous ces monuments. Pour certains, il sera très dur de déterminer avec assez de fiabilité le centre. Par exemple, la pyramide Noire est presque entièrement effondrée. Et puis, nous nous heurtons à un autre problème qui est la trop grande proximité des monuments entre eux pour que les mesures d'azimut entre les monuments soient suffisamment précises. C'est le cas de toutes les pyramides « satellites », par exemple, sur le plateau de Gizeh (figure 8) pour

lesquelles une erreur de 1 cm aboutirait à une erreur de $0,016^\circ$ sur l'angle calculé entre ces 3 monuments... même chose pour toutes les pyramides se trouvant à quelques centaines de mètres les unes des autres.



Figure 8

L'on sait, grâce aux travaux de Petrie et Legon, que les architectes égyptiens utilisaient des principes modulaires simples pour organiser l'espace dans lequel ils implantaient leurs monuments. Ces faits ne sont vérifiables qu'à partir de relevés de géomètres réalisés sur le terrain. **Par contre, l'idée selon laquelle tous ces grands complexes seraient liés par des principes géométriques de même nature est celle que nous allons tester.**

La principale difficulté, c'est donc d'obtenir les coordonnées du centre des pyramides avec assez de précision pour que les mesures d'angles soient fiables. Par exemple, une erreur de 1 mètre sur la position de ces monuments, se traduirait par un décalage de $0,08^\circ$ sur un carré de diagonale 1000 mètres. Or la précision que nous voulons tester est de $0,025^\circ$ à $0,07^\circ$. Cette marge d'erreur correspond à la précision observée quant à l'orientation des pyramides par rapport aux axes cardinaux. De fait, nous allons tester un échantillon représentatif des monuments majeurs de Basse-Égypte qui sont distants d'au moins 2 kilomètres, pour absorber les erreurs de localisation dans la marge d'erreur de l'azimut testé. Une telle distance nous permet une erreur minimum de ± 2 mètres sur la position du centre des pyramides. Et sur les distances plus grandes, nous sommes ainsi assurés de ne pas faire d'erreurs de localisation qui pourraient impacter la pertinence de notre étude.

Échantillon représentatif

Les critères de notre échantillon ne peuvent pas être aléatoires en raison des pyramides qui sont difficiles à localiser avec précision (petites ou en mauvais état) mais aussi en raison de la proximité des monuments les uns par rapport aux autres. Nous devons sélectionner une dizaine de monuments majeurs sur la trentaine présente en Basse-Égypte.

Les critères sont :

- **Localisation** : Basse-Égypte, entre Héliopolis et Meidum. Découpage de la zone en 9 secteurs.
- **Type de Monuments** : pyramides, obélisques, Mastaba, faisant partie d'un complexe funéraire ou culturel.
- **Distance** : les monuments de l'étude devront être distants d'un minimum de deux kilomètres.
- **Monuments** : le plus important (en taille) ou le plus symbolique de chacune des zones.

Nous allons donc retenir des monuments majeurs et représentatifs de chacun des 9 secteurs géographiques, qui correspondent aussi à des zones de complexes de plusieurs pyramides. Un tel complexe est généralement composé d'une grande pyramide, et d'autres plus petites qui viennent compléter le site, qu'on appelle « satellites ».

Cette méthode permet d'accroître la précision des mesures d'azimut entre les monuments, car les distances testées sont alors beaucoup plus longues, pouvant atteindre 70 kilomètres. Nous pouvons ainsi être certains de la précision de nos mesures, car une erreur de 5 mètres sur le centre de la pyramide n'aura, sur un angle à 45°, qu'une incidence de 0,04° sur une distance de 10 kilomètres.

Nous ne retiendrons enfin pour ce test que la plus grande pyramide de chacune de ces 8 zones, ainsi que l'obélisque d'Héliopolis, soit 9 monuments majeurs de la Basse-Égypte qui constituent un échantillon représentatif de l'architecture pyramidale de l'ancien royaume de Kemet.

- Pyramide de Khéops,
- Pyramide de Djédéfré,
- Pyramide Rouge à Dahchour,
- Pyramide Rhomboïdale,
- Pyramide de Meidum,
- Pyramide d'El Faraoun (le plus grand mastaba du complexe, appelé aussi Mastaba Chepseskaf)
- Pyramide Néférirkaré à Abusir,
- Pyramide à degrés de Saqqarah,
- Obélisque d'Héliopolis.



Nous avons intégré le mastaba El Faraoun³, car ce dernier se trouve être le plus grand monument d'un complexe funéraire. Ce complexe adopte le schéma classique des complexes mis au point pour les souverains de la 4^{ème} dynastie, avec un temple de la vallée, et une chaussée montante le reliant à un temple funéraire inclus dans le péribole qui entoure le tombeau royal.

La concordance des époques de construction n'est pas un critère pour intégrer des monuments. Car même si certains sont construits plusieurs siècles avant ou après, cela n'empêche en rien de définir une organisation géométrique en fonction de l'existant. La constance de la civilisation égyptienne (seule civilisation attestée dans l'Histoire à avoir su s'épanouir pendant 3 millénaires) est suffisamment grande pour que des règles d'organisation des monuments entre eux se soient perpétuées durant des siècles, grâce à l'écriture hiéroglyphique notamment, vectrice des sciences et des connaissances sacrées.

Tests statistiques

³Ce Mastaba a aussi une caractéristique intéressante, car il est de proportion 3 par 4 (74,5 m par 99,6m).

Nous allons donc tester avec différent niveau de précision l'emploi des principes géométriques, tout en effectuant des tests aléatoires.

Test :

- 9 monuments majeurs, représentatifs de l'architecture monumentale de Basse-Égypte (voir tableau 2).
- 11 angles simples allant de 0° à $45,00^\circ$ et formant les diagonales de systèmes modulaires carrés placés sur les axes cardinaux tels qu'énoncés dans les principes à tester (voir tableau 3).
- Avec une précision de $0,025^\circ$ à $0,07^\circ$.

