

## LE TEMPLE DE KARNAK ET LES PUBLICATIONS NUMÉRIQUES

### 1. INTRODUCTION

La journée d'étude consacrée à la *Publication archéologique en environnement numérique*<sup>1</sup> a été l'occasion de présenter le résultat de travaux qui ont débuté dans les années 2000. Nous parlons donc d'un temps qui couvre une période quasiment "préhistorique" pour l'informatique documentaire. Les publications numériques évoquées ici ont été réalisées au sein du Centre Franco-Égyptien d'Étude des Temples de Karnak (CFEETK) dirigé alors par François Larché et Nicolas Grimal. Pour l'égyptologie, ce dernier est aujourd'hui considéré comme le pionnier des Humanités Numériques, mais à cette époque, nous ne connaissions pas ce terme et nous appelions cela "faire de l'informatique". Ces projets documentaires n'auraient pu voir le jour sans le travail novateur d'Antoine Chéné, photographe de l'UPR 1002 du CNRS, qui a été le premier à faire connaître la photographie numérique à Karnak (CHÉNÉ *et al.* 1999).

En 2003, notre premier projet a abouti à une publication numérique diffusée sur DVD qui concerne la grande salle hypostyle de Karnak (ARNAUDIÈS, CHÉNÉ 2003). Notre deuxième travail accompagnait la réédition papier d'un ouvrage de référence, celui de Paul Barguet sur l'exégèse du temple de Karnak, augmentée d'une édition numérique sur DVD et qui a été publiée en 2007 (BARGUET 2006-2007). Notre troisième publication est un ePub sur la chapelle de Sésostris I<sup>er</sup>, dite "chapelle Blanche", publication complètement dématérialisée et mise en ligne en 2015 (ARNAUDIÈS, BEAUX, CHÉNÉ 2015).

Toutes ces publications sont nées d'un projet éditorial qui a rendu nécessaire leur édition sous une forme numérique. Les différentes problématiques que nous rencontrions ne trouvaient de réponses que par l'utilisation d'un nouveau support pour l'information (Fig. 1).

### 2. LA GRANDE SALLE HYPOSTYLE DE KARNAK

La salle hypostyle est le plus grand édifice de Karnak. Elle est décorée sur tous ses murs et tous ses éléments d'architecture. Avec ses 134 colonnes, ses architraves et ses murs, dont les plus hauts atteignent près de 17 m, la documentation d'un monument aussi gigantesque pose plusieurs difficultés. La salle hypostyle représente un véritable défi photographique et documentaire. De multiples facteurs gênent le travail du photographe: les distorsions

<sup>1</sup> La journée s'est déroulée le 22 janvier 2021 en visioconférence et a été organisée par Virginie Fromageot, co-responsable des humanités numériques, à l'UMR 7041 ArScAn Archéologies et Sciences de l'Antiquité (<https://archeonum.hypotheses.org/945>).



Fig. 1 – Les trois publications numériques consacrées au temple de Karnak.



Fig. 2 – L'intérieur de la salle hypostyle (cliché CNRS/CFEETK - A. Chéné).

dues à la perspective, le manque de recul, la hauteur des scènes, la présence des colonnes, la projection des ombres portées. Ses colonnes forment comme une forêt et font obstacle à la vision d'ensemble des parois latérales (Fig. 2). Les architraves créent des zones d'ombre qui masquent les décors des scènes. Face à ces différents problèmes, la photographie numérique apportait des solutions. Pour obtenir des vues frontales, les photographes ont travaillé sur des échafaudages pendant trois saisons au plus près des murs de la salle hypostyle.

Antoine Chéné a ensuite assemblé les images comme on le ferait pour un puzzle ou une mosaïque. Le résultat de cet assemblage permet d'obtenir une

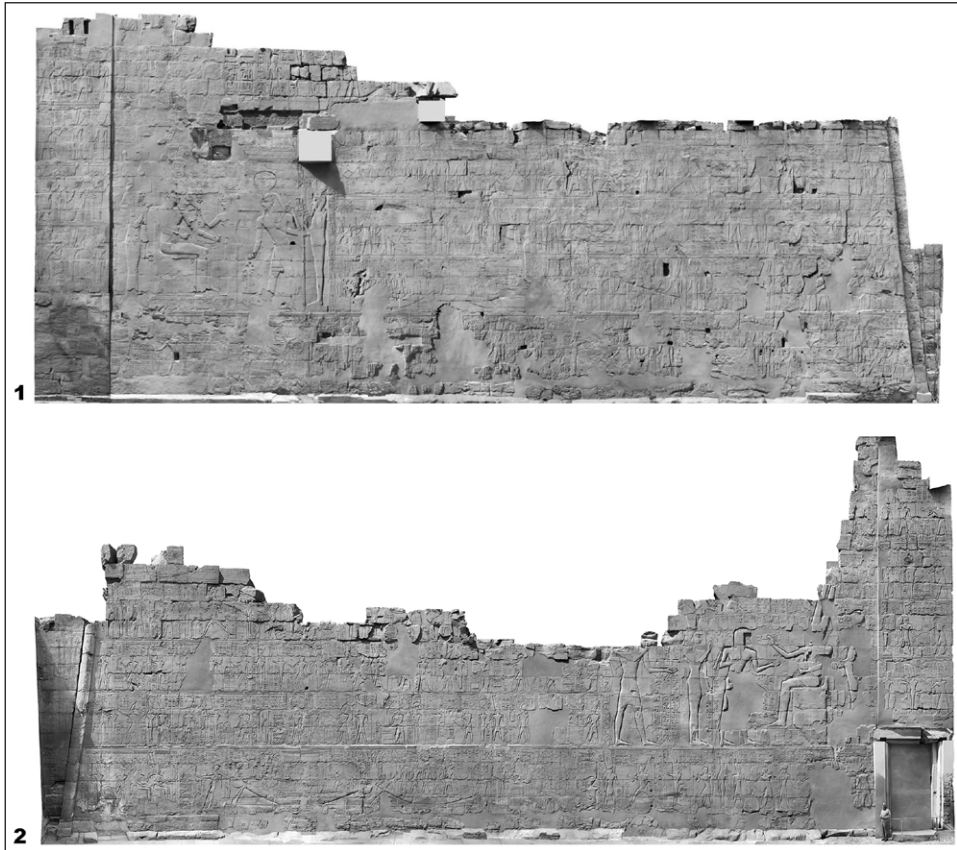


Fig. 3 – Montages numériques, ancêtres des images produites aujourd’hui par photogrammétrie. 1) II<sup>e</sup> pylône, môle Nord, paroi Est. 2) II<sup>e</sup> pylône, môle Sud, paroi Est (images CNRS/CFEETK - A. Chéné).

image composite par le montage de centaines de photographies issues d’une série de trois prises de vues successives, faites lors de trois saisons différentes. Elles ont permis de supprimer les ombres projetées par les architraves. Cette image est hors norme, elle mesure 2,30 m de long pour 1 m de hauteur, elle a une résolution de 340 dpi. Elle a été réalisée en 2000 et sa taille ainsi que sa résolution sont le résultat d’un compromis imposé par les limites techniques du système d’exploitation de l’ordinateur. Un fichier ne pouvait alors dépasser la taille physique de 2 Go et nos disques durs avaient des tailles variant entre 40 et 80 Go.

