

ANALYSE DESCRIPTIVE DES SCEAUX CRÉTO-MYCÉNIENS
(PREMIERS RÉSULTATS ET ESSAI
DE TRAITEMENT PAR L'INFORMATIQUE)

PAR MICHELINE (I) ET HENRI VAN EFFENTERRE (II)

I

Lors du premier colloque de Marburg auquel l'amitié du regretté professeur Fr. Matz nous avait conviés, nous avons présenté un compte-rendu des essais entrepris vers l'établissement d'une «grammaire» de la glyptique créto-mycénienne. Sept ans ont passé, pendant lesquels d'autres tâches nous ont occupés, sans pour autant nous faire perdre de vue la direction de recherches que nous vous avons alors indiquée. Nous sommes donc très heureux que la fidélité de notre ami Ingo Pini et de ses collaborateurs à la poursuite de l'œuvre de Matz et les succès réguliers qu'a remportés leur action nous donnent aujourd'hui l'occasion de faire devant vous le point de l'expérience que nous avons reprise ces deux dernières années académiques. Nous en sommes d'autant plus heureux que le nombre des volumes parus du CMS en fait désormais un instrument de travail incomparable, indispensable à toute étude du monde pré- ou protohellénique, et que des problèmes d'exploitation et de mise à jour du trésor d'informations scientifiques rassemblées ici à Marburg vont bientôt se poser.

Notre point de départ était simple. Nous avons personnellement eu à affronter les difficultés de la description rationnelle des pierres gravées en préparant le volume IX du *Corpus*, consacré au Cabinet des Médailles de la Bibliothèque Nationale à Paris. Disposant de surcroît, grâce à André Dessenne, de la riche documentation provenant de l'atelier des sceaux de Mallia, que vient heureusement de publier et d'achever de fouiller Jean-Claude Poursat, nous avons constaté que la glyptique créto-mycénienne représentait un domaine d'élection pour l'application des méthodes modernes de l'analyse documentaire. Le matériel était important, mais point exponentiellement extensible, comme ceux de l'outil lithique ou de la céramique. Le *Corpus* allait, dans des délais raisonnables, le rassembler complètement sous une forme accessible. Certes les publications anciennes, les études récentes, et même le CMS n'avaient pas toujours un langage cohérent pour en faire la description. Mais des traitements statistiques paraissaient possibles et risquaient d'être scientifiquement rentables.

Dans un premier temps, nous nous étions donc limités aux prismes protopalatiaux et nous avons montré ce que pouvait apporter un déchiffrement systématisé, un classement maniable et un début d'analyse statistique. Il s'agissait là d'une partie de la documentation qui pouvait être détachée du reste, car elle avait son unité et n'avait que peu de chances

d'être très bouleversée par de nouvelles publications. Vous connaissez la méthode utilisée, les résultats obtenus, les limites d'application que nous avons rencontrées. Si l'on voulait poursuivre et étendre le champ de recherches à d'autres pierres qu'aux prismes, il fallait avoir recours à l'informatique. Et là, toute l'échelle du travail changeait, mais des résultats sont possibles et c'est ce que nous voudrions vous montrer aujourd'hui.

Notre problème rejoignait en effet les efforts entrepris dans l'archéologie classique ou préhistorique en matière de « constitution des données » et d'« analyse des données ». Nous nous trouvions sur un terrain bien connu des informaticiens, sinon sur un terrain facile ! Et nous avons la chance rare :

1° d'opérer dans un domaine de travail circonscrit, mais suffisant : quelque cinq mille sceaux publiés, un maximum du double à attendre de l'achèvement du CMS, sûrement pas plus de deux fois cela dans un délai de cent années de recherches futures ;

2° d'avoir un matériel homogène : un décor intentionnel et le plus souvent unitaire, enfermé dans la face relativement plane – à deux dimensions en tout cas – de petits objets d'une forme régulière, forme généralement arrondie ou oblongue, ou polygonale convexe ;

3° de disposer grâce au CMS d'un premier traitement normalisé de ce matériel : nous n'avons pas besoin d'y insister, vous avez tous pratiqué le *Corpus*.

Je voudrais cependant marquer que c'est l'existence de ce *Corpus* qui nous a permis de faire travailler notre équipe de recherches, au besoin loin de tout centre universitaire ou par correspondance, et que c'est aussi l'existence et l'esprit du *Corpus* qui nous ont valu les concours sans lesquels nous n'aurions pu aller jusqu'au traitement informatique et à la mise en ordinateur des données élaborées. En effet aux étudiants de la Sorbonne qu'Henri van Effenterre avait pu intéresser à ces questions dans le « Centre de recherches Gustave Glotz », – je pense en particulier à Mme Isabelle Ozanne qui a brillamment obtenu un doctorat de 3ème cycle sur le sujet – sont venues s'associer les compétences du « Laboratoire de sémiologie et informatique de l'Université de Nanterre (Paris X), c'est-à-dire notre ami le professeur René Ginouvès, son assistante, Mme Anne-Marie Guimier-Sorbets, et toute leur équipe. Dès le départ, la collaboration a été complète, les échanges constants et confiants. C'est grâce à eux et à travers eux qu'ont pu être établies les nécessaires relations avec le Centre de calcul du Pharo à Marseille et le LISH (Laboratoire d'informatique pour les Sciences de l'Homme) au C.N.R.S., et obtenus les moyens financiers et pratiques indispensables.

Notre travail comprenait en effet deux versants. Le premier, qui vous est sûrement plus familier, vous sera d'abord présenté par moi, c'est celui de la *description des sceaux*. Les perspectives du second versant, celui de l'*informatique*, vous seront ouvertes tout à l'heure par mon mari.

Je vais d'abord vous faire – en utilisant largement le travail de Mme Ozanne – un bref résumé de notre tentative et des changements que l'expérience y a peu à peu introduits ; je vous montrerai quelques exemples des gains immédiats qu'une lecture objective et rigoureuse des pierres gravées est susceptible d'apporter déjà à nos connaissances en glyptique et j'essaierai de tirer quelques conclusions pratiques pour les travaux à venir.

Je partirai du moment où notre projet a rebondi, à l'automne 1976, avec les possibilités qu'ouvraient un travail en équipe et la perspective du passage à l'échelon informatique.

Un groupe d'étudiants du séminaire prit alors en charge la mise en fiches d'un certain nombre de sceaux choisis au hasard dans le *Corpus*, à l'exclusion des prismes, mais ayant tous trait à des représentations figurées. A chaque étudiant était dévolu un des volumes du *Corpus* avec une liste de pierres à sujets variés. Après la mise au net des fiches, elles devaient être redistribuées aux uns et aux autres suivant les sujets de mémoires qu'ils avaient choisis et devaient rédiger pendant l'année, études que les sceaux pouvaient partiellement illustrer: religion minoenne, armes et guerre, marine, représentation de la nature dans l'art minoen, etc.

Pour la clarté et la simplification du travail, il était indispensable de ne pas se contenter d'une fiche pour chaque sceau, mais d'en envisager deux: l'une que nous avons appelée «signalétique», l'autre «descriptive» du décor.

