

DES TECHNIQUES POUR ANALYSER LE PATRIMOINE ARCHÉOLOGIQUE MONUMENTAL : LE CAS DU TEMPLE D'OPET À KARNAK

Emmanuel Laroze

Laboratoire Orient et Méditerranée - U.M.R. 8167 du CNRS Département Monde Pharaonique / Université Paris
Sorbonne 1, rue Victor Cousin 75230 Paris Cedex 05
laroze.emmanuel@gmail.com

Résumé

Les techniques appliquées au relevé dans le domaine des études architecturales, ne cessent de se perfectionner. L'archéologue du bâti dispose de nos jours des moyens variés que sont la photogrammétrie, la lasergrammétrie, et tout autant le dessin traditionnel. La capacité à produire plus rapidement une documentation extrêmement précise, implique néanmoins quelques changements en termes de méthodologie. Les nouvelles techniques de relevé tendent à produire des images plus fidèles au sujet -que l'on pourra penser plus "objectives"- mais pourraient s'éloigner de leur vocation analytique initiale : si le dessin manuel organisait les données tout en les enregistrant, l'automatisation partielle des technologies ne permet pas d'opérer cette sélection première de l'information. Il est par conséquent intéressant de se questionner sur leur pertinence, en fonction des contextes et des programmes. L'étude architecturale menée sur le temple ptolémaïque d'Opet à Karnak en Haute-Égypte a permis d'apporter quelques réflexions sur le sujet. Le relevé complet du monument a mis en œuvre différentes techniques telles que le scannage 3d ou le redressement de photographies. Leur utilisation sur ce chantier archéologique contribue à dresser une réflexion critique sur leur utilisation et leur efficacité.

Mots clés : Étude architectural, photogrammétrie, lasergrammétrie, redressement photographique.

Abstract

The techniques applied to the architectural studies are constantly developed and enhanced. According to the context, the archaeologist can choose from among technical tools based on photogrammetry, lasergrammetry or even technical drawing. Nowadays, the complete survey of a building is easier and faster than ever. Nevertheless, the possibility to capture reality "as-built" leads to the production of more "objective" documents than before. Indeed, architectural survey can be traditionally defined as a method to identify and gather information about historic architectural resources. Usually, the drawing consists to select information which must be recorded. How are applied the different techniques in the case of architectural studies? What are their interactions? Some answers can be finding in a recent work: the study of the antique Opet temple at Karnak. The analysis of the monument has requested a complete and accurate survey. Various techniques and tools have been employed: 3d scanner, digital photographic rectification, drawings... Throw this experience it's possible to give a critical point of view of their application in the field of archaeology.

Keywords : Architectural study, photogrammetry, 3D laser scanning, rectified photography.

"Croyez-vous que la photographie peut dispenser de dessiner, non pour le plaisir d'amasser des images dans des portefeuilles, mais parce que la pratique du dessin habitue les yeux à voir plus vite, plus juste et mieux, en établissant entre l'organe de la vision et le cerveau une sorte de travail en commun qui facilite les déductions ? Dix fois nous passons devant un objet et le regardons attentivement parce qu'il nous intéresse ; nous croyons le connaître parfaitement dans sa forme générale comme dans ses détails. Un jour, il nous prend l'idée de le dessiner, et nous lui découvrons des qualités que nous ne soupçonnions pas, malgré notre ferme volonté de bien observer". Eugène Viollet-le-Duc, 1879. *Histoire d'un dessinateur, Comment on apprend à dessiner*, Paris, France p.66.

1. Introduction

En matière d'étude architecturale, le vestige est la source d'information "première". Il peut constituer à lui seul une somme documentaire "suffisante". Pourtant en traversant les siècles, le monument s'est érodé, transformé voire ruiné; selon son état de conservation, il aura préservé tout ou partie de son histoire. On peut dire qu'il s'agit de "témoins" plus ou moins complets, que l'architecte tentera de faire parler. Dans le cas précis du patrimoine antique, on s'attardera d'autant plus sur l'étude de ces documents "en dur", qu'ils constituent fréquemment l'unique source d'information. En effet nous recensons peu de textes datés de ces époques et concernant le bâti, qu'ils n'aient pas existé ou qu'ils ne nous soient pas parvenus. L'observation et

les fouilles archéologiques sont alors les seuls moyens d'investigation laissés au chercheur. Sa tâche consistera à interpréter le vestige "de visu", en s'appuyant sur quelques référentiels. Pour mener son analyse, il dispose d'une méthode fondée sur l'observation, la prise de note et le dessin, que l'on appelle le "relevé".