Cette photographie est une image virtuelle (Fig. 3, 1). Personne n’a jamais vu la salle hypostyle ainsi et cette photographie n’est donc qu’une restitution

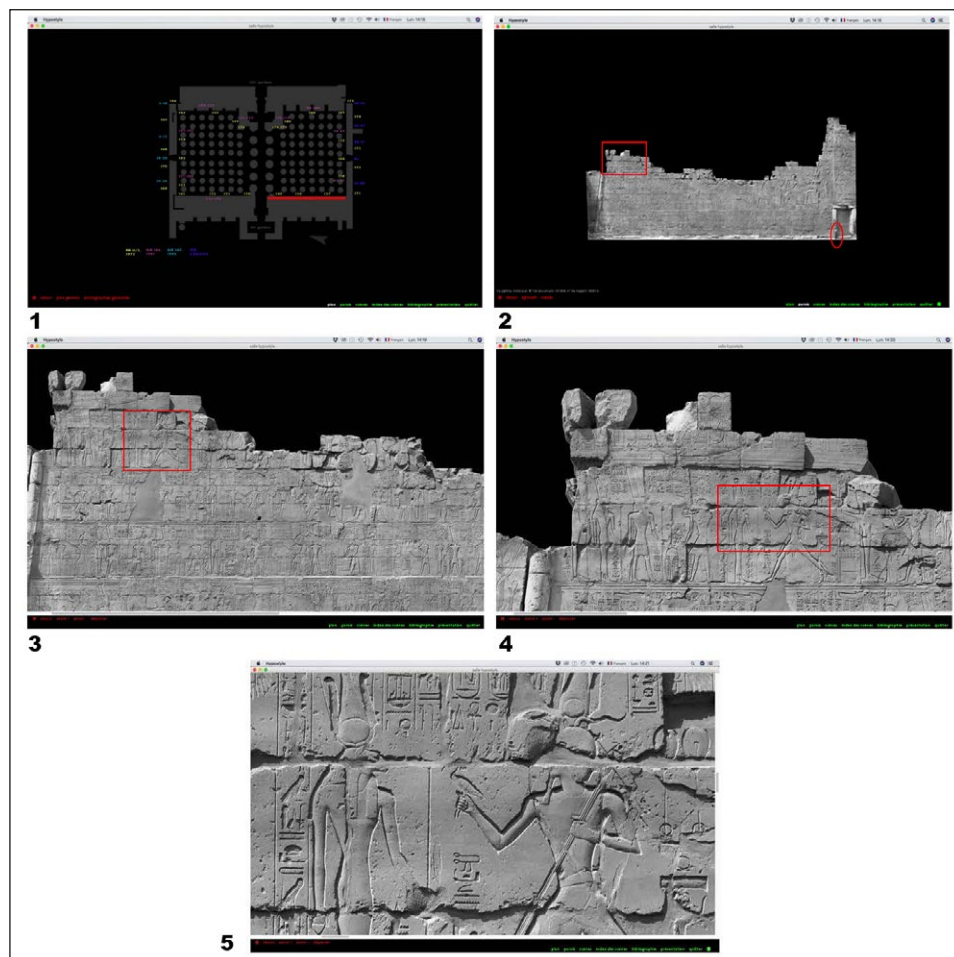


Fig. 4 – 1-5: copies d'écran du DVD de la salle hypostyle (images CNRS/CFEETK - A. Chéné).

de la réalité, et plus que cela, une vue améliorée de la réalité. Un problème nouveau se posait, comment gérer ce type d'image? Au niveau documentaire, nous étions à une période où la Gestion Électronique de Documents (GED) s'imposait dans toutes les institutions. La production d'images numériques entraînait donc une solution numérique. La création d'une base de données spécifique pour intégrer et accéder à ces images d'une très grande qualité a donc été réalisée. Le choix d'une interface graphique semblait être la solution la plus efficace. Le plan de la salle hypostyle est associé à des numéros issus des publications servant à identifier les différentes scènes (Fig. 4, 1).

L'utilisation de la base de données facilite l'accès à n'importe quel endroit de la paroi et permet d'obtenir l'information qui la concerne. Une échelle humaine rappelle la taille du monument (Fig. 3, 2). Cette couverture photographique a été étendue à toutes les parois de la salle hypostyle et très rapidement l'idée d'une publication de ces images a fait son chemin. Mais il s'est alors posé un autre problème: quel type d'édition permettrait de publier des images de 2,30 m de long sur 1 m de hauteur?

Les formats traditionnels de l'imprimerie, limités au A4 ou au A3, faisaient perdre tout l'intérêt de ces montages photographiques. Il était possible d'imaginer des posters à plier ou à rouler, mais finalement, autre solution fut adoptée: l'édition numérique d'une base de données. Cette publication reprend le fonctionnement de la base de données 4D avec un graphisme différent et d'autres fonctionnalités (Fig. 4, 1-3). En quelques clics, il est possible de voir précisément le détail de n'importe quelle scène, comme pour cette course à l'oiseau (Fig. 4, 5). Le but de ce DVD était de donner à l'utilisateur la possibilité de découvrir ce qu'il ne pouvait voir par lui-même sur le terrain. Notre objectif était donc atteint.

### 3. L'ÉDITION NUMÉRIQUE DE L'OUVRAGE DE PAUL BARGUET SUR KARNAK

Paru en 1962, l'ouvrage de Paul Barguet reste un usuel égyptologique incontournable (BARGUET 1962). Sa mise à jour a évidemment été envisagée, mais elle ne pourra être entreprise qu'après la publication de nombreux travaux qui sont encore en cours. En attendant la réalisation d'une nouvelle synthèse, l'édition électronique s'est vite imposée comme une solution innovante pour faire évoluer cet usuel en un véritable outil documentaire.

La problématique de cette publication était donc relativement simple: comment faire du neuf avec du vieux? L'Institut Français d'Archéologie Orientale du Caire (IFAO) a souhaité une réédition papier que nous avons augmentée d'une édition électronique sur DVD (Fig. 5). Il s'agit bien sûr d'un fac-similé de l'original, une copie qui autorise une recherche intégrale dans le texte, mais ce n'était pas le seul but recherché (Fig. 5, 1). Cette édition devait être une version multimédia donnant accès à l'intégralité de la documentation photographique et bibliographique de l'ouvrage (Fig. 6, 2).

La thèse de Paul Barguet présente l'état du temple de Karnak en son temps, celui des années 1950. La documentation photographique de l'auteur, plus de 1000 clichés au format 6×6, quasiment inédite, est conservée au CFEETK. La documentation bibliographique citée en bas de page est composée d'articles de différentes revues ou d'extraits d'ouvrages. Il nous a donc semblé utile de rassembler toutes ces données essentielles à la connaissance du site sur un seul support qui ne pouvait être que numérique. Ce travail d'édition et de compilation a permis la réalisation d'un livre complètement interactif.

