



HAL
open science

Conservation du Trésor de Chabaka à Karnak, Égypte

Thierry Joffroy, Nadia Licitra

► **To cite this version:**

Thierry Joffroy, Nadia Licitra. Conservation du Trésor de Chabaka à Karnak, Égypte. [Rapport de recherche] CRATERRE; Orient et Méditerranée. 2019, pp.48. hal-02320351

HAL Id: hal-02320351

<https://hal.science/hal-02320351v1>

Submitted on 15 Oct 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Conservation du Trésor de Chabaka à Karnak, Égypte



Thierry Joffroy & Nadia Licitra

Rapport de mission 7-13 avril 2018

Mars 2019



Conservation du Trésor de Chabaka à Karnak, Égypte

Thierry Joffroy
Architecte, Directeur de recherche (HDR)
Laboratoire CRAterre, Unité de recherche AE&CC,
ENSAG, Univ. Grenoble Alpes

&

Nadia Licitra
Docteur en Égyptologie
UMR 8167 « Orient et Méditerranée »,
Sorbonne Université

Rapport de mission 7-13 avril 2018

Mars 2019



REMERCIEMENTS

Le déroulement de cette mission et les résultats qui en ont découlé n'ont pu être obtenus que grâce aux contributions de plusieurs personnes que nous tenons à remercier chaleureusement.

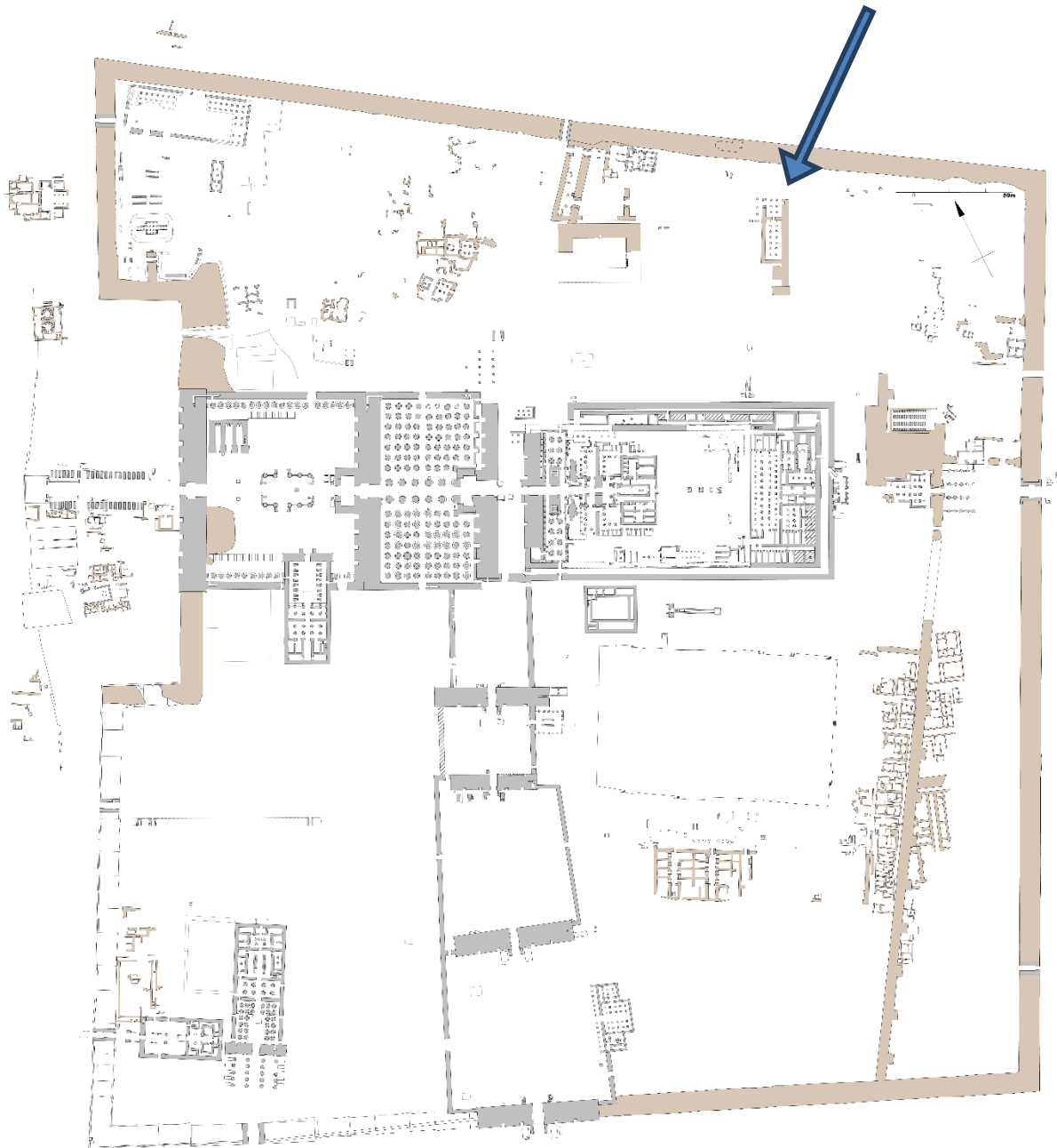
Ces remerciements vont tout d'abord à Mostafa el-Saghir, Directeur général des temples de Karnak et superviseur général de l'allée des sphinx, à Khazafi Abder Raheem, Directeur des temples de Karnak, ainsi qu'à Ghada Ibrahim, Directrice des missions scientifiques, qui ont facilité le bon déroulement de cette mission.

Au cours de la mission nous avons été hébergés au Centre Franco-Égyptien d'Étude des Temples de Karnak (CFEETK) et avons pu mener les premières recherches bibliographiques dans la bibliothèque du Centre : que son directeur Christophe Thiers et son équipe soient ici remerciés pour leur accueil.

Notre reconnaissance va aussi au rais Omar Farouk, à Mahmoud Moustafa Abd el-Hafez et aux ouvriers présents sur les divers sites. Au cours des visites dans l'enceinte de Karnak ainsi qu'à Medamoud, grâce à leur bonne connaissance du milieu et des expériences passées, ils nous ont permis de mieux appréhender certains aspects du comportement et du cycle de vie des mauvaises herbes, pas toujours faciles à détecter par la simple observation, et d'avoir une première idée des pratiques traditionnelles de désherbage utilisées par les cultivateurs de la région.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	4
Sommaire	5
1. INTRODUCTION	7
2. DEROULEMENT DE LA MISSION	8
3. LE TRESOR DE CHABAKA	10
4. HISTORIQUE DES FOUILLES, ETAT ACTUEL ET PERSPECTIVES ..	12
4.1. Un premier dégagement au XIX ^e siècle.....	12
4.2. Reprise des fouilles à partir de 2008	13
4.3. Etat actuel.....	15
4.4. Perspectives pour la poursuite des fouilles et la mise en valeur du site	16
5. MENACES ET PROCESSUS DE DEGRADATION	19
5.1. La végétation	19
5.2. La pluie et les eaux d'écoulement	23
5.3. L'action de l'homme	27
5.4. La présence d'animaux sur le site	28
5.5. Les vents de sable.....	29
5.6. Les combinaisons	30
6. REFERENCES DE TRAVAUX DE CONSERVATION A KARNAK ET DANS LA REGION THEBAINE	32
6.1. Karnak, enceinte d'Amon-Rê.....	32
6.2. Monuments de la rive occidentale thébaine	35
7. SUGGESTIONS D'EXPERIMENTATIONS (MAUVAISES HERBES)	38
7.1. Contrôle du développement de <i>halfa</i>	38
7.2. Contrôle du développement de <i>aqul</i>	39
7.3. Nappes de protection à la base des reconstructions de murs (<i>halfa</i>)	39
7.4. Nappes de protection en haut des reconstructions de murs (<i>aqul</i>).....	40
7.5. Protocoles de suivi et évaluation	40
7.6. De possibles valorisations de ces plantes ?.....	41
8. RECOMMANDATIONS POUR LE TRESOR DE CHABAKA	42
8.1. Préparation et déroulement des futures fouilles	42
8.2. Travaux après fouilles.....	42
8.3. Suivi « régulier »	43
8.4. Evaluation régulière	43
8.5. Passer des idées à des applications concrètes.....	43
9. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	44
Annexe 1 : BIBLIOGRAPHIE SELECTIVE	45
Annexe 2 : Liste des personnes rencontrées	48



Plan 1. Localisation du Trésor de Chabaka dans l'enceinte du temple de Karnak, © CNRS-CFEETK

1. INTRODUCTION

Le présent rapport¹ réunit les observations faites pendant une mission de terrain organisée par la composante « Mondes pharaoniques » de l'UMR 8167 « Orient & Méditerranée » du 7 au 13 avril 2018 sur le site du Trésor de Chabaka à Karnak (Égypte).

L'objectif principal de la mission était de réaliser une évaluation de l'état et des conditions de conservation du Trésor de Chabaka et de formuler des recommandations dans la perspective du développement d'un futur programme innovant qui lierait fortement les deux aspects de 1) poursuite des fouilles et 2) stabilisation/conservation des structures et éléments de décor architectural mis à jour.

Dans cette perspective, l'étude a été menée sur le site concerné, mais aussi plus largement sur l'ensemble du site de Karnak qui comprend de nombreux vestiges en briques de terre, dont une partie a déjà fait l'objet de travaux de conservation. En complément, des visites ont été effectuées dans la région de Louxor, à des fins de comparaisons, sur un choix de sites situés sur les deux rives du Nil.

Outre les observations faites à la fois sur les structures non restaurées et restaurées, afin de questionner les circonstances et processus de dégradation possibles et l'efficacité des pratiques en cours et/ou programmées, des informations complémentaires ont été collectées au travers d'interviews de divers interlocuteurs et en consultant des ressources bibliographiques et des données en ligne.

Dans cette perspective de meilleure compréhension, des données climatologiques ont été recueillies, de même que celles, précieuses, sur les plantes présentes sur le site qui, d'évidence, représentent une des plus importantes menaces pour les structures en briques crues à Karnak.

Enfin, les constatations et propositions de conclusions ont pu être partagées tout au long de la mission puis lors d'une séance de travail finale. Cette matière va servir désormais de base à la préparation de projets de recherche d'ambitions différentes permettant de répondre aux différents appels à candidature (ANR, UE, etc.) qui apparaîtront pertinents.

Au-delà du caractère novateur proposé pour ce projet mixte d'exploration et de conservation et mise en valeur du Trésor de Chabaka en matière d'approche et de méthodologie, il est aussi envisagé d'élargir la réflexion autour de la conservation des constructions en terre crue le long de la Vallée du Nil en créant une plateforme de discussion et d'échange. Celle-ci permettrait de fédérer les équipes archéologiques de la composante « Mondes pharaoniques » de l'UMR 8167, ainsi que les missions égyptiennes et internationales travaillant en Égypte et au Soudan. Un colloque international organisé à Grenoble en 2022, à l'occasion du bicentenaire du déchiffrement des hiéroglyphes par Jean-François Champollion, pourrait venir clore la première étape de ce projet de longue haleine.

¹ Sauf mention contraire, les prises de vue figurant dans le rapport ont été réalisées par Th. Joffroy.

2. DEROULEMENT DE LA MISSION

- Samedi 7** Arrivée à Louxor.
Transfert au Centre Franco-Égyptien d'Étude des Temples de Karnak (CFEETK).
- Dimanche 8**
- Matin**
Accueil dans les bureaux du CFEETK.
Première visite d'ensemble du site de Karnak. Une attention plus particulière a été portée aux structures bâties en terre suivantes :
- . Chapelle du culte impérial à l'avant du môle sud du 1^{er} pylône ;
 - . Bâtiment sur plate-forme au nord de la première cour du temple d'Amon ;
 - . Chapelle d'Osiris « Maître des aliments » le long de la voie de Ptah ;
 - . Temple de Ptah ;
 - . Trésor de Chabaka ;
 - . Enceinte de Nectanébo I^{er}, côté nord-est ;
 - . Lac sacré ;
- Après midi**
Réunion d'organisation des activités et visites des jours suivants.
- Lundi 9**
- Matin**
Visite du Temple de Medinet Habou.
Visite du Ramesseum.
Observations rapides sur les temples mémoriaux d'Amenhothep II et de Merenptah.
- Après midi**
Inspection approfondie du Trésor de Chabaka et discussions sur place sur les options possibles en matière de stratégie de conservation et sur les prérequis nécessaires au lancement de travaux.
- Mardi 10**
- Matin**
Observation des travaux de conservation préventive réalisés sur diverses constructions dans le téménos de Mout (Karnak-Sud) et, en particulier, aux abords de son lac sacré.
Visite de Kom El-Ahmar, bâtiment sur plate-forme situé au sud-est du temple de Karnak.
- Après midi**
Préparation du rapport de mission.
Rencontre avec Arch. Gina Salama Gamill de Chicago House (Oriental Institute) à Louxor.