La première semblait assez facile à établir: les éléments, numéro de la pierre, provenance, lieu de conservation, chronologie, forme, matériau, nous étaient fournis par le *Corpus*. Mais les difficultés, même pour cette fiche d'identité, se révélèrent rapidement assez nombreuses. Elles étaient dues en grande partie aux changements intervenus au cours des années dans les définitions du *Corpus*: les divisions chronologiques, très affinées au début pour tous les sceaux d'après des critères stylistiques, avaient été atténuées par la suite ou réservées aux pierres trouvées dans des contextes sûrs; les caractéristiques du matériau s'étaient au contraire précisées (au lieu de «pierre noire», de «pierre tendre» ou de «pierre dure», on avait des stéatites ou des serpentines de couleurs différenciées, des agates veinées, rubanées, mousseuses, bi- ou tricolores, etc.); des données, absentes dans les premiers volumes, comme la dimension ou le sens du canal apparaissaient, des provenances étaient indiquées avec un luxe de détails parfois impossibles à utiliser tels quels (Planquadrat F7; Lerna IV, Phase 3). Une typologie s'essayait, remplacée aussitôt par la figuration de tous les profils de tous les sceaux – impossible à transcrire directement. Le perfectionnisme nous créait autant de problèmes que le manque de détails. Il fallait trouver le juste milieu. Vous verrez la formule que nous avons adoptée sur l'exemplaire que je ferai circuler parmi vous. Après quelques tâtonnements, il nous sembla utile d'ajouter en seconde partie à cette fiche signalétique des renseignements qui avaient trait à la pierre tout entière et complétaient son identité. En effet la fiche descriptive, dont je vous parlerai ensuite, était par définition même un tableau de tous les éléments du décor – les «analytes» comme nous les avons appelés pour éviter le mot «sujet» susceptible de confusion pris séparément. Elle ne pouvait donc pas rendre compte de l'ensemble. La désignation du thème général, le titre, prit donc place dans cette fiche ainsi que le nombre des analytes, l'état de la pierre – usée ou incomplète – puisqu'il conditionne parfois la compréhension du décor. La dernière case du tableau qui se formait ainsi fut consacrée à ce que nous avons appelé la «présentation», c'est-à-dire la composition du thème, son orientation, son insertion ou non dans le champ, son encadrement, etc. (Par exemple: «Inscrit dans le champ» veut dire que le dessin témoigne d'une adaptation, d'une déformation conventionnelle de la réalité pour s'adapter au cadre et à la dimension du sceau; autrement, il est dit «inscrit dans l'espace».)

La seconde fiche, la fiche proprement descriptive, était beaucoup plus compliquée à rédiger. Il fallait en effet qu'elle permît une lecture rigoureuse et complète du décor, en gardant une neutralité aussi grande que possible, et qu'elle utilisât un langage commun

et précis, susceptible ensuite d'être codé. Comment arriver à cette unification et à cette formalisation de l'analyse? Jusqu'à quel niveau de détail doit-on et peut-on pousser? Quelles hiérarchies faut-il établir – ou tolérer – dans les descripteurs?

Les descriptions du *Corpus*, dont nous étions partis pour l'établissement des fiches, se révélèrent difficilement exploitables. A mi-chemin entre un titre et une description totale, elles ne pouvaient pas conduire à une méthode comparative qui exige une certaine standardisation. Sans tenir compte des difficultés de traduction, inhérentes à toute étude d'un ouvrage en plusieurs langues, des questions de vocabulaire se posaient aussi: on oscillait suivant les auteurs – ou même au cours d'un seul volume – entre des appellations différentes pour des sujets semblables. Nous avons déjà noté, dans la préface du volume IX, les hésitations entre «agrimi», «chèvres crétoises» ou «taureaux», entre «bundles», «fishes» et «vegetable fronds», entre «sepia» et «beetle»; j'ai parlé ailleurs des difficultés rencontrées dans la description des bateaux¹. Que dire encore des termes utilisés pour désigner les armes qui frappent des animaux blessés: dans un volume du CMS, alors que la présence de l'arme n'est pas toujours indiquée, on trouve *spear*, *lance*, *shaft*, *barb dart*, *branch*, et chacun de ces mots désignera un objet soit long et mince, soit long et épais, soit court et épais; le mot *dart* signifiera ou un objet court avec empennage, ou un objet épais ou une plante à trois feuilles. Les scènes elles-mêmes ne sont pas toujours traitées de façon identique: les quadrupèdes courent ici, s'abattent là, sont au repos ailleurs pour des attitudes vraiment très proches. Des directions, des positions, des actions sont données parfois, omises souvent, des détails sont tantôt précisés, tantôt passés sous silence (présence ou absence de crinières pour les lions, position des membres dans les scènes animales, etc.). Nous n'avons pas été nous-mêmes, dans le CMS IX, à l'abri de ces inconséquences, loin de là!

Il fallait donc à la fois 1° un système d'analyse plus régulier et 2° un langage commun, un lexique qui couvrirait toutes les définitions des analytes.

La description devait être beaucoup plus détaillée et exhaustive, devait éviter autant que possible la part d'interprétation personnelle («déesse debout sur les vagues», alors qu'une description neutre indiquerait la présence d'une femme et de deux lignes ondulées au-dessous). Il fallait d'autre part pouvoir rendre compte des rapports existant entre les divers éléments du décor.

Nous avons donc institué des règles de lecture et établi le plan d'un tableau qui devait répondre à ces exigences. Fort simple au début et ne comportant qu'un petit nombre d'entrées, il fut profondément modifié au cours de notre recherche de la meilleure formule d'analyse. Il s'agissait en effet de retenir les critères répondant le mieux au but de clarté, de neutralité et de compréhension que nous recherchions. A chaque étape de cette élaboration correspondaient la description d'un certain nombre de sceaux selon le tableau proposé, sa discussion en équipe, la reconnaissance des renseignements manquants et des ajouts nécessaires. Des tests furent faits pour expérimenter la méthode, qui nous confortèrent dans le sentiment qu'elle était exploitable au niveau de l'analyse. Et je ne peux résister au plaisir de vous présenter l'un d'entre eux: des étudiants en art, ignorant tout de la civilisation minoenne, et bien sûr de sa glyptique, se prêtèrent à l'expérience

¹ Cretan Ships on Sealstones, some observations. Thera and the Aegean World I, 1978, pp. 593–599.

suivante: on leur lut les fiches descriptives, encore embryonnaires à cette époque, de quelques sceaux et ils tentèrent de reconstituer d'après elles l'image qu'ils ignoraient et qu'elles devaient leur suggérer. Vous verrez par les dessins que je fais circuler parmi vous que la composition de la fiche permettait déjà aux étudiants de restituer l'essentiel du décor, même si l'esprit de l'art minoen était rendu d'une façon plutôt surprenante!

A chaque étape, au fur et à mesure que le nombre des scènes étudiées augmentait, les entrées se multipliaient, les descriptions s'affinaient, les exigences se précisaient d'une hiérarchisation des données, d'un classement qui autorisât toutes les comparaisons avec les autres sceaux et fût compatible avec les possibilités du langage informatique.

Après des essais divers dont je vous fais grâce, les critères suivants ont été retenus pour classer les éléments du décor que, je le répète, nous appelons analytes:

Nombre – nature – situation dans le champ – situation relative – position – action – détails – rendu technique.

