

L'ORDINATEUR AU SERVICE DES PHARAONS

Jean-Luc CHAPPAZ

L'égyptologie ne connaît une unité de matière, au demeurant très relative, que sur deux points : la géographie et l'histoire. Elle se propose en effet d'étudier toute manifestation humaine sur un territoire (l'Égypte), mais également les influences possibles de la culture de ce territoire sur d'autres régions (Nubie, Soudan, Proche-Orient, mais aussi Occident), pendant un laps de temps qui s'étend de la préhistoire à l'époque copte (chrétienne)! Face au nombre, à la variété et à la "richesse" des approches qu'autorisent ces définitions, l'égyptologue est souvent contraint de se spécialiser sur une période, un site, ou une matière particulière : religion, histoire sociale ou événementielle, histoire de l'art, archéologie de terrain (fouilles) ou de cabinet (musées), architecture, épigraphie (relevé et analyse de monuments), papyrologie, philologie, iconographie, etc., même si ces divers domaines s'interpénètrent obligatoirement. C'est dire que l'utilisation de l'informatique en égyptologie est aussi ouverte que variée, puisque chacun des domaines énumérés peut à son tour se subdiviser en multiples champs d'investigations qui nécessitent un traitement différent des connaissances et de l'information.

Régulièrement, les égyptologues les plus convaincus de l'utilité de l'informatique pour les progrès de leur domaine d'études se rencontrent dans le cadre d'ateliers thématiques ou de tables rondes où sont présentés les travaux en cours, les problèmes et les difficultés des recherches entreprises ou plus simplement des informations sur les projets des collègues. La X^e table ronde s'est ainsi tenue en juillet 1994 à Bordeaux et, anniversaire oblige, fut l'occasion de dresser un bilan des progrès réalisés et d'évoquer les perspectives d'avenir. Les *Actes* (à paraître) de ce congrès, comme l'ont fait ceux des précédentes rencontres, donneront une image de la diversité des interrogations et réponses de ce groupe. Toutefois, il est quelques points qui émergent des discussions et qui valent sans doute la peine d'être évoqués rapidement.

Une des premières forces du groupe a été de ne jamais rien vouloir imposer, mais de toujours suggérer ou proposer (standards, *thesaurus*) et d'offrir la liberté à l'utilisateur potentiel de choisir tel ou tel système. On a évité ainsi bien des discussions stériles et sans fin, et proposé à la place des programmes concrets ou des modèles opérationnels, auxquels chacun peut, s'il le désire, se rallier, ou qu'il peut modifier en fonction de ses besoins propres et de ses compétences tant égyptologiques qu'informatiques. Au reste, les promoteurs des différents projets restent à l'écoute des remarques et critiques, généralement prêts à améliorer leurs propositions.

Un autre écueil que le groupe " Informatique et Égyptologie " a su éviter est lié aux choix fondamentaux des familles de matériel. Confiants (peut-être trop naïvement) dans les progrès de la technique (ce qui était loin d'être acquis en 1984, date de la première table ronde), les chercheurs ont toujours misé sur la compatibilité " probable " et prochaine des fichiers. Plus qu'une réflexion sur les possibilités techniques, les participants de ces tables rondes préfèrent se concentrer sur des questions de fond et de structure des données, et laisser à chaque utilisateur éventuel le soin d'adapter leurs propositions au matériel dont il dispose. S'il est généralement recommandé de réaliser une copie en format ASCII des bases de données, afin de faciliter les échanges, les programmes qui devraient apparaître comme " communs " à l'ensemble de l'égyptologie sont développés, quant à eux, tant sur IBM/PC et compatibles que sur Macintosh, et vendus, le cas échéant, au même prix. Le programme de traitement d'hiéroglyphes utilise ainsi les mêmes codes et les mêmes standards d'enregistrement des données sur les deux systèmes.

Il est bien sûr impossible de présenter, ne serait-ce que de façon succincte, l'ensemble des projet entrepris. Quelques exemples suffiront sans doute à montrer la variété des recherches et des moyens mis en œuvre : le projet pionnier du Musée du Louvre, une base spécialisée sur un type d'objet, des travaux de grande envergure conduits à l'aide de l'intelligence artificielle et un traitement d'hiéroglyphes.