Lieu	Coordonnées sphériques				
	Latitude ($^\circ$)		Longitude ($^\circ$)		Altitude (m)
Khéops	29,979138	N	31,134214	E	60
Rhomboïdale	29,790245	N	31,209417	E	79
Rouge	29,808539	N	31,206233	E	84
Saqqarah	29,871213	N	31,216549	E	74
Héliopolis	30,129338	N	31,307487	E	14
Djédegré	30,032145	N	31,074923	E	156
Meidum	29,388367	N	31,15714	E	52
Néférirkaré	29,894971	N	31,202351	E	49
Saqqarah Mastaba	29,838917	N	31,215238	E	51

Tableau 2 : coordonnées des monuments de l'échantillon représentatif

Carré	Bi carrés	Tri carrés	4 carrés	5 carrés	6 carrés	7 carrés	8 carrés	9 carrés	10 carrés	Axe cardinal
45°	$26,56^\circ$	18,43	$14,04^\circ$	$11,31^\circ$	$9,46^\circ$	$8,13^\circ$	$7,12^\circ$	$6,46^\circ$	$5,71^\circ$	0°

Tableau 3 : angles testés

Test aléatoire

Nous avons développé un outil de calcul de probabilité (lien de l'application et de la notice en page 5). Ce type de calcul étant très compliqué à mettre en œuvre, nous avons constaté qu'il pouvait ne pas être fiable selon la forme géométrique de la zone concernée par l'étude. Par exemple, si les monuments que nous évaluons se trouvent dans un long couloir de 24 par 83 kilomètres, comme c'est le cas dans notre étude (figure 9), il est normal de trouver plus facilement des angles entre 0 et 16,13° car il s'agit justement de la diagonale de notre zone géographique. Alors que si notre zone est un carré, il y a aura plus d'angle autour de 45°. Or 8 des angles que nous testons sont inférieurs à 16°. De fait, le calcul statistique brut dans une zone parfaitement carré ou circulaire et avec des monuments bien répartis dans la zone, ne fonctionnera plus avec la même fiabilité pour notre cas d'étude.

Pour adapter la « valeur seuil » d'un test significatif, nous avons testé notre outil avec plusieurs centaines de simulations aléatoires pour des monuments placés dans le même secteur géographique de 24 par 83 kilomètres.

Le premier graphique ci-dessous illustre la répartition des tests aléatoires. Il y a 2 chances sur 100 d'obtenir 8 ou 9 angles bruts remarquables avec une précision de 0,05. Les angles bruts sont mesurés dans les deux sens. Ce n'est pas le nombre d'angles intégrés dans le calcul. Nous voulons tenir compte du fait qu'on ne retrouve pas forcément le même angle dans un sens et dans l'autre si la distance est grande. Ce phénomène est lié à la forme sphérique de la Terre, qui déforme les angles selon que l'on mesure un azimuth d'un point A ou d'un point B. Par exemple l'angle Khéops / Héliopolis est de 45,00° dans un sens, et 44,92° dans l'autre sens.



Figure 9

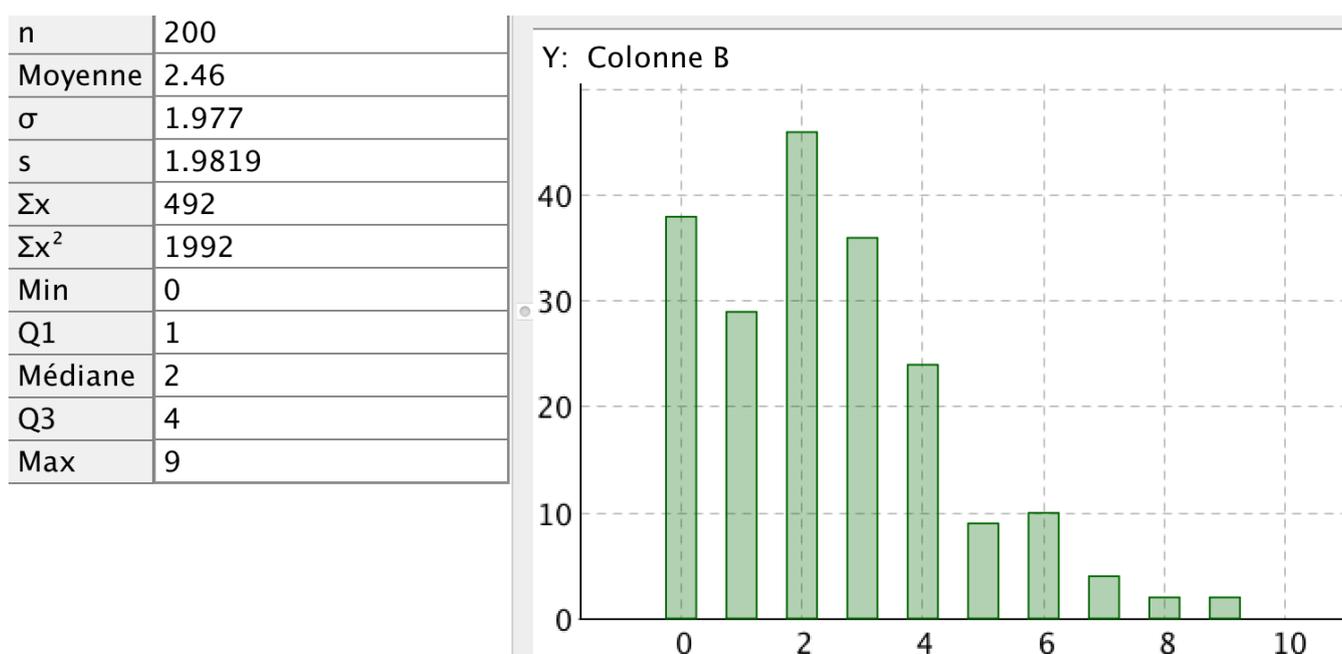
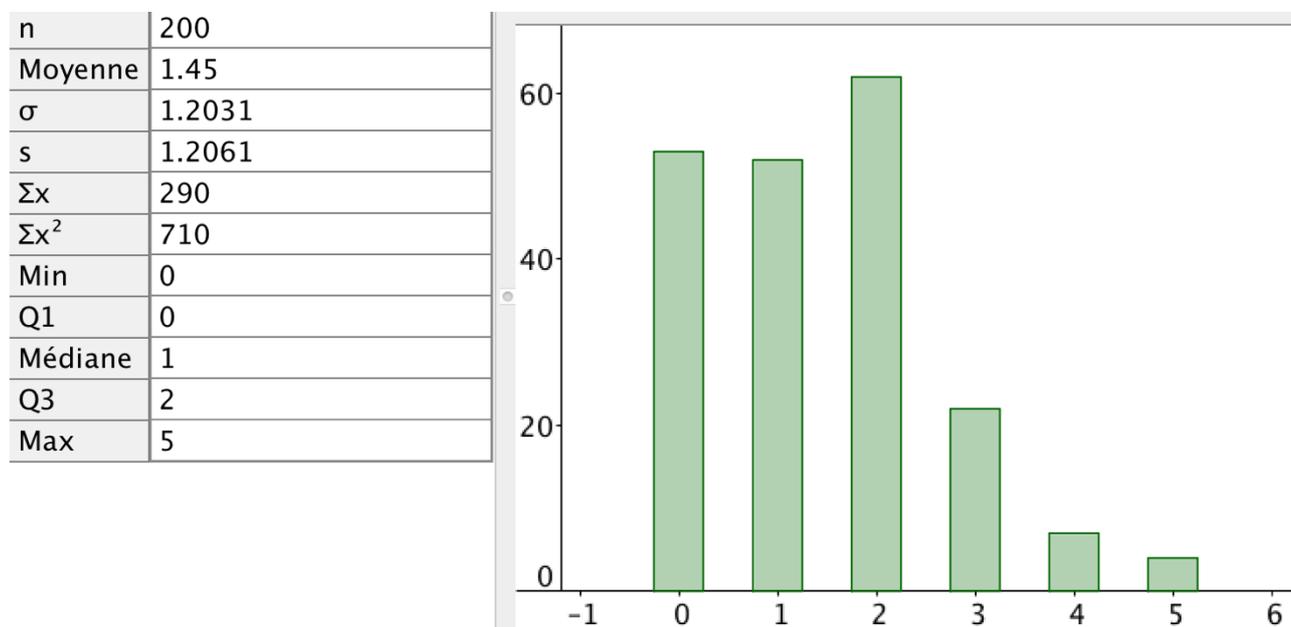