Mercredi 11

Matinée

Visite du site de Medamoud.
Préparation du rapport de mission.

Après midi

Préparation du rapport de mission.

Jeudi 12

Matinée

Visite au Trésor de Chabaka et au Lac Sacré.
Vérification de l'état des toitures des bâtiments situés dans l'enceinte du temple d'Amon-Rê depuis le haut du premier pylône.

Après midi

Vérification sur le terrain de la présence de pathologies.
Prises de vues de cas de figure particulièrement illustratifs.
Visite du Musée en plein air.

Vendredi 13

Retour au Caire, Paris, puis Grenoble.

Septembre 2018-Mars 2019 Finalisation du rapport.

3. LE TRESOR DE CHABAKA

Le Trésor, appelé également « maison de l'argent », est une institution économique de l'Égypte ancienne attestée dès le début de l'histoire pharaonique. Cette institution était préposée à la gestion, à la comptabilisation et au stockage des biens alloués à un palais royal, à un temple ou à une ville. Les sources écrites nous renseignent sur le type de produits qui étaient emmagasinés dans les Trésors (**fig. 1**) : de manière générale, il s'agissait de matériaux bruts (or, argent, cuivre, pierres précieuses...), de produits manufacturés (linge) ainsi que de denrées alimentaires qui ne nécessitaient pas une transformation immédiate (vin, huile, miel...).

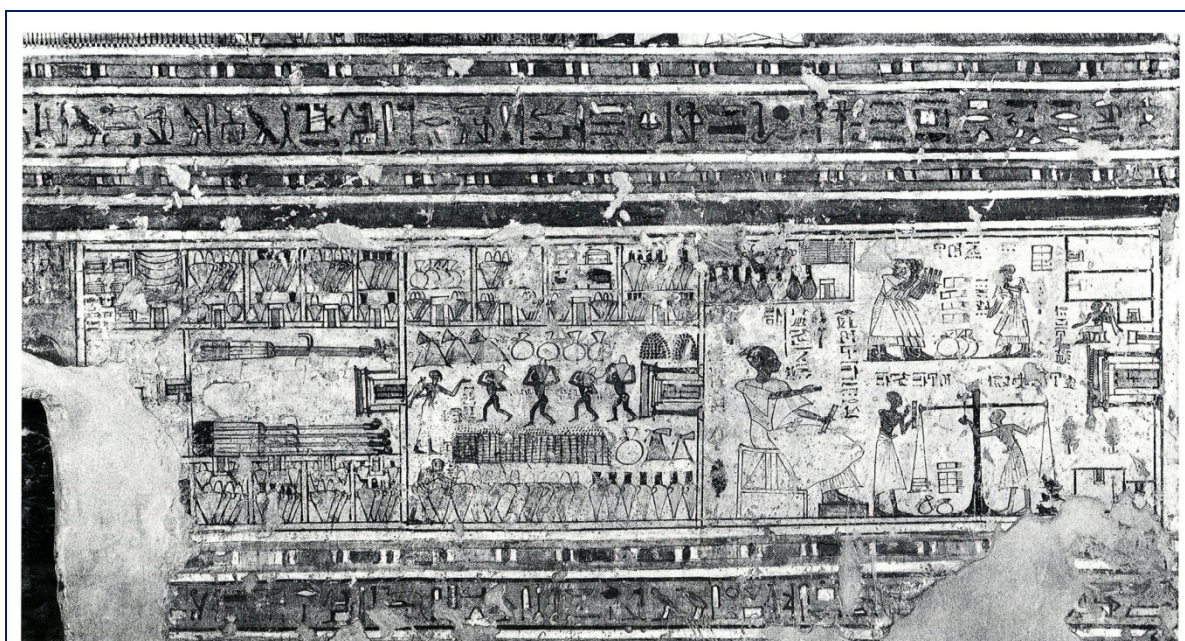


Fig. 1. Représentation du Trésor d'Amon dans la tombe de Néferrenpet (TT 178). Règne de Ramsès II (1279-1213 av. J.-C.). D'après E. Hofmann, *Das Grab des Neferrnpet Gen. Kenro (TT 178)*, pl. XL.

Outre le Trésor de Chabaka, six autres Trésors ont été identifiés archéologiquement dans la région thébaine et à Abydos. Ils datent tous du Nouvel Empire (1539-1069 av. J.-C.) :

1. Le Trésor de Thoutmosis I^{er} (1493-1482 av. J.-C.) à Karnak-Nord.
2. Le Trésor (annexes nord-ouest) du temple mémorial de Séthi I^{er} (1294-1279 av. J.-C.) à Gourna.
3. Le Trésor (annexes sud-est) du temple mémorial de Séthi I^{er} à Abydos.
4. Le Trésor du Ramesseum (annexes nord-ouest ; règne de Ramsès II : 1279-1212 av. J.-C.).
5. Le Trésor (annexes nord-ouest) du temple mémorial de Mérenptah (1212-1202 av. J.-C.).
6. Le Trésor (annexes « K ») du temple mémorial de Ramsès III (1184-1153 av. J.-C.) à Medinet Habou.

Des caractéristiques communes à ces édifices peuvent être reconnues :

- à l'exception du Trésor de Thoutmosis I^{er} à Karnak-Nord, qui est entièrement construit en pierre, les Trésors sont toujours bâtis en brique crue et présentent certains éléments architecturaux tels que les portes, les seuils ou les colonnes en pierre.

- Il s'agit de bâtiments de vastes dimensions au plan souvent rectangulaire dont la protection est assurée par des murs extérieurs épais et par un accès unique.
- L'espace de distribution principal est généralement une cour à portique (plus rarement une salle couverte), desservant une ou plusieurs rangées de magasins.
- Ces complexes de stockage sont tous caractérisés par la présence d'un espace sacré, habituellement situé dans l'axe principal du bâtiment, en face de l'entrée. Au Nouvel Empire cet espace sacré est matérialisé par une chapelle en bois sur estrade abritant une stèle alors que dans le Trésor de Chabaka (XXV^e dynastie : ca. 770-655 av. J.-C.) on observe une dilatation de l'espace rituel : celui-ci prend la forme d'un sanctuaire avec niche axiale desservant deux pièces liturgiques annexes au nord et au sud.

Bien que ces caractéristiques communes aux Trésors aient pu être identifiées, ces bâtiments demeurent encore mal connus archéologiquement. C'est pourquoi en 2008, l'UMR 8167 « Orient et Méditerranée » avec le concours du Centre Franco-Égyptien d'Étude des Temples de Karnak (CFEETK) et le Labex Resmed a démarré un nouveau programme d'investigations archéologiques sur le site du Trésor de Chabaka à Karnak.

L'édifice, construit par le souverain kouchite Chabaka (705-690 av. J.-C.) se trouve à l'intérieur du temenos d'Amon-Rê à Karnak, au nord du Grand Temple. Il a été construit à la fin du VIII^e siècle av. J.-C. et a été désaffecté entre la fin du VII^e et les toutes premières années du VI^e siècle av. J.-C.

Le programme de fouille avait deux objectifs principaux. Tout d'abord, le Trésor se trouvant au milieu d'une zone archéologiquement méconnue – s'étendant du temple de Ptah à l'ouest aux chapelles osiriennes de l'est – une exploration archéologique dans cette zone aurait permis d'évaluer le potentiel stratigraphique du site et de recenser les phases attestées dans cette partie du temenos d'Amon-Rê. Par ailleurs, la fouille visait à définir l'emprise et le plan général du bâtiment kouchite, ainsi qu'à obtenir des données sur les techniques de construction employées, sur la nature des produits stockés dans le Trésor et, plus en général sur l'organisation et le fonctionnement de cette institution.

4. HISTORIQUE DES FOUILLES, ETAT ACTUEL ET PERSPECTIVES

4.1. Un premier dégagement au XIX^e siècle

Avant le début des fouilles en 2008, le site du Trésor de Chabaka correspondait à une fosse approximativement rectangulaire (9 x 22 m environ) et profonde d'environ 2 m sur le fond de laquelle s'élevaient deux rangées de six colonnes cylindriques en grès (**fig. 2**).



Fig. 2. Le site du Trésor de Chabaka avant le début des fouilles en 2008 (vue du nord-ouest) © CNRS-CFEETK/J.-Fr. Gout.

L'aspect général du site suggérait que le dégagement des éléments en pierre avait été réalisé anciennement. Il est possible de supposer que, les deux colonnes les plus hautes ayant été localisées par hasard ou peut-être dans le cadre d'activités de récupération de terre de la part des *sebakhin*², un fouilleur ait par la suite dégagé l'ensemble de la colonnade. Selon Michel Azim ce déblaiement pourrait avoir été réalisé par Jean-Jacques Rifaud lors de son séjour à Karnak entre 1817 et 1823³ : bien que cela soit probable, pour l'heure aucun document ne permet de le prouver avec certitude.

² Ce terme d'origine arabe désigne les paysans égyptiens qui, dans le passé, récupéraient les terres archéologiques, et notamment les briques crues, pour les utiliser comme fertilisants agricoles.

³ M. AZIM, *Karnak et sa topographie II. Les relevés anciens du temple d'Amon-Rê de 1589 aux années 1820*, CRA Monographies 31, Paris, 2012, p. 301-302 et pl. XXVII.

Lors de ce dégagement ancien, des banquettes en grès furent également mises au jour dans la partie sud-est de la fosse, ainsi qu'une partie du mur en brique crue délimitant la salle à cet endroit. Dans la mesure où le dégagement fut arrêté à la suite de la découverte de la maçonnerie en brique, il est possible de supposer que le fouilleur espérait trouver un bâtiment en pierre et que, pour cette raison, le déblaiement ne fut pas poursuivi.

Depuis, le site est resté à l'abandon et les maçonneries en brique crue se sont probablement dégradés lentement sous l'effet combiné de la pluie, du vent et de la végétation. Des éboulements, qui ont graduellement recouvert les banquettes en pierre allant en certains endroits jusqu'à les dissimuler entièrement, ont favorisé le développement de la végétation à l'intérieur de la fosse aussi.

4.2. Reprise des fouilles à partir de 2008

Dans le cadre du nouveau programme d'investigations archéologiques sur le site du Trésor de Chabaka douze missions de fouille et d'étude ont été menées entre 2008 et 2015.

Celles-ci ont permis de mettre au jour l'angle sud-est du bâtiment (**plan 2**).

Le Trésor présente un plan rectangulaire dont l'étendue vers l'ouest ne peut pour l'heure qu'être supposée. Il couvrirait vraisemblablement une très large surface arrivant jusqu'aux abords du temple de Ptah à l'ouest.

Une cour à portique dessert les magasins situés au nord et au sud et permet d'accéder au sanctuaire du Trésor situé à l'est.

Le sanctuaire correspond à une salle hypostyle (de huit colonnes polygonales en grès) barlongue dotée d'une niche axiale située au milieu du mur est. Depuis la salle de la niche il est possible d'accéder à deux salles annexes situées respectivement au nord et au sud. La salle annexe méridionale correspond à la salle à banquettes dégagée au XIX^e siècle.

Au sud des magasins et de la salle à banquettes et sans communication directe avec ceux-ci se trouve une vaste cour à ciel ouvert large d'environ 13 m pouvant s'étendre sur toute la longueur du Trésor. À l'extrémité orientale de cette cour un escalier à double volée, dont le massif en brique crue le soutenant est encore partiellement conservé, permettait vraisemblablement d'atteindre le toit du Trésor.

L'état de conservation de la partie mise au jour du Trésor est remarquable.