GESTION D'OBJETS

Entreprise dès les années 70 sur du " matériel lourd ", la base de données " PHARAON " du Musée du Louvre s'est donné pour but de gérer l'ensemble de la collection égyptienne de ce musée (plus de 50 000

objets) tant du point de vue “administratif” que scientifique. Il en a résulté la définition, puis l’enregistrement (qui se poursuit encore actuellement, la base totalisant 37 000 fiches en août 1993) de données variées permettant de retrouver des informations “simples” (nom d’un donateur, provenance, datation, etc.) ainsi que des renseignements plus complexes relevant de domaines tels l’iconographie, les typologies, les textes, les noms de particuliers, leurs titres et fonctions, etc. Les requêtes peuvent être des questions uniques ou multiples, la recherche porter à travers un ou plusieurs champs de la base de données. Mais surtout, au cours de ce travail, l’équipe du Louvre a été conduite à définir un *thesaurus* précis des principaux faits égyptologiques et à élaborer une hiérarchie des termes d’un point de vue strictement scientifique. Ce travail de longue haleine reste aujourd’hui encore un modèle auquel se réfère nombre de collectionneurs et de musées, et dont la traduction fut entreprise en plusieurs langues, avec l’espoir secret de pouvoir réunir un jour les bases documentaires de plusieurs musées en un seul fichier international. Une autre qualité de la banque de données “PHARAON” réside dans la volonté des chercheurs et conservateurs du musée de la faire évoluer en fonction des progrès de la recherche et de la technique : récemment, les fichiers ont été transférés sur de “petits” ordinateurs (PC) montés en réseaux et des photographies ont été jointes aux informations textuelles.

Proche dans ses principes de la base “PHARAON”, dont il a pu intégrer certains enregistrements,  (Base Internationale des Shaouabtis) est un programme développé pour recenser et étudier un type spécifique de matériel. Les *shaouabtis* (également dénommés *shabtis* ou *oushebtis*, selon les époques) sont de petites statuettes en forme de momie ou en “costume des vivants”, équipées d’outils agricoles (et de bâtons pour les contremaîtres) qui remplissaient un rôle magique. Ainsi que le confirme le texte qui les recouvre (chapitre VI du *Livre des Morts*), elles sont chargées de travailler en lieu et place des défunt(e)s dans l’au-delà et de leur procurer les bases de leur alimentation d’éternité. Traditionnellement, une troupe de 365 figurines (une par jour de l’année) encadrées par 36 contremaîtres (un par décade, la “semaine” égyptienne) était déposée dans chaque trousseau funéraire. Elles sont inscrites aux titres, nom et parfois généalogie des défunt(e)s qu’elles seront appelées à servir. Archéologiquement parlant, ces figurines, qui furent utilisées pendant près de deux millénaires (du Moyen Empire à l’époque ptolémaïque), se subdivisent en types bien précis selon les différentes périodes de l’histoire égyptienne.

Bénéficiant des résultats d'études récentes, les promoteurs du projet sélectionnèrent les principales caractéristiques iconographiques propres à ces statuettes pour permettre non seulement une description aisée de chacune d'entre elles à l'aide d'un *thesaurus* spécifique, mais pour avoir également la possibilité de les rattacher automatiquement en "classes" sur la base de critères typologiques. Ils joignirent à cette fiche des renseignements textuels pertinents, tels les noms, titres et généalogie des propriétaires anciens de ces figurines. Au vu de la fréquence de ce type d'objets dans les collections (plusieurs dizaines de milliers), seules l'informatique et une collaboration internationale pour l'enregistrement des données peuvent permettre, dans des conditions de temps acceptables, de retrouver rapidement les figurines de la même troupe ou ayant appartenu à un même propriétaire.

