

ÉTUDES DES PROXIMITÉS DANS L'ESPACE FUNÉRAIRE: LE CAS DE LA NÉCROPOLE OCCIDENTALE DE MÉGARA HYBLAEA¹

1. INTRODUCTION

Lors de l'étude de la nécropole occidentale de Mégara Hyblaea, la question s'est posée de savoir dans quelle mesure il était possible, à l'aide des seules données archéologiques, d'aboutir à une connaissance de cet espace, dont la distribution aléatoire des tombes est particulière à la nécropole d'époque archaïque.

Sur le plan des méthodes la présente étude a deux buts: d'une part l'observation des données archéologiques qui traduisent une valeur particulière de l'espace occupé par la tombe, et d'autre part la prise en compte de l'espace concret où elles ont été recueillies.

Sur le plan historique, le but est de chercher à délimiter au mieux les groupements de tombes qui se devinent çà et là à la lecture du seul plan, et partant, d'établir dans quelle mesure, le plan d'occupation de la nécropole est concerné par les structures archéologiques.

2. LA RESTITUTION DE L'ESPACE FOUILLÉ

La prise en compte de l'espace concret où les données ont été recueillies réserve beaucoup d'importance à la qualité des relevés disponibles. Comme nous l'avions rappelé dans le précédent article, il a fallu reconstituer le plan de la nécropole occidentale de Mégara Hyblaea à partir des croquis partiels publiés.

L'apport d'une documentation inédite a conduit à une révision des travaux précédents et le plan de la Tav. VI représente la nouvelle version de la nécropole occidentale (mars 1996)².

La reconstitution de l'espace a conduit à une révision des données publiées par Paolo Orsi (ORSI, CAVALLARI 1892) en particulier dans la numérotation des tombes. Notre version présente 359 tombes au lieu des 312 publiées et 357 situées sur le plan (Tav. VI).

¹ Une première étude concernant l'analyse et la distribution des tombes d'enfants de la nécropole occidentale de Mégara Hyblaea a été présentée lors du III^{ème} Colloque d'Archéologie et Informatique qui s'est tenu à Rome du 22 au 25 novembre 1995. On se reportera à sa publication dans les Actes du Colloque: IACOVELLA 1996.

² L'ensemble de cette étude fait l'objet d'une thèse conduite par l'auteur sous la direction scientifique de Roland Etienne et Michel Gras. Elle est titrée «Nécropoles, reconstitution de l'espace et analyse des données: le cas de la nécropole occidentale de Mégara Hyblaea».

3. CARACTÉRISTIQUES DE L'ESPACE FUNÉRAIRE³

3.1 Présentation

La conduite à tenir est de s'appuyer sur les seules données archéologiques et de les pousser aussi loin que les méthodes le permettent.

Données archéologiques d'un côté et méthodes de l'autre, il s'agit dans les deux cas de prendre en compte l'espace concret où les données ont été recueillies. Cet espace concret des relevés est celui du plan: des dispositions des tombes et des proximités qu'elles entretiennent. Ce sont les données recueillies qui le caractérisent comme archéologique.

Quand ont dit que la nécropole occidentale de Mégara Hyblaea c'est 359 tombes et 488 dépositions, n'est-ce pas désigner une façon particulière d'occuper l'espace?

3.2 L'espace concret des relevés

La prise en compte de l'espace concret des relevés archéologiques pose d'emblée le problème des méthodes à employer. Pour une introduction à l'ensemble des problèmes liés à l'analyse spatiale on se reportera aux travaux de F. DJINDJIAN (1991). Bien que traitant de l'analyse spatiale de l'habitat, l'ensemble des méthodes disponibles y est présenté de manière exhaustive et remarquable.

En ce qui concerne l'analyse spatiale des nécropoles un travail équivalent reste à faire. Selon que l'on adopte des méthodes basées sur des comptages ou sur les mesures des distances réelles entre tombes, l'espace concret est construit différemment (DJINDJIAN 1991, 114-130).

L'adoption du graphe de voisinage⁴, comme technique de lissage, permet de contourner les difficultés posées en milieu funéraire par les comptages selon une grille ou par les coordonnées x, y .

