

CENTRE FRANCO-ÉGYPTIEN  
D'ÉTUDE DES TEMPLES DE  
KARNAK  
LOUQSOR (ÉGYPTE)  
USR 3172 du Cnrs



المركز المصري الفرنسي  
لدراسة معابد الكرنك  
الاقصر (مصر)

Extrait des *Cahiers de Karnak* 7, 1982.

*Avec l'aimable autorisation de Éditions Recherche sur les Civilisations (Adpf/MAEE).  
Courtesy of Éditions Recherche sur les Civilisations (Adpf/MAEE)*



## ÉTUDE TECHNIQUE DE L'ABATTAGE DE L'OBÉLISQUE OUEST DU VII<sup>e</sup> PYLÔNE DE KARNAK

Michel AZIM  
et Jean-Claude GOLVIN

Au cours de fouilles effectuées dans la cour du VIII<sup>e</sup> pylône en 1974/75, un important massif de brique crue a été découvert ; il correspond au soubassement de l'échafaudage qui servit, vers 330 ap. J.-C., à abattre l'obélisque ouest du VII<sup>e</sup> pylône sur l'ordre de Constantin I<sup>er</sup>, dans le but de le transporter dans la nouvelle capitale de l'empire, Constantinople.

Les vestiges découverts, ainsi que leurs relevés, ont déjà été publiés (1), mais l'étude détaillée de l'opération d'abattage n'avait intentionnellement pas été traitée, mais seulement annoncée comme étant l'objectif du présent article.

Les caractéristiques du soubassement retrouvé au cours des fouilles montrent que l'abattage de cet obélisque a été effectué à l'aide d'un grand échafaudage de bois ; et compte tenu de la masse et de la fragilité du monolithe à enlever, ce type d'opération devait présenter de sérieuses difficultés techniques. Heureusement, un récit d'Ammien Marcellin offre l'intérêt de donner une idée assez précise de la manière dont les ingénieurs romains opéraient au IV<sup>e</sup> siècle pour manœuvrer un grand obélisque (2) ; la description des lieux d'où l'obélisque évoqué par cet auteur a été enlevé semble bien correspondre au temple d'Amon à Karnak.

Tout d'abord, l'action se déroule bien à Thèbes, au sein d'un grand ensemble monumental consacré au « *dieux célestes* », parmi « *d'immenses bassins* », où se trouvent « *plusieurs obélisques, certains même abattus et tronqués* » (3). Les bassins évoqués correspondraient en fait aux grands lacs sacrés, que l'on trouve à Karnak dans les enceintes d'Amon et de Mout ; il faut écarter cependant le temple de Mout qui, s'il possède bien un lac sacré, était à notre connaissance dépourvu d'obélisques. Au contraire, le temple d'Amon en comportait une douzaine de grandes dimensions et, à l'époque de Constantin, certains de ces obélisques étaient encore debout : l'obélisque nord d'Hatchepsout situé entre les IV<sup>e</sup> et V<sup>e</sup> pylônes, celui de Thoutmosis I<sup>er</sup> devant le IV<sup>e</sup> pylône, l'obélisque unique situé dans l'axe du sanctuaire oriental, et celui qui se dressait devant le môle ouest du VII<sup>e</sup> pylône. Parmi les obélisques abattus ou tronqués, on peut compter à coup sûr celui qui s'élevait devant le massif oriental du VII<sup>e</sup> pylône (4), mais il n'est pas impossible que d'autres aient été abîmés dès cette époque.

Ammien Marcellin ajoute quelques précisions qui ne permettent guère de douter que le temple évoqué puisse bien être celui d'Amon à Karnak. En effet, l'auteur explique qu'Octavien n'avait pas osé enlever l'obélisque qui fut finalement déplacé

(1) AZIM, *La fouille de la cour du VIII<sup>e</sup> pylône*, dans *Karnak* 6, 1980, p. 91-127.

(2) AMMIEN MARCELLIN, *Histoire*, Livre 17, IV, 15, Edition Budé, Paris, 1970.

(3) AMMIEN MARCELLIN, *o.c.*, 17, IV, 6 : « *C'est dans cette ville que parmi d'immenses bassins et diverses masses de pierre représentant les divinités égyptiennes, nous avons vu plusieurs obélisques, certains même abattus et tronqués... (Les rois d'autrefois) les faisaient dresser et en signe de vénération les consacraient aux dieux célestes.* »

(4) AZIM, *o.c.*, p. 113-114. L'obélisque est du VII<sup>e</sup> pylône a été débité à l'époque romaine.

à l'époque de Constantin parce qu'il était « consacré au dieu Soleil en offrande particulière, et fixé dans le sanctuaire inaccessible d'un temple imposant, où il se dressait comme le sommet de l'ensemble » (5).

Il ne peut s'agir ici que de l'obélisque unique qui se dressait dans l'axe du temple d'Amon, et dont l'emplacement correspondait au sanctuaire du temple oriental de Ramsès II. Il apparaissait donc bien comme « le sommet de l'ensemble », « dans le sanctuaire inaccessible d'un temple imposant ».

Ammien Marcellin décrit ensuite la méthode qui fut employée pour dresser cet obélisque unique à Rome, sur la *spina* du *Circus Maximus* (6). Mais il faut rappeler ici que deux obélisques ont quitté Karnak en une même opération (7) : l'un d'eux vient d'être évoqué, et l'autre est celui qui se dressait devant le môle ouest du VII<sup>e</sup> pylône et qui nous intéresse directement aujourd'hui.

Le texte d'Ammien Marcellin offre donc l'avantage exceptionnel de faire connaître les caractéristiques des techniques employées pour manœuvrer, au IV<sup>e</sup> siècle de notre ère, un obélisque qui fut enlevé dans les mêmes circonstances que celui dont nous voulons étudier l'abattage ; dans ces conditions il semble possible de mieux interpréter les vestiges de l'échafaudage retrouvés à Karnak devant le VII<sup>e</sup> pylône en les comparant aux données fournies par Ammien Marcellin. La façon dont le grand obélisque amené à Rome fut manœuvré est expliquée de façon précise par cet auteur :

« ... il est placé sur des rouleaux, tiré doucement par la porte d'Ostie et le bassin public et amené dans le grand cirque. Après quoi, il ne restait plus qu'à le dresser ; mais on s'attendait à ne pouvoir y parvenir qu'avec peine, si même on y parvenait : à des poutres élevées à la limite du danger, (on eût dit une forêt de machines), on attache de fortes et longues cordes, à la façon de lisses multiples, si rapprochées qu'elles voilaient le ciel ; on entortille dans ces cordes la montagne elle-même, ornée de signes graphiques ; et quand elle eût été progressivement placée en position inclinée (et cela au-dessus d'un vide impressionnant), elle resta longtemps en équilibre, avant que l'effort de plusieurs milliers d'hommes, qui faisaient pivoter des cabestans semblables à ceux des moulins, l'installe au milieu du cirque » (8).

