

ARCHÉOLOGIE ET INFORMATIQUE: LA GESTION DES DONNÉES DE FOUILLE AU SERVICE CANTONAL D'ARCHÉOLOGIE DE NEUCHÂTEL, SUISSE, 1982-1983

1. Introduction

L'utilisation de l'informatique comme support technique pour la gestion des données de fouille constitue un fait nouveau au Service cantonal d'Archéologie de Neuchâtel.

Une telle gestion implique une politique pratiquant systématiquement l'évaluation des coûts aux trois étapes de son déroulement: 1) l'enregistrement; 2) le traitement; 3) l'archivage et la publication des données, c'est-à-dire une gestion qui ne doit pas être plus chère en consommation de temps que les systèmes manuels ordinairement utilisés. Elle devrait apporter aux archéologues impliqués dans la fouille des avantages en leur donnant plus d'informations que celles qu'ils peuvent obtenir avec n'importe lequel des systèmes manuels.

Toute fouille doit constituer une opération contrôlée par une équipe sûre d'elle et de sa logistique (Cleuziou et Demoule 1980). Dès l'enregistrement, la gestion informatique doit être comprise comme une étape du raisonnement et comme un processus guidé par des choix conscients.

L'implantation d'une bureaucratie minimale semble indispensable et doit partir d'une réponse concrète à une demande concrète: *que faut-il enregistrer?* Enregistrer les données dérivées des observations de fouille implique aussi le choix conscient de telles données et le rejet d'une partie des informations: des « relevés réduits » peuvent répondre à des raisons précises d'ordre économique généralement imposées par les *fouilles de sauvetage*. L'enregistrement intégral ou « lourd » n'est pas possible dans le cas de telles *fouilles rapides*.

Un système d'enregistrement effectif implique un programme rapide et fiable pour l'enregistrement des données (Graham 1983), c'est-à-dire, qui puisse permettre à plusieurs personnes la description correcte de la même donnée ou de la même série de données en évitant la redondance et aussi toute source d'erreur au moment où ces données sont enregistrées.

Il n'existera jamais qu'un seul *traitement* possible des données de fouille. Mais la gestion informatique doit nécessairement remplir quelques qualités fondamentales: 1) être pertinente pour un problème donné et éviter des approches universalistes; 2) être définie par les besoins concrets des utilisateurs.

Le *traitement* doit être possible à toutes les étapes du travail de fouille et après que la fouille est achevée. Un traitement simple (tris sommaires, extractions, classements des fichiers et des sous-fichiers, comptages simples, pourcentages, graphisme simple) peut être suivi par des traitements plus complexes (par exemple, l'utilisation de statistiques permettant des comparaisons probabilistiques) nécessaires à l'interprétation du site et à la prise de décision concernant des nouvelles stratégies de fouille ou de recherche.

En ce qui concerne l'*archivage et la publication*, nous savons que seulement une partie de l'énorme masse de données enregistrée pourra être publiée. La création d'un système d'archivage permanent, facilement abordable, constitue un but accessible grâce aux moyens techniques offerts par l'informatique (bandes magnétiques, disques, microfiches, microfilms,...). Ces mêmes moyens constituent une importante aide à la publication — des *word processors* sont aujourd'hui utilisables dans des microordinateurs et la production d'un nombre réduit d'exemplaires d'une partie ou de la totalité des documents archivés est offerte par les imprimantes normalement rattachées aux grands et aux petits ordinateurs.

Les premiers essais de gestion de données de fouille ont été effectués lors des travaux sur le site de Cortaillod-Est, où un village entier du Bronze final (10^e siècle av. J.-C.) s'étend sur une surface d'environ un hectare.¹ Le but de tels essais a été d'abord d'obtenir un support d'analyse graphique, au fur et à mesure du déroulement des travaux, de la distribution spatiale des matériaux retrouvés sur le site (céramique, faune, bronze, couverture lithique).