2. Le relevé

2.1. Trier l'information

Le relevé consiste toujours à opérer une série de choix dans la masse d'informations à archiver. Sur le terrain, il reste une opération spécifique, qui ne se confond pas dans la seule acquisition de données. Il s'agit d'une véritable "méthode d'analyse" graphique, que l'architecte ou l'archéologue met en œuvre pour trier puis organiser les données ; il écartera d'emblée celles qu'il jugera inutiles à l'étude. A travers ce processus de sélection, on pratique une sorte d'appauvrissement de l'information qui, loin de desservir le document, permet d'en dégager l'essentiel: comme l'écrit René Ginouvès, "une image est d'autant plus facile à utiliser qu'elle a davantage perdu d'information" (Ginouvès, 1987).

A partir des "minutes de terrain"¹, sera réalisé un ensemble de documents synthétiques, qui facilitera la confrontation des données diverses. En règle générale et quelle que soit la technique mise en œuvre, le relevé aboutit in fine à une documentation relativement normalisée de plans et de coupes, qui rendra visible la globalité de l'édifice à une même échelle réduite, sous l'angle conventionnel de vues frontales. C'est cette harmonisation de l'information qui permettra d'établir des relations spatiales entre les différents éléments architecturaux. Le dessin en coupe par exemple, facilitera la comparaison des altitudes et pourra mettre au jour certaines relations spatiales ou constructives entre telle et telle pièce. Un plan quant à lui, éclairera le chercheur sur l'organisation structurelle et la composition précise des espaces. Par ailleurs, c'est sur cette même documentation initiale, que se baseront les premières hypothèses de restitutions architecturales. En entreprenant le relevé d'un édifice, l'architecte réalise, au fond, une sorte d'anamnèse du projet des constructeurs antiques: dans l'élaboration de la documentation graphique, réapparaissent progressivement le plan originel du monument, ainsi que les méthodes et les techniques qui ont prévalu tant à sa conception qu'à sa fabrication. Enfin, dans le cadre d'une étude scientifique, la publication des relevés est indispensable car elle permet de "vérifier les démonstrations de l'auteur de la documentation, mais aussi d'en extraire des données utilisables pour d'autres études" (Zignani, 2008). Ces "planches" dessinées attestent de la rigueur de la démarche, appuient la démonstration, et valident la recherche.

¹ Ce terme désigne les relevés manuels ou les notes pris devant l'objet étudié.

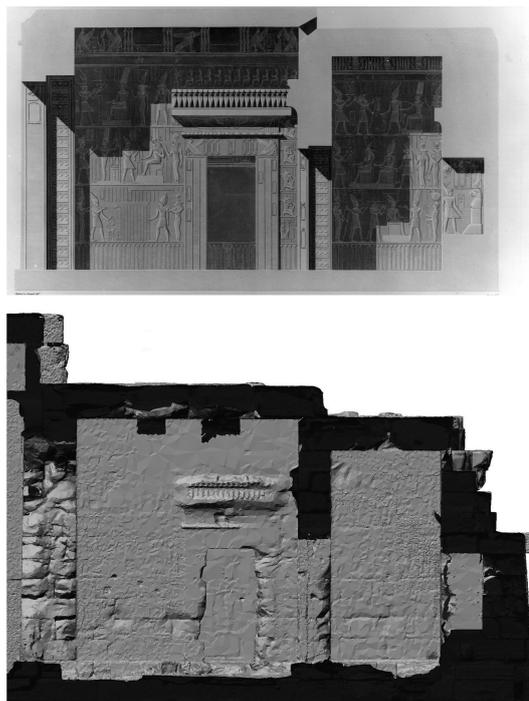


Figure 1 : Modèle de restitution inséré dans le contexte actuel.

2.2. Des codes de représentation

Etonnamment, cette méthodologie propre à l'étude scientifique du bâti n'a guère évolué depuis la naissance de la discipline archéologique. Les planches publiées dans la Description de l'Égypte (Jollois et Devilliers, 1821) par exemple, qu'il s'agisse des plans de masse, des coupes, ou des quelques détails rapportés, utilisaient des codes de représentations qui sont encore aujourd'hui les nôtres.