L'échafaudage employé à Rome pour redresser l'obélisque unique sur la *spina* du *Circus Maximus* était donc une immense structure de bois, assez robuste pour supporter le poids considérable du monolithe (9). L'énormité de la masse à mouvoir, le nombre considérable des cordages, et l'abondance de la main-d'œuvre évoquent une construction de dimensions très importantes. Ce grand échafaudage, réalisé à Rome moins d'une trentaine d'années après l'abattage des obélisques à Karnak, permet sans doute d'imaginer l'ampleur et l'aspect de ceux qui furent construits sur place au départ.

La proximité des dates et la similitude des problèmes à résoudre (abattre ou redresser la même masse monolithique) incitent à effectuer ce rapprochement, d'autant plus que l'aspect du soubassement découvert à Karnak correspond à la fondation d'une grande structure porteuse de bois constituée de neuf portiques (10). Cette structure, compte tenu des charges à supporter et du mouvement de l'obélisque à l'intérieur, devait être robuste et solidement contreventée. Peut-être les pièces de bois des poteaux de l'armature principale étaient-elles moisées selon l'hypothèse émise dans le précédent article (11), ou simplement doublées et assemblées, dans le but de pouvoir réaliser des poteaux de grosse section et de grande hauteur à partir d'éléments relativement courts.

(5) AMMIEN MARCELLIN, *o.c.*, 17, IV, 12 et 13.

(6) IVERSEN, *Obelisks in exile*, vol. I, *The Obelisks of Rome*, Copenhagen, 1968, p. 56, date l'érection de l'obélisque unique dans le *Circus Maximus* à Rome de 357.

(7) AZIM, *o.c.*, p. 92-93 et *infra*, Annexe 3, p. 209.

(8) AMMIEN MARCELLIN, *o.c.*, 17, IV, 15.

(9) Le poids de l'obélisque du Latran est estimé à 510 tonnes. Cf. DIBNER, *Moving the Obelisks*, Cambridge-Mass., London, 1970, p. 59.

(10) AZIM, *o.c.*, p. 108-113.

(11) AZIM, *o.c.*, p. 110 et 111 et fig. 10 et 11.

Ainsi l'aspect général de l'échafaudage construit devant le VII<sup>e</sup> pylône de Karnak apparaît-il esquissé dans ses grandes lignes, par une observation attentive des vestiges et un rapprochement avec l'exemple cité par Ammien Marcellin.

## ÉTUDE D'APRÈS MAQUETTE DU MOUVEMENT DE L'OBÉLISQUE

### Caractéristiques générales de la structure de l'échafaudage expérimental

Une maquette en bois, réalisée à l'échelle de 2 cm/m, a été conçue dans le but de parvenir à recréer le mouvement de descente de l'obélisque, et afin de pouvoir en étudier les caractéristiques (Pl. I à IV). Le soubassement de cette maquette reproduit exactement le massif de brique crue découvert devant le VII<sup>e</sup> pylône, ainsi que le socle de granit de l'obélisque tel qu'il se présentait au moment de l'abattage (12).

Les neuf portiques de bois y ont été, comme dans la réalité fondés, dans les caissons du soubassement et montés jusqu'à une hauteur théorique, équivalant à quatorze mètres environ. La hauteur de l'échafaudage d'origine ne peut être restituée exactement ; cependant, il n'est pas indispensable de la connaître pour retracer fidèlement la forme du mouvement suivi par l'obélisque au cours de son abattage.

En effet, comme il est possible de le vérifier expérimentalement sur la maquette, cette forme n'est pas dénaturée même si l'on augmente la hauteur théorique de l'échafaudage jusqu'à la rendre égale à celle de l'obélisque. Pour la commodité des calculs qui suivront (cf. « Annexe 1 », p. 181), une hauteur théorique de vingt mètres a été adoptée.

On remarquera sur les planches I à IV que le contreventement de l'échafaudage a été volontairement ignoré : si l'on est évidemment sûr de son existence, on ne connaîtra sans doute jamais son organisation exacte. La maquette ne vise donc pas à en donner l'image, mais simplement à permettre la reconstitution du mouvement d'abattage. Pour la même raison, les rappels des cordages, qui ont dû dans la réalité se faire verticalement au long des portiques puis vers l'Ouest où se trouvaient les cabestans, ont été simplifiés. Enfin, pour rendre bien visible le jeu de ces cordages, seule une moitié de l'échafaudage a été figurée en maquette.

### Recherche de l'aspect du mouvement réel effectué par l'obélisque tout au long de son abattage

Les données relatives à la forme du mouvement suivi par l'obélisque sont basées sur l'observation des vestiges conservés : le mouvement réel du monolithe se déduit de la stricte observation des lieux.

Au départ, l'obélisque posé sur son socle est vertical et en équilibre. Une fois le mouvement de rotation déclenché, il pivote sur sa base en prenant appui sur l'angle découpé et arrondi du socle de granit (13) ; cependant, cette rotation simple n'a pu être poursuivie jusqu'à l'horizontale (14). En effet, l'obélisque ne pouvait pas achever son mouvement sans venir buter sur l'extrémité est du soubassement de l'échafaudage et il est possible d'expliquer pourquoi.

Si la rotation simple avait été poursuivie librement jusqu'à son terme (fig. 1), l'obélisque serait venu se coucher horizontalement à un niveau obligatoirement plus bas que celui du socle de départ N<sub>1</sub>. Pivotant pratiquement vers le milieu de sa base, il se serait posé plus bas que celle-ci en N<sub>2</sub>. Or, ce n'est absolument pas ce

(12) La photographie du soubassement complet a déjà été publiée dans *Karnak 6*, Pl. 26.

(13) On sait que le socle de granit, complet à l'origine, a été coupé en deux pour faciliter l'abattage de l'obélisque. Cf. *Karnak 6*, p. 105-106 et fig. 9, p. 107.

(14) Contrairement à ce qui a été prématurément écrit dans *Karnak 6*, p. 106.

qui s'est passé dans la réalité car l'obélisque, bien loin de se coucher à un niveau inférieur à celui de sa base, s'est posé au contraire à un niveau  $N_3$  nettement supérieur (fig. 2). Ceci est certain, puisque le niveau du soubassement de brique crue actuellement conservé est plus élevé que le socle encore en place (15). Ce fait prouve que la rotation de l'obélisque n'a pas été effectuée de manière continue autour d'un seul axe, mais qu'à un moment donné elle s'est trouvée modifiée ; et cette modification présente deux aspects.