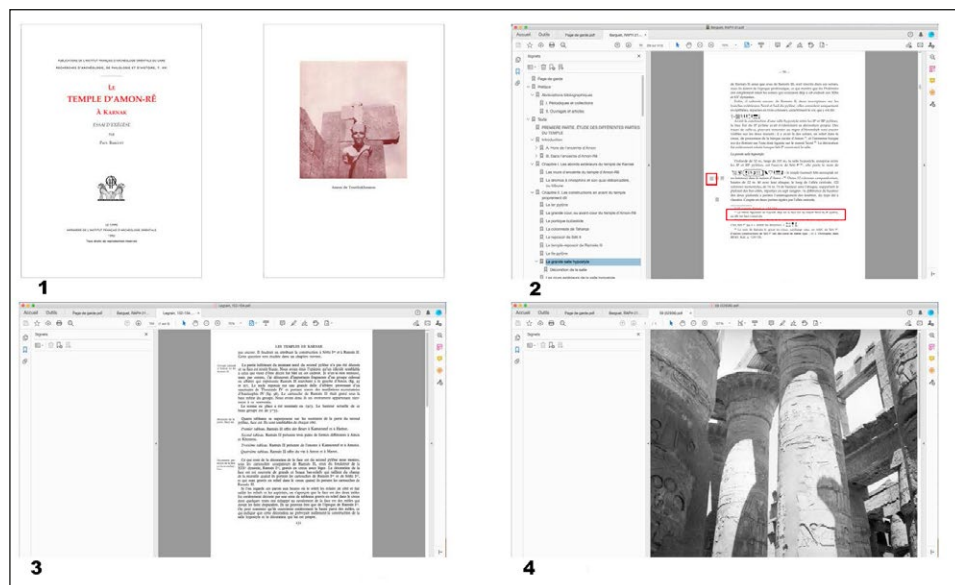


Fig. 5 – Copies d'écran du DVD-Rom du temple d'Amon-Rê à Karnak. 1) Titre. 2) Texte interactif et photographique. 3) Accès à la documentation bibliographique référencée en note de bas de page. 4) Accès au fonds photographique de Paul Barguet.

Un clic sur les notes de bas de pages affichent les extraits d'ouvrages ou les articles complets cités par l'auteur (Fig. 5, 3).

Des rectangles grisés signalent au lecteur les photographies prises par Barguet, et son fonds photographique sert ainsi à illustrer sa propre publication (Fig. 5, 4). Plusieurs index ont été créés pour mieux appréhender le contenu de l'ouvrage. Une annexe photographique de plus de 1000 clichés a été ajoutée, et pour finir, une annexe bibliographique complète le DVD de façon à faire le tour des publications qui ont servi à l'auteur. Ce livre est une publication plus austère que la précédente car il n'a pas fait l'objet d'un traitement graphique. Ce sont les pages du livre qui servent d'interface pour donner accès à toutes les ressources documentaires qu'elles mentionnent.

#### 4. LA CHAPELLE BLANCHE DE SÉSOSTRIS I<sup>ER</sup>

La chapelle Blanche de Sésostris I<sup>er</sup> est un édifice du Moyen Empire qui a été démonté et placé comme remploi dans le bourrage du III<sup>e</sup> pylône de Karnak. C'est une pratique courante chez les Égyptiens: les anciens monuments pouvaient être réemployés pour en construire de nouveaux. Quasiment tous les éléments d'architecture de cette chapelle ont été retrouvés. Grâce aux travaux

d'Henri Chevrier, architecte et directeur de la mission de Karnak entre 1926 et 1954, la restitution architecturale du monument a été très vite envisagée et a abouti en 1938 à sa reconstruction (CHEVRIER 1938). Ce monument en calcaire est considéré comme un chef d'œuvre de l'art égyptien, notamment pour la finesse des bas-reliefs gravés sur ses piliers. Trois publications ont paru successivement: l'étude égyptologique en 1956 (LACAU, CHEVRIER 1956), son index en 1957 (SAINTE FARE GARNOT 1957), puis son étude architecturale et iconographique en 1969 (LACAU, CHEVRIER 1969).

Au niveau scientifique, la documentation de cette chapelle était exemplaire. Au niveau méthodologique, il ne manquait qu'une seule chose à cette publication: la photographie. Le dessin et la photographie n'ont pas la même fonction et le premier permet d'éclairer l'autre par comparaison. La photographie montre ce que nous voyons, le dessin conforte ce que nous devons voir, et comme il s'agit déjà d'une restitution, il est important de pouvoir confronter les deux pour que l'information portée sur les documents puisse être interprétée au mieux et vérifiable (Fig. 6).

Depuis sa reconstruction en 1938, la chapelle a fait l'objet de travaux de restauration, notamment sur l'une des scènes d'un pilier, qui n'apparaissait pas dans la publication. Dans les années 2000, des actes de vandalisme avaient même eu lieu et certains bas-reliefs avaient été dégradés. Les archives ne possédaient qu'une documentation partielle du monument. Sa couverture photographique restait donc à faire et le choix de la photographie numérique

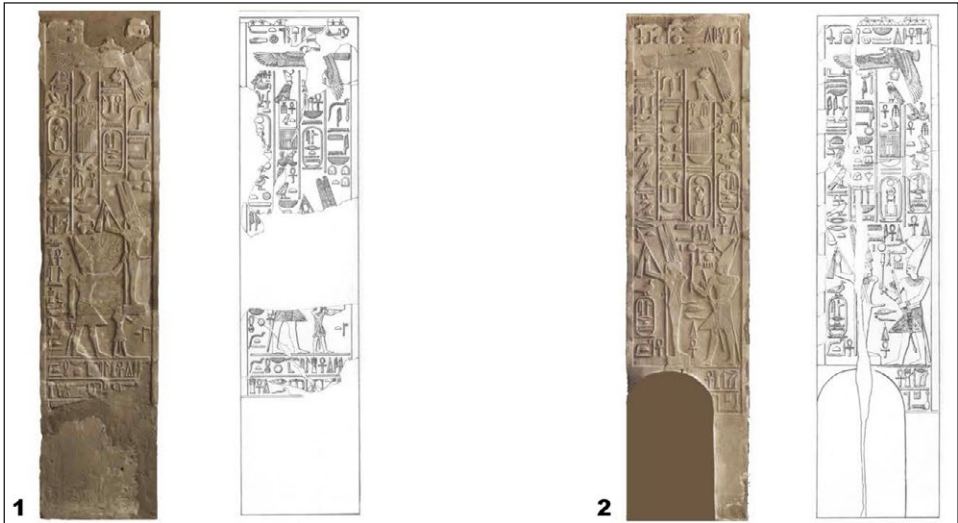


Fig. 6 – Photographies et dessins de la chapelle Blanche (A. Chéné, H. Chevrier). 1) Scène 14 (Nord). 2) Scène 11 (Sud).

s'est une nouvelle fois imposé à cause des difficultés de prises de vue, essentiellement le manque de recul et les problèmes d'éclairage.