Les premiers se comprennent d'eux-mêmes, les autres sont aptes à définir les relations des analytes avec le cadre qui les contient (à droite, en haut, en bas, à gauche, occupant tout le champ), les relations des analytes entre eux (à droite de, au-dessus de, en opposition, affrontés, adossés, etc.). La position se définit par la direction de l'analyte et par un certain nombre de termes, toujours les mêmes, fixés d'avance pour les différentes attitudes. L'action doit être décrite pour chaque analyte, même si cela semble parfois tautologique: le lion attaquant a pour contre-partie l'homme ou l'animal attaqué; la chèvre broutant, l'arbre ou la plante broutée.

Le nombre et l'importance relative des analytes exigeaient une hiérarchisation, pour ne pas déborder le volume de renseignements souhaité: elle se fait par arborescence, c'est-à-dire que la liste des analytes peut être ramifiée autant que nécessaire. Dans la catégorie «nature» par exemple, le terme «lionne» représente une division de la série lion, elle-même issue de la série «fauve», issue de celle des «quadrupèdes sans cornes», issue de celle des quadrupèdes, division elle-même de la catégorie «animaux». Dans la série «détails», le procédé est le même. La crinière du lion, pour rester dans le même genre de figure, peut être touffue, clairsemée, en étage, hérissée, et se subdiviser encore en mèches courtes, longues, croisées, divergentes, en stries ou en hachures, en gouttes, caractères qui s'adjoignent au premier terme choisi de la description.

Parallèlement à la transformation de la fiche descriptive, un lexique se créait qui, comme elle, s'enrichissait à chaque étape, se compliquait par l'adjonction de sujets non encore rencontrés. Plus on avançait, plus le nombre des analytes augmentait, plus la nécessité de pouvoir exprimer des attitudes, des détails par des termes précis et immuables se faisait sentir. Des appellations conventionnelles furent donc décidées pour un certain nombre de types dont les définitions étaient variables dans les descriptions habituelles; nous avons donné un nom et traduit par des vignettes des positions qu'il eût été trop long et inutile de décrire en détail. Ainsi le terme «s'abattant» correspondra à un croquis montrant un animal dans une position caractéristique, avec toujours les mêmes critères. L'avantage en est aussi que la traduction en d'autres langues sera elle-même facilitée.

Rien n'empêche de compléter d'ailleurs le lexique actuel si de nouveaux sceaux apportent des analytes non encore répertoriés.

En prévision du système utilisé par l'ordinateur, une centaine d'attributs, moins spécifi-

ques que les autres, ont été réunis dans ce qui était appelé la «syntaxe». C'est une liste de termes qui peuvent être ajoutés à des descripteurs de n'importe quelle catégorie, par exemple, des qualifications comme double, cerné d'un trait, globulaire, etc. Elle permet d'alléger la série des descripteurs et d'éviter une trop grande ramification.

Cette méthode de description, plus minutieuse, plus rigoureuse et régulière, a eu comme première conséquence un examen plus poussé des pierres à étudier, une comparaison sérieuse entre les quatre éléments de connaissance qui nous sont fournis par le *Corpus*, photo, empreinte, dessin et texte, et, par cela même, nous a amenés à des constatations qui ne manquent pas d'intérêt. Je ne vous en citerai que quelques-unes pour ne pas dépasser le temps qui m'est imparti et je les illustrerai par des diapositives. Ces exemples sont tirés du volume V et du volume XII, sans d'autres raisons que celles du hasard et de la commodité.

Dans le volume V, le n° 150 est frappant par la position de ses membres – qui n'est pas relevée dans la description, pattes avant écartées de façon bizarre, façon que nous trouvons sur un prisme protopalatial de l'atelier de Mallia (n° 163a de II,2).

Pour le n° 158, une différence est faite entre les objets dessinés au-dessus du dos de l'animal: «zwei lanzettenförmige Motive und ein Dreieckmuster». Ni sur la pierre, ni sur l'empreinte ou le dessin nous ne voyons de justification à cette division: les trois objets sont semblables et pourraient être des motifs floraux.

Le n° 272 nous est décrit comme un quadrupède cornu vers la droite; devant lui et au-dessus de lui, motifs de rameau. Or l'examen de la pierre montre que le rameau au-dessus du dos de l'animal est en réalité la ramure d'un cervidé. Un éclat de la pierre au canal – et aussi le rendu du dessin – en ont empêché l'identification.

Le n° 274, au contraire, me semble poser plus de problèmes que la définition ne le laisserait penser: «probablement silhouette féminine à tête d'oiseau et à ailes d'oiseau, vêtue d'une robe à volants». Or la figure ne répond pas du tout à la femme-oiseau traditionnelle, ni par la forme de sa jupe, ni par la position de ses «ailes», ni par le dessin de sa tête. Si l'on regarde de plus près, on s'aperçoit 1° que les deux soi-disant «ailes» ne sont pas semblables, que les plumes sont en direction normale pour l'aile de droite, mais en sens contraire pour celle de gauche qui ressemble plus à une plante se dressant vers le haut, et 2° que la tête d'oiseau, détachée du corps et très haut perchée, pourrait être aussi bien une tête grossière cornue, avec un museau, le point indiquant l'œil n'étant pas placé sur le dessin exactement au même endroit que sur la pierre. Comment définir une telle image? Elle figure cependant dans l'index sous le nom de *Vogelfrau* (avec point d'interrogation).

Pour le n° 308, la description indique: «Nach links schreitender Stier vor einem zweiten in entgegengesetzter Richtung, dessen Hinterteil vor dem ersten Stier am Rand zu erkennen ist». Le sceau est en ivoire, assez abîmé, mais pas au point de ne pas montrer que l'animal à l'arrière-plan ne peut être un taureau, car son museau est orné d'une belle barbiche et son front d'une corne d'aégagre. Le dessin le montre d'ailleurs clairement.

Le n° 641, dans le volume V 2, représente deux chèvres barbues à cornes légèrement recourbées et queue courte fourchue. Sous le corps de la chèvre au premier plan, deux motifs indéfinissables (zwei undefinierbare, aus Punkten und Strichen zusammengesetzte Motive), formés de points et de traits. En réalité, ces «motifs indéfinissables» sont les

sabots des pattes antérieures de la deuxième chèvre. On y distingue les mêmes ongles et les mêmes boules qui marquent ceux de la première. Le dessin en a simplement faussé les proportions.

Prenons maintenant le volume XII.

Le n° 138 est décrit ainsi: «two fishes swimming amongst weed». Il me semble tout de même intéressant de voir que la direction opposée des herbes folles, de chaque côté des poissons, tendrait à montrer un sens de la perspective indiqué par un rabattement du décor.

Le sceau 146 représente «un poisson volant ou un oiseau volant, talismanique». Pour un poisson volant, il devrait être placé à l'horizontale – pour un oiseau, les plumes des deux ailes devraient être figurées dans le même sens. De toute façon, il y a là un remplissage de hachures assuré à signaler.

Sur le n° 271, «a griffin holds a goat in its mouth»; le griffon est en réalité un lion, dont il a toutes les caractéristiques: crinière, pattes griffues, queue en boucle terminée par une boule. La chèvre, elle aussi, est difficile à admettre: elle n'a pas de cornes et la brisure de la pierre au canal ne permet pas de voir si elle a ou non une queue. On serait tenté d'y reconnaître un chien, mais la prudence conseille de l'appeler «quadru-pède».