Le dessin a donc été d'emblée, un objet primordial pour l'archéologue du bâti, et continue d'avoir une place essentielle dans la construction de son analyse. Comme nous l'avons déjà signalé, les dispositifs mis en œuvre pour l'étude d'un patrimoine, auront tendance à "imiter" les méthodes de ses concepteurs. Ainsi, on peut supposer que la vue en géométral restera un outil d'analyse fondamental pour le chercheur, tant que les architectes utiliseront ce même mode de représentation pour projeter leurs constructions. Si les procédés et les codifications du dessin n'ont guère évolué, les techniques directes ou indirectes appliquées à l'auscultation, à l'enregistrement de données ou à la production d'images ne cessent en revanche de se développer. Sans doute parce qu'elle est une discipline historique largement médiatisée et particulièrement propice à l'expérimentation, l'archéologie a toujours bénéficié assez directement de ces innovations technologiques.

2.3. Des outils pour reproduire le "tel quel"

Là où jadis, l'architecte n'avait pour seuls outils que les traditionnels "papier, crayon, mètre, fil à plomb, niveau", il dispose désormais d'un large panel de technologies innovantes et complémentaires: la photogrammétrie, la photographie, la topographie, le redressement photographique, le scannage 3d, ou la photomodélisation, sont de plus en plus utilisés sur les terrains archéologiques. L'application de ces dispositifs techniques, pour certains encore récents, aux contextes spécifiques du patrimoine, aura permis de développer de nouvelles procédures, en augmentant les capacités d'enregistrement: un maximum d'information peut être prélevé, avec une précision sans cesse accrue. L'utilisation d'un scanner 3d par exemple, réduit le temps d'intervention sur le terrain à quelques jours, quand il fallait plusieurs semaines avec les outils traditionnels.

Ce même appareil permet d'acquérir des données autrefois difficilement accessibles, que l'on aurait alors renoncé à saisir; leur intérêt potentiel n'aurait pas suffi à justifier le temps consacré à leur acquisition. Ces différentes innovations ont également permis de dépasser un certain nombre de facteurs contraignants, comme les dimensions souvent monumentales des édifices. En effet, le relevé traditionnel se fait par "contact": pour saisir une cote comme pour observer un détail, l'archéologue doit nécessairement se trouver à proximité de la paroi. Les équipements peuvent, du coup, être assez lourds; dans le cas des vestiges de grande hauteur, il faudra recourir à des échelles ou à de contraignants échafaudages. Avec l'essor des outils dérivés de la photogrammétrie ou de la lasergrammétrie, l'enregistrement volumique est devenu beaucoup plus pratique et rapide. La diffusion du numérique a d'ailleurs largement ouvert les champs d'application de la technique photogrammétrique, en démocratisant son utilisation. Avec la technique de corrélation d'image, l'appareil photographique numérique est aujourd'hui un outil performant, capable d'acquérir, en plus des couleurs, un ensemble d'informations volumiques. Les logiciels de photomodélisation s'étant développés parallèlement au matériel, l'exploitation des clichés photogrammétriques en est facilitée, tant du point de vue de l'auscultation (mesures de distances) que pour la fabrication de modèle numérique.

Ainsi, on observe une certaine évolution des pratiques, les principaux progrès concernant la rapidité et finalement la "commodité" d'acquisition. Des capteurs comme l'appareil photographique ou le scanner 3d parviennent à prendre des mesures extrêmement précises, à distance. Cette sorte d'"éloignement" à l'objet d'étude est sans conteste un confort supplémentaire, qui augmente les possibilités d'investigation. En revanche, si la précision des instruments ne cesse de progresser, la qualité des données tend à s'uniformiser. Les informations ne sont plus hiérarchisées; l'ensemble du monument est traité avec le même degré de définition: le global et le détail ne s'y différencient plus. La problématique

en termes de méthode ne concerne donc pas tant la quantité ou la précision des éléments relevés, que leur "qualité" et leur possibilité d'exploitation. Brutes d'acquisition en quelque sorte, les données issues d'une majorité des "technologies nouvelles" produisent des représentations "objectives" d'un état du bâtiment. Celles-ci s'apparentent à des images photographiques et ont valeur de véritables "restitutions graphiques des formes architecturales" (De Luca, 2009) Cette capacité étonnante à reproduire le "tel quel", sera immédiatement exploitable dans les démarches d'archivage; elle permettra de produire des documents exacts, pouvant aussi servir de base graphique au dessinateur. Pourtant, cela ne suffit pas à faire de ces images, des relevés en tant que tels.