Elle a amené, comme nous venons de le voir, un exhaussement du niveau sur lequel l'obélisque s'est posé horizontalement ( $N_3$ ), mais aussi une progression du monolithe vers l'Ouest, de façon à ce qu'il vienne se poser de tout son long sur le soubassement. La longueur de l'échafaudage est en effet égale à celle de l'obélisque couché. Sur maquette, cette rotation avec translation en avant du monolithe a pu être vérifiée et sera évoquée ci-après. Le mouvement effectué par l'obélisque comporte par conséquent plusieurs composantes qu'il est possible d'analyser.

### 1. Rotations (fig. 3)

- Une première rotation (de  $G_a$  en  $G_b$ ) a bien lieu au début du mouvement autour de la base de l'obélisque, en prenant appui sur l'angle du socle de granit  $O_a$ . Nous avons constaté qu'elle n'avait pu être poursuivie jusqu'à l'horizontale, mais que l'obélisque s'était posé à un niveau  $N_3$  supérieur au niveau de départ  $N_1$ .
- Ce résultat peut être facilement obtenu en disposant un nouvel appui  $O_b$  plus élevé que le premier, et autour duquel l'obélisque peut pivoter en fin de parcours, de  $G_b$  en  $G_c$ .

Le niveau auquel sera couché l'obélisque,  $N_{3x}$ , est déterminé par le niveau supérieur de l'appui.

### 2. Translation horizontale (fig. 3)

A la fin de la seconde rotation, l'obélisque se serait bien trouvé placé horizontalement mais non en position correcte sur le soubassement, puisqu'après avoir pivoté autour de l'axe  $O_b$  toute sa partie arrière serait restée en porte-à-faux.

Pour l'amener à se poser parfaitement sur le soubassement, et au milieu de l'échafaudage, il a dû subir un mouvement de translation vers l'avant, de  $G_c$  à  $G_{10}$ .

### 3. Synthèse des résultats

La raison d'être de chacune des phases du mouvement de l'obélisque est explicable. La rotation simple du début permet de laisser la plus grande partie du poids de l'obélisque s'exercer sur la base de granit ; il est possible de le laisser pivoter autour de cette base en le maintenant solidement par l'arrière à l'aide de cordages. D'autres raisons, plus déterminantes encore que celle que nous avons déjà évoquée, montrent que cette rotation simple ne pouvait absolument pas être poursuivie au-delà d'une certaine limite. En effet, si l'obélisque s'abaisse trop, tout en continuant à pivoter sur sa base, l'angle sous lequel il appuie sur le socle de granit augmente tellement que ce socle risque de chasser en arrière (fig. 4), avec toutes les conséquences catastrophiques que cela entraînerait dans la réalité.

La rupture de l'appui pourrait certes être empêchée par un système d'étalement très puissant ou d'ancrage du socle au sol : or, non seulement aucun vestige de ce genre de dispositif n'apparaît sur le terrain, mais il est de plus certain que rien de tel n'a jamais existé, car, de toute façon, ces dispositifs n'auraient pu en rien pallier d'autres difficultés qu'il nous faut évoquer maintenant.

(15) Il faut rappeler que la hauteur totale du soubassement à l'origine reste inconnue.

En effet, les calculs présentés ci-après en annexe technique (cf. Annexe n° 1) ont montré qu'au-delà d'une inclinaison de l'ordre de 54°, l'angle de frottement de la base de l'obélisque sur le socle de granit dépasse une limite critique. Si le mouvement est poursuivi au-delà de celle-ci, l'obélisque risque de glisser sur son appui, avec les mêmes inconvénients que précédemment. Toute rupture d'appui constituerait une brusque discontinuité dans le mouvement, un « coup de boutoir » dans les cordages, ainsi que des risques évidents de fracture de l'obélisque. Il fallait donc impérativement éviter de poursuivre la première rotation au-delà de la limite fixée, d'où la nécessité de recourir à un second appui.

Un problème reste cependant à résoudre : si l'obélisque commence à pivoter sur le second appui, tout en continuant à s'appuyer également sur le socle de granit, il risque de se briser. Le frottement de sa base sur le socle introduit des forces perpendiculaires à son axe qui s'opposent au mouvement et tendent à casser le monolithe au niveau du deuxième appui.

L'abattage ne peut donc être poursuivi qu'à la condition que l'obélisque ait cessé totalement de prendre appui sur son socle. Nous constatons qu'il devient alors nécessaire de tirer l'obélisque vers l'avant en exerçant une tension dans des cordages appropriés, afin d'annuler complètement l'effet de son poids sur le socle et de permettre à sa base de se mouvoir librement. Certains cordages devront donc aider à maintenir l'obélisque sur son nouvel appui, en l'empêchant de glisser vers l'arrière.

La traction du monolithe vers l'avant est donc une nécessité. Le mouvement de translation qui accompagne comme nous l'avons vu la rotation de l'obélisque est obtenu par ce moyen : c'est bien en augmentant la tension des cordages tout d'abord destinés à maintenir l'obélisque sur le second appui qu'il est possible de l'amener à effectuer la translation qui lui permet finalement de se poser de tout son long au milieu de l'échafaudage.

Et tant l'étude du mouvement sur maquette que la vérification par le calcul ont montré que ce mouvement de translation est intrinsèquement lié à la conception même de l'échafaudage ; il ne s'agit pas en effet dans notre cas d'une translation horizontale succédant à la seconde rotation, mais à une combinaison des deux qui amène automatiquement l'obélisque à se coucher en bonne place, ceci étant provoqué par la répartition régulière des portiques de l'échafaudage dont certains, nous le verrons, portent le monolithe pendant sa descente, et d'autres (les trois portiques occidentaux) provoquent en même temps le mouvement de translation vers l'Ouest. Il faut donc que le second appui ait été constitué par un rouleau ou une série de rouleaux susceptibles d'un déplacement vers l'Ouest accompagnant celui de l'obélisque, ou de toute surface glissante jouant le même rôle, c'est-à-dire permettant un appui mobile avec un minimum de frottements.

En conclusion, les composantes schématiques du mouvement sont les suivantes :

- a. Une première rotation autour d'un appui  $O_a$  (fig. 3).
- b. Un mouvement combiné de rotation et de translation, l'obélisque prenant appui sur un second support  $O_b$  capable de se déplacer en l'accompagnant vers l'Ouest.

#### *Recherche du principe général de suspension de l'obélisque*

Les caractéristiques du mouvement réel de l'obélisque étant maintenant dégagées, la maquette a permis de le simuler autant de fois que nécessaire, et de rechercher expérimentalement quel pouvait être le principe de suspension le plus logique du monolithe aux neuf portiques de l'échafaudage. Celui-ci couvre toute la longueur de l'obélisque, et les portiques qui le constituent sont tous égaux et équidistants ; ceci implique pour eux un fonctionnement identique, puisque leurs caractéristiques sont les mêmes.