L'expérience positive obtenue sur Cortaillod-Est nous a encouragés à élargir l'utilisation de l'informatique lors des fouilles de la RN 5 sur le site — là aussi, un village entier du Bronze final — d'Hauterive-Champréveyres (début: mai 1983). Dans ce cas, le but premier de la gestion consiste à réaliser les cartes de distribution spatiale des matériaux archéologiques (céramique, faune, bronze, couverture lithique, pilotis et autres matériels en bois), et à faciliter dès le début de la fouille l'enregistrement des données obtenues lors de l'étude préliminaire de ces matériaux (typologie céramique, étude de la faune, des macrorestes végétaux, palynologie, analyse sédimentologique). A cet effet, un réseau de microordinateurs PSI (fabriqué par

la firme allemande Kontron) a pu être acheté pour être utilisé soit comme unité indépendante, soit parallèlement au VAX-780 VMS (DIGITAL) du Centre de Calcul électronique de l'Université de Neuchâtel (fig. 1).

L'utilisation de l'informatique au Service cantonal d'Archéologie de Neuchâtel a commencé en 1977 lors de l'installation du laboratoire de dendrochronologie (Egger 1982; Lambert 1980, 1982) puis, peu après, pour l'analyse d'une partie des données de la fouille d'Auvernier. Tous ces traitements ont été effectués avec le VAX 780 VMS du Centre de Calcul (Lambert 1982).

2. *Le matériel. Les programmes*

Du point de vue du matériel utilisé, le traitement des données de fouille au laboratoire d'archéologie est axé dans deux directions complémentaires.

Premièrement, cinq lignes nous relient à un ordinateur VAX 780 sous le système d'exploitation VMS au Centre de Calcul de l'université. Cette machine permet l'archivage massif (disques et bandes magnétiques), met à disposition certains logiciels éprouvés (PSTAT, ORACLE, programmes de typologie, d'analyse factorielle et de dessins tridimensionnels...) ainsi que certains périphériques coûteux (traceur CALCOMP...) qu'une installation de micro-ordinateurs modeste exclut.

Deuxièmement, pour la saisie, le traitement simple (graphisme, éditions,...), un réseau local constitué de trois micro-ordinateurs PSI, dont une unité maître avec un disque dur de dix mégaoctets de capacité, est à disposition au laboratoire.

Si le VAX permet certains traitements gourmands en temps-machine et en espace-mémoire, le réseau local apporte des temps de réponse courts et constants, la simplicité et la commodité d'usage, l'indépendance enfin vis-à-vis des horaires d'exploitations et du choix des logiciels, en particulier des systèmes d'exploitations.

Le VAX est connecté au réseau local par une ligne RS232 pour l'échange des données. On peut aussi simuler un terminal connecté au VAX au moyen d'un microordinateur du réseau.

Sur la base de ce matériel, on peut distinguer les cinq tâches suivantes: 1) la saisie des données de fouille; 2) la gestion de la base de données ainsi constituée; 3) les applications graphiques; 4) le traitement statistique et 5) le traitement de textes.

1) La saisie est essentiellement réalisée grâce au réseau local. Il a été envisagé qu'une des unités esclaves soit utilisée directement sur la fouille, la transmis-

sion d'information se faisant alors par disquettes. Une tablette graphique permet aussi l'encodage d'informations se présentant sous la forme de matrices particulièrement clairessemées ou de coordonnées relevées directement sur les plans de fouille. En dépit du fait qu'il existe des programmes d'encodage tout faits (comme par exemple dans les bases de données ORACLE ou DBASE2), cela vaut la peine de développer des programmes de saisie qui tirent un avantage optimal des possibilités du matériel acquis. En particulier, un bon clavier (touches de fonctions nombreuses et intelligemment placées) et la possibilité d'assigner des chaînes de caractères à certaines touches (pour éviter de retaper des phrases fréquentes) rendent l'encodage moins douloureux. Un programme complet doit aussi offrir un système de descriptifs permettant à l'utilisateur de définir ses champs à sa guise, de même que la mise en page sur écran lors de l'encodage et sur listing. Ainsi, une série de gadgets bien utiles peut être introduite dans les programmes en fonction des besoins, ce qui facilite grandement des tâches ingrates que l'on aura à accomplir pendant de nombreuses heures.