Si, à ce stade de la documentation et de la recherche,  offre un progrès avant tout dans la rapidité d'accès à la documentation, ce programme pourrait sembler condamné à ne "tourner que sur lui-même", c'est-à-dire que le chercheur pourrait avoir l'impression d'enregistrer des statuettes pour lui permettre d'en retrouver d'autres semblables. Ce n'est que partiellement exact, d'une part parce que d'infimes variantes (dûment enregistrées dans la base de données) existent d'une figurine à l'autre et d'autre part parce que ce matériel ne prend véritablement tout son sens que confronté à d'autres faits de la civilisation égyptienne. Les figurines funéraires sont un des éléments du trousseau funéraire, lequel comprend également un ou des cercueils, une momie, des vases à viscères, un scarabée de cœur, un ou des papyrus, divers coffrets, etc., inscrits au nom, titres et parfois généalogie des défunt(e)s. À long terme, la mise en relation de diverses bases de données sur ces différents matériaux (dont la plupart reste, il est vrai, à élaborer) permettra de reconstituer l'ensemble du matériel funéraire connu de tel ou tel personnage de l'antiquité pharaonique, de préciser, par les informations des différents fichiers complémentaires, des provenances ou des datations, d'écrire une histoire sur la base de documents nouveaux ou nouvellement rassemblés. Mais certains personnages ont laissé d'autres traces que leur trousseau funéraire, et la même opération pourra aussi être conduite sur d'autres types de matériels (archives, statues, stèles, graffiti, etc.). Ce n'est certes pas toute la société pharaonique qui s'offrira ainsi aux chercheurs (les plus humbles, analphabètes et trop pauvres pour recourir aux services d'un scribe, ne seront jamais connus), mais c'est tout de même une part importante des acteurs de cette civilisation que l'informatique nous invite à rassembler et étudier. En attendant

cette mise en relation des fichiers, la base  peut déjà être utilisée pour rechercher un individu, les titulaires d'une fonction donnée, les contemporains d'un souverain, les habitants d'un village, mais également pour tenter d'établir des généalogies à travers une succession de statuettes ou, en interrogeant la base sur certaines chaînes de caractères, pour mieux comprendre la structure linguistique d'un nom propre, sa fréquence ou la fréquence d'un de ses éléments.

BLOCS ISOLÉS ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Dans le cadre des activités du Centre Franco-Égyptien d'Études des Temples de Karnak, près de Louqsor, les archéologues ont mis au jour, dans les années 70, près de 12 000 petits blocs décorés de modules constants (52 x 26 x 22 cm), réutilisés par les anciens Égyptiens, mais provenant d'une même construction initiale : le temple solaire du pharaon "monothéiste" Akhénaton (1364-1347 av. J.-C.). Bien évidemment, tous les blocs d'une même paroi d'origine ne furent pas réemployés dans le même monument (et donc restent, pour beaucoup d'entre eux, à exhumer) et furent mélangés lors de l'opération de réutilisation, puisque les constructeurs d'un nouveau monument ne cherchaient pas à reproduire un modèle devenu inutile, mais simplement à profiter de l'abondance des pierres à leur disposition. Il s'ensuit un gigantesque puzzle, présentant 12 000 pièces de format et de forme identiques, manifestement incomplet (il manque au moins la moitié des éléments) et dont on ignore l'aspect initial ! De premières tentatives "manuelles", sur la base de photographies et de l'excellente mémoire de quelques chercheurs, permirent de proposer certains résultats de qualité et de déterminer quelques règles utiles au processus d'assemblage. Mais très vite, les limites de ce mode d'opération furent atteintes et les travaux ne progressèrent désormais plus guère.

L'ordinateur offrit une nouvelle vie à cette documentation. Chaque bloc fit l'objet d'une fiche informatisée très précise, décrivant textuellement son iconographie selon une hiérarchie qui isolait et localisait les éléments constitutifs, en même temps qu'étaient consignées des informations archéologiques telle la provenance exacte du bloc. À partir d'un élément identifié, il devint possible, dès la fin de l'enregistrement des informations, de rechercher la présence de ce même élément dans le décor d'autres blocs. Mieux encore, il était loisible de rechercher la présence d'associations d'éléments à travers les données de la base, et donc de sélectionner un nombre limité de blocs ayant une forte

LA REVUE DE L'ÉPI L'ORDINATEUR AU SERVICE DES PHARAONS

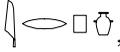
probabilité thématique de s'assembler, puis de procéder aux reconstitutions si celles-ci se confirmaient par l'étude égyptologique du décor.

Peu à peu, les mécanismes régissant le travail d'assemblage se formalisèrent, tant et si bien qu'il fut possible de distinguer deux composantes : une base de connaissances (la documentation initiale) et une base de règles, contenant les principes facilitant l'élaboration et la validation des assemblages. Grâce au soutien d'un mécénat actif, cette base de données put être transférée sur de gros ordinateurs et, gérée grâce à des programmes d'intelligence artificielle, elle produisit de nombreux résultats qui n'auraient en aucun cas pu être obtenus si rapidement avec les techniques traditionnelles manuelles de traitement de l'information. Cette expérience reste cependant unique, ne serait-ce qu'en raison du coût élevé qu'elle suppose.