On constate que lorsque l'obélisque effectue son mouvement de rotation, il est d'autant plus difficile à retenir qu'il est plus incliné ; plus il s'abaisse, plus il est nécessaire de renforcer la puissance du dispositif destiné à le retenir. En observant alors attentivement de quelle façon le monolithe passe successivement en pivotant devant chaque portique, il apparaît qu'un principe simple et bien lié à la forme de l'échafaudage répond au problème technique posé.

Il consiste, dès que l'obélisque a franchi un portique au cours de sa descente, à l'utiliser comme point d'accrochage des cordages de suspension ; ainsi, la puissance totale du système se trouvera renforcée au fil du mouvement.

Dans la pratique, l'application de ce principe peut se résumer succinctement, compte tenu de la disposition des lieux. On constate qu'après avoir déclenché la rotation de l'obélisque, il faut attendre le franchissement du premier portique de l'échafaudage pour accrocher le premier ensemble de cordages destinés à retenir le monolithe ; cordages que nous nommerons « suspentes ».

Lorsque l'obélisque a dépassé le deuxième portique, tout en conservant sa première série de suspentes, il est possible de lui en accrocher une seconde identique à la première. Après franchissement du troisième portique, une nouvelle série de suspentes est fixée au monolithe, tout en conservant les précédentes, et ainsi de suite jusqu'au dernier portique.

De cette façon, plus l'obélisque est incliné, et donc plus lourd à retenir, plus il se trouve maintenu par un nombre important de suspentes : *le principe utilisé vise donc à multiplier le nombre des suspentes proportionnellement à l'augmentation de la charge.*

Il correspond à la volonté d'employer des cordages identiques et de les soumettre à des efforts analogues quelle que soit la position de l'obélisque. Cependant, ce n'est qu'en vérifiant par le calcul l'importance des tensions subies par les cordages à chaque phase caractéristique de l'abattage qu'il a été possible de vérifier cette hypothèse (cf. Annexe 1).

Tout vise dans ce principe à la régularité, car la puissance du système de retenue de l'obélisque est accrue par la simple multiplication d'un dispositif de suspension aux caractéristiques bien connues dès le départ, quant à sa configuration et sa résistance.

### *Configuration du système de suspension de l'obélisque*

A ce stade, il devient particulièrement utile de chercher à simuler d'après maquette le mouvement de l'obélisque dans l'espace ; aussi, nous chercherons à suspendre le monolithe expérimental de telle façon qu'il soit possible d'appliquer le principe précédemment énoncé. Nous savons que, dès le franchissement d'un portique, il faut accrocher les suspentes correspondantes : mais en quels points de l'obélisque est-il préférable de le faire ?

Il est certainement exclu d'envisager de fixer toutes les suspentes en un seul point, car les efforts de traction ainsi concentrés risqueraient d'exercer sur l'obélisque et au même endroit une contrainte trop élevée. Pour ne pas prendre le risque de le briser, il est logique de préférer une bonne répartition des points d'accrochage.

En effet, selon le principe général du mouvement énoncé, plus l'inclinaison de l'obélisque augmente, plus il faut accroître le nombre des suspentes, au rythme d'une nouvelle série d'accrochages par portique franchi ; après plusieurs essais sur maquette, il apparaît que la meilleure manière de répartir les points d'attache des suspentes sur le corps de l'obélisque est de les décaler à chaque fois d'un intervalle régulier (fig. 7). Comme l'obélisque effectue un mouvement de rotation, le mieux est de chercher à chaque étape à l'attacher de plus en plus haut, et ainsi, l'angle sous lequel il se trouve accroché à chaque portique reste toujours satisfaisant (Pl. I à IV).

Un certain nombre de points d'accrochage équidistants est donc à répartir sur l'obélisque : une série d'essais nous a conduits finalement à retenir de préférence le nombre de douze points d'attache régulièrement espacés.

De plus, il est préférable à chaque portique d'accrocher l'obélisque non en un seul point, mais simultanément en un point haut et en un point bas de son fût, afin que les efforts de traction des suspentes soient équilibrés dans les meilleures conditions (fig. 8 et 9). En effet, si les suspentes n'étaient accrochées qu'en un seul point, elles seraient toutes concentrées à la partie supérieure du fût, alors qu'avec deux points d'accrochage elles se trouvent bien réparties sur toute sa longueur (16).

En outre, si les points bas d'attache n'existaient pas, le mouvement de translation du monolithe entraînerait un frottement important de sa partie inférieure contre l'appui. Il faut donc les utiliser pour soutenir la partie arrière de l'obélisque et annuler ainsi les forces de frottement, ce qui facilite également sa translation ; conçue de cette façon, la répartition des points d'attache est aussi satisfaisante que possible. Le fait de les décaler régulièrement établit un parallélisme entre les séries de cordages fixées aux portiques successifs, qui se côtoient sans s'entrecroiser ou s'entremêler. Cependant, la configuration exacte des points d'accrochage hauts et bas de chaque suspente reste encore à préciser.

Les essais montrent qu'il ne faut pas que ceux-ci soient des attaches rigides, où l'extrémité des cordages serait nouée ; au contraire, il est indispensable que ces points d'attache soient constitués par des poulies. Chaque suspente passant par le sommet d'un portique soutient l'obélisque par une poulie haute et une poulie basse. Un seul cordage est nécessaire pour cela et le rôle des poulies est de lui permettre de jouer librement dans un sens ou dans l'autre, de façon à équilibrer la tension subie dans toutes les parties de la suspente (fig. 9).

Le montage de la maquette, effectué conformément à ce principe, nous a permis de réaliser expérimentalement l'abattage complet de l'obélisque (Pl. I à IV). Le mouvement est alors apparu complètement restitué dans sa réalité, et non plus seulement de manière graphique ou de façon hypothétique. L'observation de chacune de ses phases simulées permet de faire un certain nombre de constatations complémentaires.

#### *Restitution du mouvement de l'obélisque d'après la maquette et les constatations*

##### **Position de départ (Pl. I/1) :**

L'obélisque est en équilibre sur son socle. Il faut donc exercer vers l'avant une traction, à l'aide de cordages, pour déclencher son basculement.

##### **Du départ au premier portique (fig. 10) :**

L'obélisque bascule dans le vide autour de sa base, et tant qu'il n'a pas franchi le premier portique de l'échafaudage, il ne peut être maintenu que par la traction de cordages de freinage installés vers l'arrière.

##### **Au premier portique (Pl. I/2) :**

Une fois franchi ce premier portique, l'obélisque peut recevoir une première série de suspentes. Il sera désormais maintenu par en haut, mais continuera à être également retenu à l'arrière par les cordages de freinage.

##### **Au second portique (Pl. I/3) :**

L'obélisque ayant dépassé le second portique reçoit une nouvelle série de suspentes, tout en conservant la première. Le système s'est donc renforcé.

(16) Notons au passage que l'obélisque devait, d'une manière ou d'une autre, être freiné, c'est-à-dire enfermé dans une enveloppe de pièces de bois permettant de la manœuvrer sans dommage.