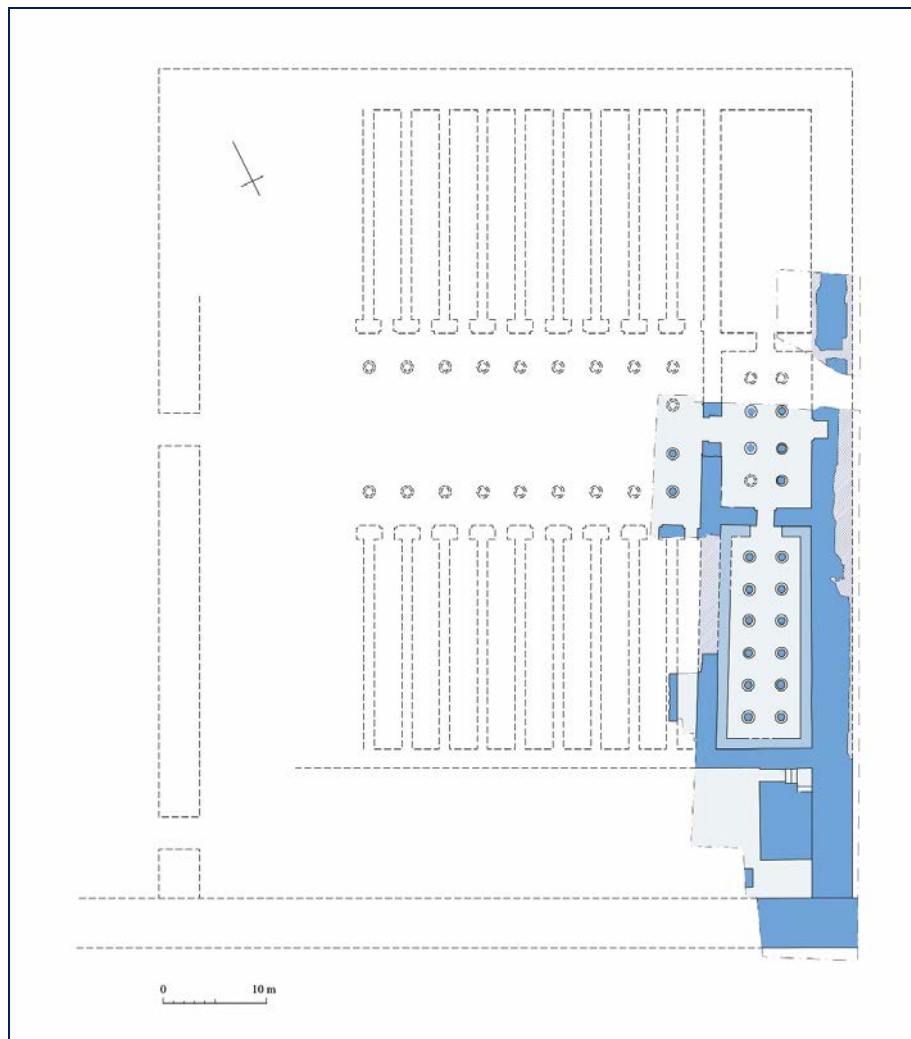
Le mur oriental (large de 4 m) garde à certains endroits environ 2,5 m d'élévation. Le mur sud (correspondant au tronçon nord de l'enceinte du temple d'Amon-Ré utilisée à la XXV^e dynastie ; 5 m environ de largeur) présente une élévation d'un peu plus d'un mètre tout comme le massif soutenant l'escalier situé à l'extrémité orientale de la cour méridionale. De l'escalier subsistent les deux premières marches et le premier palier : la volée suivante nord-sud n'est pas conservée, détruite par des fosses postérieures. Le mur ouest de la salle à banquettes (1,80 m de largeur) est haut d'environ 2 m.

Les autres maçonneries sont plus arasées, notamment le mur nord de la salle à banquettes (1,80 m de largeur) qui a été vraisemblablement démonté après la désaffectation du Trésor vers la fin du VII^e siècle av. J.-C.

Des réparations des murs ont pu être observées :

- dans la salle de la niche, le long du mur est,

- dans la cour à portique, le long du mur oriental,
- dans la cour à portique, le long du mur séparant les magasins 1 et 2 sud,
- dans le premier magasin sud, le long du mur ouest.



Plan 2. Plan du Trésor de Chabaka. ©Mission du Trésor de Chabaka/N. Licitra

Pour ce qui est des éléments architecturaux en pierre, la porte monumentale en grès donnant accès à la salle de la niche atteint 1,80 m de hauteur environ. La plupart des bases des colonnes est encore en place et plusieurs conservent une partie du fût. Lors de la fouille, trois encadrements de porte en grès ont été découverts effondrés sur les sols : l'encadrement de la niche, celui de la porte de la salle à banquettes et celui du premier magasin sud. Au vu du très bon état de conservation de ces éléments, les autorités égyptiennes ont manifesté dans le passé le souhait que les encadrements soient remontés *in situ*.

Les sols de toutes les salles du Trésor sont en terre battue.

Au-dessus des niveaux de destruction du Trésor, quatre phases d'occupation principales, postérieures au remblaiement du complexe de stockage kouchite, ont été identifiées dans les parties nord et ouest du site. Il s'agit d'une séquence de niveaux d'habitat qui se sont succédé entre le début de l'époque ptolémaïque (fin du IV^e siècle av. J.-C.) et le I^{er} siècle av. J.-C. Ces vestiges correspondent à l'implantation d'un quartier d'habitations dans la partie nord du temenos d'Amon-

Rê à la suite de la construction de la nouvelle enceinte de Nectanébo I^{er} (380-362 av. J.-C.).

Au cours de la fouille, afin d'atteindre les niveaux kouchites, ces maisons ptolémaïques (**fig. 3**) ont été démontées après avoir été fouillées et documentées.



Fig. 3. Vue des vestiges d'une maison ptolémaïque mise au jour sur le site du Trésor de Chabaka en 2010 (secteur nord). ©Mission du Trésor de Chabaka/N. Licitra.

4.3. Etat actuel

Les murs. Les surfaces externes des maçonneries (horizontales et verticales) mises à jour jusqu'à présent apparaissent pour la plupart dégradées notamment à cause de la végétation qui les a recouvertes (partiellement ou entièrement) depuis l'arrêt de la fouille en 2015. Les racines des plantes en particulier fragilisent ces maçonneries, pénétrant entre les joints et désolidarisant les briques.

Il est également intéressant de remarquer que le site du Trésor aussi bien que ses alentours sont recouverts par une couche dense mais très poussiéreuse en surface, qui apparaît être constituée d'un sédiment extrêmement fin. Celui-ci correspond au limon du Nil qui a été utilisé pour la fabrication des briques crues des constructions présentes dans la zone.

L'enduit blanc qui recouvre certains parements des murs a été assez régulièrement consolidé, au moment de la découverte, avec du Paraloid B44 (mur ouest de la salle à banquettes) ou de l'Oxalate d'ammonium (mur ouest du magasin 1) par les différents restaurateurs intervenus au cours des fouilles. Le parement du mur ouest du magasin 1 sud en particulier a été recouvert avec des morceaux de toile visant à mieux le protéger des agents atmosphériques. Il s'agit cependant, dans ce dernier cas, d'une précaution peu efficace sur le long terme, puisque les bandes de tissu peuvent être assez facilement déplacées par des

visiteurs aussi bien que par le vent et cela malgré le soin pris pour les mettre en place.

Un cas particulier est représenté par l'enduit blanc recouvrant à certains endroits les sols des pièces. Les fragments découverts jusqu'à présent sont de petites dimensions, mais il a déjà été possible d'observer qu'il est très difficile de les mettre à l'abri de manière efficace du piétinement des ouvriers et des visiteurs.

Les sols en terre battue. Assez fragiles, ils présentaient un bon état de conservation lors de leur découverte. Depuis, même si des précautions ont été prises (marche à pieds nus ou avec des chaussures à semelle lisse), ils sont aujourd'hui très fragilisés notamment à cause des nombreuses plantes qui ont poussé sur le site et qui les ont percés à plusieurs endroits.

Sur le sol de la cour à portique ont été mis au jour les restes de la couverture en bois du portique. Tous les éléments en bois ont disparu et seules des traces blanchâtres en attestent l'existence. Cependant, de très nombreuses incrustations en pâte colorée ornant à l'origine le plafond du portique ont été découvertes sur le sol de la cour. Dans la mesure où il s'agit d'éléments très fragiles, leur prélèvement demande une procédure assez longue et seulement quelques fragments ont pu être prélevés. Par conséquent, aucune opération de conservation du sol de la cour ne peut être envisagée avant que ces incrustations ne soient étudiées, dessinées et prélevées.

4.4. Perspectives pour la poursuite des fouilles et la mise en valeur du site

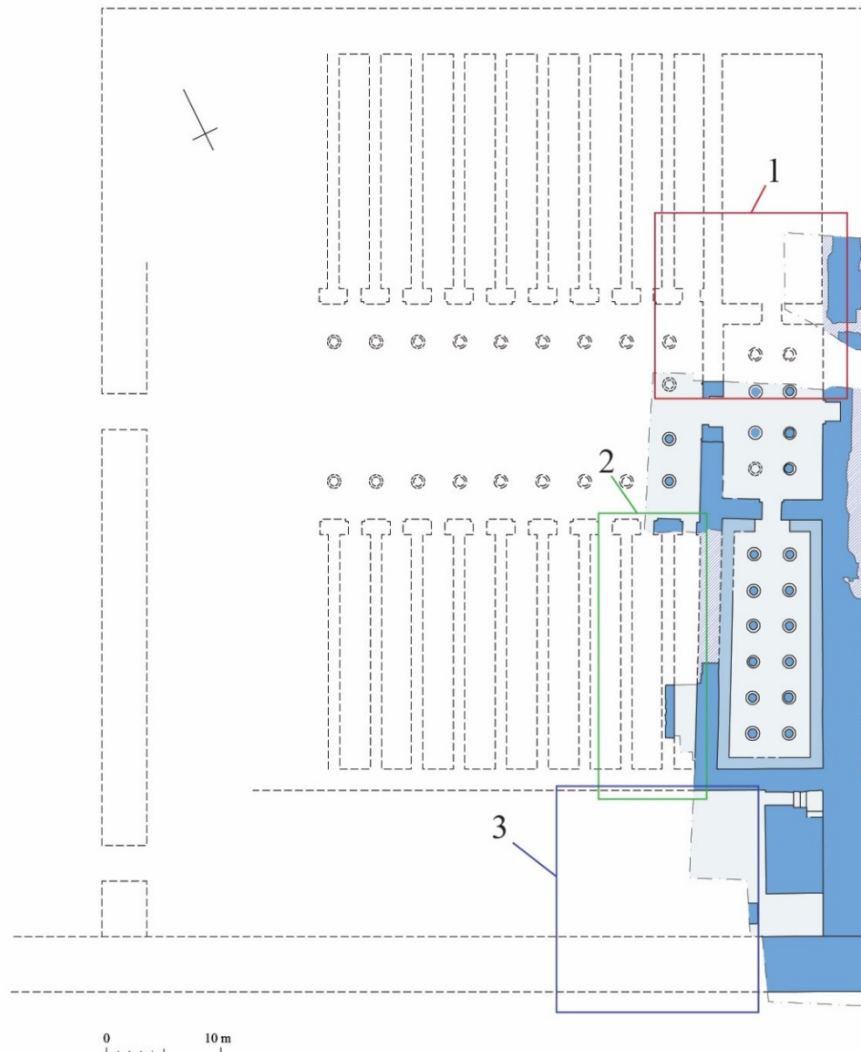
Au vu des dégradations des vestiges en terre intervenues sur le site depuis 2008, la reprise des travaux de terrain devra prévoir des actions de conservation et restauration des maçonneries en brique crue à mener parallèlement à la fouille. La stratégie de fouille devra donc être établie de manière à assurer la possibilité, pour une ou plusieurs équipes d'ouvriers, de travailler à la restauration, protection ou stabilisation des maçonneries déjà mises au jour au cours des missions de fouille précédentes.