3.3 Le graphe de voisinage (Fig. 1)

Le graphe de voisinage est construit à partir d'un fichier d'arêtes (357 tombes), dans lequel à chaque tombe est associé son plus proche voisin.

A partir de ces couples on construit une matrice carrée (357 lignes X 357 colonnes) ne comportant que des 1 (couples voisins) ou des 0 (couples

³ Tous les calculs et toutes les cartes ont été effectués avec la *Programmation ADE. Analyses multivariées et expression graphique des données environnementales*, Version 3.6 (DOLEDEC S., CHESEL D., *Ecologie des eaux douces et des grands fleuves*, URA CNRS 1451, Université Claude Bernard Lyon 1 - 69622 Villeurbanne Cedex - F, ou encore <http://biom1.univ-lyon1.fr:8080/>). Dans le texte on se reportera à la documentation ADE comprenant 8 cahiers et aux références bibliographiques qui y sont citées.

⁴ L'usage du graphe de voisinage en analyse des données a été introduit par LEBART L., *Analyse statistique de la contiguïté*, Publication de l'Institut de Statistiques de l'Université de Paris 28, 1969, 81-112 (d'après ADE cahier, 8).

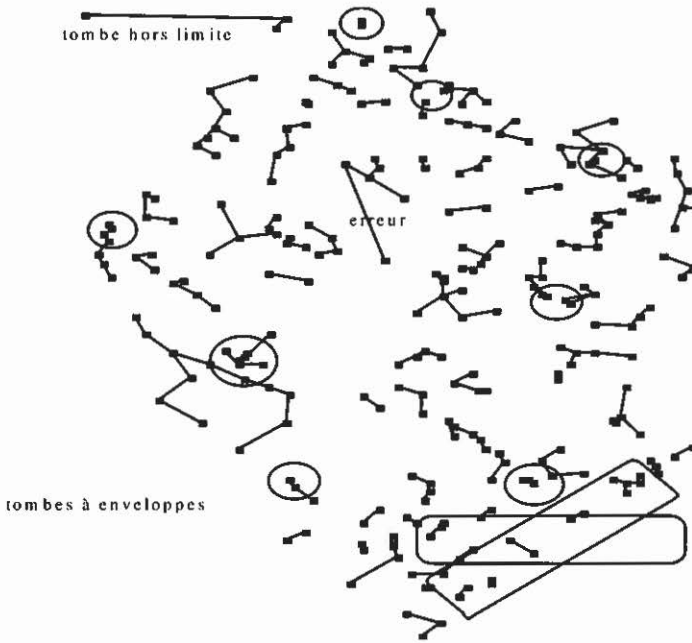


Fig. 1 – Arêtes du graphe de voisinage.

non voisins). La matrice permet de connaître le nombre total de voisins de chaque tombe. Elle permet de pondérer les analyses en attribuant à chaque tombe d'autant plus d'importance qu'elle a de voisins.

La Fig. 1 restitue les arêtes du graphe de voisinage aux coordonnées x, y des tombes. On remarque de quelle manière, la technique isole les groupements de tombes sur le seul critère de la présence/absence de voisin.

3.4 Difficulté archéologique et problèmes de voisinage

Le problème majeur posé par le graphe de voisinage de la nécropole occidentale de Mégara Hyblaea concerne le traitement d'une pratique funéraire particulière, où des tombes sont déposées à l'intérieur d'autres tombes, selon un système d'enveloppes funéraires. On se reportera au paragraphe suivant pour la description de ce phénomène.

Du côté du graphe de voisinage comment traiter les tombes en question? Faut-il les ignorer et considérer que le voisin ne peut qu'être situé à l'extérieur de la tombe, ou au contraire coder les tombes comme étant les plus voisines de manière à observer leurs distributions au même titre que les autres?

Nous avons adopté ce dernier point de vue car on a voulu éviter d'introduire dans les données de voisinage une discrimination initiale quant au

statut des tombes. Toute tombe définie par une enveloppe contenant une ou plusieurs sépultures a été considérée comme une unité à part entière sans restriction aucune quant aux relations qui la lient aux autres tombes: aussi bien sur le plan de l'espace concret où les données ont été recueillies, que dans les données elles-mêmes.

La difficulté posée par la pratique des enveloppes entraîne néanmoins des distorsions dans la distribution du plan.