Figure 10 : Graphique angles bruts aléatoire

Le second graphique illustre quant à lui le nombre d'angles pour le calcul.⁴ Il y a 2 % de chance d'observer 5 angles. Sur les 200 essais effectués, nous n'avons pas pu obtenir 6 angles. Ce test nous permet de déterminer le seuil, pour que le test soit significatif.

P sera significatif s'il est > 5 , soit $P < 0,02$ c'est-à-dire au minimum 1 chance sur 50.

P sera très significatif s'il est ≥ 6 , soit $P \leq 0,005$, c'est-à-dire au minimum de 1 chance sur 200.



TEST REEL DE NOTRE ECHANTILLON

Nous allons tester différents niveaux de précision allant de $0,07^\circ$ à $0,025^\circ$ pour notre échantillon représentatif.

Précision de l'azimut	$0,07^\circ$	$0,05^\circ$	$0,025^\circ$
Angles bruts	12	10	6
Angles retenus	7	7	5
Probabilité	$< 0,02$	$< 0,005$	$< 0,0005$

Les 3 tests à différents degrés de précision révèlent des valeurs significatives. Il est improbable que ces grands édifices majeurs et si représentatifs de la Basse-Égypte aient été disposés ainsi par hasard. Une étude des distances de ces relations géométriques va nous permettre de vérifier encore la cohérence et l'intention des bâtisseurs de ces monuments.

Mais avant cela, observons les angles d'azimut qui ont été mis en évidence par notre test statistique.

- Héliopolis – Khéops : diagonale d'un carré, $45,00^\circ$ sur 23589 ± 2 m
- Héliopolis – Rhomboïdale : diagonale d'un quadruple carré, $14,04^\circ$ sur 38769 ± 2 m
- Pyramide Rouge – pyramide à degrés de Saqqarah : diagonale d'un septuple carré, $8,12^\circ \pm 0,01$, sur une distance de 7018 m.

Ces trois relations avaient été découverte en 2015 par Howard Crowhurst.

⁴ Se référer à la notice pour découvrir comment nous avons traité les doublets.

- Mastaba El Faraoun – Khéops : diagonale d'un double carré, $26,56^\circ \pm 0,02$ sur $17405 \text{ m} \pm 2$
- Pyramide de Djédéfré – Pyramide de Meidum, diagonale d'un système de 9 carrés, $6,34^\circ$, sur une distance record de $71804 \text{ m} \pm 4$.
- Pyramide de Meidum – Mastaba El Faraoun, diagonale d'un système de 9 carrés, $6,34^\circ \pm 0,04$, sur une distance de $6338 \text{ m} \pm 2$
- Mastaba El Faraoun – Néférirkaré, diagonale d'un système d'un quintuple carré, $11,31^\circ \pm 0,02$, sur une distance de $50258 \text{ m} \pm 4$

Soit 7 relations géométriques en tout, qui concernent l'ensemble des 9 monuments représentatif de la basse Egypte.

ÉTUDE METHODIQUE DES DISTANCES ET UNITES DE MESURES EMPLOYEES POUR L'ARPENTAGE A GRANDE ECHELLE.

Afin de confirmer la démonstration d'une intention d'organisation de l'espace, il convient de se pencher sur les mesures de distances et les mesures des formes géométriques constatées.

On remarquera d'emblée que certaines de ces distances se révèlent être des multiples entiers du module de $370,3 \text{ m} \pm 0,1$ ou $523,6 \text{ m} \pm 0,1$ que nous avons mis en évidence dans la relation découverte par Hans Goedicke et vérifiée par Verner Miroslav (figure 11).