Dans les prochaines années la fouille se focalisera sur trois secteurs principaux (**plan 3**) :

1. Au nord de la salle de la niche, dans le but de terminer la fouille des niveaux ptolémaïques recouvrant le Trésor. La stratigraphie au-dessus du niveau du Trésor étant ici supérieure à 2 m, les murs du bâtiment kouchite seront probablement dégagés entièrement seulement après 3-4 missions, ce qui rend ce secteur du site peu adapté à des travaux de restauration importants.
2. A l'ouest de la salle à banquettes, la fouille du magasin 1 devra être complétée et la pièce dégagée dans sa moitié nord. En même temps, il devrait être possible d'élargir la fouille au magasin adjacent. Une intervention sur les murs est et ouest du magasin 1 pourrait donc être envisagée à partir de la deuxième campagne de fouille.
3. Un troisième secteur de fouille prioritaire est celui de la cour oblongue méridionale. La stratigraphie accumulée au-dessus du niveau du Trésor est d'environ 2 m : il faut donc prévoir plusieurs missions de fouille pour

réussir à mettre à jour entièrement le mur sud des magasins ainsi que le parement nord du mur d'enceinte sud du Trésor.

Sur la base de ces observations et dans l'attente que la fouille permette de poursuivre et d'achever le dégagement d'un certain nombre de maçonneries, des premiers tests de conservation/restauration pourraient être effectués sur les murs de l'angle sud-est de la salle à banquettes ainsi que sur le massif d'escalier situé immédiatement au sud de celui-ci, la fouille dans ce secteur étant terminée.



Plan 3. Plan du Trésor de Chabaka avec l'indication des futurs secteurs de fouille © Mission du Trésor de Chabaka/N. Licitra.

Il est également possible d'envisager une première mission mixte fouille/restauration pendant laquelle les activités de l'équipe CRAterre se concentreraient sur les tests à effectuer sur la végétation recouvrant le vaste secteur à l'est du Trésor.

Au cours de la deuxième mission, la fouille ayant entretemps avancé, il serait possible de débiter les restaurations sur les maçonneries choisies et d'effectuer des premières interventions sur les murs en cours de fouille.

En raison des dimensions importantes des salles du Trésor et de la difficulté de pouvoir faire coïncider l'achèvement du dégagement d'une pièce avec la fin de la campagne de fouille, il est souhaitable de prévoir deux types d'interventions de conservation et restauration :

1. Des procédures de stabilisation et/ou protection des maçonneries (et de leurs enduits) en cours de dégagement au cours de la fouille ou tout de suite après (pour une durée de vie estimée de à 1 ou 2 ans).
2. Des procédures de restauration avec une plus longue durée de vie à effectuer une fois que la maçonnerie aura été entièrement dégagée et étudiée.

5. MENACES ET PROCESSUS DE DEGRADATION

Le Trésor de Chabaka est sujet à des menaces qui peuvent être regroupées en cinq familles. Celles-ci peuvent être classées par ordre d'importance comme suit :

- . la végétation : présence et renouvellement de plusieurs types de plantes ;
- . les pluies : rares, mais qui, à intervalles, peuvent aussi être très violentes ;
- . l'action de l'homme ;
- . les animaux ;
- . les vents de sable.

La menace la plus importante apparaît d'évidence être celle que représente la forte présence de plantes ; un fait non spécifique à cet édifice puisque le phénomène est observable sur toutes les constructions du site de Karnak, y compris celles bâties en pierre, même si ces dernières n'en souffrent pas de la même façon.

D'une certaine manière cette menace que représente la végétation tend à occulter les autres. Celles-ci restent pourtant présentes. Leurs traces spécifiques étant largement effacées, elles seront décrites ici en utilisant, d'une part, un corpus d'étude plus large comprenant d'autres monuments⁴ de la région de Louxor situés dans des zones moins affectées par la présence de végétation, ainsi que, d'autre part, les observations faites en 2016 sur les greniers du Ramesseum (JOFFROY 2017).

5.1. La végétation

Plusieurs types de plantes sont présents sur le site de Karnak aussi bien que dans le Trésor de Chabaka. Ce sont surtout deux d'entre elles qui sont particulièrement actives et représentent un danger pour les vestiges (**fig. 4**) :

- . *Desmostachya bipinnata* L.⁵, *halfa* en arabe, qui est une graminée (**fig. 5**) ;
- . *Alhagi graecorum*⁶, *aqul* en arabe, qui est une légumineuse à épines (**fig. 6**).

Ces deux espèces de plantes ont des caractéristiques et un comportement différent, notamment en ce qui concerne leur « habitat » de prédilection et leur mode de développement et de reproduction.

Pour ce qui nous intéresse plus particulièrement, on note que *aqul* (*Alhagi graecorum*) est une plante aux racines plutôt superficielles, alors que *halfa* (*Desmostachya bipinnata*) a une racine qui descend très profondément dans le sol, probablement à la recherche de l'humidité des zones proches, voire même jusqu'à la nappe phréatique qui se situe à environ 3-4 m de profondeur⁷.

Dans le terrain en pente de la rive occidentale thébaine (zone du Ramesseum), il a été possible d'observer que ces deux plantes disparaissent au fur et à mesure que l'on prend de la hauteur, d'abord *halfa*, puis *aqul*. Cela laisse penser que *halfa* a besoin d'être proche de la nappe phréatique avec donc des racines qui descendent

⁴ Voir la liste des sites visités au Chapitre 2.

⁵ BOULOS 2005, p. 268-270, pl. 80, p. 449 (Graminae, *Desmostachya bipinnata* L.) ; BOULOS, NABIL EL HADIDI 1994, p. 280-281 (Graminae, *Desmostachya bipinnata* L.).

⁶ BOULOS 1999, p. 339-341, pl. 59, n^{os} 12-13 (Leguminosae, *Alhagi graecorum*) ; BOULOS, NABIL EL HADIDI 1994, p. 150-151 (Leguminosae, *Alhagi graecorum*).

⁷ TOONEN *et al.* 2018, p. 279.

jusqu'à son niveau. D'ailleurs, cela semble être corroboré par l'absence de *halfa* en haut des pylônes en pierre et des enceintes bâties en terre de Karnak.



Fig. 4. En 3 ans, les plantes *aqul* (premier plan) et *halfa* (second plan) ont envahi le Trésor de Chabaka



Fig. 5. *Aqul*



Fig. 6. *Halfa*

Aqul en revanche apparait plutôt survivre grâce à l'humidité de l'air – dans lequel il puise de l'azote, ce qui fait qu'il est utilisé comme plante de contreculture - qui n'est présente que quelques mètres au-dessus du niveau du Nil. Ceci serait corroboré par le fait que cette plante ne vit que pendant quelques mois seulement, essentiellement dans les périodes les plus humides, pendant lesquelles elle est susceptible de recevoir un peu de pluie, c'est-à-dire de février, période de début de pousse, à fin avril-début mai. En cas de pluie d'ailleurs, les deux espèces sont à même de se développer très rapidement.

Aqul a une préférence pour les recoins, notamment au niveau d'escaliers où il pousse la plupart du temps entre les joints des briques, qu'ils soient horizontaux ou verticaux (**fig. 7**). Ceci est probablement dû à son mode de reproduction par les graines présentes dans ses fruits. Il apparait se développer très vite (hauteur de 50 cm en deux mois) mais ne résiste pas et sèche à partir du mois de juin, sans forcément redémarrer l'année suivante.



Fig. 7. Haut de construction en briques crues envahi par des plantes de aqul, sans dégradations importantes visibles. Il est néanmoins possible de prévoir une fragilisation à long terme de la maçonnerie (édifice sur plate-forme au nord de la première cour du temple d'Amon-Ré).

Sur le site du Trésor de Chabaka il a été possible d'observer que les racines de *halfa* descendent profondément dans les assises de briques inférieures. L'effet destructeur de ces racines ne semble toutefois concerner que les premiers centimètres de la surface du sol, lié au grossissement de la racine à ce niveau et, aussi, de la multiplication de pousses. Ce phénomène de poussée est particulièrement destructeur en bordure de mur ou dans le cas de pentes inclinées (**fig. 8-9**). Plus bas, dans un milieu confiné comme l'est en majorité un mur⁸, même de terre, l'effet de gonflement ne fait que comprimer la matière sans pouvoir la détruire.



Fig. 8-9. Capacité destructrice de *halfa* à flanc et en tête de mur après la fouille.

La capacité destructrice de *halfa* semble avoir peu de limites. En effet, ses racines semblent capables de soulever des charges extrêmement lourdes ce qui est particulièrement bien illustré par un des gros blocs de pierre stockés à Karnak au nord de la salle hypostyle (**fig. 10-11**). La plante ayant réussi à pousser dans une fissure, on constate que ses racines ont pu soulever la partie supérieure du bloc. Une circonstance similaire pourrait expliquer l'état de dégradation de certaines structures tel le premier pylône du Ramesseum qui, très proche des zones inondables du Nil, est aujourd'hui envahi d'*halfa*.

⁸ Sauf en cas de joints entre les briques laissés creux ou mal remplis.



Fig. 10 et 11. Un des blocs de pierre stockés dans la zone au nord de la salle hypostyle du temple de Karnak montre bien la force que les racines de *halfa* sont capables d'exercer, ici en soulevant la partie supérieure du bloc.

Pour se développer *halfa* apparaît préférer les terrains « remaniés » ou les interstices plus profonds. Elle semble aussi être plus difficile à éradiquer car elle repousse quasi systématiquement après une coupe trop superficielle. Son important réseau de racines profondes lui permet aussi de rester verte toute l'année. Outre sa capacité de se reproduire grâce à ses graines, *halfa* apparaît lancer de nouvelles pousses depuis les profondeurs du sol. Celles-ci présentent une extrémité très pointue, ce qui en facilite la progression jusqu'à la sortie à la surface où la plante peut se développer et multiplier de nouveaux bouquets à sa base. La puissance de cet éperon en tête de racine apparaît être suffisante pour transpercer des films plastique et, comme il a été observé dans l'enceinte de Mout, des tissus géotextiles.

Il est à noter que sur le site de Karnak – en particulier à l'est du temple d'Amon-Rê, non loin du Lac sacré – se trouve aussi un autre type de graminée connue pour son développement très rapide. Il s'agit d'*Imperata cylindrica* L.⁹, appelée également *halfa* par les habitants de Louxor (**fig. 12**). Cette plante est considérée par l'International Union for Conservation of Nature (IUCN) comme une des 100 espèces envahissantes les plus néfastes¹⁰.



Fig. 12. Colonie d'*Imperata Cylindrica* près du Lac sacré de Karnak.

⁹ BOULOS 2005, p. 325, 327, 455 ; BOULOS, NABIL EL HADIDI 1994, p. 296-297 (Gramineae, *Imperata cylindrica*, L.).

¹⁰ Fiche en ligne du Global Invasive Species Database :

<http://www.iucngisd.org/gisd/speciesname/Imperata+cylindrica> (consulté le 4 septembre 2018).

Elle est très présente à l'intérieur de l'enceinte de Karnak, mais l'est plus encore à ses abords. Il pourrait donc être difficile de penser d'éradiquer la plante du site sans imaginer un travail plus important à l'extérieur de l'enceinte de Nectanébo (**fig. 13**).



Fig. 13. Temple de Karnak. Zone à l'extérieur de l'angle sud-est de l'enceinte de Nectanébo infestée par halfa.

Pour terminer, il est intéressant de mentionner quelques usages traditionnels attestés pour ces plantes. *Alhagi Grecorum* (*aqul*) apparaît avoir des applications en pharmacologie traditionnelle (IUCN, 2005), alors qu'*Imperata cylindrica* L. (*halfa*) et *Desmostachya bipinnata* (*halfa*) sont utilisées encore de nos jours tant comme fourrage pour les animaux qu'en sparterie, ainsi que pour la fabrication de papier et de cordes¹¹. Par ailleurs, dans les collections du musée de l'Agriculture du Caire se trouvent deux paniers d'époque pharaonique entièrement ou partiellement réalisés avec *Desmostachya bipinnata*¹².

5.2. La pluie et les eaux d'écoulement

Les pluies à Louxor sont très rares et dans leur grande majorité plutôt de faible intensité. Toutefois de façon exceptionnelle, avec une fréquence qu'il est difficile de déterminer, les pluies peuvent être assez abondantes. À titre d'exemple, en recoupant plusieurs sources il a été possible de déterminer que des pluies très violentes ont eu lieu en 1994, puis en 1995 un peu moins fortement, mais aussi plus récemment comme en décembre 2007-janvier 2008 et entre les 8 et 11 mars 2014, jours pendant lesquels il est tombé 29 mm de pluie, soit la pluviométrie « normale » de près de trente années (JOFFROY 2017). Plus récemment, en février 2018, il a plu trois jours d'affilée, les 21, 22 et 23, cette dernière averse ayant été relatée comme assez forte (?).