UN TRAITEMENT D'HIÉROGLYPHES

Qui dit égyptologie pense inmanquablement aux hiéroglyphes, et les travaux informatiques à leur propos comptent parmi les plus anciens entrepris. Pour bien comprendre le fonctionnement d'un tel programme, il y a lieu de souligner que l'écriture (hiéroglyphique) est totalement distincte de la langue égyptienne (ce sont deux problématiques différentes, gérées par des programmes informatiques différents) et de rappeler quelques-unes des contraintes de celle-là. Aux époques classiques, l'écriture égyptienne utilise environ 700 hiéroglyphes, mais plusieurs milliers aux époques "récentes"... Ce sont des signes figuratifs, qui peuvent valoir pour un mot (qui est alors dessiné, idéogramme), pour un son (phonétique par rébus, phonogramme) ou qui identifient un vocable par grandes classes sémantiques (déterminatif). Les égyptologues ont pris l'habitude de classer les hiéroglyphes en vingt-sept grandes catégories selon le thème général du dessin représenté (A : hommes ; B : femmes ; C : divinités ; D : parties du corps humain ; etc.). À l'intérieur de ces catégories, les hiéroglyphes ont reçu un numéro d'ordre, totalement arbitraire, mais bien utile pour distinguer deux hiéroglyphes proches par leur forme. L'égyptologue identifie les signes soit en les désignant par leur valeur phonétique (quand elle existe), soit d'après la catégorie et le numéro du signe dans celle-ci. Ainsi, un oeil  correspond à la phonétique *jr* ("ir") ou au signe D4 (partie du corps humain, signe n° 4). À ce stade de la présentation, il suffirait d'enregistrer des images numérisées des dessins pour faire apparaître sans problème les

hiéroglyphes à l'écran ou sur l'imprimante, à l'appel de leur code ou de leur phonétique éventuelle.

Une difficulté se greffe cependant à cette apparente simplicité : l'Égyptien a l'habitude de regrouper les signes en unités graphiques (les cadrats), qui prennent sens à la lecture du texte. Ainsi, le mot "vin", en ancien égyptien *jrp* ("irop"), ne s'écrit jamais , en juxtaposant simplement les images hiéroglyphiques, mais , en regroupant celles-ci de façon plus esthétique et plus signifiante pour la langue ancienne. Par ailleurs, les hiéroglyphes peuvent s'écrire, selon le contexte, de droite à gauche, de gauche à droite, en lignes ou en colonnes, ou de façon rétrograde. Un logiciel de traitement des hiéroglyphes se devait de respecter ces particularités graphiques significatives à l'étude des textes et d'offrir la possibilité à l'utilisateur de les reproduire. On imagina donc des codes (séparateurs) à placer entre les hiéroglyphes, qui indiquent la position de ceux-ci les uns par rapport aux autres (voir exemple *infra*). Le programme "GLYPH", développé sur de gros ordinateurs en 1969-72, apporta une première réponse aux résultats très encourageants et satisfaisants ; il ne permettait toutefois pas de visualiser à l'écran la saisie des textes, et cette opération devenait de la sorte très abstraite par son aspect algébrique. Transposé sur micro-ordinateur dès 1987, ce programme, dont trois versions successives furent diffusées, eut pourtant du mal à s'imposer.

Le développement technique récent vint "au secours" des égyptologues. Les nouvelles possibilités graphiques des écrans et les programmes multitâches se généralisèrent tant sur Macintosh que sur PC/Windows. Le programme "GLYPH" fut donc réécrit pour ces deux systèmes, en utilisant les mêmes principes. Aujourd'hui, "MacScribe" et "GLYPH pour WINDOWS" ("WINGLYPH") sont les résultats de cette recherche. En mêlant les facilités graphiques nouvelles aux quelques codes indispensables, ils permettent à l'égyptologue de réaliser ses premières copies après quelques minutes d'initiation. Toutes les opérations peuvent être conduites en "cliquant" avec une souris sur les différentes options choisies (sélection des hiéroglyphes, mise en page, direction des signes, ligne ou colonne, choix de la langue de travail, choix de la fonte, format, etc.) ou en utilisant directement les codes "textuels" ("raccourcis-clavier").