Antoine Chéné a donc repris le même procédé que pour la salle hypostyle en assemblant plusieurs clichés pour en proposer un montage, nous donnant ainsi la possibilité de voir l'intégralité des éléments d'architecture, comme les piliers, les architraves et les façades. Les assemblages des piliers mesurent tous plus d'1 m de haut. Les images des façades mesurent 1,70 m de large pour 1,10 m de haut. Pour compléter les vues d'ensemble, des macrophotographies ont été prises pour avoir une meilleure résolution des signes hiéroglyphiques. Le premier problème était de trouver une solution pour gérer cette documentation; nous nous sommes ensuite posés la question de sa publication.

Comme pour la salle hypostyle, la gestion des images fut assurée par une base de données 4D qui reprenait les mêmes principes: une interface graphique et plusieurs entrées multipliant l'accès à l'information et aux documents primaires, les photographies et les publications. Cette nouvelle couverture photographique permettait de combler une lacune, puisqu'aucune photographie n'avait été utilisée dans les publications précédentes. L'édition d'un volume de planches a donc été imaginée, mais le vrai problème récurrent concernait la taille des documents photographiques qui, une fois réduit, même au format A3, perdaient tout leur intérêt. La possibilité d'aller du général au particulier en zoomant dans un même document est l'une des propriétés remarquables de la photographie numérique. Avec la chapelle Blanche, nous retrouvions les mêmes problématiques que dans les deux publications précédentes: la gestion d'une nouvelle génération de documents photographiques et le traitement d'une information ancienne, mais pas obsolète.

Comment publier et mettre à jour cette publication? L'ePub nous a semblé être la solution la plus appropriée pour répondre à ce problème, à condition de lui donner une dimension documentaire plus importante et en lui ajoutant une problématique scientifique, avec l'étude paléographique du monument. Le but de cette publication a donc été de rassembler et de présenter toute la documentation que nous pouvions réunir sur un média électronique. La 3D a aussi été envisagée et nous nous sommes même organisés pour organiser l'interface graphique autour de ce modèle, mais nous nous sommes retrouvés rapidement confrontés à des limites technologiques. Nous sommes trois auteurs pour cette publication, mais derrière, il y a un éditeur, deux graphistes, un tailleur de pierre et surtout un informaticien.

Cet ePub contient en fait plusieurs volumes liés entre eux et interactifs. Le premier donne les planches photographiques composées par Antoine Chéné, le deuxième est l'étude paléographique de la chapelle faite par Nathalie Beaux et le troisième comprend un index renvoyant au monument et aux anciennes publications rééditées sous forme électronique (Fig. 7, 1-3).

Ce volume de planches ne peut exister que sous forme numérique puisqu'il intègre des photographies d'un format hors norme, des séquences animées et un modèle 3D. À partir de la table des matières, le lecteur a accès aux différentes





Fig. 7 – Copies d'écran de l'ePub de la chapelle Blanche. 1) Volume de planches. 2) Volume de paléographie. 3) Volume d'index. 4) Plan interactif. 5) Description des piliers. 6) Vue de la façade Ouest.

ressources. Une animation, générée à partir du modèle 3D, permet de rendre compte de l'architecture et de la décoration du monument. L'ePub a été conçu pour être consulté sur tablette et doit donc obéir au doigt et à l'œil! Pour voir les 64 scènes réparties sur les 4 faces des 16 piliers, l'accès à l'information se fait à partir sur d'un plan ou de la table des matières. La présentation reprend celle du volume de planches de Pierre Lacau et Henri Chevrier (Fig. 7, 4-6).

Le deuxième volume contient l'étude paléographique de Nathalie Beaux. Un texte introductif donne accès à une interface graphique qui permet de découvrir la variété des signes hiéroglyphiques. Les signes sont classés par typologie. Par exemple, la catégorie "oiseaux" regroupe tous les signes les représentant et on peut voir tous ceux qui ont été sculptés sur la chapelle. Quelques clics sur le signe G21, qui désigne la pintade, donnent accès à sa nomenclature, sa valeur phonétique, sa description, sa bibliographie et à ses occurrences dans la chapelle, avec ses différentes gravures (Fig. 8).

Le troisième volume est constitué de plusieurs index permettant d'avoir une vue d'ensemble de toutes les scènes de l'édifice, de les localiser et d'accéder à chacune d'elles. La dernière partie de l'ePub intègre les versions numérisées des anciennes publications.

## 5. L'ENVIRONNEMENT NUMÉRIQUE

Les trois réalisations décrites ont donc des points communs, elles brassent une quantité importante de documents de différentes natures et sont

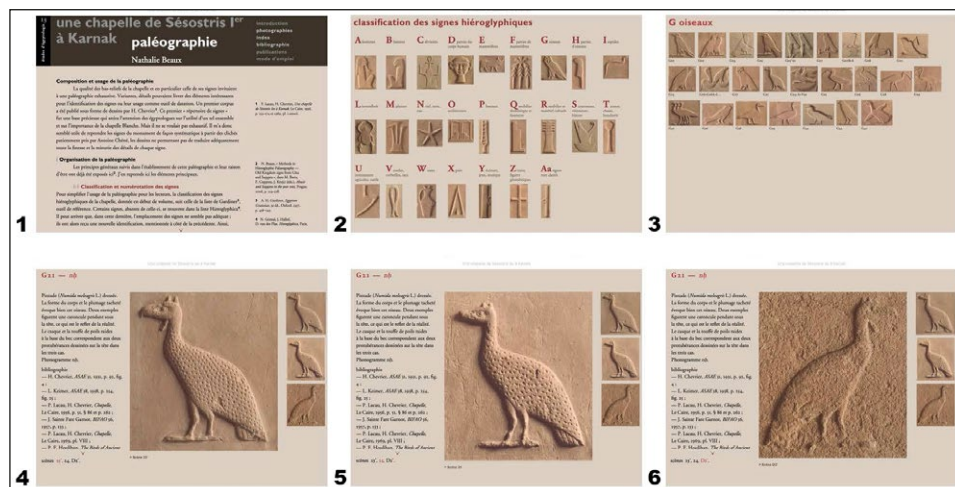


Fig. 8 – Paléographie de la chapelle Blanche. 1) Texte d'introduction. 2) Classification des signes hiéroglyphiques. 3) Signes des oiseaux. 4-6) Étude du signe G21 (pintade).

surtout à considérer comme des outils documentaires. L'archéologie est un domaine qui se prête idéalement à la publication numérique, mais c'est un genre particulier qui demande des moyens et des compétences. Quand nous nous sommes lancés dans cette aventure, notre démarche n'était pas comprise par tout le monde et les usages de l'informatique n'étaient pas innés. Il fallait démontrer l'intérêt de ce type de projet et expliquer son fonctionnement. À chaque fois, nous avons dû réaliser un mode d'emploi pour faciliter l'utilisation de la base de données, celle du logiciel Acrobat Reader ou de l'ePub. Cette particularité montre qu'il existait de vraies difficultés dans la conception et l'appropriation d'une publication numérique. La mise en œuvre de tels projets et leur évolution dans le temps démontrent que, comme toute chose, ils ont un début... mais aussi une fin.