¹¹ W.Z. WENDRICH, « Basketry », dans P.T. Nicholson, I. Shaw (éd.), *Ancient Egyptian Materials and Technology*, Cambridge, 2000, p. 255 ; N.H. HENEIN, *Mâri Girgis. Village de Haute-Egypte*, BiEtud 94, 2^e éd., Le Caire, 2001, p. 112.

¹² NABIL EL HADIDI, HAMDY 2010, p. 4, 7, 11, fig. 12-13, n^{os} 396 (découvert à Gebelein, datation indéterminée) et 1475 (provenant de Deir el-Medina, Nouvel Empire).

Il est d'ailleurs important de rappeler que dans les temples égyptiens la présence de systèmes d'évacuation des eaux de pluie est attestée à la fois en toiture (présence de gargouilles ainsi que de pentes pour y acheminer les eaux¹³) et au niveau du sol (pentes et canalisations superficielles, par exemple, encore bien visibles dans le temple d'Edfou).

Vraisemblablement chaque édifice, en pierre ou en terre, était doté d'un système de collecte des eaux de pluie qui devait être relié à un système de drainage et d'évacuation à l'échelle du site et tout particulièrement à l'intérieur d'une enceinte. À Karnak, il est probable qu'au moins une partie des eaux de pluie collectées était acheminée vers le lac sacré.

De telles précautions ne devaient cependant pas concerner les espaces intérieurs, alors qu'aujourd'hui, après la fouille, ceux-ci, dépourvus de couverture, devraient aussi être considérés afin d'éviter, après une forte pluie, de possibles stagnations d'eau à la base des structures qui pourraient les fragiliser. De même, les hauts des murs et certaines surfaces qui à l'origine n'étaient pas exposés aux agents atmosphériques le sont aujourd'hui et demandent donc que des précautions particulières soient prises à leur égard.

Par ailleurs, comme il est courant pour toutes les constructions en terre de par le monde, il est probable qu'historiquement les murs extérieurs étaient entretenus plus ou moins régulièrement en fonction du niveau d'érosion, avec l'application d'une nouvelle couche d'enduit. Cet aspect devra être approfondi par des observations complémentaires dans le futur (et à partir de la documentation existante) pour une meilleure compréhension d'ensemble. Ceci sera bien entendu utile aussi pour les considérations exprimées dans le point suivant qui concerne les érosions de surface.

Erosions de surface

Lors de pluies faibles, les gouttes d'eau peuvent être assez rapidement absorbées dans la masse des murs et/ou des voûtes. Cependant, dès lors que les pluies sont plus abondantes, l'eau ne peut plus être absorbée et coule sur les surfaces. Ceci affecte davantage les parties supérieures des murs, et encore plus des structures voûtées (aucune voûte complète n'a été mise au jour au Trésor de Chabaka, mais des vestiges pourraient être découverts dans le futur dans les magasins qui doivent encore être fouillés).

Ces écoulements déterminent un processus de déplacement de matière du haut vers le bas, avec éventuellement un processus de ré-déposition si les écoulements rencontrent des surfaces plus sèches. Ce processus n'est pas particulièrement visible à Karnak bien que quelques murs en gardent des traces (**fig. 14**).

Concentration des écoulements des eaux de pluie

Comme le montre la **fig. 15**, les concentrations d'eau sont à l'origine des dégradations. Ce phénomène est d'autant plus important que la surface de collecte de l'eau est vaste, ce qui explique les dégradations assez importantes visibles sur l'enceinte de Nectanébo I^{er} (**fig. 16**), notamment dans les angles intérieurs (**fig. 17**).

¹³ P. ZIGNANI, *Le temple d'Hathor à Dendara. Relevés et étude architecturale*, Bibliothèque d'Étude 146, Le Caire, 2010, p. 373-376.



Fig. 14. Traces d'écoulement et de ré-déposition.



Fig. 15. Écoulements entraînant des ravinements.



Fig. 16. Angle sud-est de l'enceinte (extérieur)



Fig. 17. Angle nord-est de l'enceinte (intérieur)

Les concentrations d'eau se produisent essentiellement au niveau du haut des murs, mais pas seulement. En fait, chaque surface qui n'est plus complètement verticale est susceptible de capter et canaliser les eaux de pluies dès lors que ses capacités d'absorption ont été dépassées. Si, bien entendu, les surfaces horizontales sont les plus susceptibles d'engendrer ce phénomène, l'inclinaison des pluies déterminée par les vents peut également causer la dégradation de surfaces verticales ou inclinées.

Par ailleurs, les irrégularités de surface peuvent conduire à des écoulements entraînant à la fois des concentrations d'eau et des vitesses d'écoulement d'autant plus destructrices qu'elles sont fortes. Il faut ici noter qu'une surface considérée comme horizontale ne l'est jamais complètement et qu'elle n'est donc pas à l'abri d'une concentration possible d'eau (**fig. 18**).



Fig. 18. Vue du mur d'enceinte ouest du Ramesseum, qui montre à la fois des concentrations d'écoulement d'eau – même sur une surface horizontale – et les effets de ré-déposition plus bas, en façade.

Les stagnations d'eau à la base des murs et les remontées capillaires

Alors que la formation de « sillons destructeurs » est observée un peu partout dans le monde, de manière générale dans la région de Louxor la présence d'eau à la base de murs en terre ne semble pas être un facteur essentiel de dégradation des maçonneries (qu'elles soient anciennes ou récentes).

Il y a toutefois des signes de l'existence de ce risque, là encore, aux endroits où des concentrations importantes d'eau peuvent avoir lieu. Peu de cas caractéristiques sont visibles dans la région thébaine et se trouvent en grande partie sur les sites de la rive occidentale du Nil (**fig. 19-23**).



Fig. 19. Temple mémorial d'Amenhotep II : un début de sillon destructeur est visible à droite.

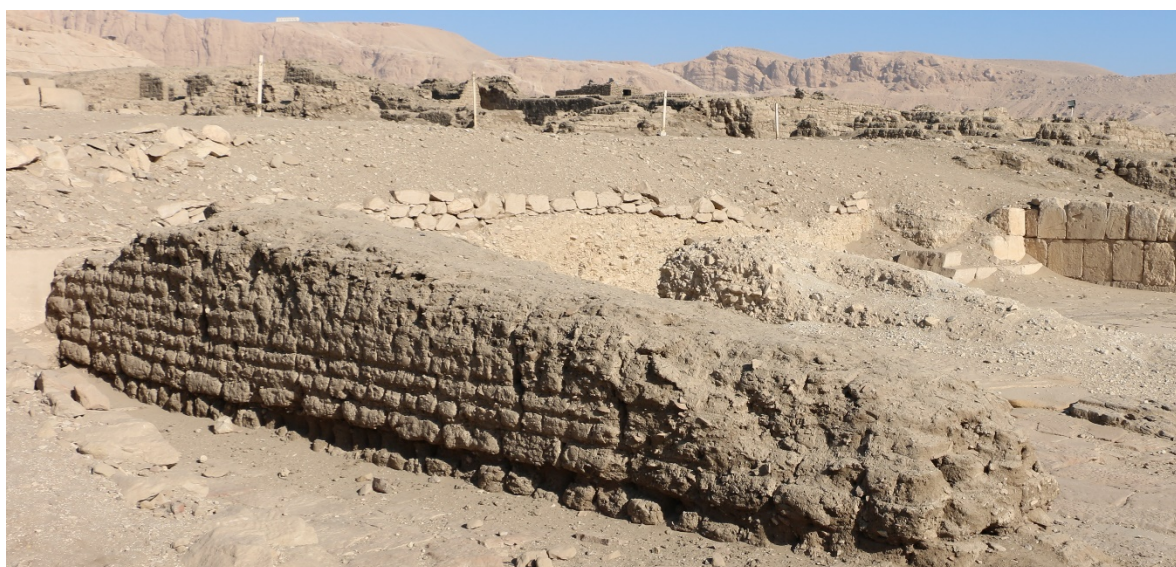


Fig. 20. À quelques centaines de mètres au sud du Ramesseum, les vestiges d'un mur présentent un sillon destructeur caractéristique lié à la dépression du terrain visible à sa base.

Comme il ne semble pas y avoir de risques liés à des remontées capillaires depuis la nappe phréatique (trop basse ou sol pas assez capillaire) ces types de dégradations semblent donc être liés essentiellement à la topographie et à la

gestion des écoulements superficiels des eaux en cas de forte pluie, et ce tant à l'extérieur qu'à l'intérieur des édifices.

Rappelons aussi ici que des terrains sablonneux et les dépôts de terre issus d'éboulements ou d'accumulations éoliennes sont très propices à la conservation de l'humidité sur le long terme.



Fig. 21. Sillon destructeur à la base d'un mur.



Fig. 22. Faible érosion à la base du mur qui laisse présager de la poursuite du phénomène



Fig. 23. Les dallages peuvent aussi être un risque si ceux-ci ne possèdent pas de pente naturelle amenant l'eau de pluie loin des murs (temple de Mout).

5.3. L'action de l'homme

De tout temps, l'action de l'homme a eu un impact sur l'état des bâtiments, négatif mais aussi positif. Au-delà des transformations (élargissement du plan d'un édifice, ouverture d'une porte ou d'une fenêtre dans une paroi, etc.) et superpositions d'édifices d'époque pharaonique (arasement d'une élévation et réutilisation des fondations pour un nouveau bâtiment, par exemple), de par sa nature un bâtiment en brique crue a pu être très fréquenté au cours de sa phase

d'utilisation et cela a pu engendrer des dégradations. De plus, des changements d'affectation de certains espaces demandant des modifications architecturales peuvent également être intervenus, ce qui est d'ailleurs facile à réaliser avec des briques de terre.

Lors des fouilles, il est souvent possible d'observer la présence de réparations dans les murs ainsi que, sur les parements, de couches d'enduit successives qui témoignent de l'entretien des maçonneries.

Aujourd'hui les déplacements des visiteurs sur les sites archéologiques restent un facteur potentiel de dégradation (**fig. 24**). Ceci est toutefois assez limité car l'accès aux vestiges est souvent interdit et contrôlé. Toutefois, y compris lors d'inspections comme celle que nous avons eu à faire nous-mêmes, des dégradations peuvent être engendrées dès lors qu'insuffisamment de précaution serait prise dans le choix des zones d'appui, notamment aux extrémités des structures et sur les surfaces en pente.

Un autre aspect qu'il pourrait convenir aussi d'anticiper : le risque d'utilisation de certains lieux d'un site comme toilette, lorsqu'ils sont assez bien protégés des regards.



Fig. 24. Dégradation typique liée au passage de « visiteurs » sur un mur en briques de terre.

5.4. La présence d'animaux sur le site

Peu d'animaux sont visibles sur le site. On note toutefois la présence d'oiseaux, de lézards, de fennecs, de traces laissées par des insectes et, occasionnellement, de troupeaux de moutons.

Les oiseaux sont présents à intervalles sur le site, probablement d'ailleurs de façon plus prégnante hors saison archéologique/touristique et en début et fin de journées.

La présence d'oiseaux engendre la possibilité d'accumulation de fientes, qui à terme, peut avoir un impact si les oiseaux venaient à trouver le site particulièrement accueillant, ce qui pourrait être le cas du Trésor de Chabaka, situé un peu à l'écart des chemins habituellement empruntés par les visiteurs. Les fientes d'oiseaux sont par ailleurs un élément pouvant largement favoriser le développement de la végétation (fertilisant naturel).

Quelques nids d'insectes (**fig. 25**) sont aussi présents avec un impact qui ne semble pas significatif, mais qui mérite d'être surveillé car il pourrait être évolutif. Au cours de la fouille du Trésor il a été possible d'observer, à plusieurs reprises, la présence sur le site de terriers creusés par des fennecs. La présence de galeries de petits rongeurs est aussi avérée (**fig. 26**).



Fig. 25. Orifices creusés par des insectes.



Fig. 26. Terrier de petit rongeur.

5.5. Les vents de sable

Les vents de sable ont un effet érosif très lent. L'effet sur les constructions en brique crue est similaire à ce que l'on obtient par le sablage : il est possible d'observer un arrachage des particules les plus fines situées en surface qui laisse apparaître la structure de la matière première, la terre. Cet effet d'arrachage de matière est bien évidemment plus important au niveau des sols et, de manière générale, au niveau de tous les replats puisque, de par leur poids, les sables circulent en grande majorité au niveau des surfaces planes.