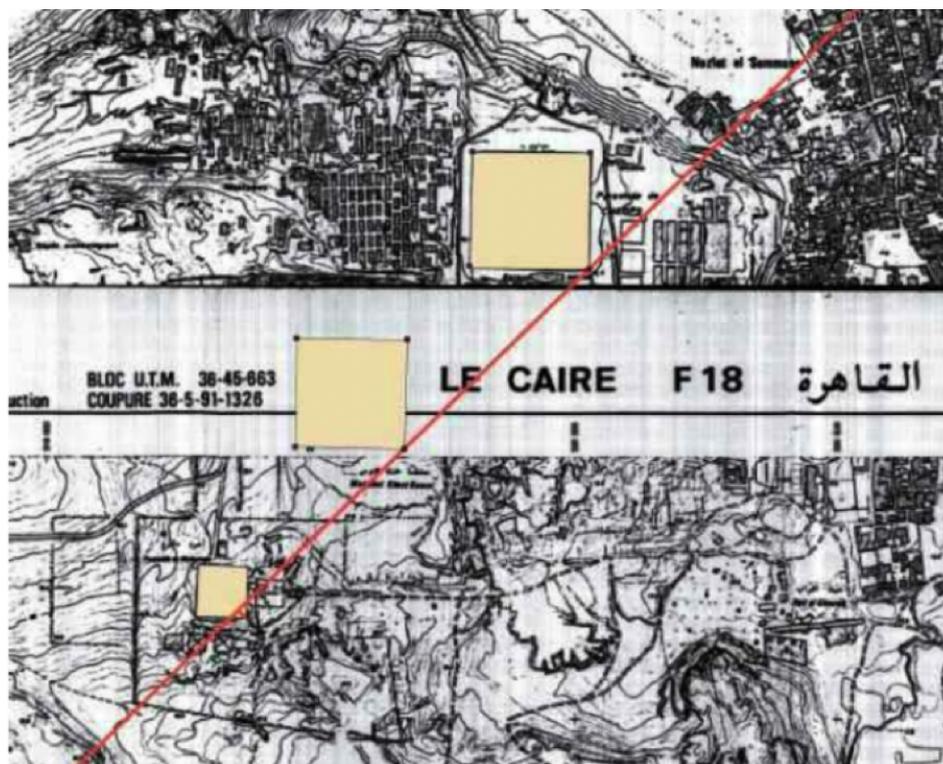


Figure 11 : distance de l'Obélisque jusqu'au coin de Khephren : $24072 \text{ m} / 370,3 = 65,0067$

- $17405 \text{ m} / 370,3 = 47,0024$, soit 47 modules à 99,995% de précision.
- $71804 \text{ m} / 370,3 = 193,907$, soit 194 modules à 99,95% de précision.
- $50258 \text{ m} / 523,6 = 95,988$, soit 96 modules à 99,984% de précision.

On constate que 3 distances sur les 7 relevées sont des multiples du module d'arpentage utilisé avec une coudée royale et la coudée remen (figure 12).

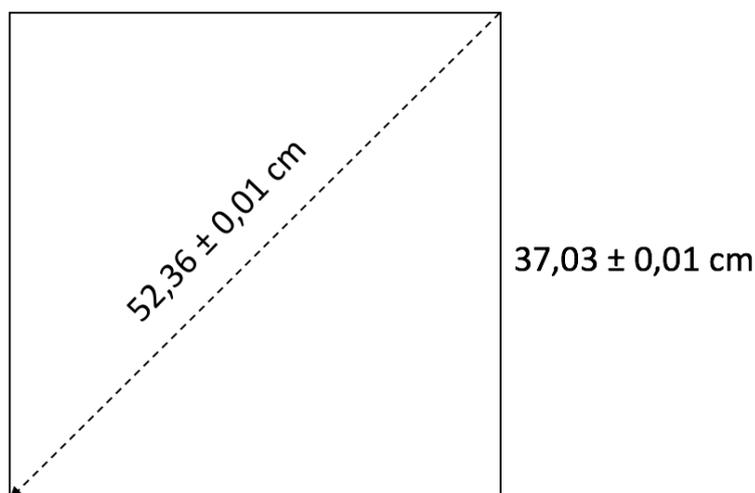


Figure 12 : relation entre la coudée royale et la coudée remen.

Toutefois, en étudiant un peu plus la mesure de la distance qui sépare l'obélisque d'Héliopolis de la pyramide Rhomboïdale, on constate que la distance 38769 m est une mesure combinée.

$$\frac{38769}{370,3} = 104,696 \text{ m}$$

$$\frac{104,696}{2} = 52,348 \text{ m, soit } 100 \text{ coudées royales à } 99,977 \% \text{ de précision}$$

Ce constat ne peut qu'interpeller notre esprit moderne rationaliste, peu habitué il est vrai à ce genre de choses (qui pourraient n'avoir aucun sens) si nous ne prenons pas conscience que les peuples antiques ne voyaient pas les nombres comme de simples quantités. Les nombres avaient, pour les anciennes cultures, des propriétés et des qualités qui étaient hautement considérées, pour des raisons qui nous échappent encore...

On notera aussi que cette distance de 38769 mètres fut employée au $\frac{1}{100}$ sur deux autres distances importantes de notre échantillon (figure 13).

- La distance allant de Khéops jusqu'à la pyramide Rouge est de 20150 m \pm 3, soit 52x387,7 m, à 99,95% de précision.
- La distance du Mastaba El Faraoun jusqu'à la pyramide Rhomboïdale est de 5427 \pm 2 m, soit 14x387,7 à 99,95% de précision.

Et enfin, l'azimut entre la pyramide Rouge et le mastaba El Faraoun est de 14,46°, soit la diagonale d'un rectangle de proportion $\frac{1}{3,877}$. Cet azimut met en évidence la relation improbable entre le mètre et cette mesure combinée de la coudée royale et de la coudée remen (figure 13).