Ce type de projet est le plus souvent mené par une équipe. Dans notre cas, nous avions le soutien du directeur de la publication, Nicolas Grimal, qui était également le directeur scientifique de notre laboratoire. Nous avons eu le support de trois éditeurs: les éditions Cybele (<http://www.librairie-cybele.com>), Soleb (<https://www.soleb.com/livres/index.html>) et l'Institut français d'archéologie Orientale (<https://www.ifao.egnet.net>). Olivier Cabon, directeur des éditions Soleb est aussi intervenu, en tant que graphiste, avec Thierry Sarfis, puis, clef de voûte de tout projet numérique, un informaticien. Éric Aubourg, créateur du logiciel MacScribe, premier traitement de texte hiéroglyphique, il est également astrophysicien et égyptologue. Voyons maintenant les différents éléments qui composent ces publications.

### *5.1 La salle hypostyle: base de données et développement Java*

Le projet de la salle hypostyle a fait l'objet d'un développement informatique spécifique que seul un informaticien pouvait réaliser. Éric Aubourg a programmé une application en Java, ce qui permettait de la déployer à la fois sur Mac, PC et Linux. La véritable difficulté concernait la gestion des images de très grande taille. Les performances en stockage et en calculs de nos machines imposaient des limites. Pour les contourner, Éric Aubourg a utilisé un logiciel de tuilage qui, au lieu de charger toute l'image en mémoire, n'appelait que la partie visible souhaitée par l'utilisateur. Cela explique l'existence du dossier "tiles", qui contient toutes les images, découpées en petits rectangles, réassemblées sur demande. Cela forme un ensemble de plus de 90.000 éléments représentant plus de 2 Go de données.

### *5.2 L'ouvrage de Paul Barguet: le format pdf*

L'usuel de Paul Barguet était beaucoup plus facile à gérer car il prenait appui sur le format pdf et les fonctionnalités offertes par le logiciel Acrobat Pro d'Adobe. Ce projet n'a donc fait appel à aucun support informatique, ni graphique. Tous les documents d'archives qui composent cette publication sont des fichiers pdf utilisables dans les environnements Mac et PC.

### *5.3 La chapelle Blanche: le format ePub et Java*

Le projet de la chapelle Blanche s'appuie également sur un format standardisé, celui de l'ePub, mais il intègre une part de programmation en Java. Éric Aubourg a donc beaucoup contribué pour donner forme à cette publication. L'ePub ne comprend qu'un seul fichier. Il est présenté de façon imagée comme "un mini-site Internet empaqueté". Avec le traitement du modèle 3D, l'équipe a dû s'agrandir pour trouver d'autres compétences. La chapelle avait été photographiée sous toutes les coutures, y compris le toit. Un premier volume en mode filaire a donc été réalisé par Franck Burgos, tailleur de pierre au CFEETK. Un premier essai de 3D a été tenté sur un des piliers. L'idée était d'utiliser les photographies d'Antoine Chéné pour recouvrir le volume 3D. Ces données ont été confiées à deux graphistes, Jean-Jacques Lonni et Joël Bazsalicza, qui ont ensuite créé le modèle 3D définitif, en 2007.

Avec la chapelle Blanche, nous étions au maximum des technologies de notre temps, de nos compétences et de nos moyens. La résolution des photographies des piliers n'était pas suffisante pour obtenir le détail d'un signe hiéroglyphique, il fallait obtenir un compromis entre la taille de l'image et sa résolution. Il était de toute façon impossible de manipuler des images de trop grande taille avec nos ordinateurs. C'est pour cette raison que les prises de vue en macrophotographie étaient nécessaires, de façon à voir les signes au plus près et dans tous leurs détails. La comparaison entre une photographie



Fig. 9 – Modèle 3D de la chapelle Blanche (image J.-J. Lonni et J. Bazsalicza).

et une macrophotographie permet de voir l'abondance des détails sur le signe de l'abeille qui n'apparaissent pas dans le premier cas.

Même chose pour le traitement du volume 3D, qui est en fait en fausse 3D, les images étant appliquées comme des textures sur les éléments d'architecture (Fig. 9). Là encore, la taille du modèle 3D est le résultat d'un compromis. Calculer, puis surtout manipuler un fichier 3D trop lourd n'aurait pas été possible. Son intégration dans un fichier ePub ne donnait d'ailleurs pas les résultats escomptés, nous avons même fait le choix de le mettre en ligne sur le site de Sketchfab (<https://sketchfab.com/soleb>). Olivier Cabon et Thierry Sarfis ont ensuite proposé une maquette pour la publication, puis Éric Aubourg a assemblé tous ces éléments.

## 6. ENJEUX ET DIFFICULTÉS PROPRES AUX PUBLICATIONS NUMÉRIQUES

### 6.1 *L'obsolescence*

Du temps a passé depuis ces réalisations et nous pouvons maintenant prendre un peu plus de recul et mieux cerner les enjeux et les difficultés propres aux publications numériques. Il y a tout d'abord l'obsolescence. En informatique, elle est forcément programmée. Elle peut être soit matérielle, soit logicielle. Nous avons ici deux publications sur DVD, support qui, comme le CD, n'est plus un standard et que nous ne pouvons donc plus lire sur les nouveaux ordinateurs. Sur Mac, les évolutions de l'OS X ont parfois provoqué des problèmes au lancement du programme de la salle hypostyle. On découvre les effets de l'obsolescence lors d'un changement d'ordinateur ou de la mise à jour du logiciel système. C'est une loi du genre, une évolution inévitable qui ne dépend pas du concepteur de projets numériques.

## 6.2 *L'utilisation des publications numériques*

Le point le plus important concerne l'utilisation des publications numériques. Pour l'utilisateur, deux questions reviennent fréquemment: comment utiliser et citer les ressources électroniques? Nous avons conscience de ces points et, pour y faire face, nous avons cherché des solutions, mais qui étaient celles que nous pouvions imaginer avec les outils et les idées que nous avions au moment de chaque projet. Créer des publications numériques est une difficulté, apprendre à les utiliser en est une autre. Il faut se mettre dans la démarche des concepteurs de la publication et de celle du logiciel qui sert à la lire.

Nous avons dû à chaque fois rédiger un mode d'emploi, exercice obligatoire qui montre que l'utilisation d'une publication numérique n'est pas innée, qu'elle s'apprend. Heureusement, ces modes d'emploi sont de plus en plus courts, car les applications deviennent de plus en plus ergonomiques et intuitives, ce qui laisse supposer un bel avenir aux livres électroniques.

## 6.3 *La navigation*

Le point essentiel de ces modes d'emploi concernait la navigation. L'interface que nous utilisons est assez commune: un pointeur, qui se transforme en main ou en flèche et qui sert à activer les zones dynamiques. Montrer de façon plus évidente à l'utilisateur les liens hypertextes de la publication par des surbrillances, des effets de loupe ou d'autres procédés sont des points à améliorer pour rendre plus fluide la navigation dans les documents. Dans le cas d'un ePub, l'index prend une part essentielle dans cette navigation et il faut alors créer une interface permettant de passer d'un volume à un autre, de faciliter l'accès à l'information recherchée et de montrer les zones actives.