Le n° 298, «bull running to the left», est en réalité ici aussi un cervidé dont la ramure est visible au départ de la tête et sur le dos de l'animal dans lequel elle semble s'enfoncer.

Mes conclusions seront brèves, et je pense que vous les avez déjà pressenties. Je voudrais souligner quelques points:

1° il est indispensable d'avoir un langage commun et unique donnant aux sujets toujours la même définition. La traduction dans les langues normalement utilisées dans le *Corpus* devrait être faite après accord préalable des auteurs et une fois pour toutes. Un lexique multilingues à vignettes pourrait alors être établi.

2° Le recours à une méthode rigoureuse de description est nécessaire si l'on veut ensuite faire commodément des comparaisons, des rapprochements de sceaux pris soit séparément, soit en séries, et des synthèses valables. Un certain nombre de règles doivent être établies, tant pour le sens de la lecture de la pierre, que pour le choix des descripteurs, des critères, des détails à noter, des points importants à accentuer, etc.

3° Il faut essayer de garder dans les descriptions une objectivité et une neutralité indispensables à toute étude comparative.

4° Je terminerai en mettant en garde contre une certaine tendance au perfectionnisme dont j'ai parlé au début de cette communication. L'exemple frappant en est la série des profils de pierres du volume V. Elle est inutilisable pour des classements et devrait être remplacée soit par une typologie plus fine peut-être que celle que nous avons proposée, soit par l'indication, plus mathématique et scientifique, de la série des «points majeurs» de chaque courbe.

Vous me rétorquerez que la description d'un sceau devient ainsi quelque chose d'impersonnel, de presque machinal déjà. Je ne le crois pas, et vous verrez vite qu'un examen envisagé de cette façon demande autant de soin, si ce n'est plus, qu'une rapide interprétation. Je ne prétends pas d'ailleurs que la définition présentée dans l'édition doive être

la reproduction d'une fiche descriptive, mais je crois que le document qui la prépare doit être tel et rester à la disposition d'une recherche plus poussée. Je me réjouis que demain le thème de nos travaux rejoigne ces préoccupations et que cet exposé puisse en être considéré peut-être comme l'introduction.

II

C'est donc à moi de vous entraîner maintenant sur le second versant de notre recherche, celui de l'«analyse des données». Le travail y est moins avancé et ma communication sera sans doute plus aride à suivre pour certains d'entre vous, car le langage de l'informatique nous est sûrement moins commun que celui de l'archéologie – qui est tout aussi ésotérique avec ses *Petschaft*, *Torsion*, *unendlicher Rapport*, *Potnios*, *Agrimi*, *Fuseau pisciforme*, *Snake-frame*, *Quantities*, etc.

Nous supposons donc résolu le problème de la description. Cela veut dire qu'à chaque sceau correspond une fiché (ou plutôt un groupe de fiches) qui enregistre exactement toutes les particularités de l'objet, c'est à dire toutes les *spécifications*

1° qui ont été «lues» au moment où l'objet a été décrit;

2° qui ont été «jugées signifiantes» par le lecteur;

3° qui ont été «classées» et exprimées d'une façon qui autorise toutes les comparaisons souhaitées avec les autres sceaux, pris individuellement ou par séries;

4° qui permettent à n'importe quel utilisateur de passer sans erreur du sceau à sa description et vice-versa.

Je sais que, sur le terrain de la théorie, pareille définition est grossière et critiquable. Pratiquement elle nous a suffi, car elle établit à la fois l'exigence d'*objectivité* propre à tout travail scientifique, la *relativité* de la description réalisée (équation personnelle de l'auteur, date et conditions archéologiques ou muséologiques de l'opération, état de la science au moment, etc.), enfin le *but* que vise le recours au traitement informatique.

C'est sur ce dernier point que je voudrais insister, car certains peuvent se demander quel est l'intérêt d'un tel travail. Comme nous le disons familièrement, le jeu en vaut-il la chandelle?

Dans notre esprit, le but du traitement informatique est double, documentaire et heuristique.

I. Traitement documentaire. Il y a lieu d'abord de faciliter, par le recours à l'ordinateur, l'identification rapide et la sériation des documents enregistrés. C'est en somme un index analytique à consultation instantanée que l'on obtient. Il peut fournir soit les nombres, soit les pourcentages, soit les références détaillées de tous les sceaux présentant telles ou telles caractéristiques, matière, forme, provenance, datation, composition, sujet principal, détails, accessoires, style, etc.

Par exemple, à l'occasion de la découverte d'une ciselure ou d'une fresque figurant un lion dressé, on peut vouloir connaître la fréquence du motif dans la glyptique créto-mycénienne, sa répartition chronologique ou géographique, les détails de la représentation tels que position habituelle des pattes, dessin de la queue, allure de la tête, etc., ou

encore l'environnement usuel, touffes d'herbe, rameaux, palmiers, etc. Bien sûr, les indices des volumes parus du CMS, ou le volume de tables qui devrait en clôturer la série, donnent la possibilité d'une telle recherche. Mais on sait aujourd'hui que l'informatique permet plus facilement que tout index imprimé (ou tenu sur fiches), et sans doute à un moindre prix, des réponses rapides à ce genre d'enquête. En effet, on peut «nourrir» les mémoires électroniques de documents nouveaux sans problème majeur et, à condition de dégrossir d'abord par des questions appropriées l'ordre de grandeur du nombre d'informations attendues – pour ne pas crouler sous le poids des «listings» –, on peut obtenir les références dont on a besoin par un simple télex. Il y a tout lieu de croire que l'archéologie utilisera de plus en plus ces systèmes qui sont déjà très largement employés dans les autres sciences, exactes, naturelles, économiques, sociales ou linguistiques. Je reviendrai sur leur mise en œuvre et leur coût en terminant.

II. Traitement heuristique. L'informatique permet aussi d'atteindre un autre but, que l'on appelle heuristique parce qu'il s'agit de faciliter de nouvelles découvertes. Par des méthodes dont le détail importe peu ici, la machine peut suggérer l'existence de séries dont l'esprit humain n'a pas directement conscience dans un matériel donné. Bien sûr, il est plus normal et plus facile pour la machine de vérifier simplement ou d'écarter des hypothèses proposées par les chercheurs. Mais il existe des procédés qui permettent, sans idée préétablie, de déterminer le sens dans lequel on a le plus de chances de découvrir des groupements significatifs et même de suggérer de tels groupements. Cela peut être très important dans le cas de la glyptique.

En effet, toutes nos discussions, depuis des années, tournent autour des quatre problèmes suivants :

- la chronologie des sceaux ;
- leur appartenance géographique à une aire donnée ;
- leur groupement en ateliers, voire le dépistage des « mains » de leurs graveurs ;
- leur authenticité.

Jusqu'à présent, c'est l'extraordinaire mémoire visuelle de certains d'entre vous, la fréquentation répétée des collections dans les Musées à travers le monde, le patient travail de recherches parmi les pages des volumes du *Corpus*, ou le simple hasard, qui ont permis des propositions comme celles que vous avez entendu hier faire par John Betts, le Dr. Eberhard Thomas, ou le professeur John Younger. En réalité, les quatre problèmes en cause se ramènent à des questions de sériations. L'ordinateur et les méthodes dites d'«analyse des données» conduisent à circonscrire des groupes plus ou moins homogènes de documents qui *peuvent* correspondre à des séries vraies, chronologiques, géographiques, typologiques, etc. Naturellement, des vérifications sont indispensables. La machine ne fait pas tout le travail, mais elle simplifie et accélère la recherche. Le rôle de l'archéologue n'en est pas réduit pour autant. Il se situe différemment.