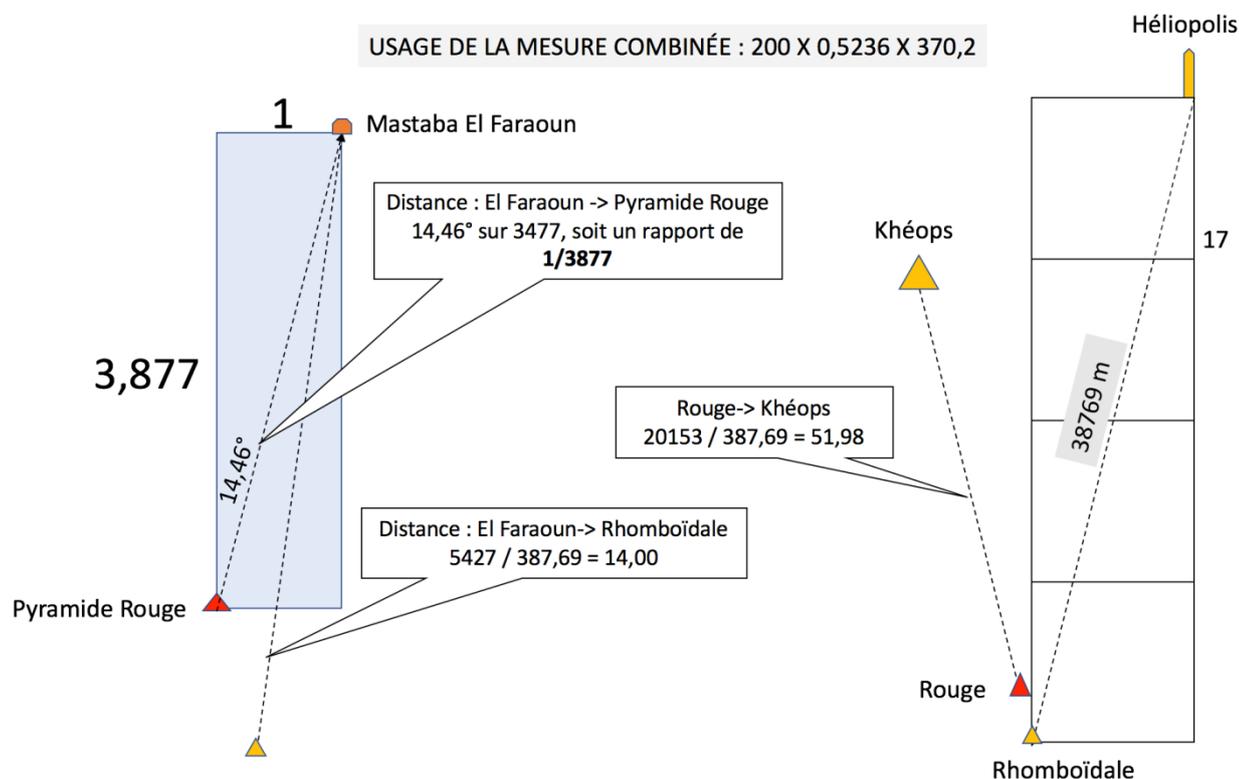


Figure 13

À propos de la science des nombres, l'égyptologue Jean Leclant écrira : « *Devant les étonnantes réussites de l'Égypte, il nous paraît difficile de faire l'économie de solides fondements mathématiques et astronomiques, même s'ils ne sont pas explicitement attestés (...) on ne peut guère s'étonner de l'emploi d'une formule comme la suite de Fibonacci, ou du triangle 3,4,5* ». ¹³

Il y a d'autres exemples de l'usage de ces modules d'arpentage de 370,3 et 523,6 m, mais ils concernent des figures qui ne font pas partie de notre échantillon. Toutefois, nous pouvons citer un exemple parlant. Depuis la pyramide Rhomboïdale, nous constatons qu'il est possible de tracer un triple carré avec une précision exceptionnelle jusqu'à la pyramide de Seilah, qui est une pyramide du secteur de Meidum (figure 14). Cette pyramide est à l'écart de toutes les autres : elle se trouve très à l'ouest du Nil, ce qui étonne beaucoup les observateurs. Pourtant, cela se comprend bien si l'on applique les principes que nous avons énoncés avant.

Dans l'exemple de la figure 14, la distance de 47648 m vaut aussi $3/7^{\text{ème}}$ de la taille du degré de méridien moyen volumétrique de la Terre, avec une précision de l'ordre de 0,00034 sur la valeur du ratio de $3/7^{\text{ème}}$ de 111,195 km.