Nous avons indiqué dans la restitution du graphe de voisinage (Fig. 1), les tombes concernées. La conséquence de la pratique de l'enveloppe est de laisser apparaître des petits groupes isolés alors que sur le plan de l'occupation du sol ils apparaissent plus soudés.

C'est un phénomène de surdétermination de l'espace entretenu par les tombes à enveloppes: une urne cinéraire placée à l'intérieur d'une autre tombe affirme d'un côté, un lien privilégié en isolant de l'autre son propre groupe de ses voisins les plus proches.

Comme on le constate, sans avoir abordé l'analyse des données, la méthode adoptée nous plonge d'emblée dans les significations spatiales en liaison avec les données archéologiques, tout en questionnant directement les pratiques funéraires.

3.5 *Caractéristiques archéologiques*

De leur côté les relevés archéologiques déclinent deux formes d'activités spatiales: une qui relève des contiguïtés des tombes entre elles et qui traduit une forme d'aggrégativité, une autre qui traduit la valeur accordée à la limite de la tombe isolée et qui traduit davantage une volonté de se démarquer des autres.

En réalité les deux activités sont indissociables dans leur impact sur le plan de l'organisation de l'espace, ce qui nous a conduit à regrouper les observations archéologiques par stratification de l'espace: le défunt, la tombe, l'association, l'organisation du plan.

– Un ensemble concerne le défunt lui-même: classes d'âges, plusieurs dépositions dans une même tombe, rite employé et traitement du corps avec conséquences sur l'occupation de l'espace.

– Un autre groupe concerne l'individualisation de l'espace par une surdétermination des contours et des limites inhérents au type de tombe adopté ou par l'ajout d'une construction particulière.

– Un troisième groupe concerne la notion d'association inhérente à la tombe: plusieurs dépositions dans une même tombe, tombes contenues dans d'autres tombes, tombes contiguës, tombes partageant des structures, tombes réaménagées.

– Le dernier ensemble porte sur l'organisation du plan: orientation de la tombe, type de tombe adopté et conséquence du type sur l'occupation du sol.

Les pratiques semblent s'accompagner toujours par des écarts à la règle la plus répandue qui viennent renforcer, voire surdéterminer, l'emplacement choisi: un enfant dans une tombe d'adulte, une urne cinéraire dans une grande tombe à inhumation, une orientation particulière, plusieurs dépositions dans une même tombe, un adulte dans une tombe d'enfant qui a nécessité des travaux de prolongement de la première construction... autant d'indications qui réaffirment l'importance du dispositif spatial.

3.6 Pas de traitement du chronologique

A la description des caractères on aura remarqué que cet espace qui couvre une période d'environ un siècle et demi, une fois débarrassé des structures parasites, ne laisse pas de place au mobilier et par conséquent à l'introduction du chronologique. Compte tenu de l'ancienneté de la fouille et de l'état lapidaire du matériel, c'est un parti pris de notre part. Il s'appuie également sur le fait que l'occupation fut continue et d'une durée en relation à quelques générations, et finalement suffisante pour nous laisser étudier leur comportement dans l'occupation du sol de leur cimetière.

Pas de variabilité funéraire dans le temps et pas de chronologie, cela veut dire que ce n'est pas la formation de la nécropole que nous recherchons.

On ne doute pas qu'un traitement du chronologique s'avérerait des plus instructifs en particulier dans l'étude des tombes réutilisées, mais dans le cas présent ce n'est pas tant la topochronologie que nous recherchons que les comportements réciproques des observations archéologiques en tenant compte de l'emplacement précis où elles ont été mesurées. La question pourrait se formuler comme suit: *Une typologie des caractères archéologiques décrivant la manière dont un espace a été occupé, est-elle possible?*

4. LES VARIABLES DESTINÉES AUX CALCULS

L'étude du texte Orsi a conduit à définir 14 variables qui seront soumises aux calculs. Chacune des variables est illustrée par sa dispersion dans l'espace ce qui offre une première approche avant les calculs.

4.1 Variable 1 - Tombe à dépositions multiples (Fig. 2)

Nous avons regroupé dans cette variable, les tombes polysomes, c'est à dire présentant plusieurs corps sans enveloppes funéraires supplémentaires. Les sépultures situées en dehors de la période considérée ont été écartées.