**Du deuxième au sixième portique (Pl. II/1, II/2, II/3, III/1) :**

En procédant de la même façon, à chaque portique franchi, l'obélisque sera donc soutenu par trois séries de suspentes au troisième portique, quatre au quatrième, cinq au cinquième et six au sixième, avec maintien également du système des câbles de freinage vers l'arrière.

**Au septième portique (Pl. III/2) :**

L'obélisque commence à pivoter sur son second appui et les câbles de freinage sont relâchés jusqu'à ce que sa base cesse de s'appuyer sur le socle de granit. Il arrive alors sous le septième portique où une nouvelle série de suspentes lui est fixée.

**Du septième au neuvième portique (Pl. III/2, III/3, IV/1) :**

Les suspentes fixées aux trois derniers portiques favorisent la translation de l'obélisque vers l'avant, grâce en particulier aux points de fixation bas : l'effort de traction exercé par les suspentes permet de faire avancer le monolithe.

**Phase finale (Pl. IV/2 et IV/3) :**

En augmentant la tension dans les suspentes, l'obélisque n'utilise plus le deuxième appui ; il avance, et vient se poser parfaitement à l'horizontale au centre de l'échafaudage, sur le traîneau prévu pour le recevoir et assurer son transport.

Cependant, malgré la réalisation complète de l'abattage de l'obélisque d'après maquette, il n'est pas encore possible de conclure au succès sur le terrain d'une telle opération, sans avoir eu le souci de vérifier si, dans la réalité, les forces en présence dans la structure et dans les cordages ne sont à aucun moment excessives. Bref, l'abattage de l'obélisque tel qu'il vient d'être proposé a-t-il été réellement possible ?

La maquette d'étude est à une échelle trop réduite pour qu'il soit possible d'estimer avec assez de précision la valeur des forces en jeu. Il a donc été nécessaire d'effectuer une vérification par le calcul, ce qui a amené de nouvelles constatations ; les calculs font l'objet de l'annexe n° 1 ci-après, dont nous ne donnerons ici que les résultats (17).

**Résultats obtenus après contrôle du mouvement de l'obélisque par le calcul**

Conformément au montage réalisé sur la maquette et aux données chiffrées connues (dimensions de la structure et poids de l'obélisque), l'évaluation par le calcul des forces entrant en action à chaque étape de l'abattage a été effectuée ; le poids de l'obélisque sur ses appuis et la force qu'il a exercée dans chaque position caractéristique du mouvement ont été calculés.

En outre, l'importance de la charge à soutenir à chaque portique a été déterminée ; elle correspond à la force de tension de l'ensemble des suspentes fixées au portique considéré. La valeur de la tension exercée dans chaque suspente est, par conséquent, fonction de leur nombre.

Or, dans notre exemple, d'après les résultats du calcul, la force exercée sur chacun des cordages ne dépasse en aucun cas six tonnes ; cette force est donc celle que doit supporter chaque cabestan. A l'examen des résultats, la régularité du principe général de suspension adopté est particulièrement remarquable (cf. Annexe n° 1, tableau récapitulatif).

(17) B. CATOIRE, Polytechnicien, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées et Conseiller Commercial de l'Ambassade de France en R.A.E., a bien voulu étudier sur place le problème posé par l'abattage de l'obélisque et, d'après les études effectuées par le Centre Franco-Egyptien, effectuer les nombreux calculs nécessaires au contrôle des hypothèses émises. Nous tenons à le remercier vivement de l'aide précieuse qu'il a apportée, et du temps important qu'il a bien voulu consacrer à notre étude.

L'intérêt de ce principe est incontestablement de permettre la parfaite répartition des forces par la multiplication du nombre des suspentes, proportionnellement à l'accroissement du poids que l'obélisque exerce sur chaque portique au fur et à mesure de sa descente. Il faut souligner que la possibilité d'assurer cette remarquable répartition des forces est liée à la forme allongée de l'échafaudage.

C'est bien celle-ci qui permet d'accrocher régulièrement de nouvelles suspentes au fur et à mesure de l'abaissement de l'obélisque ; cet accrochage étant poursuivi pendant toute la durée de l'opération, il en résulte que la longueur de l'échafaudage sera égale à celle de l'obélisque couché.

Cet échafaudage doit être situé d'un seul côté du socle, puisque l'obélisque pivote entièrement vers l'Ouest ; le lien fonctionnel entre la forme de l'échafaudage, celle du mouvement effectué et le principe d'accrochage des suspentes est donc bien établi.

Il faut remarquer d'autre part que tous les cordages se trouvent fixés sur la face supérieure de l'obélisque incliné. Par conséquent sous cette énorme masse de 380 tonnes qui penche vers l'avant, l'espace est libre, et un passage du texte d'Ammien Marcellin s'éclaire alors (18) : « ... et quand elle eût été progressivement placée en position inclinée (et cela au-dessus d'un vide impressionnant), elle resta longtemps en équilibre... » Le « vide impressionnant » est sans doute l'espace libre qui existe sous l'obélisque penché en avant, lorsque celui-ci se trouve maintenu en équilibre par les cordages fixés à sa partie supérieure.

Enfin, nous évoquons dans l'annexe technique le mode exact de progression de l'obélisque, qui doit rester en permanence solidement maintenu pendant toute la durée de l'abattage. La façon la plus sûre de maîtriser ce mouvement continu est de jouer sur l'élasticité des cordes (19). Ceci est facilement réalisable : plusieurs cordages de suspente étant fixés simultanément à chaque portique, il est possible de les détendre l'un après l'autre d'une faible valeur. De cette façon, chaque fois qu'un cordage se détend, l'effet est de tendre légèrement les cordages voisins, qui s'allongent donc un peu et ainsi, l'obélisque avance doucement et régulièrement tout en restant fermement maintenu.

Il est nécessaire de contrôler de temps en temps la tension de chaque cordage, et de la régulariser afin d'éviter toute rupture accidentelle. Il est possible de comprendre alors pourquoi Ammien Marcellin explique que l'obélisque est placé « progressivement » en position inclinée ; en effet, non seulement son mouvement est lent, mais, de plus, des arrêts fréquents sont nécessaires pour procéder à la vérification de la tension des cordages (20).

Un aperçu de l'importance du nombre théorique des cordages nécessaires ressort des calculs effectués. Dans notre exemple, le nombre de suspentes à fixer à chaque portique a été estimé à six, soit au total 54 cordes. Celles-ci passant toutes par deux poulies d'attache sur l'obélisque, l'une en haut et l'autre vers le bas, donneront de ce fait l'impression visuelle d'être deux fois plus nombreuses, soit l'équivalent de 108 cordes ; et les rappels de ces cordes depuis le sommet de l'échafaudage vers les cabestans doubleront encore cette impression visuelle. En ajoutant à cela l'ensemble des cordages de freinage de l'obélisque disposés vers l'arrière, le nombre apparent de cordes sera de plusieurs centaines. Tous ces cordages sont disposés en séries parallèles car à chaque portique les systèmes d'accrochage et de rappel se répètent identiques à eux-mêmes.