En raison de sa position en contrebas le Trésor sera victime de dépôts éoliens, notamment dans les angles et à la base des murs. Ces dépôts peuvent avoir un impact très important sur les capacités d'évaporation des sols et l'humidité retenue favoriserait les dégradations.

Il est aussi plus que probable que cette configuration topographique du site du Trésor favorise le dépôt de graines et le développement de plantes au niveau du sol et toujours dans les mêmes zones, ce qui pourrait aider la germination en cas de pluie ou de forte humidité.

5.6. Les combinaisons

Les circonstances et processus de dégradations décrits ci-dessus sont rarement isolés. Souvent ils se combinent entre eux créant de nouvelles situations qui peuvent devenir « à risque » pour certaines des structures bâties ou éléments secondaires tels les restes d'enduits par exemple (fig. 27-29).

Il est donc important de bien comprendre et de suivre sur le long terme ces processus évolutifs possibles afin d'intervenir pour éliminer, ou tout du moins limiter, le risque en atteignant une « situation de risque de dégradation minimal ».

Dans cette perspective, au-delà du site considéré, il est important de bien prendre en compte l'ensemble de l'environnement proche et les possibles interventions à proximité. Dans le cas du Trésor de Chabaka, la poursuite future des fouilles au nord et surtout à l'est pourrait radicalement modifier la topographie générale du site et avoir un impact sur les accumulations d'eau ou d'humidité en cas de forte pluie notamment.



Fig. 27. Le cas ci-dessus illustre bien la combinaison de risques : érosion en haut des murs avec écoulements et éboulements, notamment dans l'angle, largement facilités par la végétation. À la base, l'accumulation de débris et la présence des plantes déterminent le développement d'un sillon destructeur évolutif car l'ensemble de ces éléments favorise la conservation de l'humidité ; Karnak, tronçon nord-sud du mur d'enceinte de la XXV^e dynastie au nord des Catacombes osiriennes.



Fig. 28. Exemple de combinaison de l'action de l'homme et des écoulements d'eau de pluie avec, des deux côtés du mur, la menace représentée par les plantes (halfa).



Fig. 29. Les effets combinés sont encore plus destructeurs dans le cas de constructions à angles rentrants ; Karnak, temple de l'Est.

6. REFERENCES DE TRAVAUX DE CONSERVATION A KARNAK ET DANS LA REGION THEBAINE

Lors de la mission, plusieurs sites et monuments ayant fait l'objet de travaux de conservation ont été visités, permettant de compléter les observations faites antérieurement par les auteurs. Un regard critique a été porté tant sur le résultat technique obtenu que sur l'aspect esthétique et le respect des règles éthiques de la conservation (authenticité, réversibilité, facilité d'identification des travaux réalisés). Les monuments examinés sont situés dans l'enceinte du temple d'Amon-Rê à Karnak ainsi que sur la rive occidentale thébaine.

6.1. Karnak, enceinte d'Amon-Rê

La chapelle du culte impérial à l'avant du môle sud du 1^{er} pylône

La comparaison faite avec des photographies anciennes montre que des travaux de restauration ont été menés récemment sur cet édifice (**fig. 30-31**). Les murs de pourtour en briques de terre semblent avoir été reconstruits avec une hauteur légèrement supérieure sur seulement la moitié de la largeur. Au cours du processus, certaines dispositions constructives n'ont pas été reprises, ce qui a engendré la perte des informations que celles-ci portaient. Tel semble être le cas des murs latéraux (est et ouest) de la cour au nord de la chapelle, dont le départ, visible sur les photos d'archive (**fig. 30**) apparaît ne pas avoir été maintenu.



Fig. 30. La chapelle du culte impérial en 1972 (J. Lauffray, *La chapelle d'Achôris à Karnak*, 1995, fig. 2).



Fig. 31. La Chapelle du culte impérial en 2018.

Chapelle d'Osiris « maître des aliments »

Depuis 2000, la chapelle d'Osiris *neb-djefaou* (« maître des aliments ») fait l'objet d'une fouille de la part d'une équipe mixte (université Lyon 2-UMR 5189 HiSoMA du CNRS ; Sorbonne Université-UMR 8167 ; INRAP ; CFEETK) dirigée par Laurent Coulon et Cyril Giorgi.

Dans le même esprit que les opérations envisagées pour le site du Trésor de Chabaka, les travaux de conservation ont été menés sur des maçonneries anciennement fouillées dans le but de rapidement mettre en valeur les vestiges découverts. Ces restaurations ont été réalisées avec des briques de terre préparées de façon traditionnelle et portant l'estampille du CFEETK (**fig. 32**), afin de pouvoir

clairement les identifier. Les briques, disposées en assises horizontales, ont été maçonneries au mortier de terre et laissées apparentes en partie supérieure. Les décalages visibles à certains endroits dans les hauteurs reconstruites servent, d'une part, à indiquer qu'il s'agit bien d'une maçonnerie et, d'autre part, à éviter de reconstruire trop d'assises au-dessus des murs d'origine (**fig. 33**).

Lors de notre visite, nous avons constaté que, malgré les travaux de conservation réalisés l'année précédente, le site était déjà envahi par des plantes de *aquil*.

Il est à noter qu'une pluie avait eu lieu quelques jours avant notre arrivée, favorisant probablement ce développement qui, par ailleurs, commençait aussi à concerner les parties traitées seulement quelques semaines auparavant (**fig. 34-35**).



Fig. 32. Marquage des briques du CFEETK



Fig. 33. Chapelle d'Osiris « maître des aliments » : vue des travaux réalisés en 2018.



Fig. 34 et fig. 35. Chapelle d'Osiris « maître des aliments » : le développement rapide d'*aquil* après les travaux de conservation réalisés en 2017.

Bâtiment sur plate-forme au nord de la première cour

Le bâtiment sur plate-forme (« temple haut ») situé au nord de la première cour du temple d'Amon-Rê a aussi fait l'objet d'interventions qui apparaissent être plutôt des travaux de maintien, concernant essentiellement la base de la structure d'origine. L'idée a été de renforcer cette base en reconstruisant les murs en forme d'escalier (**fig. 36**).

Ici aussi, les plantes de *aquil* se sont assez rapidement développées, profitant semble-t-il de petites anfractuosités pour s'installer, germer et prendre racine (**fig. 37**). La partie supérieure de l'édifice est désormais très affectée par les

racines de cette plante (**fig. 38**), alors que dans les parties restaurées, on voit de nouvelles pousses commencer à se développer. Il apparaît ici que *aqul* semble se dessécher pendant la saison chaude/sèche, mais seulement pour laisser place à de nouvelles pousses.

L'accumulation de ces plantes sèches semble d'ailleurs faciliter le développement rapide des nouvelles, probablement car elles recèlent des graines et que d'une certaine manière elles sont capables de fixer de l'humidité, y compris celle présente dans l'air humide dont on constate la présence aux abords du fleuve, notamment en matinée lors de la saison la plus froide.



Fig. 36. Bâtiment sur plate-forme au nord de la première cour : vue générale de la restauration



Fig. 37. Aqul profite de toutes les anfractuosités pour s'installer



Fig. 38. La partie supérieure du bâtiment sur plate-forme est entièrement envahie par la végétation, surtout sur le côté nord.

Mur ouest de l'enceinte de Nectanébo

Des travaux similaires à ceux réalisés sur le bâtiment sur plate-forme ont été menés, au nord du premier pylône, sur le tronçon ouest de l'enceinte de Nectanébo, (**fig. 39-40**). Les restaurations entreprises sur ce côté du rempart ont, elles aussi, visé avant tout à renforcer la base de la maçonnerie. La jonction entre la partie restaurée et le mur ancien apparaît toutefois artificielle, bien que les restaurations soient pour l'instant facilement identifiables. A l'instar du bâtiment sur plate-forme, ce mur est lui aussi victime du développement de plantes de *aqul*.



Fig. 39. Enceinte de Nectanébo, au nord du premier pylône.



Fig. 40. Concentration d'eaux avec érosion.

6.2. Monuments de la rive occidentale thébaine

Ramesseum

C'est depuis longtemps que le Ramesseum fait l'objet de travaux de restauration qui permettent d'avoir aujourd'hui une excellente impression de l'étendue et des dimensions imposantes de ce site¹⁴. Ici, le traitement proposé est constitué de plusieurs couches de briques de terre traditionnelles construites au-dessus des vestiges mis au jour (**fig. 41-43**).

Ces travaux ont fait l'objet d'observations qui ont débouché sur des propositions complémentaires pour mieux prendre en compte les risques de stagnation et d'écoulement des eaux en cas de fortes pluies (JOFFROY 2017).

Pour ce qui est des vestiges des voûtes encore conservés, une méthodologie similaire a été tentée, mais celle-ci nécessite encore une mise au point, et ce afin de mieux respecter les différents types d'appareillage (murs-voûtes), ce qui présente une certaine complexité.



Fig. 41 et 42. Vues générales montrant le principe de restauration adopté pour les murs du Ramesseum : plusieurs couches de briques neuves au-dessus des structures anciennes.

¹⁴ COLONNA-PRETI 2009 ; COLONNA-PRETI, TORRA I CAMPOS 2010 ; COLONNA-PRETI *et al.* 2011 ; COLONNA-PRETI 2012.



Fig. 43. Exemple d'effritement de la base d'un mur qui pourrait être dû à la présence du dallage en pierre (?).

Medinet Habou

D'importants travaux ont aussi été menés dans le temenos du temple de Ramsès III à Medinet Habou. Ceux-ci ont été réalisés avec des briques de facture différente par rapport aux briques anciennes (car de fabrication très soignée) : elles présentent des surfaces très lisses (**fig. 44-47**) et semblent de très bonne qualité (nous n'avons pas réussi à avoir d'informations précises sur leur composition).

Ces briques également sont maçonnées au-dessus des vestiges. Elles sont appareillées de façon à faire comprendre la structure des murs ainsi que les liaisons avec d'autres maçonneries qui n'ont pas forcément été reconstruites. On regrette toutefois que ces effets ne soient pas réalisés de façon systématique, donnant un aspect final qui en certains points apparaît quelque peu déconcertant (**fig. 46-47**).

Des restaurations plus anciennes, au sud-est du temple, montrent une pratique différente, avec la mise en place en partie supérieure des murs reconstruits d'un enduit semble-t-il à base de ciment. Celui-ci a une finition horizontale, qui, de façon classique, tend à collecter l'eau de pluie vers des endroits précis, provoquant des débuts d'érosion des surfaces verticales situées en-dessous.



Fig. 44 et 45. Temple de Medinet Habou : les briques de terre utilisées sont de grande taille et d'aspect très « lisse », ce qui jure un peu avec l'original.



Fig. 46 et 47. Les nombreux décrochés mis en œuvre sont difficiles à interpréter

Temple mémorial d'Amenhotep II

Le temple mémorial d'Amenhotep II, situé immédiatement au nord du Ramesseum, a fait l'objet de travaux similaires (fig. 48-49). Il s'agit d'un travail soigné qui lie de façon très heureuse les structures en terre et en pierre. L'observation montre aussi la difficulté d'interprétation de certains éléments, laissant penser que de tels travaux nécessitent forcément une présence très importante aux côtés des maçons qui en sont chargés.



Fig. 48 et 49. Deux vues de la façade est des restaurations faites sur les maçonneries du temple mémorial d'Amenhotep II.

Temple mémorial de Merenptah

Le temple mémorial de Merenptah, dont les annexes sont construits en briques de terre, est également envahi par les plantes de *aquil* (fig. 50). Il a aussi été possible d'observer sur ce site les conséquences engendrées par la finition horizontale des murs reconstruits : l'érosion provoquée par les écoulements, qui se concentrent par conséquent en façade, est accentuée ici par la présence des appareillages « en escaliers » qui jouent le rôle de collecteurs d'eau de pluie (fig. 51).



Fig. 50. Temple mémorial de Merenptah. Développement de *aqul* à l'intérieur et autour du bassin du Lac sacré



Fig. 51. Des érosions faibles au niveau des écoulements d'eau, mais à long terme ?

7. SUGGESTIONS D'EXPERIMENTATIONS (MAUVAISES HERBES)

Dans la perspective de lancer des travaux ayant un maximum d'efficacité et de lisibilité pour mettre en valeur le Trésor de Chabaka il est suggéré de lancer un programme d'expérimentation visant à mieux maîtriser le développement des plantes et surtout leur rôle destructif.