Ces différents programmes sont avant tout conçus comme des outils de recherches ou d'édition et devraient en priorité intéresser les

LA REVUE DE L'EPI L'ORDINATEUR AU SERVICE DES PHARAONS

instituts, les universités ou les centres muséaux. Quelques tentatives encore expérimentales ont été entreprises pour développer des programmes d'analyse de textes (dont la constitution automatisée d'un nouveau dictionnaire), de traduction automatique et même d'enseignement interactif de la langue égyptienne ancienne. En l'attente de résultats nouveaux, seul le traitement d'hiéroglyphes intéressera sans doute un grand nombre d'enseignants, dans la mesure où il permet au maître comme à l'élève d'illustrer aisément ou de présenter l'écriture (et accessoirement la langue) d'une civilisation souvent mal connue, mais toujours attractive.

Jean-Luc CHAPPAZ

RÉFÉRENCES

Les activités du groupe "Informatique et Égyptologie" sont coordonnées par le *Centre for Computer-aided Egyptological Research* de la Faculté de Théologie de l'Université d'Utrecht (P.O. Box 80105 / N-3508 TC Utrecht).

Sous la direction des Prof. Dirk Van der Plas (Utrecht) et Nicolas Grimal (Paris, Sorbonne), ce centre édite la collection des "Publications Interuniversitaires de Recherches Égyptologiques Informatisées". Les *Actes* des différentes "tables rondes" du groupe sont disponibles dans cette série, de même que les manuels et logiciels de traitement d'hiéroglyphes suivants :

"GLYPH pour WINDOWS" ("WINGLYPH") 1.1, par Hans VAN DEN BERG (1993) [qui remplace "GLYPH" (pour DOS), par J. BUURMAN et Ed. DE MOEL (1987, 1988, 1989)].

"MacScribe", par Éric AUBOURG (1991, 1993).

"HIEROGLYPHICA" (fonte étendue - plus de 4400 signes), par Jochen HALLOF et Hans VAN DEN BERG (1993).

On consultera également avec profit :

R. VERGNIEUX, Recherches sur les monuments thébains d'Aménophis IV à l'aide d'outils informatiques. Méthodes et résultats (Thèse de doctorat d'État de l'Université Lumière - Lyon 2, à paraître dans les Cahiers de la Société d'Égyptologie, Genève, vol. 3).

D'autres logiciels de traitement d'hiéroglyphes sont disponibles ou annoncés, tant pour PC et compatibles que Macintosh. Ils n'ont pu être testés par l'auteur de ces lignes.

EXEMPLE D'ÉCRITURE D'UN TEXTE AVEC LE PROGRAMME " WINGLYPH " (" GLYPH POUR WINDOWS ")

Texte : début du chapitre VI du *Livre des Morts*

(Figurine funéraire du Museo Civico de Venise, inv. : 797).

fonte " ordinaire "



fonte " étendue "



Codes : s-HD-D:ra-ir:st*nTr-nb:pr*Z1-DA-r:n:z-B1-D&d&z-i-A2-S-b-t:y-D53-i-p:n!

Explication des codes non hiéroglyphiques :

- séparateur de groupes de cadrats
- : place deux signes sur un même niveau vertical
- * place deux signes sur un même niveau horizontal
- & groupe particulier spécifiquement défini (permet dans le cas présent de placer le signe de la " main " et le signe du " verrou " sous le ventre du signe du " serpent ")
- ! fin de ligne

Translittération : *shḏ W sjrnb.t-pr Wḏ3-rn=s ḏd=s j š(3=btj(.w) jpn...*

Phonétique approximative : "séhedj Ousir nebet-per Oudja-renes djedes I Shabtiou ipen..."

Traduction : "Que soit illuminé la maîtresse de maison Oudja-renes. Elle dit : 'O ces figurines [funéraires]..."

Temps nécessaire pour coder, afficher, copier et coller cette ligne de texte égyptien dans le traitement de texte " français " : 6 minutes (y compris la définition et l'enregistrement du groupe particulier), à l'aide d'un PC 286/20MH, 5M de mémoire RAM.