(18) AMMIEN MARCELLIN, 17, IV, 15, 35 et 36.

(19) Cf. Annexe n° 1, p. 184.

(20) Cette vérification, comme nous en avons été informés au Musée de la Marine à Paris, s'est de tout temps effectuée au son, c'est-à-dire en frappant les cordages, leur degré de tension étant jugé par le son qu'ils rendent au choc.

Il apparaît donc bien que ces cordages sont montés à la façon de « *lisses multiples* » ; comme l'évoque Ammien Marcellin (21), et « *si rapprochées qu'elles voilaient le ciel* ». Leur grand nombre concentré en un si faible espace justifie cette expression imagée. La hauteur même de l'échafaudage et le poids énorme de l'obélisque expliquent aussi pourquoi Ammien Marcellin précise qu'elles sont accrochées « *à la limite du danger* ».

Chaque cordage est commandé par un cabestan et, dans notre exemple, il en faudrait 54 rien que pour manœuvrer les suspentes et 24 pour les tirants de freinage. L'ensemble de ces engins et des multiples poulies des palans de suspente de l'obélisque devait bien ressembler à « *une forêt de machines* », comme l'évoque Ammien Marcellin.

A ce propos, l'auteur fait allusion à des cabestans « *semblables à ceux des moulins* ». Leur principe est connu, et déjà décrit par Vitruve au premier siècle avant notre ère (22). Le célèbre bas-relief du tombeau des Haterii (23) conservé au musée du Latran représente ce type de machine, qui correspond à la « *roue à échelons* » décrite par Vitruve. Cette roue, dont l'axe est horizontal, a la forme d'un tambour dont la périphérie est garnie d'échelons ; elle est mue par des hommes placés à l'intérieur qui impriment le mouvement sous l'action de leur poids, en gravissant sans fin les degrés. L'importance des machines, la multitude des hommes employés à les faire fonctionner, en bref l'ampleur d'une telle opération apparaît de façon saisissante sur les dessins publiés par D. Fontana, qui assumait en 1585 l'érection d'un obélisque sur la place Saint-Pierre, à Rome (24).

Pour le déplacement au sol de l'obélisque couché, Ammien Marcellin et Fontana ont fait tous deux état de l'emploi de rouleaux de bois, mais en faisant à chaque fois allusion à des travaux réalisés à Rome. En Egypte au contraire, il était possible de procéder différemment : à l'emploi de rouleaux de bois pouvait être préféré celui de la glissière de limon, efficace de tous temps pour le déplacement des très lourdes charges (25). L'obélisque aurait alors été couché sur un long traîneau glissant sur un plan incliné de limon mouillé.

Enfin un aspect important de cette étude mérite d'être abordé : il concerne la conception même d'une telle opération dans l'Antiquité. En effet, les hypothèses émises à la suite de l'interprétation des vestiges découverts devant le VII<sup>e</sup> pylône de Karnak ont pu être contrôlées par des calculs assez complexes, qu'il n'était bien entendu pas possible d'effectuer dans l'Antiquité pour déterminer les caractéristiques de l'opération. Néanmoins, la précision de la solution technique adoptée, son ingéniosité et finalement son succès montrent que les problèmes très ardues posés aux ingénieurs de Constantin avaient pu être résolus. Il convient donc de s'interroger sur la méthode qu'ils purent employer pour arriver à un tel résultat.

(21) AMMIEN MARCELLIN, 17, IV, 15 et 35.

(22) VITRUVÉ, *De Architectura*, 10, 2 sq. et plus particulièrement 10, 2, 5. Traduction de C. PERRAULT, *Les Dix Livres d'Architecture*, réédition de 1965, p. 281 et traduction d'A. CHOISY, tome I, p. 178. Une illustration est donnée dans l'ouvrage de PERRAULT, *o.c.*, p. 162.

(23) Ce bas-relief a été reproduit également dans DAREMBERG et SAGLIO, *Dictionnaire des Antiquités grecques et romaines*, Paris, 1877-1900, p. 1466. A ce sujet, voir aussi J.-P. ADAM, *Les machines de levage*, *Archéologia* n° 25, nov., déc. 1977, p. 28 sq. Une photographie de ce type de machine figurée sur un bas-relief de l'amphithéâtre de Capoue est donnée p. 29.

(24) Les travaux réalisés en 1585 par FONTANA pour l'abattage et l'érection de l'obélisque de Saint-Pierre de Rome ont été publiés intégralement dans un important ouvrage, illustré de planches techniques très précises : *Della trasportazione dell'Obelisco Vaticano, e delle fabbriche di nostro signore Papa Sisto V, fatte dal cavaliere Domenico Fontana, architetto di Sua Santità*, Roma, 1590, 2<sup>e</sup> éd., Napoli, 1604. La planche montrant la disposition générale de l'échafaudage et du chantier, « *Disposizione e veduta generale delle machine che servirono per alzare l'Obelisco Vaticano* », a été publiée plus récemment dans DIBNER, *o.c.*, p. 38-39.

(25) CHEVRIER, *RdE* 22, 1970, *Techniques de la construction dans l'ancienne Egypte, II : Problèmes posés par les obélisques*, p. 19-25. VERCOUTTER, *Mirgissa I*, Pl. p. 206 et 207, Paris, 1970.

*Hypothèse relative à la méthode d'étude de l'opération d'abattage*

Les difficultés multiples que représente l'abattage d'un obélisque nécessitent une parfaite définition des problèmes à résoudre, le choix de solutions appropriées et une grande précision dans l'exécution.

Tous les aspects de l'opération devaient être bien prévus afin qu'aucun accident irréparable ne survienne au cours de l'abattage. Le moyen de tester les différentes solutions techniques envisagées et de comprendre les problèmes posés de la façon la plus simple et la plus pratique consiste à travailler d'après une maquette. Il est très probable que les ingénieurs de Constantin conçurent leur projet par ce moyen ; les maquettes étaient en effet depuis longtemps d'un usage courant dans l'Antiquité (26) et, à l'époque romaine, leur utilisation est bien attestée (27).

Les connaissances mathématiques des architectes de la Renaissance n'étaient pas non plus suffisantes pour permettre de concevoir et de réaliser une telle opération uniquement par le calcul. Or, l'on sait que Fontana eut recours à l'étude d'après maquette pour résoudre le problème de l'abattage et de l'érection de son obélisque. Il faut constater que les conditions générales dans lesquelles il fallait opérer à l'époque de la Renaissance ne différaient guère fondamentalement de celles de l'Antiquité ; dans les deux cas, l'importance des obélisques évoqués est comparable, et les moyens mis en œuvre de même nature.