Il est important de rappeler au préalable que l'usage de traitements chimiques qui apparaît être de plus en plus adoptée par les missions de fouilles n'est pas souhaitable et ce pour plusieurs raisons :

- . leur efficacité à long terme n'est pas prouvée et une adaptation des plantes à ces substances est possible ;
- . il y a un risque de pollution de la nappe phréatique qui, à Karnak, n'est pas très profonde, ainsi qu'un risque de pollution du lac sacré, et donc de sa faune et de sa flore ;
- . des solutions plus douces existent.

En ce qui concerne ce dernier point, un collègue américain, Anthony Crosby, architecte et expert en conservation pour "Chicago House" à Louxor, que nous avons questionné, dans un courriel daté du 12 avril 2018 nous informe de ce qui s'est produit sur le site du palais d'Amenhotep III à Malqata où il travaille : *"The problem here is Camel Thorn. It has a very deep root system that is nearly impossible to eliminate. We simply remove it manually at the beginning of each season and by removing it consistently we are seeing less and less each year."*

Les expérimentations proposées ci-dessous visent essentiellement à anticiper l'invasion des plantes invasives. Afin de fournir aux missions de fouille des solutions efficaces sur le moyen et long terme en particulier, une collaboration avec une équipe de botanistes est indispensable pour mettre en place des programmes de gestion des plantes invasives qui soient efficaces et respectueux autant des écosystèmes concernés que des architectures en terre.

Les expérimentations devraient aussi être l'occasion de réfléchir aux autres critères habituels de restauration, qui devront prendre en compte les critères d'efficacité (formes adaptées lors de fortes pluies), d'aspect, de réversibilité, et aussi de facilité d'identification.

7.1. Contrôle du développement de *halfa*

L'hypothèse est ici que si l'on procède à la coupe à la fois de la bonne manière mais aussi au bon moment, on peut très fortement limiter le développement de cette plante. Pour cela, il est proposé de procéder à des essais comparatifs sur des surfaces d'une vingtaine de m² environ (4 x 5 m).

Ces essais comparatifs porteraient sur :

- . une coupe à raz, telle que pratiquée aujourd'hui ;
- . une coupe avec une petite bêche, permettant de faire cela en profondeur.

Même s'il est possible d'imaginer un risque lié à la présence dans les environs d'autres plantes qui ne seront pas traitées, il est probable que le maximum d'efficacité sera obtenu si la coupe est faite avant la production des graines.

Aire suggérée pour l'expérimentation : la vaste zone située immédiatement à l'est du Trésor de Chabaka.

La plante ne se reproduisant pas seulement avec ses graines, il sera probablement indispensable en complément de procéder à d'autres essais (voir plus loin, nappes de protection) pour une protection plus systématique contre la progression souterraine de cette plante.

7.2. Contrôle du développement de *aqul*

L'hypothèse pour *aqul* est que son développement est lié entièrement à la présence de graines. Si celles-ci peuvent être apportées par le vent et peut-être aussi par des oiseaux, c'est avant tout la présence des plantes elles-mêmes sur le site qui fait que le processus se développe.

L'idée est donc de tout simplement tenter d'éradiquer la plante dès qu'elle commence à pousser. Cela devrait donc se faire plutôt vers le mois de mars, voire début avril, qui semble être la période de pousse. Le mieux serait qu'une inspection puisse être mise en place sur cette période avec, selon la zone à traiter, peut-être seulement un travail de quelques heures une fois par semaine.

Afin de garantir l'efficacité, il est suggéré de travailler par arrachage de la plante plutôt que par sa coupe, ce qui devrait être très facile dès lors que les pousses sont prises à leur très jeune âge. Cette intervention très rapide au moment de la pousse est indispensable afin de garantir que la maçonnerie ne soit pas affectée dans le processus. La plante étant agressive, l'usage de gants est nécessaire pour garantir que l'arrachage soit fait dans de bonnes conditions, avec extraction complète de la racine.

L'expérimentation pourrait être faite au Trésor de Chabaka même, mais il serait aussi intéressant de la mettre en place sur plusieurs années (au moins trois pour pouvoir en mesurer les résultats) sur un ou deux autres sites, peut-être la chapelle d'Osiris « maître des aliments » ou sur le bâtiment à plate-forme au nord de la première cour du temple d'Amon-Rê.

7.3. Nappes de protection à la base des reconstructions de murs (*halfa*)

Halfa ayant la capacité de lancer des ramifications de ses racines depuis des zones profondes (nappe phréatique) jusqu'à la surface du sol, il est probable qu'un simple traitement des terrains aux abords des bâtiments ne serait pas suffisant pour empêcher de possibles infestations à l'intérieur des murs massifs. De ce fait, il est souhaitable qu'une ou plusieurs solutions soient trouvées afin de bloquer le possible développement vertical de ces nouvelles pousses. Des nappes de protection pourraient être installées juste au-dessus du niveau des structures anciennes devant être protégées par de nouvelles couches de briques de terre.

Afin de vérifier diverses solutions, des échantillons d'une taille de 1,5 x 1,5 m minimum pourraient être installés sur la surface très infestée située immédiatement à l'est du Trésor de Chabaka.

Des essais pourraient être réalisés avec :

- . des échantillons de géotextiles ayant des épaisseurs différentes (les plus minces semblent pouvoir être percés par les extrémités très acérées des « racines chercheuses » (cas de figure observé dans l'enceinte de Mout) ;
- . des couches de mortier de chaux ;
- . des couches de mortier de terre stabilisée au ciment ;
- . d'autres produits qui pourraient être identifiées lors d'une mission de préparation.

Dans le Trésor de Chabaka, le parement oriental du mur est en particulier devra probablement demeurer en partie enfoui pour éviter de rester exposé. Dans ce cas, des géotextiles pourraient aussi être posés contre les parements avant la mise en place et le compactage du remblai.

En ce qui concerne la protection des sols en terre battue, des essais pourraient être faits avec des dalles de terre compactées d'une épaisseur limitée à une dizaine de centimètres. Cette solution permettrait de ne pas trop changer les proportions du bâti sur des sites comme celui du Trésor. Ce type de solution devrait être étudié en prenant aussi en compte les possibilités de reproduire au niveau du sol fini les caractéristiques du sol historique.

7.4. Nappes de protection en haut des reconstructions de murs (*aqul*)

Dans le même esprit il est suggéré de procéder de façon inversée pour *aqul* surtout dans l'idée qu'il pourrait être difficile d'organiser un désherbage régulier et systématique tel que proposé au paragraphe 7.2, mais cela peut aussi être envisagé comme un complément.

L'hypothèse est qu'en installant une barrière horizontale, les racines de *aqul* ne pourront que très peu pénétrer à l'intérieur de la maçonnerie. Ainsi, de telles barrières devraient être installées le plus haut possible des murs reconstruits, soit juste sous la dernière couche de briques mise en œuvre servant à la fois de protection et pour redonner la visibilité des vestiges excavés.

Il serait souhaitable que de telles dispositions soient faites avec les mêmes matériaux que ceux proposés pour la base des murs. Les tests réalisés le seront donc avec les mêmes solutions (§ 7.3).

En termes de localisation des tests, ceux-ci seraient à réaliser soit sur les mêmes massifs d'essai que ceux utilisés pour les expérimentations décrites dans le paragraphe 7.3 (construction de murets de 60 cm de haut par exemple), soit directement sur les maçonneries du Trésor de Chabaka qui pourront être traitées si le projet de restauration est déjà arrêté.

7.5. Protocoles de suivi et évaluation

Un suivi annuel est indispensable. Afin de pouvoir valider les solutions, une évaluation plus approfondie devrait être réalisée au bout de trois ans, sans occulter la possibilité que de nouvelles expérimentations soient mises en place à la suite des premières observations et/ou suggestions qui pourraient être faites par divers experts venus visiter le site d'expérimentation.

Les critères à prendre en compte seront l'efficacité, l'aspect, le coût, la faisabilité technique et les besoins en entretien.

7.6. De possibles valorisations de ces plantes ?

En parallèle de la mise en œuvre de ces travaux il serait intéressant d'explorer les potentiels d'utilisation de ces plantes, ce qui pourrait rendre leur coupe moins coûteuse. Pour rappel, *aqul* est utilisée en pharmacologie traditionnelle et *halfa* en sparterie, mais aussi plus simplement pour la fabrication de pâte à papier (§ 5.1).

8. RECOMMANDATIONS POUR LE TRESOR DE CHABAKA

Si les expérimentations décrites précédemment pouvaient être faites séparément, elles pourraient être menées parallèlement aux fouilles, ce qui permettrait d'organiser un premier petit chantier test directement *in situ* lors de la prochaine mission de fouille.

Ce premier chantier pourrait avoir lieu dans la zone sud-est de la fouille, au niveau du massif d'escalier et se prolonger le long du mur oriental en remontant vers le nord, de façon à traiter la portion de maçonnerie longeant les banquettes en pierre sur une longueur qui, dans un premier temps, pourrait n'être que de 2 ou 3 mètres.

Ce chantier devrait rester dans son ensemble assez petit – une surface totale d'une dizaine de m² – mais devrait permettre de traiter toutes les parties architecturales (murs, enduits, sols, etc.) à l'exception des encadrements de porte en pierre dont le remontage *in situ* demande une étude spécifique, actuellement en cours.

En se basant sur des solutions techniques devenues désormais classiques sur divers sites de la région thébaine et dont les résultats positifs sont déjà suffisamment avérés, ce chantier sera l'occasion de porter une plus grande attention aux situations de risque et de proposer des types de finitions plus adaptés.

De plus, il est suggéré que pour chaque nouveau chantier de fouille, les procédés suivants soient adoptés.

8.1. Préparation et déroulement des futures fouilles

Avant chaque campagne, une discussion devrait avoir lieu entre l'archéologue et le conservateur (profil architecte) de façon à anticiper au mieux les risques de création de situation défavorables à la bonne conservation des maçonneries (haut des murs, bas des murs, voûtes). Si nécessaire, il faudrait également prévoir des circuits d'écoulement des eaux de pluies pour éviter la formation de zones d'épandage ou d'infiltration tout en respectant les vestiges mis au jour. Les possibles besoins de protection temporaires seraient également à évaluer.

8.2. Travaux après fouilles

En fonction des possibles imprévus qui surviendraient en cours de fouille, des vestiges mis au jour et des éventuelles découvertes spécifiques, des travaux (ou protections) temporaires ou à plus long terme sont à envisager et, tant que possible, à mettre en œuvre ou programmer pour la saison suivante. Il sera aussi utile de vérifier la pertinence de certains travaux en fonction du budget disponible, notamment de bien étudier séparément, mais en complément, les travaux de prévention, de conservation et ceux de mise en valeur. Même si moins urgents, ceux-ci pourraient être un facteur important de l'intérêt qui pourrait être

porté au chantier de fouille par les organismes financeurs, les autorités locales ainsi que les visiteurs.

8.3. Suivi « régulier »

Au vu des circonstances observées, il est plus que recommandable qu'un suivi régulier soit adopté, avec une attention spécifique portée pendant la saison humide lorsque la végétation se développe, c'est-à-dire annuellement, vers mars-avril. Il s'agirait de vérifier si de nouvelles pousses (d'*aqul* ou *halfa*) sont présentes et de les éliminer le cas échéant.

Il serait par ailleurs utiles d'avoir un dispositif permettant de dépêcher une personne suffisamment formée (et apte à produire un court rapport illustré) en cas de forte pluie.

La mise en place d'un tel dispositif de « suivi » à la fois régulier et *ad hoc* est à étudier. Il s'agirait en fait de missionner une personne de confiance résidant de manière permanente à Karnak avec la mise en place d'un protocole et d'outils (appareil photo par exemple), d'une petite formation, et, probablement, d'une indemnité financière.

8.4. Evaluation régulière

Cette évaluation régulière devrait être organisée à minima annuellement, en lien avec les chantiers de fouilles, éventuellement en collaborant avec d'autres collègues présents sur le site en cas d'impossibilité d'organiser les campagnes sur un tel rythme. Dans ce cas aussi l'élaboration d'un protocole, court mais précis, serait utile.