2) La gestion des données semble, au contraire de la saisie, mériter un effort de standardisation pour éviter que l'on ne s'éparpille en raison de nombreux petits programmes ad hoc et inconsistants (dialogue, syntaxe, format des descriptifs, des fichiers,...). Cela est d'autant plus grave que le traitement ultérieur de l'information pâtira de ces fantaisies et que l'on perdra en indépendance vis-à-vis des machines et des programmes utilisés. Il est très souhaitable aussi de présenter des données qui ont été traitées grâce à des moyens connus pour les rendre plus accessibles aux autres chercheurs. A ces fins, une base de donnée est le moyen le plus rationnel qui soit à disposition. Une base de donnée relationnelle comme ORACLE est généralement réservée aux ordinateurs puissants, bien qu'il existe des programmes moins performants mais tout aussi polyvalents pour micro-processeurs (comme par exemple dBASEII). Ces programmes uniformisent la façon dont les données sont stockées et les procédures d'accès à ces informations. L'utilisateur non-informaticien peut s'accoutumer aisément à ces programmes et acquérir une indépendance souhaitable pour pouvoir traiter lui-même son matériel.

3) Le traitement graphique (cartes de distributions, plans de pieux, raccords de céramique, courbes d'équidistance du terrain) reste très dépendant du matériel disponible. En raison du coût élevé des écrans graphiques ainsi que des périphériques permettant des reproductions durables (tables traçantes) de haute qualité, il faut se contenter d'une assez basse résolution

pour les écrans et de petits plotter bon marché ou d'imprimantes graphiques. Au laboratoire, les écrans offrent une résolution de 512 par 256 points et nous utilisons une imprimante graphique ainsi qu'un plotter (BBC) qui permet de faire des dessins de qualité suffisante pour l'usage interne. Pour les publications, le Centre de Calcul de l'Université de Neuchâtel met à disposition une table traçante de haute qualité (CALCOMP). Néanmoins, cette situation a pour désavantage l'absence de véritable compatibilité entre packages graphiques et un travail de programmation assez laborieux est nécessaire pour passer d'un support graphique à un autre.

4) Des statistiques simples peuvent être faites au niveau du réseau local, soit dans des programmes existants, soit au moyen de programmes ad hoc. Le VAX offre la possibilité de recourir à des moyens plus conséquents, comme PSTAT ou des programmes d'analyses factorielles et typologiques développés par le Groupe de Recherche en Méthode quantitative de l'Université de Neuchâtel.

5) Pour la rédaction des articles, il vaut la peine d'acquérir un programme de traitement de textes (type WORDSTAR) qui permet de fabriquer les versions quasi définitives, que l'on peut monter ensuite avec des dessins. Des imprimantes graphiques relativement bon marché permettent de faire des reproductions sur papier de ces documents.

Il est évident que l'acquisition d'un système de micro-informatique doit fournir un instrument de travail utile et d'usage simple. Si le budget disponible ne permet d'acquérir qu'une petite machine, ou une quantité relativement limitée de micro-ordinateurs, quelques programmes ad hoc seront nécessaires et il sera utile d'avoir les services d'un programmeur pour débiter. Il est souhaitable, en revanche, que les chercheurs gardent leur indépendance, ce qui peut être atteint à l'aide, entre autres, des deux moyens suivants: acheter des packages éprouvés et bien documentés (traitement de textes, base de donnée, graphisme simple, statistique,...), ou de se connecter à un ordinateur important qui met à disposition des logiciels permettant de tirer le meilleur parti du travail de défrichage effectué chez soi avec des moyens limités.

A ce jour, les programmes suivants ont été écrits en Pascal MT+ pour les applications évoquées ci-dessus:

DESCRI: création des descriptifs

ENCOD: encodage et mises à jour

FUSION: fusion de fichiers

GRILLE: dessins de cartes de distribution

PIEU: dessins de cartes de pieux

RACCORD: dessins de raccords

TABLET: encodage au moyen de la tablette graphique.