$$\frac{111,195}{47,648} = 2,33367 = 2,33333333333 \pm 0,00034$$

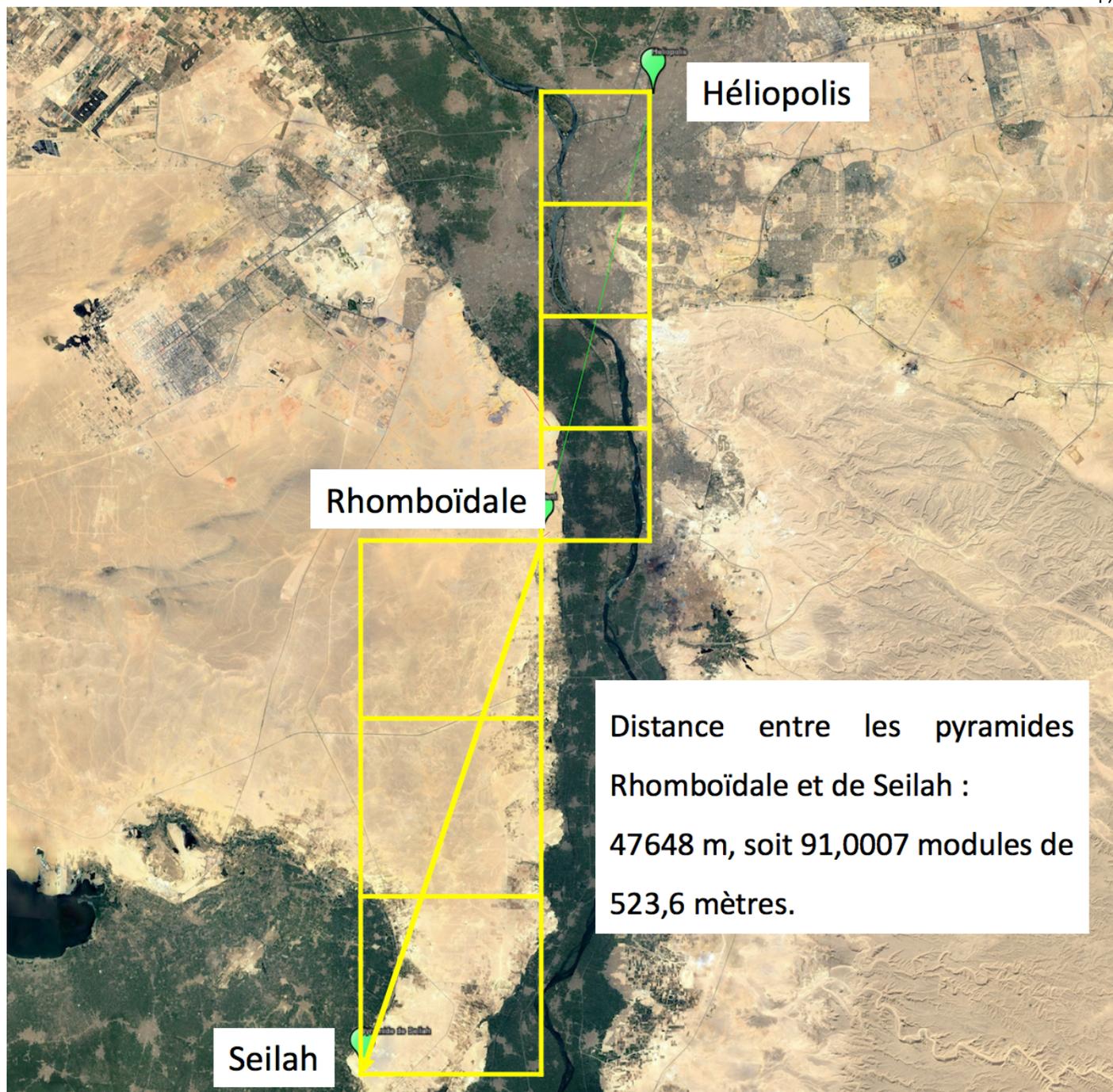


Figure 14

La mesure d'azimut est d'une très grande précision de l'ordre de $0,01^\circ$. De telles observations, utilisant les modules carrés les plus simples, et ce avec des distances cohérentes, ne peuvent pas être imputées raisonnablement au hasard. Il est possible d'observer une cohérence étonnante sur d'autres figures géométriques. Voici par exemple la relation entre le double carré qui relie Khéops à El Faraoun et le carré entre Khéops et Héliopolis (figure 15).

Rapport entre le carré et le double carré :

$$\frac{16680}{7784} = \frac{15}{7}$$

Soit un module unitaire qui mesure 1112 m

Soit $\frac{1}{100}$ du degrés de méridien moyen volumétrique

$$1,112 \times 100 \times 360 = 40032$$

$$\frac{40032}{\pi} = 12742 \text{ km}$$

On notera que rapport entre les périmètre est de

$$(16680 \times 4) \div (7784 \times 6) = \frac{10}{7}$$

La valeur unitaire est donc de 6672 m, soit exprimée en coudées royales : 12742 coudées royales.

On notera aussi l'usage de la coudée Rémen

$$17405 / 0,3703 = 47000 \pm 0,0043\%$$

Ainsi que la distance : 16680 m vaut 9 miles nautiques de 1853,3 m c'est à dire un mile qui reflète le taille moyenne volumétrique de la terre.

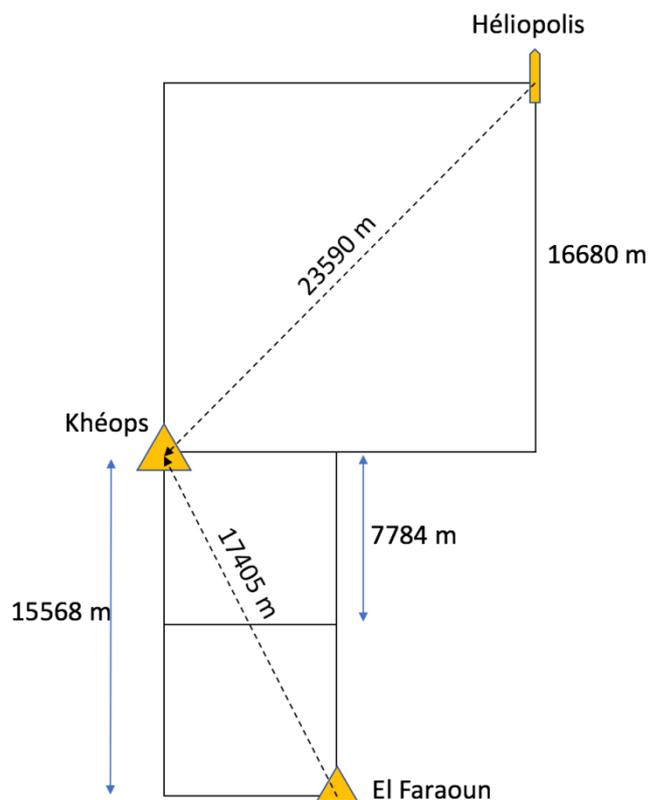


Figure 15

Dans cette organisation géométrique, il y a une cohérence invraisemblable, puisque le module unitaire qui a servi à organiser cette géométrie mesure $\frac{1}{100}$ ème du degré moyen du méridien volumétrique avec un niveau de précision surprenant. Cela tend à confirmer ce que j'ai déjà montré dans diverses conférences et publications⁵, à savoir que les anciens Égyptiens avaient une parfaite connaissance de la taille de la Terre et en déduisirent d'ailleurs leur métrologie. L'on comprend mieux dès lors pourquoi l'on retrouve en Égypte des unités de mesure en relation directe avec la taille de la Terre, telles que Jomard et Gosselin avaient commencé à le démontrer au début du 19^{ème} siècle.

Nous pouvons trouver un indice intéressant quant à la connaissance du rayon moyen volumétrique de la Terre par les Égyptiens, car à la latitude du plateau de Gizeh la valeur du rayon terrestre est de 6371 km, soit exactement celui du rayon moyen volumétrique de la Terre. L'usage de cette métrologie à grande échelle basée ici sur le degré de méridien moyen volumétrique devient tout-à-coup cohérente.

Les compétences nécessaires pour organiser l'espace sur des dizaines de kilomètres sont celles qui ont servi pendant 200 ans aux géographes pour déterminer la taille et la forme de la Terre au 18^{ème} et au 19^{ème} siècle. Il s'agit de maîtriser la mesure des azimuts, d'une distance au sol, et de solides compétences en trigonométrie pour parvenir à connaître la taille de la Terre. Les savants de cette époque y sont vraisemblablement parvenus avec des théodolites mécaniques, sans avoir recours comme nous à l'informatique ou à l'électronique. Il y a une très grande cohérence entre les observations que nous faisons et la métrologie en rapport avec la taille de la Terre.⁶

⁵ Voir entre autres la web-conférence « Mégalithes et Pyramides, gardiens de la mesure de la Terre », accessibles sur la chaîne Internet Nurea.tv.