## 6.4 *La citation*

Autre point sensible de la publication numérique, la citation. Pour la salle hypostyle, il n'y a pas de difficulté, puisque la base de données de la salle hypostyle renvoie à des numéros de scènes ou aux numéros des documents. L'usuel de Barguet est une reproduction de l'original, il garde donc sa pagination. Les photographies ajoutées dans la publication numérique ont leur propre numérotation qui fait référence aux archives du CFEETK. Pour la chapelle Blanche, l'approche est différente: dans un livre électronique, les pages se composent en fonction de la taille de l'écran. Dans cet ePub, l'absence de pagination n'était pas un problème. En revanche, il était important de pouvoir garder une mise en page fixe pour citer les planches en fonction de leur titre ou de leur numérotation. Il était également important de pouvoir nommer les parties de la chapelle ou les signes qui apparaissaient à l'écran. Le système de classification des signes hiéroglyphiques et leur nomenclature sont placés en entête des écrans. Ils servent à la fois pour la citation et la navigation (Fig. 8, 1-6).

## 6.5 La pérennité

Le dernier point que nous devons aborder concerne la pérennité d'une publication numérique, elle ne vieillit pas comme un bon vin. C'est un produit qui a une date de production et une date de péremption. Sa durée de vie oscille entre l'obsolescence de sa programmation, qui réduit au fur et à mesure ses fonctionnalités, et les mises à jour logicielles qui mettront un jour un terme à son existence.

### 6.5.1 La salle hypostyle

Nous pouvons ainsi prendre le cas de la salle hypostyle dont l'histoire est assez exemplaire. Elle connaît un cycle de vie différent sur Mac et sur PC. En 2003, l'OS d'Apple était à sa version 10.2 et tout se passait normalement, jusqu'à la version 10.5. À partir de cette mise à jour système, l'application hypo.jar ne se lançait plus sur Mac. Avec les mises à jour suivantes, l'application put de nouveau fonctionner, mais avec des comportements erratiques, jusqu'à finalement ne plus se lancer du tout en version 10.14. Sur PC, le développement s'est avéré beaucoup plus stable et n'a pas connu ce genre de dysfonctionnement, mais il est inévitable qu'un jour ou l'autre, les évolutions logicielles précipiteront sa fin.

Cette publication numérique ne pourra échapper à cette fatalité, mais, heureusement, son contenu lui survivra. En 2019, les clichés d'Antoine Chéné ont servi à la publication papier d'un volume consacré à la grande salle hypostyle au format A4 (BRAND *et al.* 2019). Finalement, ce que nous avions voulu éviter est arrivé. Le format de cette édition n'est pas approprié, mais il assure au moins la pérennité de notre publication. En outre, les informations du DVD et sa forme survivent à travers le projet Karnak (SITH) mis en ligne sur le site du CFEETK.

### 6.5.2 L'ouvrage de Paul Barguet

Dans le cas de l'usuel de Paul Barguet, le problème est différent, car cette publication est composée d'un ensemble de fichiers .pdf. Le seul fichier posant problème est le mode d'emploi d'un fichier .mov. Sur Mac, pour pouvoir être exécutés, les fichiers .mov doivent être désormais convertis en .mp4. Le pdf est un standard et on peut se risquer à penser qu'il le sera encore pour la prochaine décennie. De ce fait, les éditeurs de logiciels seront obligés de proposer des solutions et de prendre en considération ce format ou sa conversion dans le développement de leurs futures applications.

Le format ePub n'échappe pas à la règle de l'obsolescence programmée. En 5 ans, nous avons déjà remarqué que certains scripts java ne s'exécutaient plus de la même façon et que certaines zones actives avaient des temps de réponse différés. La publication ne réagit pas non plus de la même façon quand elle est exécutée sur une tablette ou sur un ordinateur. Pour éviter le problème que nous avons rencontré avec la salle hypostyle, nous avons fait le choix de doubler la publication ePub par un pdf.

Ce fichier unique comprend l'ensemble des volumes de l'ePub et compte 1704 pages. Cette conversion de l'ePub en fichier pdf permet, certes, d'assurer la pérennité de la publication, mais ce que nous gagnons en durabilité, nous le perdons en fonctionnalités, les scripts java ne sont pas convertis, seule la navigation hypertexte reste assurée.

## 7. LES DIFFÉRENTS TYPES DE PUBLICATIONS NUMÉRIQUES SUR KARNAK

L'édition numérique est un ensemble plus vaste qui comporte de nombreux éléments, et pour le temple de Karnak nous devons inclure les sites Internet et les bases de données en ligne. En premier lieu, le site web du CFEETK qui assure la diffusion de plusieurs bases de données mettant en relation la documentation iconographique et bibliographique avec l'objet archéologique (<http://www.cfeetk.cnrs.fr>). À l'IFAO, Laurent Coulon et Emmanuel Jambon ont créé une base de données de référence sur les statues de la cour de la Cachette, un ensemble de plus de 700 statues découvertes entre 1903 et 1907 (<https://www.ifao.egnet.net/bases/cachette>).

Les publications numériques en égyptologie sont encore très rarement des livres électroniques multimédia. Les fichiers de la PAO servent à imprimer une version papier et à générer une version électronique au format pdf qui sont ensuite mis en ligne.

L'IFAO est en train de faire évoluer sa politique éditoriale en proposant de combiner les genres. C'est la solution qui a été retenue pour la publication de l'ouvrage d'Hourig Sourouzian sur la statuaire royale à la XIX<sup>e</sup> dynastie (SOUROUZIAN 2020). Le volume de texte est une version papier, son volume de planches est un catalogue qui n'a été édité qu'au format pdf. Il a été mis en ligne et renvoie à une base de données pour les illustrations (<https://www.ifao.egnet.net/publications/catalogue/BiEtud/177>). Cette publication est complètement composite et laisse entrevoir à l'avenir différentes formes d'éditions qui ne sont pas contradictoires, mais complémentaires.

Les éditions Soleb proposent des solutions entièrement dématérialisées. Les publications sont éditées au format pdf, mais elles offrent une grande part d'interactivité entre texte, index et planches. C'est ainsi qu'Olivier Cabon a traité les dernières études architecturales proposées par François Larché, *L'anastylose des blocs d'Amenhotep I<sup>er</sup> à Karnak* (<https://www.soleb.com/livres/amenhotepier/index.html>). Les publications numériques évoluent et si on ne peut douter de leur avenir, on doit se rappeler qu'elles auront également un passé.

## 8. ARCHÉOLOGIE NUMÉRIQUE, VIRTUELLE OU CYBER-ARCHÉOLOGIE?

Les publications de la salle hypostyle et de la chapelle Blanche rentrent dans le champ de ce qui est appelé l'archéologie virtuelle ou archéologie numérique. Nous avons d'un côté des photographies en 2D de la salle

hypostyle, qui ne représentent pas la réalité, mais qui semblent plus vraies que nature et de l'autre côté un modèle 3D de la chapelle Blanche qui cherche à s'en rapprocher le plus possible. Nous nous retrouvons face à un étrange paradoxe: réalité virtuelle ou virtualité réelle?

Le rendu actuel du modèle 3D de la chapelle Blanche ne permet aucune confusion entre la réalité et la virtualité. Ce modèle est le seul moyen de visualiser la complexité architecturale du monument et de restituer la richesse de sa décoration. L'utilisateur reste dans un univers cyber, popularisé pour l'archéologie par Jean-Yves Empereur et Lara Croft, dans *TombRaider*, un jeu vidéo en 3D sur *PlayStation*, sorti en 1999. Personne ne se trompe sur la nature de cet environnement virtuel.