8.5. Passer des idées à des applications concrètes

Dès les propositions faites dans ce rapport validées, il sera possible de passer à l'action, mais il sera nécessaire d'identifier au préalable les sources financières potentielles. En effet, cela permettrait de s'adapter en fonction de leur(s) nature(s) et du ou des montants à disposition avec éventuellement de premières missions courtes réalisées avec des budgets existants dans nos laboratoires avant de procéder à l'élaboration de montages financiers plus élaborés avec une programmation sur plusieurs années.

Le processus de recherche de financement pouvant être long, il pourrait être intéressant de lancer sans trop tarder (en 2019) une première mission courte pour vérifier les conditions du lancement de la première expérimentation, la disponibilité et l'acquisition du petit matériel et des matériaux nécessaires, l'identification de la main d'œuvre idoine, etc.

9. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les constats et premières réflexions sur les conditions de conservation du Trésor de Chabaka révèlent une situation relativement complexe, en grande partie liée à la prolifération de deux espèces végétales : *aqul* et *halfa*.

Au-delà du cas spécifique de cet édifice, il apparaît que, hormis les zones les plus visitées et le haut des structures présentant une élévation très importante, ces deux plantes envahissent la quasi-totalité du site de Karnak, et qu'elles ont un rôle destructeur, relativement lent, mais véritablement constant et préoccupant. À ce titre, il est à noter que cet envahissement est quasi complet tout autour de l'enceinte du temple. Le risque existe d'une destruction très importante de vestiges enfouis dans le sol, notamment par *halfa* qui de par sa nature et sa puissance transperce le sol sur de grandes hauteurs. Si les structures en pierres restent peu touchées, mais quand même potentiellement déstabilisées, les nombreux vestiges en briques de terre pourraient à terme être effacés.

D'autres sites dans la région thébaine sont concernés, comme par exemple celui de Medamoud, ou encore, dans une plus faible mesure, le Ramesseum, où le pylône proche du fleuve pourrait bien avoir été victime de l'envahissement de *halfa*.

De ce fait, le travail de recherche proposé dans ce rapport pourrait avoir un impact très important et semble donc mériter une véritable considération et soutien y compris de la part d'autres interlocuteurs que nos laboratoires (CRAterre/AE&CC et UMR 8167 Orient & Méditerranée).

Si la maîtrise du développement de ces plantes est essentielle, il n'en reste pas moins que d'autres questions de conservation, plus classiques, se posent de manière plus générale dans l'ensemble de la vallée du Nil, en Égypte comme au Soudan.

Ainsi un tel travail pourrait avantageusement prendre en considération un plus grand nombre de sites et expériences en matière de conservation. Au travers d'un processus itératif, il serait possible de mieux cerner aussi bien les éléments distinctifs des constructions en terre (variété des matériaux employés, des techniques de construction, des structures, des formes, des éléments architecturaux en pierre associés, etc.) que les questions posées pour leur conservation et mise en valeur sur le long terme.

Un tel travail pourrait déboucher sur des événements scientifiques de haut niveau tels un colloque international sur la conservation des vestiges en terre en Égypte ainsi que des publications scientifiques. De plus, l'intérêt persistant du grand public pour l'Égypte ainsi que pour des solutions de vie plus « durables » est un contexte favorable au lancement d'opérations capables de fournir une information à la fois attractive et de qualité au grand public.

La perspective assez proche de la célébration du 200^e anniversaire du déchiffrement des hiéroglyphes par Jean-François Champollion pourrait offrir un contexte particulièrement approprié pour un premier point d'étape de ce projet de recherche scientifique visant aussi une valorisation d'ampleur auprès du grand public.

ANNEXE 1 : BIBLIOGRAPHIE SELECTIVE

Architecture en brique crue en Égypte ancienne

ARNOLD Di. 2003

ARNOLD Di., *The Encyclopaedia of Ancient Egyptian Architecture*, Londres, New York, 2003, p. 34-37, s.v. "Brick", "Brick construction", "Brick marks", "Moulded bricks", "Shape of bricks", "Brick stamps".

BARAIZE 1907

BARAIZE É., « Déblaiement du Ramesseum », *Annales du Service des Antiquités de l'Égypte* 8, 1907, p.198-200¹⁵.

CHOISY 1904

CHOISY A., *L'art de bâtir chez les Égyptiens*, Paris, 1904.

CLARKE, ENGELBACH 1930

CLARKE S., ENGELBACH R., *Ancient Egyptian Masonry: The Building Craft*, Oxford, Londres, 1930.

DESROCHES-NOBLECOURT *et al.* 1976.

DESROCHES-NOBLECOURT Chr., MOUKHTAR G., ADAM, C., *Le Ramesseum X. Les annexes nord-ouest*, CEDAE, Collection Scientifique 35, Le Caire, 1976.

EMERY 2011

EMERY V.L., « Mud-Brick Architecture », dans W. Wendrich (éd.), *UCLA Encyclopedia of Egyptology*, Los Angeles, 2011.
<http://digital2.library.ucla.edu/viewItem.do?ark=21198/zz0026w9hb>

GOYON, GOLVIN, SIMON-BOIDOT, MARTINET 2004

GOYON J.-Cl., GOLVIN J.-Cl., SIMON-BOIDOT C., MARTINET G., *La construction pharaonique : du Moyen Empire à l'époque gréco-romaine. Contexte et principes technologiques*, 2004, p. 104-140.

HÖLSCHER 1941

HÖLSCHER U., *The Excavation of Medinet Habu III. The Mortuary Temple of Ramses III. Part I*, OIP 54, Chicago, 1941¹⁶.

JAESCHKE, FRIEDMAN 2011

JAESCHKE R.L., FRIEDMAN R., « Conservation of the Enclosure of Khasekhemwy at Hierakonpolis, Upper Egypt: Investigation, Experimentation, and Implementation », dans L. Rainer, A. Bass Rivera, D. Gandreau (éd.), *Terra 2008: The 10th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architectural Heritage, Proceedings of the 10th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architectural Heritage, Bamako, Mali, February 1-5, 2008*, Los Angeles, 2011, p. 189-193.

JEQUIER 1924

¹⁵ En ligne :

<http://www.archive.org/stream/annalesduservice08egyptuoft#page/n233/mode/2up>
(consulté le: 05/11/2016).

¹⁶ En ligne : <https://oi.uchicago.edu/research/publications/oip/oip-54-mortuary-temple-ramses-iii-part-1> (consulté le 4 septembre 2018).

JEQUIER G. *Manuel d'archéologie égyptienne I. Les éléments de l'architecture*, Paris, 1924.

KEMP 2000

KEMP B., « Soil (including mud-brick architecture) », dans P.T. Nicholson, I. Shaw (éd.), *Ancient Egyptian Materials and Technology*, Cambridge, 2000, p. 78-103.

MARCHI 2014

MARCHI S., *L'habitat dans les forteresses de Migdol (Tell el-Herr) durant les V^e et IV^e siècles avant J.-C. Étude archéologique*, Paris, 2014.

MORGENSTEIN, REDMOUNT 1998

MORGENSTEIN M.E., REDMOUNT C.A., « Mudbrick Typology, Sources, and Sedimentological Composition: A Case Study from Tell el-Muqdam, Egyptian Delta », *JARCE* 35, 1998, p. 129-146.

SALAH EL-NAGGAR 1999

SALAH EL-NAGGAR, *Les voûtes dans l'architecture de l'Égypte ancienne*, BiEtud 128, Le Caire, 1999.

SPENCER 1979

SPENCER J., *Brick Architecture in Ancient Egypt*, Warminster, 1979.

Trésor de Chabaka

LICITRA 2018

LICITRA N., « Douze campagnes de fouille au Trésor de Chabaka à Karnak : archéologie d'une institution économique », *BSFE* 199, 2018, p. 38-56.

LICITRA 2016

LICITRA N., « Gérer les richesses du temple à l'époque kouchito-saïte. Les découvertes récentes dans le Trésor de Shabaqo à Karnak », *Égypte Afrique et Orient* 81, 2016, p. 53-58.

LICITRA 2014

LICITRA N., *Étude archéologique d'un monument de la XXV^e dynastie à Karnak : le Trésor de Chabaka*, thèse de doctorat, université Paris IV-Sorbonne, Paris, 2014.

LICITRA, THIERS, ZIGNANI 2014

LICITRA N., THIERS Chr., ZIGNANI P., « A Major Development Project of the Northern Area of the Amun-Re Precinct at Karnak during the Reign of Shabaqo », dans E. Pischikova, J. Budka, K. Griffin (éd.), *Thebes in the First Millennium BC*, Newcastle, 2014, p. 549-564.

Rapports

COLONNA-PRETI 2009

COLONNA-PRETI K., *Rapport des interventions de conservation et restauration réalisées au Ramesseum, Égypte. Mission 2008*, Mars 2009, p. 3-30, http://www.mafto.fr/wp2_mafto/wp-content/uploads/2013/06/08ASR-Rapport-site-webs.pdf (consulté le 4 septembre 2018).

COLONNA-PRETI, TORRA I CAMPOS 2010

COLONNA-PRETI K., TORRA I CAMPOS G., *Rapport des interventions de conservation et restauration réalisées au Ramesseum, Égypte. Mission 2009*, février 2010, p. 3-49, http://www.mafto.fr/wp2_mafto/wp-content/uploads/2013/06/09ASR-Rapport-site-webs.pdf (consulté le 4 septembre 2018).

COLONNA-PRETI *et al.* 2011

COLONNA-PRETI K., BIGAND C., BRIDA E., CALETTI M., CUNHA-LIMA S., *Rapport des interventions de conservation et restauration réalisées au Ramesseum, Égypte. Mission 2010*, Août 2011, p. 3-38, http://www.mafto.fr/wp2_mafto/wp-content/uploads/2013/06/10ASR-Rapport-site-webs.pdf (consulté le 4 septembre 2018).

COLONNA-PRETI 2012

COLONNA-PRETI K., *Rapport des interventions de conservation et restauration réalisées au Ramesseum, Égypte. Mission 2011*, septembre 2012, p. 4-46, http://www.mafto.fr/wp2_mafto/wp-content/uploads/2013/06/11ASR-Rapport-site-webs.pdf (consulté le 4 septembre 2018).

JOFFROY 2017

JOFFROY Th., *Conservation des greniers du Ramesseum, Thèbes (Louxor), Égypte*, Grenoble : CRAterre-ENSAG, 2017.

Flore d'Égypte

BOULOS 1999

BOULOS L., *Flora of Egypt I: Azollaceae – Oxalidaceae*, Le Caire, 1999.

BOULOS 2005

BOULOS L., *Flora of Egypt IV: Monocotyledons (Alismataceae – Orchidaceae)*, Le Caire, 2005.

BOULOS, NABIL EL HADIDI 1994

L. BOULOS, M. NABIL EL HADIDI, *The weed Flora of Egypt*, Le Caire, 1984, rev. ed.1994.

NABIL EL HADIDI, HAMDY 2010

N.M. NABIL EL HADIDI, R. HAMDY, « Basketry accessories: footwear, bags and fans in ancient Egypt », *Journal of Archaeological Science*, 2010, doi:10.1016/j.jas.2010.11.026.

IUCN 2005

IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, *A Guide to Medicinal Plants in North Africa*, Malaga, 2005, <https://portals.iucn.org/library/node/8882> (consulté le 4 septembre 2018).

Hydrologie

TOONEN *et al.* 2018

TOONEN W.H.J., GRAHAM A., PENNINGTON B.T., HUNTER M.A., STRUTT K.D., BARKER D.S., MASSON-BERGHOF A., EMERY V.L., « Holocene fluvial history of the Nile's west bank at ancient Thebes, Luxor, Egypt, and its relation with cultural dynamics and basin-wide hydroclimatic variability », *Geoarchaeology* 33, 2018, p. 273–290.

TRAUNECKER 1970a

TRAUNECKER Cl., « Les mouvements des eaux phréatiques de Karnak », *Kêmi* 20, 1970, p. 195-211.

TRAUNECKER 1970b

TRAUNECKER Cl., « Les caractères chimiques des eaux de Karnak », *Kêmi* 20, 1970, p. 213-228.

ANNEXE 2 : LISTE DES PERSONNES RENCONTREES

Mostafa el-Saghir, Directeur général des temples de Karnak et superviseur général de l'allée des sphinx.

Khazafi Abder Raheem, Directeur des temples de Karnak.

Ghada Ibrahim, Directrice des missions scientifiques.