

## **LE SITE ARCHÉOLOGIQUE DE KARNAK : UN GIGANTESQUE CASSE-TÊTE 3D**

Nathalie Charbonneau

Avez-vous déjà complété un casse-tête de 100 pièces ? Sûrement. De 1000 pièces ? Peut-être. De 10 000 pièces ? Probablement pas. En effet, ce véritable travail de moine déconcerterait le plus patient d'entre nous! C'est pourtant à ce défi que s'attaquent les archéologues travaillant à la reconstitution du site de Karnak, en Égypte. Ce site archéologique, parmi les plus célèbres au monde, est un ensemble de temples qui a été construit, agrandi, et transformé par les pharaons qui se sont succédés pendant plus de 2000 ans, soit du deuxième millénaire av. J.-C. jusqu'au XIe siècle de notre ère.

Aujourd'hui, seuls quelques vestiges subsistent puisque l'ensemble des monuments ont été ruinés par les tremblements de terre et les incendies, détruits sur ordre des empereurs romains, martelés par les Coptes chrétiens et envahis par les sables du désert (voir figure 1). Les ruines que l'on peut admirer sur le site sont principalement constituées d'ensembles de pans de murs incomplets et de fragments de colonnes. Au cours des siècles, ces éléments architecturaux ont été tour à tour édifiés, transformés et démantelés par les dynasties successives, faisant en sorte que l'on retrouve maintenant sur le site des dizaines de milliers de blocs épars (voir figure 2). Ceux-ci sont d'une valeur inestimable puisqu'ils constituent le matériau qui pourrait éventuellement permettre une reconstitution du site de Karnak, le plus grand site religieux jamais érigé par l'Homme.

Pour reconstituer les différents bâtiments, les archéologues doivent donc déterminer quelle était la position initiale de chacun des blocs épars. En raison du poids des blocs, de leurs dimensions, et de la friabilité du grès dont ils sont constitués, il n'est évidemment pas question de soulever chacun d'eux pour chercher à les juxtaposer aux autres « pièces ». Cette méthode poserait de sérieux problèmes en termes de temps, de main d'œuvre et de dégradation du site.

C'est pourquoi il apparaît avantageux de développer un programme informatique permettant de reconstruire le site dans un espace virtuel, c'est-à-dire à l'intérieur de l'ordinateur. Celui-ci, en raison de ses formidables capacités de mémoire et de tri, pourrait proposer à l'archéologue différentes façons de juxtaposer les blocs, en se référant à chacun des trois critères dont il sera question ci-dessous. Le Groupe de Recherche en Conception Assistée par Ordinateur (GRCAO) s'est intéressé à cette question. Depuis plus de quatre ans, l'avancement des travaux menés par cette équipe a contribué à offrir des perspectives de développement qui étaient jusqu'à maintenant inexplorées.

### **Effectuer le tri selon la forme géométrique**

Si on répertorie chacun des blocs en indiquant les caractéristiques relatives à la forme et au dimensionnement, l'ordinateur peut ensuite procéder de manière rapide et efficace à des milliers de comparaisons. Celles-ci permettent de regrouper les blocs ayant

des caractéristiques complémentaires, fournissant ainsi à l'archéologue des indices quant à la position qu'ils occupaient initialement.

Cependant, ce processus de tri et de mise en relation n'est pas si simple que l'on pourrait le croire! En effet, outre les caractéristiques géométriques, il faut également tenir compte des dessins gravés sur le bloc, ce que les archéologues appellent l'iconographie.

### **Effectuer le tri en fonction de l'iconographie**

Sur les murs des temples et les parois des colonnes, des scènes étaient représentées, comme par exemple le pharaon présentant des offrandes aux Dieux. Des fragments de celles-ci se retrouvent sur la grande majorité des blocs. Il peut s'agir d'éléments figuratifs ou encore de composantes graphiques servant à agrémenter la composition. Prenons par exemple un bloc où figurent l'extrémité des doigts d'un pharaon et un ensemble de trois rainures horizontales. La description des caractéristiques de ces éléments, ainsi que leurs positions sur le bloc, sont enregistrées. Le système informatique peut alors identifier d'autres blocs où apparaissent un fragment de main et le même type de rainures. On pourrait ainsi procéder à des juxtapositions et on aurait résolu le problème...

Cependant, il est relativement rare qu'un bloc ne comporte que des éléments graphiques; dans la plupart des cas, on y retrouve également des inscriptions en hiéroglyphes décrivant la scène représentée (voir figure 3). Chacune de ces inscriptions constitue en fait un fragment de message. Afin que l'ordinateur soit en mesure de juxtaposer les blocs selon un ordre qui forme un texte cohérent, nous devons entreprendre l'étude des inscriptions, ce que les archéologues appellent l'épigraphie.

### **Effectuer le tri en fonction de l'épigraphie**

Il faut « enseigner » à l'ordinateur à déchiffrer les hiéroglyphes afin qu'il soit en mesure non seulement de comprendre le message tronqué apparaissant sur le bloc, mais également d'y proposer un début ou une suite. Par exemple en français, si nous avons la phrase incomplète « Paul est g... », le programme émettrait différentes hypothèses pour la compléter. Il supposerait qu'il manque un adjectif, et il en proposerait quelques uns.

Cependant, avec les hiéroglyphes, il est beaucoup plus difficile pour l'ordinateur de comprendre le message et de proposer des compléments. En effet, dans la langue hiéroglyphique, il existe de multiples façons d'écrire un même texte. Chaque symbole représente soit une lettre, soit une syllabe. Le dessin représentant un cœur relié à une trachée, par exemple, symbolise la syllabe « nfr » et se prononce *nefêre*. Pour l'écriture de cette syllabe, une sélection variable des symboles représentant les lettres « n », « f » et « r » pouvait se retrouver avant, après, ou avant ET après le dessin du cœur. Il n'en résulte pas moins de dix-sept façons différentes d'orthographier correctement une syllabe de trois lettres ! Évidemment, le fait que les mots comportent plusieurs syllabes décuple le nombre de possibilités...

Pour pallier à ce problème, nous avons élaboré un lexique qui, pour chacun des mots inscrits, génère automatiquement les multiples façons de l'orthographier. Un peu comme un dictionnaire qui aurait la faculté de se réécrire à chaque fois qu'on le consulte! À l'aide de ce lexique, l'ordinateur peut non seulement déchiffrer une séquence de hiéroglyphes, mais également proposer diverses façons de compléter le message tronqué.

Face à ces propositions, une intervention humaine est requise; l'archéologue retient les propositions adéquates, et il ne reste plus à l'ordinateur qu'à effectuer un tri, dans la base de données, parmi les blocs où figure l'une ou l'autre de ces inscriptions.

Après avoir assemblé deux blocs, en tenant compte des critères géométriques, iconographiques et épigraphiques, notre programme informatique peut proposer la juxtaposition d'un troisième bloc, puis d'un quatrième et ce, jusqu'à remonter au complet des parois et des colonnes. Il est difficile d'estimer à partir de quel moment les archéologues commenceront à intégrer l'outil informatique à leur pratique. Il est cependant permis de croire que l'ordinateur, grâce à ses formidables capacités de mémoire et de tri, contribuera un jour à reconstituer le site archéologique de Karnak à partir des dizaines de milliers de blocs qui sont actuellement épars. Avis aux amateurs de casse-tête 3D!



Figure 1. Le site archéologique de Karnak



Figure 2. Les blocs épars



Figure 3. Exemple de bloc