Tel est le double but que nous nous proposons et que nous pensions pouvoir atteindre par le traitement informatique des données archéologiques. Cela s'est concrétisé, au commencement de nos travaux avec l'équipe de R. Ginouvès, par la double fiche que je vous présente et qui était intitulée «Exemples de questions pour l'ordinateur» (Annexe 1).

Où en sommes-nous aujourd'hui? Ma réponse tiendra en deux mots: *succès* assuré pour le traitement documentaire; *espoirs* sérieux pour le traitement heuristique, mais

nuancés d'inquiétude devant la complexité des choix à faire pour les cheminements mathématiques préalables.

Un bref aperçu d'abord des moyens employés. Les descriptions des sceaux, établies en clair comme il vous a été exposé précédemment, ont été transcrites en code dans un système baptisé Satin I. Ce système offrait l'avantage d'une grande souplesse de manquement et d'une économie d'enregistrement grâce à la distinction qu'il permettait entre un «lexique» fondamental de descripteurs pour les caractéristiques des sceaux ou pour les divers «analytes» identifiés dans leur décor, et une «syntaxe» pour les nuances apportées aux descripteurs et les relations à noter entre eux. Les bordereaux Satin, dont je vous fais circuler un exemple (Annexe 2), sont passés à la perforation au Laboratoire de sémiologie de Paris X – Nanterre, puis ont été mis en mémoire sur ordinateur au Centre de calcul du Pharo à Marseille. Je précise en passant que le système Satin I doit prochainement être encore amélioré pour que les relations entre les divers analytes d'un même sceau soient plus aisément indiquées, car il y avait eu là pour nous, au moment de la description, d'assez sérieuses difficultés pour rendre compte de certains décors complexes.

Cinq cents descriptions de sceaux avaient été préparées, prises au hasard dans les divers volumes du CMS. En principe, on avait écarté les prismes, déjà étudiés en 1971, ainsi que les motifs non animés, géométriques ou floraux, qui avaient paru moins intéressants pour l'épreuve en cours. Un premier échantillon de 121 sceaux est passé en mémoire et constitue le fonds de l'expérimentation actuelle. Il comprend une centaine de sujets empruntés au décor animalier et une vingtaine de sujets pour couvrir le reste du répertoire. Cet échantillon n'est donc aucunement représentatif. Il était seulement destiné à tester le système et les réponses ou suggestions de l'ordinateur, même quand elles paraissent satisfaisantes, n'ont encore aucune valeur scientifique. Un second échantillon de 200 sceaux, dont les bordereaux Satin sont prêts, a été retardé par des difficultés matérielles et est en cours d'enregistrement.

Utilisation Documentaire

Je ne puis mieux faire que de vous indiquer les questions qui ont été effectivement posées à l'ordinateur.

A) Dans un premier temps, sur la cinquantaine de sceaux dont les descriptions avaient alors été mises en mémoire, nous avons formulé les questions suivantes:

Question n° 1. Les pierres portant une figuration de lion ou de lionne sont-elles plus fréquentes sur le Continent qu'en Crète?

Réponse: 17 pierres pertinentes;
 9 sur le Continent,
 2 en Crète,
 le reste venant d'ailleurs ou d'une provenance inconnue.

Question n° 2. La disposition «héraldique» est-elle plus liée au Continent qu'à la Crète?

Réponse: 5 pierres pertinentes;
 4 sur le Continent,
 0 en Crète,
 le reste venant d'ailleurs ou d'une provenance inconnue.

Question n° 3. Quelles sont les dates et les provenances des sceaux comportant une ligne de sol simple ou double?

Réponse: 8 pierres pertinentes;

a) provenance: 7 sur le Continent,
1 venant des îles autres que la Crète;

b) date: 1 néopalatiale,
5 mycéniennes.

2 indéterminées (du MM II au MR IIIB).

B) Dans un second temps, sur l'échantillonnage complet, nous avons pu poser les questions suivantes, qui ont été données en exemples dans l'ouvrage de R. Ginouvès – A.-M. Guimier-Sorbets, ou il est fait état de notre commune expérience:

Question n° 1. Les sardoines (ou sardonys) sont-elles plus fréquentes sur le Continent que dans l'ensemble des autres lieux de découverte?

Réponse: 10 pierres pertinentes;

5 sur le Continent (Mycènes 4, Vaphio 1),

5 d'ailleurs (Crète 4, origine inconnue 1).

Question n° 2. Quelles sont les dimensions des pierres datées du MR III?

Réponse, donnée sous forme de grille pour les 10 pierres pertinentes:

	Longueur	Largeur	Epaisseur	Diam. canal
n° d'ordre 1	19	16	7	3
2	18	15		2
3	15	15		3
4	15	15		3
5	18	18	5	3
6	18	18	7	2
7	20	20	9	4
8	19	17	8	2
9	17	12	6	3
10	19	19	6	3

Question n° 3. Quelle est la quantité et quelles sont les provenances des sceaux présentant une disposition croisée, dite «chiastique» dans notre terminologie, pour les animaux qui y figurent?

Réponse: 10 pierres pertinentes;

6 du Continent (Epidaure 1, Mycènes 1, Korakou 1, Thèbes 2, incertain 1);

3 de Crète (dont 1 de Crète occidentale);

1 de provenance douteuse.

Je tiens à préciser en terminant trois points:

1° Chaque sceau est identifié par son numéro dans le CMS. Ainsi 12196 signifie le sceau n° 196 du CMS XII. Une numérotation continue des sceaux comme dans les fascicules du CMS V est donc préférable au système discontinu du CMS II.

2° Chaque fois qu'on le désire, la réponse de l'ordinateur peut comporter, comme vous pouvez le voir dans l'ouvrage de R. Ginouvès – A.-M. Guimier-Sorbets, quelques précisions qui viennent en sus du n° d'identification et ne sont pas codées, mais enregistrées en clair dans la mémoire de l'ordinateur. Il s'agit du lieu de provenance (région, site, emplacement précis tel que tombe n° x, si on le connaît) et du lieu de conservation (ville, musée, collection).

Il peut y avoir une certaine adaptation pour que les questions posées par l'utilisateur soient susceptibles d'une réponse correcte dans le système informatique, par exemple une décomposition en questions exclusives, à réponses par oui ou par non, ou encore la génération d'une grille d'où l'on peut tirer, par simple sommation, les réponses voulues. Ce sont des mises en forme tout à fait simples.

En conclusion, le traitement documentaire n'offre aucune difficulté majeure, dès l'instant qu'un Centre permanent – comme celui où nous nous trouvons – serait l'intermédiaire normal entre les utilisateurs qui attendent un renseignement et les mémoires électroniques, où qu'elles puissent se trouver. Il ne faut pas oublier en effet que dans un ou deux ans au plus tard, un système comme Satin sera « conversationnel » c'est à dire que la consultation pourra directement s'en prolonger en tenant compte, au fur et à mesure, des réponses de l'ordinateur.