DESCRI

Ce programme remplit trois fonctions:

a) *Installation*: tous les caractères spéciaux utilisés dans les programmes d'encodage (enregistrement suivant, effacement, etc...) peuvent être définis en fonction du clavier et de l'écran utilisé. D'autres paramètres sont aussi définissables, comme le nombre d'enregistrements entre deux sauvetages sur disquettes, la longueur des pages pour le listing, la position des enregistrements et de la ligne question-réponse sur l'écran.

b) *Définition des champs*: on peut choisir pour chaque champ un type adéquat:

réel (décimal codé binaire au format de l'utilisateur);

entier (dépendant du matériel 16-32 bits);

chaîne de caractères (moins de 256).

Il est aussi possible d'avoir des chaînes de caractères qui sont conservées d'un enregistrement à l'autre ou des compteurs augmentés automatiquement. On donne pour chaque champ une valeur par défaut avec laquelle on peut initialiser un nouvel enregistrement. Les champs peuvent être situés où l'on veut sur l'écran, ainsi que sur les listings. Finalement, un index secondaire peut être défini sur plusieurs champs.

c) *Gestion des fichiers*: le fichier principal et les fichiers temporaires (créés par l'option de sauvetage automatique ou par l'interruption de la session d'encodage) peuvent être visualisés et supprimés ou alternés (nombre d'enregistrements).

Enfin, un fichier de description est créé à l'usage des programmes qui devront accéder aux données.

ENCOD

C'est le programme d'encodage proprement dit.

Il sert, d'une part, à encoder les nouveaux enregistrements définis grâce à DESCRI. Il est possible de modifier l'enregistrement courant et le précédent pour corriger des erreurs.

D'autre part, il permet d'accéder à n'importe quel enregistrement pour effectuer une mise à jour. On peut choisir soit l'accès dans l'ordre séquentiel d'encodage, soit par un index secondaire défini dans DESCRI.

Le fichier peut être traversé d'un champ à l'autre, d'un enregistrement à l'autre de manière continue. Chaque champ peut être masqué de manière, par exemple, à ajouter une colonne.

L'écran affiche deux enregistrements et la ligne de question-réponse comme spécifié dans DESCR1.

FUSION

Ce programme permet de fusionner les fichiers temporaires (sauvetage) en un fichier unique. On peut aussi créer un nouveau fichier à partir d'un ancien au moyen de deux descriptifs (conversion de types, suppression de champs, adjonction de colonnes avec leurs valeurs par défaut).

GRILLE

Des matériaux collectionnés par unité de surface sont représentés sous forme de cartes de distribution par la table traçante ou par l'imprimante graphique.

PIEU

Ce programme produit des fichiers pour tracer des plans de pieux avec une représentation plus ou moins naturaliste (forme stylisée, pendage et orientation des pieux...).

RACCORD

Dessine des polygones convexes représentant la « surface d'influence » des raccords des fragments de céramique appartenant à un même pot.

TABLET

Deux programmes permettent de faire usage d'une tablette graphique pour encoder les données sous forme de matrices particulièrement claires, le premier pour définir la forme du questionnaire et le type des données, l'autre pour utiliser la tablette elle-même.

3. Gestion des données de fouille à Cortailod-Est

L'enregistrement et le traitement graphique des données de la fouille de Cortailod-Est ont été entièrement effectués avec le VAX-780 VMX.

La fiche des décomptes des matériaux est remplie sur la fouille et transmise au laboratoire d'archéologie pour l'enregistrement effectué à l'aide de la tablette graphique (programme TABLET). Les données quantitatives ainsi incorporées permettent la construction des cartes de distribution sur une grille représentant le carroyage utilisé sur le site pour la fouille archéologique.² Les caractéristiques du programme d'exécution de ces cartes (GRILLE) permettent différentes représentations avec des variations dans des dimensions de l'unité de fouille.