Certaines tâches sont accélérées et les nouvelles capacités d'auscultation ouvrent des possibilités de prospection inédites. Indéniablement, le foisonnement d'instruments nouveaux a un impact très fort sur les travaux de recherche. Afin d'en proposer une pratique maîtrisée, il est aujourd'hui indispensable d'interroger leurs performances, au sein des différents domaines d'étude. De quelles manières ces procédés techniques seront-ils mis en œuvre dans le cas spécifique d'une analyse architecturale? Quelles seront leurs interactions? Le programme mené depuis près de 5 ans au temple d'Opet à Karnak, apporte quelques éléments de réponses. L'éventail large des techniques appliquées au relevé du temple, parfois de façon expérimentale, permet en effet de proposer un regard critique sur leur emploi.

3. ÉTUDE ET TECHNIQUES DE RELEVÉ : LE CAS DU TEMPLE D'OPET

3.1. Le contexte

L'étude architecturale dédiée au temple d'Opet, sur le site de Karnak en Haute-Egypte, a pour ambition de retracer l'histoire de cet édifice "tardif" daté de l'époque ptolémaïque (vers 150 av. J.C.), et d'en comprendre les méthodes de construction et de conception. Dans ce cadre scientifique là, un relevé complet et détaillé du monument a été entrepris. La totalité des parois, les hauteurs d'assises, les éléments constructifs, les cassures spécifiques, les contours des décors ont été dessinés et le cas échéant, complétés par des annotations. Dès le début de l'étude et compte tenu des dimensions relativement modestes du monument (23 x 46 m), il a été décidé de travailler au 1/20ème. Cette échelle de relevé suffisamment grande, aura permis de représenter les innombrables détails d'une architecture sophistiquée. Une fois mis au net, les plans pourront ainsi être édités au 1/50ème. Le choix initial de l'échelle est déterminant: il fixe approximativement les dimensions auxquelles les dessins seront publiés, et surtout, définit un niveau de détail à partir duquel le chercheur devra raisonner.

3.2. Le scannage 3D

Un prix décerné par l'Institut de France a permis au projet de bénéficier dès son démarrage en 2004, des services d'une équipe spécialisée en lasergrammétrie². Après deux campagnes de scannage 3D sur le terrain, celle-ci a réalisé un modèle numérique complet du monument (Chazaly et Laroze, 2009). Dans notre cas, c'est l'exploitation de ce type de document, en trois dimensions et difficilement manipulable, qui aurait pu poser problème. L'utilisation d'un petit logiciel³ permettant de visualiser le modèle et d'en extraire différentes informations, aura réglé les difficultés pratiques: notamment, l'interface du programme affiche les coordonnées des points visés, permet de sortir différents profils au format dxf, ou d'exporter des vues en géométral.

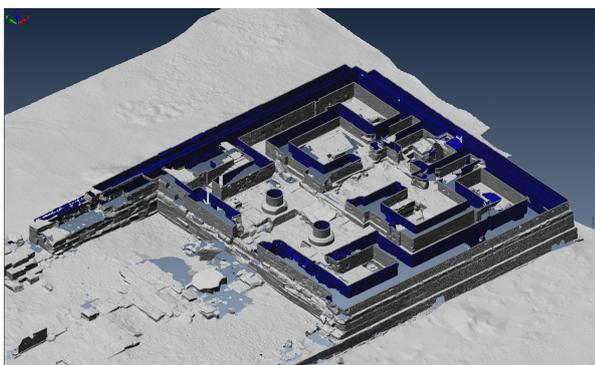


Figure 2 : Vue axonométrique coupée du temple d'Opet à Karnak. La manipulation d'un modèle numérique 3d permet d'obtenir un nombre infini de vues sur l'objet: différents paramètres sont combinables comme le point de vue, le plan ou le mode de projection (frontal ou en perspective). On peut ainsi éviter un certain nombre de déplacements sur le terrain. (©Atm3d).

Il s'agit là d'une formidable base topographique, qui ne permet pourtant pas de représenter la totalité des détails -les joints des blocs par exemple-. Les images photographiques associées systématiquement au modèle 3d comblent ces quelques lacunes, et fournissent une information plus complète. Malheureusement, l'opération est complexe et les coûts de production des images restent élevés: quatre orthophotographies des seules parois extérieures ont été produites.

Il s'agit là d'un type de représentation extrêmement précis et facile d'exploitation, qui s'apparente à un cliché photographique sans point de fuite. Cette documentation partielle a complété le relevé détaillé de la totalité du temple, réalisé, lui, au moyen des techniques traditionnelles de dessin, avec le recours ponctuel à un théodolite. Une fois les "minutes" scannées et les déformations corrigées, les dessins ont été assemblés puis vectorisés à l'aide du logiciel Autocad.