Utilisation Heuristique

Dans le système Satin I, tel qu'il est actuellement utilisé, chaque sceau peut comporter un nombre quelconque de descripteurs choisis dans un « lexique » méthodique et hiérarchisé en arborescence, qui contient actuellement quelque 850 mots et qui a ménagé dans la phase en cours la place pour environ 10% d'entrées complémentaires. Il faut y ajouter les précisions, au nombre d'une centaine, qui peuvent être apportées en « syntaxe », c'est à dire associées à n'importe quel descripteur. Elles donnent beaucoup de finesse à la spécification des sceaux dans les traitements de type documentaire, mais évidemment ces précisions ne peuvent être dissociées des descripteurs auxquels on les a accrochés dans le cas considéré. Ce sont en quelque sorte les brindilles terminales de l'arborescence que constitue le système des descripteurs.

L'expérience nous a montré qu'une moyenne de cinquante descripteurs était nécessaire par sceau, les exemplaires les plus complexes allant jusqu'à soixante-dix ou quatre-vingt et les plus simples en exigeant tout de même près de quarante. Si l'on tient compte des prévisions et relations ajoutées en syntaxe, cela fait une moyenne de près d'une centaine d'informations enregistrées pour chaque sceau.

Il n'y a pas besoin d'être grand mathématicien pour comprendre que, même avec le concours des ordinateurs, faire la comparaison systématique de tous les descripteurs de tous les sceaux entrés en mémoire, pour rapprocher des familles de sceaux qui aient des traits communs non définis d'avance, serait une opération démentielle. La multiplicité des combinaisons possibles, la multiplicité des espaces à considérer excéderaient les possibilités même de l'informatique. Il convient donc de simplifier la recherche en déterminant des directions préférentielles, choisies naturellement sous bénéfice d'inventaire et à titre de *simples hypothèses de travail*. Diverses méthodes sont actuellement employées pour cela.

Etant donné le *but* de notre recherche, la méthode que nous avons adoptée comportait tout d'abord une série de choix d'orientations par rapport à la finesse et à l'extrême ouverture du système des descripteurs (et de la syntaxe) admis par Satin I. Ces choix ne sont que des hypothèses provisoires. Il s'agit en quelque sorte de passer d'un travail au microscope à un simple examen à la loupe pour ne pas risquer de manquer l'objet dans son champ de vision. Nous avons ainsi abouti à une grille codée de type usuel, comportant seulement une cinquantaine de variables qui répondaient soit à un critère de présence/absence, soit à une notation de modalité de 0 à 99. Pour affiner tout de même le système, on pouvait donner plus ou moins d'importance, de « poids », aux variables retenues. On recherchait ensuite les variables communes, étant entendu que ces variables n'étaient, elles, pas spécifiées d'avance, mais que leur détermination résulterait des algorithmes appliqués par l'ordinateur, dans un programme établi pour l'analyse du matériel ainsi codé.

Cela revient à dire que, par toute cette série de choix faits en commun par l'archéologue et l'informaticien, on orientait *à priori* la recherche vers un certain terrain. On fixait, de façon empirique et à titre provisoire, des directions d'analyse que l'on pouvait supposer rentables. Ainsi, comme l'échantillon des sceaux que nous avons mis en mémoire comportait à 80% des sujets animaliers, il nous a paru plus intéressant, par exemple, de garder les définitions de la composition du décor ou les spécifications de la tête ou de la queue, plutôt que de noter l'espèce ou le sexe de l'animal, si l'on voulait aboutir à des groupements cohérents de sceaux pouvant fournir des probabilités de provenance ou de chronologie. Il est bien évident que, dans cette étape initiale d'une recherche totalement nouvelle pour nous, de telles simplifications étaient nécessaires et qu'elles sont tolérables, pourvu qu'on n'oublie pas ce qu'elles ont d'arbitraire. C'est donc très consciemment que nous avons concentré l'attention sur ce qu'on pourrait appeler les caractères extrinsèques et les détails du style des représentations. D'autres *a priori* sont concevables pour l'avenir et devront être tentés.

Une fois ces orientations déterminées et la nouvelle grille établie, nous avons déjà pu procéder, grâce à la compétence et au dévouement d'A. Guenoche, ingénieur au LISH du C.N.R.S., à deux expériences heuristiques sur nos sceaux.

La première était une simple *analyse des variables communes*. Elle a d'ailleurs eu comme résultat immédiat de nous faire découvrir que par erreur ou inadvertance – à moins que ce ne soit par quelque ingénieuse malignité d'une de nos collaboratrices en cours de travail –, une même pierre gravée était entrée deux fois et sous des numéros différents dans la mémoire de l'ordinateur. Les deux entrées avaient évidemment le nombre maximum de variables communes... C'était, tout compte fait, la preuve d'un bon fonctionnement du système!

Parmi les sceaux qui présentaient autrement le plus de variables communes, beaucoup de groupements ne nous ont pas paru spécialement intéressants. Par contre, d'autres étaient peut-être déjà significatifs, malgré les réserves que j'ai indiquées sur le caractère limité de l'expérience. Je vous en citerai deux.

Premier cas. L'ordinateur a rapproché par un grand nombre de variables communes les sceaux 5725 et 5750. Le motif représenté est le fameux « prototype de la chimère », le lion au premier plan surmonté d'un avant-train de chèvre qui semble bondir en arrière

hors de sa tête. Il faut observer que le rapprochement a été fait sans que les descripteurs *lion* ou *chèvre* aient été utilisés, donc sans égard au thème même du décor. D'autre part la provenance précise n'est pas intervenue, les deux pierres étant seulement notées comme «continentales». Or il s'agit de deux lenticules rouges du musée de Volos, qui pourraient bien provenir d'un même atelier.

Second cas. L'ordinateur a rapproché par un grand nombre de variables communes les sceaux 9136, 5666, 5678, 1278 et 4259. Là encore, il n'avait été tenu compte ni du thème du décor, ni même de la provenance ou de la datation, pour lesquelles les valeurs étaient différemment notées.

Or, 9136 et 5666 sont les représentations de sangliers décalés en superposition que vous connaissez bien, et ils se trouvent ainsi associés à des scènes d'attaque du taureau par le lion, 5678 et 1278, dont le modelé est très proche du leur. Deux des pierres proviennent de Thèbes: 5666 et 5678. La troisième, 9136, est donnée comme «provenant d'une des îles de l'archipel», dans le catalogue de la collection Pauvert de la Chapelle, dont nous savons le peu de fonds qu'il faut faire. La quatrième, 1278, a été trouvée à Pylos. Quant à la dernière, assez différente d'aspect, elle appartient à la collection Métaxas. On peut donc se demander si l'on n'aurait pas là, peut-être sous influence crétoise (?), un type de travail thébain, au moins pour les trois premiers sceaux.

Tel est le type de suggestions auxquelles on est conduit par cette simple analyse directe des variables communes.

La seconde expérience était plus savante. Elle correspond à ce que les informaticiens qualifient de «Recherche des indices maximaux de similarité», par une «hiérarchie de partition», en «single linkage»... Divers calculs sont possibles pour cet indice de similarité. Dans le cas présent, on a fait le rapport entre le nombre de descripteurs communs entre deux sceaux et le nombre maximum de descripteurs retenus pour celui des sceaux considérés qui en comporte le plus. C'est sur cet indice qu'ont été établies les partitions successives de l'ensemble.