Et l'échafaudage réalisé par Fontana n'est pas sans rappeler en de nombreux points essentiels celui qu'évoque Ammien Marcellin, et ce que devait être celui du VII<sup>e</sup> pylône à Karnak. Heureusement, l'expérience de Fontana offre l'avantage d'être parfaitement connue par l'ouvrage important qui lui a été consacré (28). Il nous éclaire sur les difficultés considérables à affronter, et surtout sur la méthode qui permet de concevoir le projet d'abattage et de redressement réalisé avec un plein succès.

Il nous apprend notamment que les difficultés de manœuvre d'un obélisque semblaient *a priori* insurmontables, à tel point que plusieurs papes (Nicolas V, Paul II, Paul III et Grégoire XIII) renoncèrent à leur projet, faute de trouver à leur époque une personne qui fût en mesure d'assumer un travail aussi extraordinaire et de prendre une telle responsabilité. Sixte-Quint lui-même échoua tout d'abord dans son projet ; la grande commission qu'il avait réunie à cette fin en 1585, composée des meilleurs architectes, ingénieurs et techniciens de l'époque, ne réussit pas à résoudre techniquement le problème (29).

Le pape eut alors l'idée de lancer un large appel à tous les talents, et plus de cinq cents artistes du monde entier se rendirent à sa convocation. Le concours organisé vit fleurir les projets les plus divers.

Une représentation de quelques-uns de ceux-ci est donnée dans l'ouvrage de Fontana, et il faut remarquer que tous ces projets ont fait l'objet de maquettes (30), dont on peut estimer la hauteur par rapport à la taille des personnages qui s'affairaient autour. Toutes ces maquettes ont des échelles comparables, et l'on peut estimer la taille des obélisques à environ deux mètres.

Nous savons que le lauréat du concours, D. Fontana, se servit d'un modèle en bois avec un obélisque en plomb, « réduit à une échelle proportionnelle, afin d'exécuter devant l'assemblée solennelle » (31) les deux opérations principales à réaliser :

(26) BENNDORF, *Antike Baumodelle*, in *JÖAI*, 5, 1902, p. 175-195.

(27) L'emploi des maquettes à l'époque romaine a été évoqué dans la thèse de P. GROS, « *Aurea Templum* », *Recherches sur l'architecture religieuse de Rome à l'époque d'Auguste*, Paris, 1976, BEFAR 231, p. 59-61.

(28) FONTANA, *o.c.*

(29) Une analyse très complète du projet de FONTANA et le récit des conditions dans lesquelles il s'est déroulé a été publiée par LEBAS, *L'Obélisque de Louxor*, Paris, 1839, 4<sup>e</sup> partie, p. 169-186.

(30) La planche extraite de l'ouvrage précité de FONTANA et représentant des maquettes du grand concours organisé en 1585 a été republiée récemment, dans IVERSEN, *o.c.*, p. 24-25, fig. 7 et DIBNER, *o.c.*, p. 19.

(31) LEBAS, *o.c.*, p. 174.

l'abattage puis le redressement du monolithe. Mais nous savons aussi qu'il calcula parallèlement le poids de l'obélisque à abattre, et surtout qu'il fit aussi des essais de cabestans sur le terrain, afin de déterminer exactement la puissance des engins à mettre en œuvre (32). C'est là un aspect capital de la méthode de travail *empirique* *et* *de* *particulièrement* *intéressant* *de* *conclure* *à* *une* *étude* générale du projet d'après maquette avec une série d'essais de terrain, ayant pour but de tester les machines à employer en vraie grandeur. Cette méthode empirique permet seule en effet d'obtenir les résultats précis que la maquette ne saurait fournir, car la différence d'échelle entre elle et la machinerie réelle est considérable.

S'il est aisé de traduire assez fidèlement sur maquette la structure de bois à construire, il n'en est pas de même pour l'appréciation de la résistance des matériaux à employer. Il n'est pas possible en effet de « mettre à l'échelle » les caractéristiques intrinsèques du bois, des cordes, ou du granit de l'obélisque. Il y aura donc toujours une marge d'incertitude entre les réactions des éléments employés sur la maquette et celles qu'ils auraient effectivement sur le chantier. De même, la résistance des cordages et les forces de frottement entrant en jeu dans les poulies ou sur les appuis ne peuvent être mesurées correctement sur une maquette.

Cependant, la marge d'erreur sera d'autant plus réduite que la maquette d'étude est à grande échelle ; il y a donc intérêt à réaliser un modèle suffisamment grand pour pouvoir mieux apprécier l'importance des forces exercées. C'est ainsi que les maquettes construites au XVI<sup>e</sup> siècle utiliseront des obélisques de près de deux mètres de haut et de forte densité ; on peut ainsi mieux estimer l'importance des forces et surtout leur répartition, en fonction de la configuration des systèmes étudiés, mais des essais complémentaires sur le terrain restent absolument indispensables et permettent seuls de se rendre compte du décalage entre la maquette et la réalité.

Il semble dans ces conditions que les architectes romains, dont les maquettes étaient comme nous l'avons vu un moyen d'étude courant, aient pu employer des méthodes comparables à celles de Fontana au XVI<sup>e</sup> siècle. Pour eux également, les études sur maquette combinées aux essais sur le terrain étaient le seul moyen disponible permettant d'apprécier avec justesse et sécurité la tension des cordages et de connaître à tout moment les caractéristiques du mouvement à provoquer, ses difficultés et ses phases critiques.

C'était aussi le seul moyen de tester un perfectionnement, de concevoir la disposition des appuis et de modifier les systèmes d'accrochage essayés jusqu'à l'obtention de la meilleure solution. Ainsi l'opération d'abattage telle qu'elle dût être menée à Karnak s'éclaire-t-elle, à l'examen des vestiges conservés et des sources bibliographiques, mais aussi compte tenu des expériences qui au cours des siècles passés ont replacé les architectes devant les mêmes problèmes.

### *Les architectes*

Les architectes capables de concevoir spécialement de telles structures et leurs machines devaient être experts dans les problèmes de maniement de lourdes charges, et l'emploi de palans et de cabestans ; ils devaient bien connaître les propriétés des cordages et la façon de les agencer.