²www.atm3d.com

³PolyWorks/IMView, www.innovmetric.com

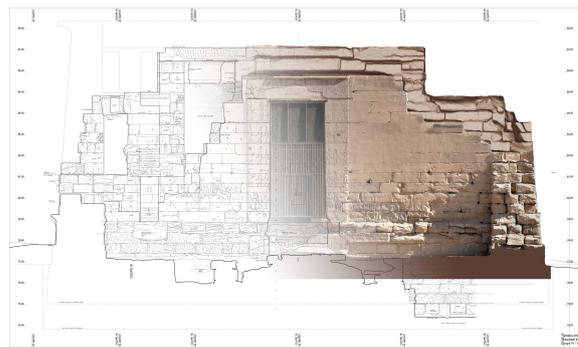


Figure 3 : Vue géométrale composite de la façade ouest du temple d'Opet à Karnak. Cette vue frontale confronte des informations variées, issues de trois techniques différentes. Le dessin au trait sur la partie de gauche de l'image, donne une vision plutôt synthétique et analytique de l'édifice; elle est le résultat d'une série de choix opérés par le dessinateur. L'orthophotographie sur la droite, fournit une représentation plus "immédiate" d'un état du bâtiment. Les données y ont été traitées techniquement, mais pas "étudiées". L'utilisation du modèle numérique brut en haut à droite, assure une bonne lisibilité des volumes. (©E. Laroze /Atm3d)

3.3. La photogrammétrie

La photogrammétrie a permis de relever très efficacement les parois intérieures et d'en réaliser rapidement les élévations: le logiciel Redresseur développé par Yves Egels (IGN/ENSG) est en effet capable de produire l'image redressée d'une paroi plane, à partir de seulement quatre repères topographiques et au moyen d'un appareil photographique calibré.

Cette technique de redressement est particulièrement bien adaptée au contexte des temples égyptiens dont les murs, bien conservés et richement décorés, sont majoritairement plans. À Opet, l'outil photogramétrique a permis de relever avec précision des informations d'ordre tant constructif que décoratif, mettant ainsi en relation deux dimensions du temple trop souvent envisagées de façon distincte. Par exemple, les profils des personnages ont pu être positionnés sur les planches consacrées au relevé d'architecture, une présentation généralement absente des publications égyptologiques. L'objectif était double: proposer une description exhaustive du temple, et tenter de formuler des hypothèses inédites. Ainsi, l'acquisition d'informations précises liées aux décors a permis de comparer les différentes silhouettes des personnages aux contours de figures similaires. Ces confrontations "formelles" ont en quelque sorte stimulé la recherche, en remettant en chantier quelques "acquis" scientifiques: en effet, la superposition sur ordinateur des figures, nous a permis de constater que certaines parties - les contours des corps par exemple- se confondaient très exactement. Nous nous sommes donc demandés quelles techniques ont été mises en œuvre, pour parvenir à un tel degré de précision. A partir de ces observations et quelques

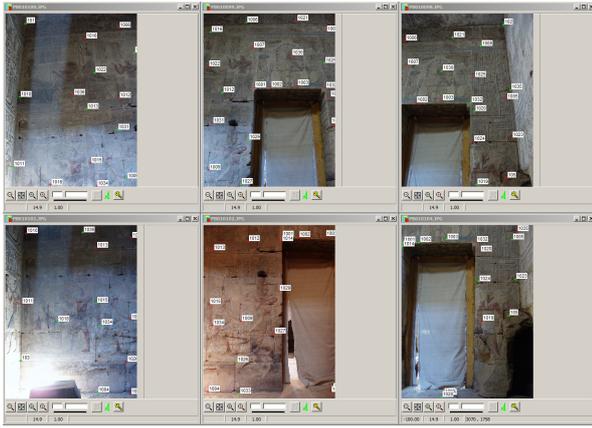


Figure 4 : Vue de l'interface du logiciel Redresseur développé par Yves Egels. Une fois la couverture photographique réalisée, l'opération consiste à pointer des cibles dont les coordonnées sont connues, puis à faire correspondre divers points communs d'un cliché à l'autre (points de liaison). Après calcul, les images sont redressées indépendamment en fonction des paramètres de distorsion de l'objectif.