On trouve les cas de sépultures antérieures repoussées dans un coin de la tombe et les cas où toutes les dépositions sont cumulées. Sans préjuger des questions de chronologie, les deux situations ont été traitées conjointement.

Il s'agit à proprement parler d'un même espace partagé par plusieurs défunts.

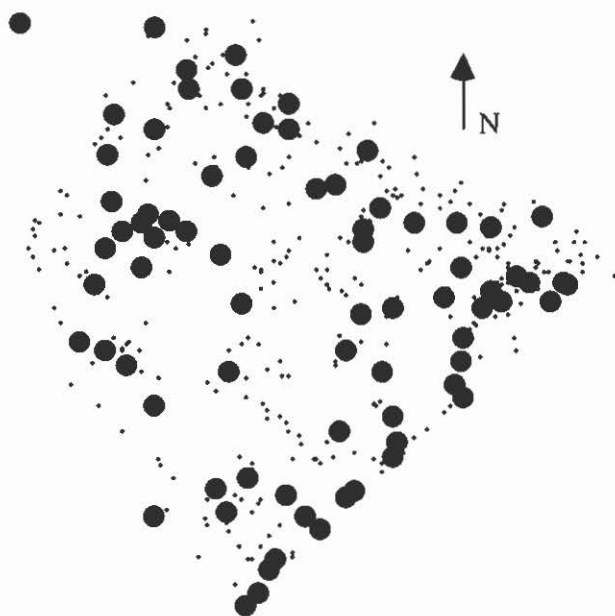


Fig. 2 – Variable 1: tombes contenant plusieurs dépositions.

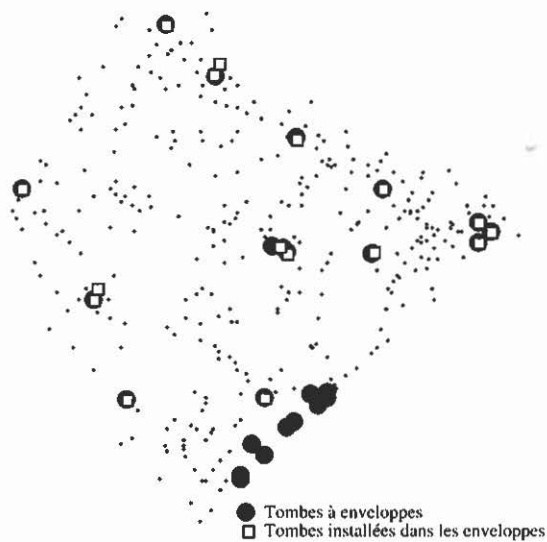


Fig. 3 – Variable 2: tombes à enveloppes. Variable 6: tombes installées dans les enveloppes.

– Remarques sur la distribution spatiale: on notera l'alignement à l'Est le long du fossé devant l'enceinte et pour une moindre part au Nord, le long de la limite du plateau.

4.2 Variable 2 - Tombe à enveloppe funéraire (Fig. 3 avec la Variable 6)

Il s'agit de tombes qui prêtent partie ou tout de leur structure à d'autres tombes. En général la tombe à enveloppe contient une ou plusieurs autres tombes, mais il arrive qu'une nouvelle tombe est construite sur l'un des murs de la tombe plus ancienne. Par rapport à la variable précédente, la tombe à enveloppe pourrait se définir comme prêtant ses propres limites spatiales à une autre tombe qui en dispose par ailleurs.

L'espace délimité apparaît comme fortement surdéterminé.

– Remarques sur la distribution spatiale: les tombes de cette variable confirment les concentrations de la précédente. La tombe à enveloppe pourrait être considérée comme un cas particulier de la tombe polysome.

4.3 Variable 3 - Tombe sous contrainte topographique (Fig. 4)

Il s'agit d'une tombe dont l'intervalle qui la sépare de la voisine est étroit au point d'empêcher la circulation du piéton. On a regroupé différents cas, dont une partie concerne des urnes déposées sur la dalle d'une autre tombe ou encore plus fréquemment, sur le bord. Il existe également les cas des tombes espacées de 20 ou trente centimètres, aussi bien des tombes à vases que des sarcophages.