Les cartes de distribution ainsi obtenues (fig. 2) (distribution de la céramique selon le nombre et le poids des tessons, distribution des fragments osseux, distribution des restes de chapes d'argile) ont permis une confrontation immédiate avec le relief du terrain et les structures relevées par la dendrochronologie. Les distributions des tessons et de la faune semblent être directement en rapport avec les phénomènes d'érosion et on peut donc s'attendre à des glissements des matériaux vers le large.

Ces glissements sont confirmés dans les cartes des raccords des fragments de céramique (cf. plus bas et fig. 4). De telles cartes permettent aussi de considérer que les matériaux qui ont glissé ont pu se superposer à d'autres, déjà étalés dans les secteurs « bas » du site. Elles peuvent être d'une grande utilité pour proposer un modèle du processus d'érosion vécu par le site. Aucun rapport direct entre matériaux et structures (« maisons ») ne peut être établi, car on accepte que l'érosion est le principal facteur de la distribution spatiale.

Toutefois, la comparaison des cartes de distribution de la céramique et de la faune donne lieu à réflexion: même si ces deux ensembles de matériaux semblent distribués d'une façon plus ou moins homogène sur le site, il est évident qu'ils ne suivent pas le même dessin. La concentration plus marquée vers l'Est du site, à proximité de la palissade, des fragments de faune en bon état de conservation suggère l'intervention humaine comme responsable d'une telle distribution, les restes des animaux étant placés loin des maisons.

L'analyse de trois ensembles différents de matériaux archéologiques provenant du site de Cortailod-Est est prévue avec l'aide de l'informatique.

A. La céramique³

La description générale des matériaux céramiques est maintenant effectuée directement sur le terminal grâce au programme d'encodage sur le PSI (ENCOD). Les dessins des tessons constituent le principal élément de contrôle du fichier qui est produit immédiatement (fig. 3). La mise à jour est possible grâce au même programme. Ces fichiers constituent en soi un catalogue-index des matériaux céramiques du site.

Ces fichiers au format fixe peuvent être facilement traités avec les bases de données (ORACLE, dBASE II; tris, extractions, production de sous-fichiers, comptages, pourcentages, graphisme simple) et avec le package statistique P-STAT et les programmes typologiques installés sur le VAX.

L'étude d'un échantillon de *fragments décorés* a été effectuée. La description est d'abord effectuée manuellement sur des fiches et enregistrée à l'aide du

programme. On peut prévoir un traitement de ce fichier avec les mêmes procédures énoncées plus haut.

Un fichier des *raccords des fragments de céramique* a permis, grâce au programme RACCORD, d'effectuer des dessins des polygones définis par la distribution, sur la surface fouillée, des tessons appartenant à un même pot (fig. 4).

B. Les pilotis

Un fichier avec la description des pilotis est en voie d'exécution pour Cortaillod-Est, semblable à celui proposé pour Hauterive-Champréveyres. Les finalités: exécution des cartes de distribution des pieux selon différentes variables (position, essence, forme de la section, diamètre, etc.) (cf. paragraphe 4).

C. La faune⁴

Les fragments osseux sont décrits d'abord sur des bordereaux et encodés avec les programmes existants sur le PSI (cf. paragraphe 2). Le traitement des fichiers prévoit l'utilisation de différentes procédures sur PSI et VAX, ainsi que des bases de données (dBASEII et ORACLE) (tris, extractions, comptages, statistique, graphisme).

4. La gestion des données de fouille à Hauterive-Champréveyres

L'enregistrement et le traitement des données de la fouille d'Hauterive-Champréveyres sont principalement effectués avec le réseau local des PSI du Laboratoire d'Archéologie du Service cantonal d'Archéologie de Neuchâtel.

Une série de fiches a été conçue dans le but de faciliter, sur le chantier, les tâches d'enregistrement des données de fouille (fiches de décomptes, fiches mobilier, fiches couverture lithique, fiches pilotis,...). Transmises au laboratoire, elles sont encodées grâce

aux programmes DESCRIP et ENCOD et leurs applications décrites au paragraphe 2.