Avec la salle hypostyle et l'utilisation de la photographie numérique, l'approche est différente. À partir de 1839, la découverte de la photographie a modifié notre perception du monde réel. François Arago, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a très bien perçu ce changement, et dès la création de la photographie, l'archéologie a été concernée par cet apport nouveau:

«Pour copier les millions et millions d'hiéroglyphes qui couvrent, même à l'extérieur, les grands monuments de Thèbes, de Memphis, de Karnak, etc., il faudrait des vingtaines d'années et des légions de dessinateurs. Avec le Daguerrotypage, un seul homme pourrait mener à bonne fin cet immense travail. Munissez l'institut d'Égypte de deux ou trois appareils de M. Daguerre, et sur plusieurs des grandes planches de l'ouvrage célèbre, fruit de notre immortelle expédition, de vastes étendues d'hiéroglyphes réels iront remplacer des hiéroglyphes fictifs ou de pure convention; et les dessins surpasseront partout en fidélité, en couleur locale, les œuvres des plus habiles peintres; et les images photographiques étant soumises dans leur formation aux règles de la géométrie, permettront, à l'aide d'un petit nombre de données, de remonter aux dimensions exactes des parties les plus élevées; les plus inaccessibles des édifices» (ARAGO 1839; GIMON 1980).

Ce projet est toujours d'actualité, mais il a subi une nouvelle évolution avec l'arrivée de la photographie numérique. Avec un descendant du Daguerrotypage, Antoine Chéné a pu "mener à bonne fin cet immense travail". Il a été aidé dans les prises de vue par Philippe Groscaux, ancien photographe du Centre Camille Jullian d'Aix-en-Provence, décédé accidentellement en 2014, par Mohammed El-Sa'idi et Dowi Abd el-Radi, photographes du CFEETK. Il a effectué seul les assemblages numériques de toutes les parois de la salle hypostyle.

La photographie numérique modifie une nouvelle fois notre perception du monde réel en se jouant de nos sens. Les images obtenues par Antoine Chéné ne représentent plus cette réalité que l'on croyait figée par la photographie. Elles sont des restitutions améliorées de la réalité. Personne n'a jamais vu et ne pourra jamais voir les parois de la salle hypostyle telles qu'Antoine Chéné les a restituées. Notre vision réelle du monde ne peut nous permettre



de faire abstraction des colonnes, des ombres portées et des déformations de perspective. Face à ce type d'image, nous sommes immergés dans un monde virtuel, où le pixel est suffisamment petit, pour nous faire oublier qu'elle est une production cyber au même titre que notre modèle 3D. Il faut zoomer dans l'image pour découvrir ses imperfections, des décalages à peine perceptibles dans les raccords, mais surtout dans l'éclairage, parfois artificiel, qui ne peut être constant, car l'image est constituée de centaines de prises de vue faites à différents moments d'une journée de travail, à différentes saisons et à l'aide de spots. Il y a de légères variations dans les lumières et les ombres. Il faut donc beaucoup de talent pour jouer avec tous ces paramètres et créer une image uniforme donnant l'illusion du réel.

Nous nous éloignons ainsi de la pratique documentaire de la photographie pour témoigner de la réalité. Nous nous éloignons de l'idée de son objectivité, car désormais ces images vont plutôt vers la subjectivité. L'image créée n'est plus celle du monde réel, mais d'un monde sublimé qui va permettre la création d'un document unique. Tous les éléments objectifs qui viennent gêner la vision du réel ont été éliminés. Les images d'Antoine Chéné sont épurées de toutes scories et font partie d'une nouvelle génération de documents améliorant notre perception de l'image et de l'espace. Elles sont pour les années 2000 les plus fidèles représentations de l'état des parois de la salle hypostyle.

À l'avenir, d'autres technologies seront certainement capables de produire une documentation encore plus précise. Nous pouvons déjà constater, toujours en prenant en compte cette citation de François Arago, que l'arrivée de la photogrammétrie est une nouvelle révolution dans le monde de la photographie, puisqu'elle permet même de s'affranchir des "règles de la géométrie". La production d'orthoimage est une forme d'aboutissement du rêve d'Arago, la photogrammétrie architecturale ouvre donc de larges perspectives en archéologie. Elle a d'ailleurs rapidement trouvé sa place à Karnak. Les premières orthoimages ont été produites par Emmanuel Laroze, architecte, puis directeur du CFEETK entre 2004 et 2008, et Bertrand Chazaly, ingénieur géomètre-topographe, pour relever un autre défi documentaire et architectural: le scannage en 3D et la photogrammétrie des colonnes de la salle hypostyle (<https://sketchfab.com/chazaly>).

Ces travaux aboutissent à la réalisation d'images inédites, les modèles numériques qui permettent de visualiser une colonne et son développé orthophotographique (Fig. 10). Ce procédé, connu sous le nom de périphotographie, était utilisé en argentine pour des objets cylindriques comme des vases (CHÉNÉ *et al.* 1999). Le décor de la colonne est ainsi déroulé et mis à plat, autorisant une vision d'ensemble de la colonne. Cette photographie est complètement virtuelle. Elle représente une colonne sans la figurer et, sans indication, elle pourrait même être confondue avec une paroi du temple (LAROZE, CHAZALY 2009).



Fig. 10 – Colonne de la salle hypostyle avec développé orthophotographique (orthoimage E. Laroze, B. Chazaly).

Dans ce sens, le terme d'archéologie virtuelle nous semble le plus approprié pour désigner ce type de travail. Ces images photographiques sont des réalisations qu'une seule prise de vue ne peut rendre. Elles nous montrent quelque chose que l'on ne peut voir dans la réalité, nous les comprenons donc plus proche du virtuel que du réel. La photographie numérique change assurément notre perception de la réalité.

Un autre mot a fait son apparition et il voudrait le remplacer. Il s'agit de la cyber-archéologie. En 2010, Maurizio Forte, enseignant-chercheur à l'Université de Californie à Merced, proposait d'appeler "cyber-archéologie" l'ensemble des technologies informatiques, essentiellement 3D, permettant de restituer par l'image les mondes anciens, ce qu'on appelait autrefois "l'archéologie virtuelle" (FORTE 2010). Nous ne savons pas si ce terme sera finalement retenu par nos disciplines. Le mot "virtuel" a déjà évolué avec le temps. Dans les années 2000, on parlait de "bibliothèque virtuelle"; ce mot s'opposait à "réelle, physique, matérielle" et il a été remplacé par "numérique", et il en sera sûrement de même pour notre archéologie virtuelle. L'arrivée du clonage numérique qui permettra un jour de restituer un objet archéologique, paroi ou objet, d'une façon la plus parfaite qui soit, semble déjà imposer le mot. Ce concept de clone numérique fait l'unanimité.