Dans chaque cas, il leur fallait venir étudier sur place le problème rare et complexe posé par l'abattage d'un obélisque, et donc se déplacer avec une équipe compétence et un minimum de matériel. En Egypte en tout cas, tout le bois utile à la réalisation de l'échafaudage devait être importé ; et il ne fallait pas seulement

(32) LEBAS, *id.*, p. 177 : « ... après avoir calculé le poids de l'obélisque, FONTANA crut devoir faire quelques essais afin de déterminer exactement la puissance de chaque cabestan ; ces expériences avaient aussi pour but de coordonner, de régler leur armement, de manière que le maximum d'effort transmis au filin par l'action des hommes et des chevaux, fut toujours inférieur à la force élastique du chanvre. »

construire cet échafaudage, mais aussi des navires. Celui qui devait embarquer les obélisques de Karnak était de taille considérable comme le relate Ammien Marcellin : « ... *Quand elle eut été envoyée (la masse de l'obélisque) par le lit du Nil et débarquée à Alexandrie, on construisit un navire d'une grandeur jusque-là inusitée et dont la manœuvre exigeait trois cents rameurs* » (33).

D'après le texte, il apparaît clairement que les obélisques n'arrivaient pas par le navire en question puisque sa construction n'a été entreprise qu'après leur transport à Alexandrie ; les dimensions d'un tel vaisseau à fort tirant d'eau ne lui auraient d'ailleurs pas permis de naviguer sur le Nil.

Il fallait donc réaliser d'abord un radeau ou une embarcation adaptée au Nil, puis un grand navire de haute mer. Il est intéressant de constater que c'est ce qui a été fait pour le transfert de l'obélisque de Louqsor à Paris en 1832. Un premier navire, le « Louxor », s'ouvrant en deux permit de faire entrer l'obélisque dans ses flancs et d'assurer son acheminement jusqu'à Alexandrie, puis un bâtiment à vapeur, le « Sphinx », le conduisit ensuite jusqu'au Havre. Il n'est pas fortuit de remarquer que l'abattage et le transport furent effectués par la marine sous la direction de l'ingénieur Lebas (34). La maquette de l'abattage de l'obélisque de Louqsor est d'ailleurs exposée de nos jours au Musée de la Marine à Paris (35).

Il n'est pas impossible que dans l'Antiquité cette tâche ait été confiée également aux experts de l'art naval ; la savante manœuvre des cordages, la nature des machines et leur maniement, ainsi que la conception de structures et de navires exceptionnels portent à le croire. Il faut souligner d'ailleurs que la manœuvre de cordages dans des circonstances délicates était confiée à la marine, et ceci même à Rome, en pleine ville, comme en témoigne l'exemple de l'amphithéâtre flavien, où la délicate manœuvre des cordages du *velum* était la tâche d'un détachement (*vexillatio*) de marins de la flotte du Cap Misène (36).

A plus forte raison, dans une circonstance aussi extraordinaire que celle de l'abattage d'un obélisque, de son transport et de son érection, devait-on vraisemblablement faire appel aux experts de la marine.

L'importance de telles prouesses techniques n'échappait pas aux contemporains, et l'érection de l'obélisque provenant du VII<sup>e</sup> pylône de Karnak au milieu du grand cirque de Constantinople fut commémorée sur son nouveau socle par un bas-relief bien conservé et qui mérite attention. Sur ce socle (37), l'obélisque est figuré couché ; on remarque que sur les cordages qui le lient apparaissent des poulies de palans alignées. La boucle qu'effectuent les cordages autour de la base du fût évoque le sens du mouvement que va suivre le monolithe.

Dans l'angle inférieur gauche du bas-relief, des hommes font tourner des cabestans ; dans ce cas encore, on voit que l'opération fut menée à bien à l'aide de cordages, de poulies, de palans, de cabestans et d'échafaudages. Ici encore les difficultés et les solutions sont comparables à celles que nous avons évoquées (38).

(33) AMMIEN MARCELLIN, *o.c.*, p. 48.

(34) La relation complète de l'expédition entreprise pour assurer le transfert de l'obélisque de Louqsor à Paris, sur la place de la Concorde, a été publiée par LEBAS, *L'Obélisque de Louqsor, o.c.*

(35) Nous tenons à adresser nos remerciements au Musée de la Marine, à Paris, et en particulier à M. GRAS, qui a obligeamment mis à notre disposition la bibliothèque et les salles d'exposition du Musée.

(36) LUGLI, *L'anfiteatro Flavio*, Roma, 1962, p. 43. PLINE, *Histoire Naturelle*, 19, 1. GRAEFE, *Vela Erunt*, Mainz, 1979.

(37) Pour les photographies des bas-reliefs du socle de l'obélisque d'Istanbul, se reporter à IVERSEN, *o.c.*, p. 24-25, fig. 10.

(38) Des constatations complémentaires peuvent être faites par l'examen de ce bas-relief. Les cabestans, qui tournent en sens inverse l'un de l'autre, sont d'axe vertical, et non pas comme ceux qu'évoque AMMIEN MARCELLIN, « semblables à ceux des moulins » : ils sont mûs par quatre hommes, assistés d'un aide qui, apparemment, contrôle l'enroulement de la corde. L'obélisque est, comme dans notre exemple, accroché à sa face supérieure, et se trouve couché à un niveau plus élevé que sa base, visible à l'extrême droite du registre inférieur. Ensuite, l'ensemble de la disposition des divers éléments est curieusement identique à celle que les vestiges archéologiques de Karnak ont révélé : l'obélisque est retenu par l'arrière, mais toutes les cordes sont

L'ampleur et les difficultés de ces opérations ne sont connues que par les récits d'Ammien Marcellin, puis de Fontana et de Lebas et par quelques bas-reliefs, mais le grand mérite de la fouille de la cour du VIII<sup>e</sup> pylône est d'avoir révélé les seuls vestiges archéologiques de structures correspondantes connus jusqu'à ce jour. Cet exemple exceptionnel peut cependant ne pas demeurer longtemps le seul.

En effet, au nord de l'emplacement du socle d'origine de l'obélisque unique à Karnak, un immense massif de brique crue subsiste de nos jours, et n'a encore jamais été dégagé.

Sa fouille est prévue au cours des années prochaines : peut-être révélera-t-elle un second soubassement d'échafaudage, qui correspondrait au système utilisé pour abattre le grand obélisque dont Ammien Marcellin a relaté l'érection à Rome.

Dans ce cas, nous l'espérons, de nouvelles précisions pourraient être fournies sur ce sujet par les futurs chantiers de fouille de Karnak.

---

rappelées vers l'avant, et tous les cabestans sont situés d'un même côté. A Karnak, l'évidence de cette disposition a déjà été notée (*Karnak 6*, p. 112).

Dans la partie centrale du registre inférieur sont figurés cinq personnages ; deux d'entre eux ont été considérés par IVERSEN comme des musiciens (IVERSEN, *o.c.*, vol. 2, p. 16), mais on peut se demander si celui qui se tient immédiatement à la droite des cordages n'en vérifie pas plutôt la tension. Un personnage sur une estrade, à proximité des cabestans, semble bien être le contremaître dirigeant la manœuvre. Enfin, le registre du bas, à droite, montre un petit obélisque dressé : ne peut-on y voir la maquette prévue à l'époque pour l'étude de l'érection de l'obélisque ?