Le premier traitement des fichiers ainsi construits est graphique. Les cartes de distribution des fragments osseux et des fragments de céramique sont effectuées grâce au programme GRILLE et PIEU, permettant le dessin des plans des pilotis (fig. 5). Ils sont exécutés avec le plotter BBC, pour chaque secteur de fouille et à mesure qu'elle avance.

En ce qui concerne les différents ensembles des matériaux archéologiques, le traitement de la céramique est en cours (description des matériaux, raccords) (Maria Angelica Borrello), ainsi que celui de la couverture lithique du site (André Calame) pour lequel différents traitements graphiques analytiques sont prévus. Pour l'étude de la faune (Jacqueline Studer), une gestion de données semblable à celle de Cortaillod-Est est prévue.

L'évaluation des résultats après la première campagne de fouilles de 1983 permettra d'éventuelles mises au point des systèmes d'enregistrement et de traitement des données.

JEAN-CLAUDE BLISS

*Informaticien, Service cantonal d'Archéologie,
Laboratoire d'Archéologie, Av. du 1er Mars 33,
CH-2000 Neuchâtel*

MARIA ANGELICA BORRELLO

*Archéologue, Service cantonal d'Archéologie,
Laboratoire d'Archéologie, Av. du 1er Mars 33,
CH-2000 Neuchâtel*

Nous remercions M. Michel Egloff, archéologue cantonal et M. Bât Arnold, assistant scientifique, pour leur soutien lors de la conception du réseau de microordinateurs au Laboratoire d'Archéologie. Leur installation a été possible grâce à l'intervention du Service fédéral des Routes, du Département des Travaux publics du Canton de Neuchâtel et de l'Université de Neuchâtel. Nos remerciements s'adressent également à l'équipe du Centre de Calcul électronique de l'Université de Neuchâtel, pour sa constante collaboration.

¹ Une Série de monographies sur les fouilles de Cortaillod-Est est en cours de préparation.

² Le site de Cortaillod-Est a été divisé en secteurs de 10×10 m, subdivisés en 16 caissons de 2,50×2,50 m, à leur tour subdivisés en 4 carrés de 1,25×1,25 m. Les motifs d'un tel carroyage dérivent des besoins de la fouille subaquatique et des caractéristiques du site même, où une intense érosion est responsable de la disparition des couches archéologiques.

³ L'étude de la céramique est en cours (M. A. BORRELLO, *La céramique de Cortaillod-Est, Bronze final (lac de Neuchâtel, Suisse)*).

⁴ L'étude de la faune de Cortaillod-Est est effectuée par Louis Chaix (Département d'Archéozoologie, Muséum d'Histoire naturelle, Genève).

BIBLIOGRAPHIE

- CLEUZIOW S. et DEMOULE J.-P. 1980: *Enregistrer, gérer, traiter les données archéologiques*. In SCHNAPP A., *L'Archéologie aujourd'hui*, Bibliothèque d'Archéologie (Hachette, Paris) pp. 87-132.
- EGGER H. 1982: *Dendrochronology. Proceedings of European intensive Course on Conservation of the Underwater Cultural Heritage in Lakes and on the Sea-bed*. Neuchâtel-Marseille, March 1982, pp. 66-66.
- GRAHAM I. 1983: *Computer recording of archaeological excavations*. Cours européen d'été, Conseil de l'Europe, Mathématiques et informatique appliquées à l'archéologie, Valbonne-Montpellier, juin-juillet 1983.
- LAMBERT J. 1980: *Dendrochronologie et Archéologie - problèmes méthodologiques et théoriques*. Revue d'Archéométrie, 4/1, pp. 9-20.
- LAMBERT J. 1982: *Un exemple d'application informatique en archéologie: l'utilisation de l'ordinateur Digital VAX-780 par les préhistoriens à Neuchâtel (Suisse)*. In H. DUCASSE (éd.), *Panorama 1981 des applications informatiques en Archéologie*, Valbonne 1982, pp. 129-141.