Le principal intérêt de cette sériation est de montrer comment il faudrait corriger les choix de départ pour améliorer la grille des variables. En effet, on s'aperçoit que certaines variables ne «sortent» pas: elles correspondent à une analyse trop fine pour aider à la constitution de groupes. C'est le cas, par exemple, des dimensions des pierres qui étaient exactement notées en millimètres. D'autres variables au contraire ne sont pas vraiment discriminantes: elles «sortent» pratiquement toujours avec la même valeur. Ce fut souvent le cas pour la forme de la pierre, en raison du nombre des lenticules de l'échantillon. Pour la suite de notre travail, ce genre d'information sur les défauts de la grille est utile. Mais, dans l'immédiat, il n'apporte rien à la connaissance de la glyptique.

Par contre, la méthode a eu aussi l'intérêt de faire apparaître des associations de sceaux qui se sont révélées intéressantes. Nous en donnerons quelques exemples, sans revenir sur celles que la simple analyse directe des variables communes avait suggérées et qui ont naturellement été confirmées par le second procédé.

Considérons la pierre 9117, amygdaloïde d'agate figurant un bateau en mer, et la pierre 4177, moitié d'amygdaloïde en sardoine où l'on distingue un scorpion et une plante. Rien ne rapprocherait a priori les deux sceaux. Leur indice de similarité est pourtant

voisin de l'unité. De fait, si l'on compare le travail de la pierre et la technique du dessin, sans tenir du tout compte du motif, une certaine parenté est possible. Or l'une des pierres viendrait d'Axos en Crète et l'autre a été acquise au Cabinet des Médailles dans le don Joseph Demargne, donc en provenance très probablement de Crète. Nous ne voyons pas qu'on puisse en dire plus dans ce cas, mais c'est déjà quelque chose.

Le cas des sceaux 9135 et 4259 est du même ordre, mais cette fois, le rapprochement indiqué par l'ordinateur est beaucoup plus apparent à l'observateur. Les deux scènes sont là de même nature: une lionne bondit sur un quadrupède. Bien que la position de l'animal attaqué ne soit pas la même sur les deux pierres, la ressemblance est si frappante que nous croyons maintenant devoir revenir sur la description que nous avons donnée dans le CMS IX. Il n'y a pas à hésiter pour le fauve entre lion et molosse: c'est une lionne. Et il n'y a pas lieu de penser à un équidé: c'est un taureau, dont la tête a été mal interprétée. Les deux pierres doivent être crétoises («Tsoutsouro» pour 4259 et «Achat 1907 du CdM» pour 9135).

Citons enfin le cas des sceaux 1278 et 13058. Ce sont encore des scènes de combat, lion contre taureau. En l'occurrence, la position des animaux s'est révélée presque identique sur les deux pierres, avec la cassure du corps du ruminant et le retournement de face, par dessus, de l'avant-train du lion. Le premier sceau, qui est très beau, provient des fouilles de Rutsi, près de Pylos: il a certainement inspiré le second, plus médiocrement traité, qui figure dans une collection privée de Hanover (U.S.A.).

Voilà les premiers résultats de cette méthode heuristique. Ils sont encore très limités et nous ne saurions les donner aucunement comme assurés. Ce ne sont que des résultats récemment acquis – en juillet 1978 – et beaucoup de travail reste à faire. Mais j'ai parlé d'espairs sérieux et vous estimerez peut-être avec moi qu'ils existent.

Pour terminer je voudrais vous apporter quelques indications pratiques.

La première concerne tout travail en informatique. Les ordinateurs se perfectionnent sans cesse et les programmes s'améliorent. De nouvelles méthodes mathématiques sont mises au point. Ce peut être un avantage. Mais il y a aussi là un risque évident qu'un travail de longue durée doive être repris pour être mis au goût du jour. De même que les Directeurs de Musées ne sont pas très disposés à rouvrir leurs vitrines pour permettre d'aller prendre une fois tous les profils, une autre fois peut-être tous les poids, ou toutes les réactions des pierres à quelque nouvelle méthode de détermination de leur âge, de même on hésitera sûrement à recommencer un fichage parce que les informaticiens disposeraient d'un meilleur système que Satin.

Ma seconde indication concerne donc le travail de description et de mise en mémoire. Il a été long et coûteux, en raison des tâtonnements auxquels il a donné lieu. Une fois les choses bien établies, on peut compter qu'à partir du *Corpus*, il faut en moyenne de 30 à 60 minutes pour rédiger une fiche et 20 à 30 minutes pour la vérifier. Il faut au moins 20 minutes pour la transcrire en code et 10 minutes pour vérifier le codage. Il faut y ajouter environ un quart d'heure pour la perforation. Le passage en mémoire est fait par la machine et son coût n'est pas très élevé. Evidemment toutes ces opérations exigent un personnel qualifié, d'archéologues et de perforatrices. Cela suppose donc un Centre organisé. Mais la rationalisation ainsi introduite peut aussi aider la future rédaction du CMS. Faut-il par exemple imprimer des descriptions ou des bibliographies détaillées?

ou simplement donner en bref le thème de chaque pierre et confier à un ordinateur, régulièrement alimenté de toutes les découvertes nouvelles, toutes les spécifications de la pierre? Les demandes de précisions, de références, les recherches d'analogies pourraient alors se faire automatiquement et le prix des consultations dans ce cas n'est guère plus élevé que celui du telex.

La dernière indication concerne le travail de notre équipe. Nous avons systématiquement tenu au courant Ingo Pini et le Centre de Marburg de nos progrès et nous continuerons à le faire. Nous mettons bien sûr à la disposition du CMS – ou de tout autre Centre qui serait constitué à cette fin – toutes les acquisitions scientifiques de notre recherche. Je suis d'autre part autorisé à vous dire que le Laboratoire de R. Ginouvès à l'Université de Paris X – Nanterre est prêt à aider, selon des modalités à étudier, toute entreprise collective qui voudrait exploiter le travail déjà réalisé et le poursuivre.

Mais personnellement, j'arrive en fin de carrière et vais bientôt me trouver hors de course parce que la retraite me privera de tous les moyens matériels que j'ai pu apporter à notre entreprise commune. Il est donc temps, si elle doit être continuée, que d'autres, plus jeunes que moi, prennent la relève.

Annexe 1:

Questions pour l'ordinateur

- 1° – Quels sont les numéros qui présentent
 - a) – tel descripteur
 - b) – telle association de descripteurs
 - c) – telle classe ou sous-classe de descripteurs
 - d) – telle association de classe/sous-classe ou descripteurs particuliers.
- 2° – Quelles sont les séries S de n descripteurs (en commençant par une valeur de n assez élevée et en la diminuant progressivement)
 - a) – qui groupent un nombre N de numéros (en commençant de même par une valeur de N assez élevée que l'on diminuerait)?
 - b) – qui groupent un nombre N' de numéros tout en comprenant dans la série S tels et tels descripteurs particuliers, ou classes de descripteurs?
- 3° – Les mêmes questions devraient être posées dans des conditions qui excluraient de l'enquête un ou plusieurs descripteurs ou une série de descripteurs donnés.