autres, nous avons ainsi formulé l'hypothèse que certains éléments auraient pu être appliqués sur les parois à l'aide de poncifs, et non pas, comme cela est généralement admis, au moyen d'un carroyage. L'utilisation de gabarits par les anciens bâtisseurs, aurait permis en outre d'accélérer considérablement le travail de décoration et expliquerait l'aspect très normalisé des décors ptolémaïques. Cette application des outils de redressement photographique, montre de quelle façon l'utilisation de techniques émergentes peut renouveler les regards sur l'objet d'étude. En ce sens, l'expérimentation technologique fait partie intégrante de la recherche. L'application complémentaire des différents procédés précédemment évoqués, produiront 25 coupes actuellement en cours d'élaboration, qui seront éditées à l'échelle du 1/50ème. L'ensemble des représentations assurera une couverture circonstanciée de toutes les parois du temple avec, le cas échéant, le positionnement des principales figures du décor et des annotations.

4. LA SPECIALISATION: UNE SCISSION DANS LE PROCESSUS

L'arrivée de nouveaux outils d'auscultation, toujours plus performants mais aussi plus complexes ou "opaques", entraîne inévitablement une spécialisation des pratiques. Des disciplines parfois très éloignées de la culture archéologique, font aujourd'hui pleinement partie des processus de recherche: ingénieurs, topographes et photographes sont de plus en plus souvent intégrés aux équipes, en tant que "professionnels" du relevé. Or, les formations et les prérogatives des uns et des autres sont parfois très éloignées. Loin de favoriser une pratique transversale de la recherche, cette pluridisciplinarité nouvelle aurait tendance à dissocier les compétences

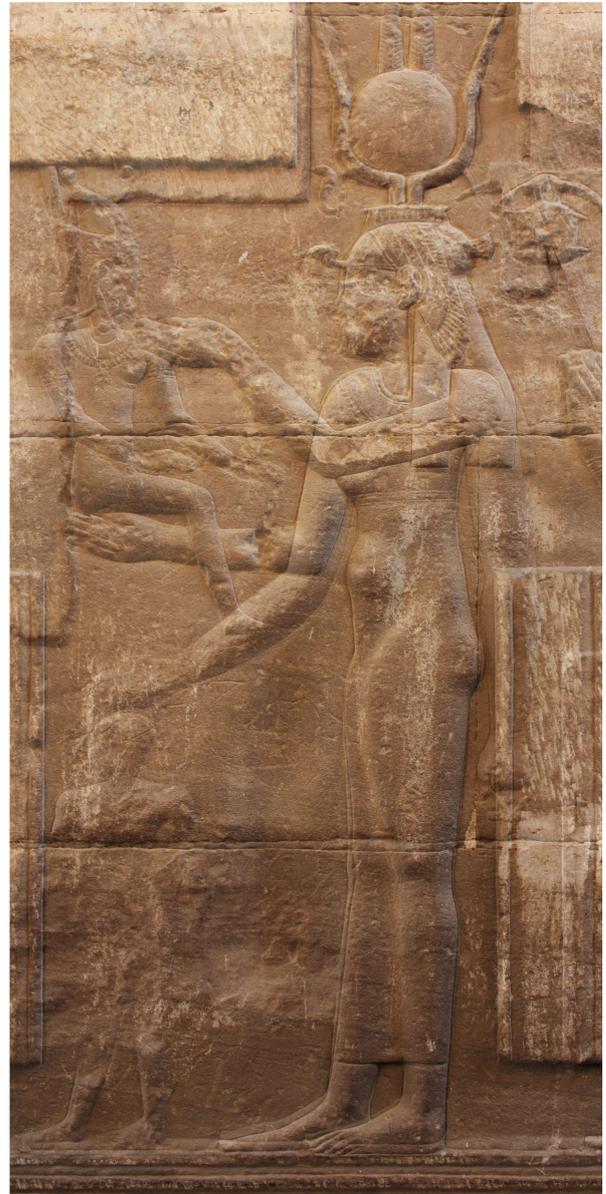


Figure 5 : Superposition de deux figures. La technique du redressement photographique permet ici de confronter sur une même image, deux représentations comparables d'une déesse du mammisi romain de Dendara. Les deux silhouettes sont ainsi "calées" très précisément l'une sur l'autre. On constate que la limite des corps et le visage des personnages correspondent parfaitement; seules les positions des bras diffèrent. A partir de cette observation précise, on peut se demander si certains contours des figures n'étaient pas appliqués sur les parois avec l'aide de gabarits. (©E. Laroze)