Aujourd'hui, nous entendons parler de photogrammétrie, d'orthophotographie, de 3D ou de façon plus générale d'Humanités Numériques. La "cyber-archéologie" reste un mot utilisé outre-Atlantique. Si nous comprenons bien la définition de Maurizio Forte, il nous semble que ce domaine est essentiellement investi par les graphistes, les personnes formées à la maîtrise de l'image et, accessoirement, par les archéologues. Le mot est pourtant intéressant, mais il devrait peut-être servir à désigner une autre réalité.

D'ici juste une cinquantaine d'années, nos archives informatiques comporteront des lots hétéroclites que nous pouvons déjà commencer à lister: disquettes, ZIP, CD, DVD, disques durs avec différentes connectiques, clés USB, ordinateurs et téléphones, tout ce matériel informatique et ces supports de stockage dans lesquels se trouveront des documents avec toutes sortes de formats, complètement désuets ou exotiques (ALBOUY *et al.* 1989). Qui pourra remettre en route ces appareils et qui pourra décrypter ces données, aussi étranges que le cunéiforme ou le code Enigma?

Quelle compétence sera la plus utile pour lire ce passé numérique, entre l'histoire et l'informatique? Cet historien aura besoin de temps, de moyens et des deux compétences. Si demain, il doit exister un cyber-archéologue, il pourrait avoir ce profil et la cyber-archéologie deviendrait alors la science de notre passé numérique, à travers nos vestiges informatiques, et ne serait plus celle de la représentation graphique de notre passé.

ALAIN ARNAUDIÈS

CNRS-UAR 2409

Centre de Documentation de l'Institut des Civilisations du Collège de France  
alain.arnaudies@college-de-france.fr

## BIBLIOGRAPHIE

- ALBOUY M., BOCCON-GIBOD H., GOLVIN J.-C., GOYON J.-C., MARTINEZ P. 1989, *Karnak. Le temple d'Amon restitué par l'ordinateur*, Paris, M.A. Éditions.
- ARAGO F. 1839, *Rapport de M. Arago sur le daguerréotype, lu à la séance de la Chambre des députés, le 3 juillet 1839, et à l'Académie des Sciences, séance du 19 août*, Paris, Bachelier Imprimeur-Libraire, 28-31.
- ARNAUDIÈS A. 2007, *La base de données "Karnak". Système d'information multimédia du CFEETK*, «Cahiers de Karnak», 12, 65-78 (halshs-02490373).
- ARNAUDIÈS A., CHÉNÉ A. 2003, *Les parois de la salle hypostyle de Karnak*, «Études d'égyptologie», 2, Paris, Éditions Cybèle (DVD).
- ARNAUDIÈS A., BEAUX N., CHÉNÉ N. 2015, *La chapelle de Sésostris I<sup>er</sup> à Karnak*, «Études d'égyptologie», 13, Paris, Éditions Soleb (halshs-02490629).
- BARGUET P. 1962, *Le temple d'Amon-Rê à Karnak. Essai d'exégèse*, Recherches d'Archéologie, de Philologie et d'Histoire, 21, Le Caire, Institut Français d'Archéologie Orientale.
- BARGUET P. 2006-2007, *Le temple d'Amon-Rê à Karnak. Essai d'exégèse. Réimpression 2006. Augmentée d'une édition électronique*, Recherches d'Archéologie, de Philologie et d'Histoire, 21 (DVD).
- BRAND P.J., FELEG R.E., MURNANE W.J. 2019, *The Great Hypostyle Hall in the Temple of Amun at Karnak*, Oriental Institute Publications, 142, Chicago, Oriental Institute of Chicago.

- CHÉNÉ A., FOLIOT PH., RÉVEILLAC G. 1999, *La pratique de la photographie en archéologie*, Aix-en Provence, Édisud.
- CHEVRIER H. 1938, *Reconstruction d'un Temple de Sésostri I<sup>er</sup> à Karnak*, «Chronique d'Égypte», 13/25-26, Bruxelles, Fondation Égyptologique Reine Élisabeth, 296-299.
- COULON L. (éd.) 2016, *La Cachette de Karnak. Nouvelles perspectives sur les découvertes de Georges Legrain*, Bibliothèque d'étude, 161, Le Caire, Institut Français d'Archéologie Orientale.
- FORTE M. (ed.) 2010, *Cyber-Archaeology*, BAR International Series 2177, Oxford, Archaeopress.
- GIMON G. 1980, *La photographie ancienne et l'archéologie*, «Revue archéologique», 1, 134-136.
- LACAU P., CHEVRIER H. 1956, *Une chapelle de Sésostri I<sup>er</sup> à Karnak*, Le Caire, Service des Antiquités de l'Égypte, Imprimerie de l'Institut Français d'Archéologie Orientale.
- LACAU P., CHEVRIER H. 1969, *Une chapelle de Sésostri I<sup>er</sup> à Karnak. Planches*, Le Caire, Service des Antiquités de l'Égypte, Institut Français d'Archéologie Orientale.
- LARCHÉ F. 2019, *L'anastylose des blocs d'Amenhotep I<sup>er</sup> à Karnak*, Études d'égyptologie, 18, Paris, Éditions Cybèle (<https://www.soleb.com/livres/amenhotep-ier/>).
- LAROZE E., CHAZALY B. 2009, *Relevés des colonnes de la grande salle hypostyle de Karnak*, «Comptes rendus des séances de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres», 153, 669-685 (<https://doi.org/10.3406/crai.2009.92528>).
- SAINTE FARE GARNOT J. 1957, *Index de l'ouvrage de MM. Pierre Lacau et Henri Chevrier, "Une chapelle de Sésostri I<sup>er</sup> à Karnak"*, «Bulletin de l'Institut Français d'Archéologie Orientale», 56, 131-149 (<https://www.ifao.egnet.net/bifao/56/11/>).
- SOUROUZIAN H. 2020, *Recherches sur la statuaire royale de la XIX<sup>e</sup> dynastie*, Bibliothèque d'étude, 173, Le Caire, Institut Français d'Archéologie Orientale.

## ABSTRACT

The one-day workshops on 'The Archaeological Publication in the Digital Environment', organized by Nanterre University in 2021, was the opportunity to discuss the work carried out by the Franco-Egyptian Centre for the Study of the Temples of Karnak in the years 2000. The use of digital photography in an archaeological site has allowed the creation of virtual images that modify our perception of the real world and require a digital publication form. Digital technologies, such as 3D and photogrammetry, generate new scientific imagery. Photomontages and orthomosaic photographs are similar in general appearance to reality but they are completely virtual images. The real object is virtually transformed and, at the same time, the generated virtual object strives to be as close as possible to reality. The digital edition of Paul Barguet's work on Karnak temple was an example of a paperless approach and an attempt to dematerialize the traditional information media. Nevertheless, virtuality is anchored to the materiality of the computer world to ensure its durability and it is constrained by IT media and software obsolescence. System upgrades and hardware developments may appear the death-knell for these achievements. These images and software are products of a new discipline called 'virtual archaeology', 'digital archaeology' or 'cyber-archaeology', but is that the right terminology? If there is to be a cyber-archaeologist, what should be his function? In the near future, when many machines and software are no longer executable or consigned to the scrapheap, cyber-archaeology will become the science of our digital past and no longer the science of the graphic representation of our past.