Exemples:

- 1° a) Quels sont les numéros des animaux *s'abattant*?
 - b) Quels sont les numéros des animaux *s'abattant*, sur *ligne de sol*, avec *rameau* dans le champ, datés du MM IIIB?
 - c) Quels sont les numéros des *agates*?
 - d) Quels sont les numéros des *agates* ayant un *animal* comme sujet?
- 2° a) Quelle est la série de 6 descripteurs qui se retrouvent dans *dix* numéros (au moins)?
ou
 - b) Quelle est la série de 6 descripteurs comprenant obligatoirement *taureau s'abattant* et *rameau* qui se retrouverait dans *cing* numéros (au moins)?
- 3° Mêmes exemples, négligeant provenance – ou forme – ou chronologie.

Annexe 2: *Les bordereaux Satin*

N° V, I, 227	COLLECTION : CHALCIS, Musée			
TYPOLOGIE	FORME	FORME DE LA BASE	TYPE	
	Lentoïde	-	I B	
DIMENSIONS	LONGUEUR ou PLUS GRAND DIA	LARGEUR ou PLUS PETIT DIA	HAUTEUR ou EPAISSEUR	DIAMETRE du CANAL
	18	18	9	30
MATIERE	MATERIAU	COULEUR	PARTICULARITE	
	Steatite	brun	-	
PROVENANCE	ASSUREE	DOUTEUSE		
	EUBEE Oxylithos tholos <u>ILES</u>	-		
CHRONOLOGIE	ASSUREE	DOUTEUSE		
	HR III A-B	-		
TITRE	Animal seul			
NOMBRE D'ANALYTES	5	ETAT DE LA PIERRE —		
PRESENTATION	1° Inscrit dans champ 2° Centré 3° Canal axial 4° —			
OBSERVATIONS	remplissage entourant Nord-Est Isolé			

N° V, 1, 227	ANALYTE 1	ANALYTE 2	ANALYTE 3
NOMBRE	1	1	4
NATURE	quadrupède cornu	rameau	rameaux
SITUATION DANS LE CHAMP	(au milieu) (au centre) (tout le champ)	(au milieu) (à droite) (en bordure)	(en bas) (au centre)
RELATION (ou situation relative)	profil vers droite debout	vers Nord	vers Nord-Est
POSITION	tête (redressée) queue (pendante)		
ACTION	Broutant	Brouté	
DETAILS	Tête sommaire (gueule ouverte) corne droite (courte) membre un trait Attache greffée corps pied (sabots) (triangulaire) queue (long)	Tige Feuille pointue (opposée)	Tige (parallèles) feuille pointue (opposées)
RENDU TECHNIQUE	ciseau schématisé	ciseau en poinçons schématisé	ciseau en poinçons schématisé
OBSERVATIONS			

N° V, 1, 227	ANALYTE 4	ANALYTE 5	ANALYTE
NOMBRE			
NATURE	rameau	rameau	
SITUATION DANS LE CHAMP	(au milieu) (à gauche) (en bordure)	(en haut) (au centre)	
RELATION (ou situation relative)	vers Sud	Vers Sud-Est	
POSITION			
ACTION			
DETAILS	Tige feuillé pointue (opposées)		
RENDU TECHNIQUE	ciseau en poinçons schématisé	ciseau en poinçons schématisé	
OBSERVATIONS			

DISKUSSION

I. PINI findet es richtig, nicht von den häufig uneinheitlichen Beschreibungen im CMS auszugehen, sondern zu versuchen, objektive, einheitliche Beschreibungskriterien für das gesamte Material zu entwickeln. Er fragt, ob die Anzahl der von M. und H. van Effenterre entwickelten Deskriptoren von Anfang an für die ca. 500 bearbeiteten Siegel ausgereicht hat oder ob neue hinzugefügt werden mußten.

M. VAN EFFENTERRE erwidert, daß im Lauf der Arbeit selbstverständlich neue Deskriptoren hinzugefügt werden mußten, und daß das System auch jetzt noch eine Ergänzung durch weitere Deskriptoren bis zu 10% erlaubt.

I. PINI fragt, ob bereits die ornamentalen Motive der frühen und mittleren Bronzezeit in genügendem Umfang berücksichtigt worden sind.

M. und H. VAN EFFENTERRE weisen darauf hin, daß hier die Arbeiten erst am Anfang stehen. Es wird aber keine großen Probleme geben, da in den Deskriptoren schon alle wesentlichen Elemente der Syntax enthalten sind, die sich auch in den Indices des CMS finden (z.B. Torsion, Wirbel, Kreuzform, symmetrisch, asymmetrisch). Einige neue Deskriptoren werden zwar hinzugefügt werden müssen, aber nicht sehr viele. Außerdem können dabei einige Detailbezeichnungen innerhalb der jetzigen Deskriptoren selbst zu Deskriptoren werden.

J.G. YOUNGER bemerkt, daß in einigen der aufgezeigten Punkte sich ohne Schwierigkeiten eine Einigung erzielen läßt, so daß er keinen Grund sieht, weshalb die Beschreibungen im CMS bisher so uneinheitlich sein mußten – mit Ausnahme von CMS V, dem einzigen Band mit einer konsequent durchgehaltenen Beschreibung. Auch für die Steintypen müßten übereinstimmende Bezeichnungen möglich sein, sofern man einen Spielraum für gewisse Varianten offenläßt. Das gleiche gilt auch für zwei weitere Aspekte, deren Wichtigkeit erst in den letzten Jahren erkannt wurde: Die Orientierung der Durchbohrung und das Profil der Siegel. Ein großes Problem aber ist die Tatsache, daß es aus verschiedenen Gründen unmöglich sein wird, die früheren Bände des CMS nach diesen und anderen neuen Erkenntnissen (z.B. Ideogramme und Werkzeugspuren auf den Rückseiten) zu korrigieren und zu ergänzen.

H. VAN EFFENTERRE gibt zu bedenken, daß eine völlig perfekte Beschreibung nicht möglich ist. Den Deskriptoren jedoch kann immer etwas hinzugefügt werden. Das heißt, der Computer nimmt dem Archäologen die wissenschaftliche Arbeit nicht ab, er verkürzt sie aber.

J.G. YOUNGER weist auf die Schwierigkeit hin, stilistische Phänomene mit dem Computer zu erfassen.

M. VAN EFFENTERRE entgegnet, daß bei dem Versuch so detailliert wie möglich beschrieben wurde, so daß bereits einige Informationen über bestimmte Stilmerkmale vorhanden sind (z.B. »spectacle eyes« usw.).

J.-C. POURSAT fragt nach dem Prozentsatz des der Arbeit zugrunde gelegten Materials.

H. VAN EFFENTERRE erwidert, daß die verwendeten 500 Stücke etwa 10% des Gesamtmaterials ausmachen, das im CMS publiziert wird. Diese Auswahl erschien repräsentativ und wissenschaftlich ausreichend interessant. Das Projekt soll jetzt auch nicht mehr viel weiter geführt werden, um einen Abschluß zu erreichen. Die Darstellung der Methode,

mit dem Computer zu arbeiten, ist als Vorschlag einer ökonomisch günstigen Methode für die Zukunft gemeint, die, selbst wenn sie sich nicht durchsetzen sollte, doch als durchgearbeitete Methode ihren Wert hat.

M. und H. VAN EFFENTERRE und J.G. YOUNGER geben dem Wunsch Ausdruck, daß auch nach Abschluß des Corpus in Marburg ein Informationszentrum für Siegelforscher weiterbestehen sollte.