DISCUSSION

Ces faits que je présente ne sont pas complètement nouveaux, je n'ai apporté que quelques éléments vraiment inédits. Le problème, c'est que qui que soit la personne qui les expose, ces faits passent inaperçus et restent méconnus, au prétexte que tout cela n'est pas encore prouvé. Pourtant, ces faits peuvent être redémontrés à tout moment, comme je viens de le faire. Cela est certes déstabilisant pour les historiens ou les égyptologues qui voient dans ces découvertes une remise en question de leurs connaissances, alors qu'il s'agit de mon point de vue d'un grand enrichissement. Nous n'avons rien à craindre de la vérité. *Le plus difficile c'est de savoir la reconnaître quand nous la rencontrons.* Fulbert, le fondateur de l'école du Quadrivium de Chartres, disait ceci : « C'est en grim pant sur les épaules de nos ancêtres que l'on peut voir un peu plus loin, ils étaient des géants, nous sommes des nains ».

Ce que nous apportons ici, c'est que les Égyptiens avaient la connaissance exacte de la forme et de la taille de la Terre, qu'ils étaient capables de maîtriser la géodésie sur de très longues distances. Ce qui implique que leurs connaissances en mathématiques étaient bien supérieures à ce qu'on leur prête d'habitude. Penser que les bâtisseurs de ces pyramides ne connaissaient pas le nombre PI avec précision, est une injure à leur culture hautement sophistiquée, alliant l'art et la science comme nous ne savons pas (plus) le faire. Non seulement, ils étaient capables de calculer la circonférence de la Terre, mais ils étaient aussi capables d'évaluer la forme ellipsoïde de notre chère planète.

Mais à vrai dire, le plus étonnant reste que cette connaissance de la taille de la Terre est encore plus ancienne que l'Égypte pharaonique. Il suffit d'étudier la métrologie antique pour s'en rendre compte. Le plus grand métrologue historique, Rolf Rottländer, a établi un lien très clair entre la coudée de Nippur (51,84 cm) et la toise mégalithique (207,26 cm) découverte par le Pr Alexander Thom ¹⁴.

$$51,84 \times 4 = 2,0736 \text{ (toise mégalithique de 2,5 yards)}$$

Notre collègue, Éric Charpentier, a quant à lui noté le lien entre le pied de Nippur (27,65 cm) et le yard mégalithique (82,95 cm).

$$27,65 \times 3 = 82,95 \text{ (yard mégalithique)}$$

Ces relations métrologiques sont défendues par Rottländer, le plus grand spécialiste de métrologie historique.¹⁵

Là où cela devient vraiment intéressant, c'est que le pied romain est aussi une mesure en relation avec la toise mégalithique et la coudée de Nippur.

$$29,635 \times 7 = 2,0736 \pm 0,0008 \text{ (toise mégalithique de 2,5 yards)}$$

Le pied romain est composé de 16 doigts de 1,852 cm ; la coudée de Nippur pourrait donc être composée de 28 de ces doigts de 1,852 cm.

Et lorsqu'on note que le stade romain, composé de 625 pieds, mesure exactement 1/10^{ème} de minute d'arc (185,2 m), l'on comprend dès lors que les romains ont hérité d'une très ancienne mesure issue d'une connaissance exacte de la taille de la Terre. Les Grecs, qui utilisaient un pied connu, pour mesurer 25/24^{ème} du pied romain, utilisaient une mesure qui vaut exactement 1/100^{ème} d'une seconde d'arc, à savoir 30,87 cm. La largeur du Parthénon est de 30,87 m, soit 1 seconde d'arc de la Terre. Nous avons déjà développé ces connaissances métrologiques dans deux articles.^{16,17}

Quant à la coudée royale, a-t-elle un lien avec la taille de la Terre ? Je le pense en effet, car sur la règle de Nippur, on trouve aussi un pied qui mesure 30,9 cm, soit exactement la valeur moyenne de 1/100^{ème}

de seconde d'arc moyen entre le méridien et l'équateur. Cette mesure est aussi celle qui s'appliquerait au rayon moyen volumétrique de la Terre. Et le lien entre la coudée royale et la Terre fait intervenir un nombre irrationnel, véritable principe divin pour les Égyptiens, qui ont utilisé ce nombre sans jamais l'écrire ni le nommer clairement, il s'agit bien sûr du nombre d'or.

$$\frac{1,618 \text{ km}}{0,0309 \text{ km}} = 52,36$$

Voici pour moi le lien métrologique et géodésique secret de la coudée royale. Il entre en résonance avec la première publication du lien métrologique entre l'unité métrique et la coudée royale faite par le Dr. Funk Hellet en 1952¹⁸, et pour lequel Jean Philippe Lauer¹⁹ répondra qu'il s'agit d'un hasard fortuit, ce qui est une erreur fondamentale que notre génération se doit de corriger, avec courage et humilité.

J'apporterai un dernier élément fondamental qui montre que les Égyptiens avaient aussi connaissance de la taille du degré de méridien à l'Équateur. La base de la grande pyramide qui mesure d'après Petrie et Cole, 230,364 cm, délivre un périmètre qui mesure exactement 30,00048 secondes d'arc du degré de méridien⁷.

$$\frac{230,364 \times 4}{30,7147} = 30,00048 \text{ secondes d'arc du degré de méridien } 0.$$

Quant à la mesure du yard mégalithique, il en faut 100 000 pour obtenir les $\frac{3}{4}$ de ce degré, et il faut 100 000 pieds de Nippur pour obtenir $\frac{1}{4}$ de ce degré zéro. Le rapport de 3 par 4 est fondamental, il est celui du solstice à Carnac, qui est la capitale mondiale du mégalithisme, ou ces derniers ont utilisé le yard mégalithique, entre autres²⁰. C'est aussi le second rapport de pente employé en Égypte pour construire les pyramides. Ce rapport 3,4,5 est la base de l'architecture, puisqu'il permet de créer l'angle droit.

CONCLUSION

Les éléments géométriques simples sont confirmés par l'étude statistique et par la cohérence des mesures de ces figures géométriques étudiées, implantées sur un territoire de plus de 2000 km². Les bâtisseurs ont également adapté certaines de leurs mesures de distance, afin qu'elles s'accordent avec la sphéricité de la Terre, notamment dans la relation entre l'obélisque d'Héliopolis, la pyramide de Khéops et la pyramide Rhomboïdale. Les unités de mesure employées pour gérer l'organisation des pyramides de la Basse-Égypte sont principalement des modules de 1000 coudées royales et de 1000 coudées remen. Ces mesures illustrent aussi la connaissance de la taille de la Terre que les anciens Égyptiens possédaient, puisque la coudée remen mesure $\frac{1}{5}$ de mille nautique. C'est cette mesure qui sera employée plus tard par les Romains pour définir ce que nous appelons « un stade » et qui mesure $\frac{1}{10}$ ^{ème} de mille nautique.

Les éléments de base de ces principes d'organisation de l'espace en Egypte furent entrevus pour la première fois par Hans Goedicke en 1995, puis confirmés par Miroslav Verner et Howard Crowhurst. Ce dernier ayant découvert l'essentiel de l'organisation géométrique des pyramides de Basse-Égypte. Les apports métrologiques et géométriques que nous apportons complètent ce travail de compréhension qui est loin d'être terminé, puisqu'il ne fait que commencer...

⁷ À l'Équateur, le degré de méridien mesure 110,573 km. Divisons-le par 60 minutes et 60 secondes : il délivre alors une valeur de 30,7147 mètres pour la seconde d'arc du degré de méridien 0.

Cette découverte majeure démontre que les Égyptiens étaient capables de mesurer la Terre avec un niveau de précision équivalent à ce que les savants Français ont pu atteindre au 18^{ème} et au 19^{ème} siècle.

C'est une nouvelle orientation que nous offrons à la recherche égyptologique, une porte ouverte sur les peuples néolithiques inconnus qui ont inauguré tous ces principes d'occupation de l'espace bien avant l'émergence des pyramides d'Égypte, et qui les ont transmis aux bâtisseurs de ces derniers monuments.

Quentin LEPLAT

Association pour l'Étude et la Connaissance des Mégalithes

4 Avenue de l'Océan

56340 PLOUHARNEL

quentin.leplat@protonmail.com

Remerciements

Je tiens à remercier d'abord les bâtisseurs de ces pyramides pour l'enseignement que j'ai reçu en étudiant avec humilité leurs œuvres monumentales, je les remercie pour l'émerveillement qu'ils ont fait naître en moi à chacune de mes découvertes, et des informations qu'ils ont laissées ci-et-là pour la postérité, nous interpellant avec profondeur et finesse.

Je remercie Howard Crowhurst, qui à travers ses écrits et conférences m'a transmis la méthode et surtout la passion pour ces recherches, et un nouveau regard posé sur le monde auquel nous appartenons.

Je remercie aussi les scientifiques Jean Claude Hoquet (métrologue historique) pour ses encouragements et son intérêt pour mes recherches en métrologie historique, ainsi que Miroslav Verner (égyptologue) qui m'aura répondu avec ouverture quant à l'approche géodésique des anciens Égyptiens.

Merci enfin à Franck Monnier (égyptologue) d'avoir pris le temps de répondre à quelques questions. Et dont j'espère que ce présent article l'aura enrichi. Notre histoire, celle de l'épopée humaine, la fabuleuse Histoire du monde, nous pousse à redoubler d'efforts et à intégrer à nos recherches de nouvelles perspectives, si nous voulons pouvoir saisir avec plus de clarté (et dans sa globalité) la pensée incroyable de nos lointains ancêtres.

¹FLINDERS PETRIE: 1883, The Pyramids and Temples of Gizeh.

²LEGON A.R, 'The Plan of the Giza Pyramids', Archaeological Reports of the Archaeology Society of Staten Island, Vol.10 No.1. New York, 1979.

³CORINNA ROSSI : 2004. Architecture and Mathematics in Ancient Egypt, Cambridge University Press, page 88.

⁴CHOQUET JEAN CLAUDE : 1995 La métrologie historique. Edition Que sais-je. Presses universitaires de France, page 9

⁵MONNIER FRANCK : 2017, L'ère des géants, une description détaillée des grandes pyramides d'Egypte. De l'Archéologie à l'Histoire, Editions De Boccard, page 196.

⁶MIROSLAV VERNER, 2011 : New perspectives Egyptian art and arkéology 2750 – 2150 BC, Oxford, Oxbow Book, p 286, 294

⁷GOEDIKE HANS, 1995, Causes and concepts, BACE 6, page 31 – 50.

⁸CROWHURST HOWARD, 2015, DVD, [Les pyramides d'Égypte : nouveau regard](#). Edition Epistemea.

⁹CROWHURST HOWARD, 2015, DVD, [Carnac et le plan des pyramides](#). Edition Epistemea.

¹⁰ CROWHURST David, 2017, [DVD, Crucuno, clef de l'astro-géométrie](#). Edition Epistemea.

¹¹THOM, A. Thom, A. S., Merritt, R. L., & Merritt, A. L, 1973, The Astronomical Significance of the Crucuno Stone Rectangle. Current Anthropology, 14(4), 450-454.

¹²CLIVE J. N. RUGGLES, 2005, Ancient Astronomy: An Encyclopedia of Cosmologies and Myth, [page 119](#).

¹³LECLANT JEAN : 1976, Fabuleuses pyramides d'Égypte [Jean-Philippe Lauer, Le mystère des Pyramides]. In : Journal des savants, n°3-4. pp. 284-291.

¹⁴ALEXANDER THOM : 1955. A Statistical Examination of the Megalithic Sites in Britain. Source: Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), Vol. 118, No. 3 (1955), pp. 275-295. Published by Wiley for the Royal Statistical Society. Stable URL: <http://www.jstor.org/stable/2342494>

¹⁵ROTLANDER R.C.A : 1999. Measurment units of the linear pottery culture and ancient metrology. Archäologisches Korrenzpondensblatt, 1999, vol. 29, N°2, p. 189-20

¹⁶ LEPLAT QUENTIN : 2017, [Analyse métrologique de la coudée royale égyptienne](#).

¹⁷ LEPLAT QUENTIN : 2017, [La coudée nilométrique de la pyramide de Khephren](#).

¹⁸FUNCK HELLET : 1952, Revue du Caire, février-mars. La coudée royale égyptienne, essai de Métrologie, Page 193 – 201.

¹⁹JEAN-PHILIPPE LAUER : 1952, Revue du Caire, février-mars, À propos du prétendu mètre ésotérique dans la grande pyramide, Page 202 – 209

²⁰CROWHURST HOWARD : 2017, La sciences des Anciens, Carnac Le Manio, Tome 2, Edition Epistemea, page 44-45