Cette notion mériterait d'être étendue selon les cas où les groupements sont plus ou moins isolés de l'ensemble.

– Remarques sur la distribution spatiale: une concentration importante se situe au Nord, le long de la limite du plateau, mais il apparaît clairement que l'ensemble de l'espace est concerné.

4.4 Variable 4 - Tombe à limite surdéterminée (Fig. 5)

Il s'agit de tombes auxquelles a été ajoutée une construction particulière pour marquer une délimitation des contours. Cela veut dire que la limite propre à l'enveloppe funéraire n'a pas été suffisante pour noter le démarquage. En ce sens, cette variable indique davantage une personnalisation de l'espace. Pour l'essentiel on trouve des pourtours de galets associés à des tombes à vases et pour une part le contour regroupe deux tombes. Personnalisation donc, mais également une valeur d'agrégativité.

– Remarques sur la distribution spatiale: c'est dans la partie située au Nord-Est que l'on trouve une grande concentration de cas proches les uns des autres. La limite semble ici avoir une fonction de personnalisation de l'espace, qu'elle ne reproduit pas dans les autres cas.

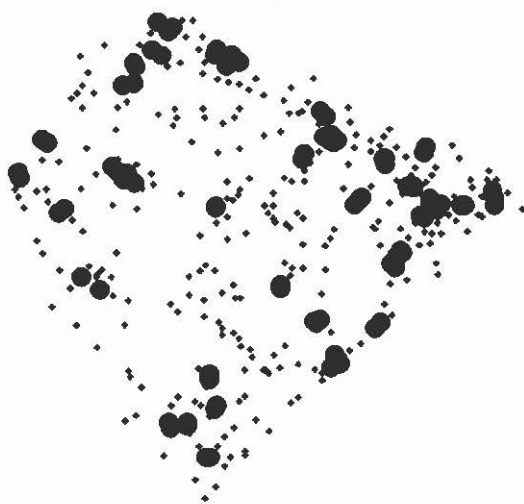


Fig. 4 – Variable 3: tombes proches les unes des autres empêchant le passage.

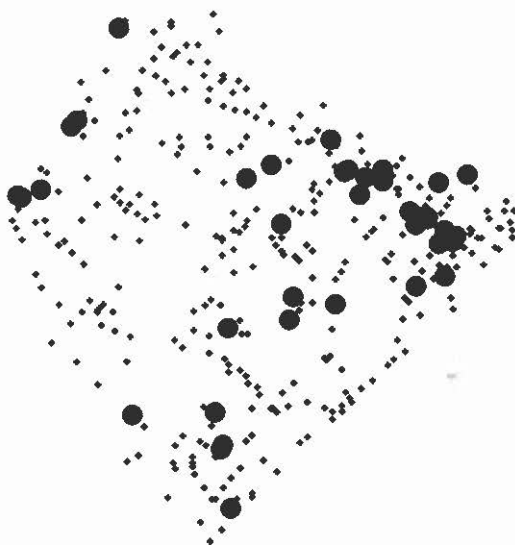


Fig. 5 – Variable 4: tombes disposant d'une limite avec construction particulière.

4.5 Variable 5 - Tombe à structure réaménagée (Fig. 6)

Nous avons regroupé dans cette variable les cas qui forcent la règle initiale de la tombe en matière de limite.

La tombe a été utilisée pour une classe d'âge différente de celle qui était prévue par la taille: enfant dans une grande tombe et adulte dans une petite



Fig. 6 – Variable 5: tombes réaménagées ou ayant des écarts par rapport à la norme.

tombe ayant nécessité un réaménagement de la structure. L'utilisation d'une crémation dans une tombe habituellement réservée à une inhumation.

Il s'agit de pratiques qui marquent d'une manière particulière l'importance de l'endroit choisi.

– Remarques sur la distribution spatiale: dans la mesure où la variable indique des écarts par rapport à la règle, ce que nous constatons dans sa distribution, c'est qu'aucune zone semble privilégiée en ce sens.

4.6 Variable 6 - Tombe située à l'intérieur d'une tombe à enveloppe (Fig. 3 avec la Variable 2)

Il s'agit de tombes qui, bien que disposant de leurs propres limites, empruntent les limites d'une autre tombe et disparaissent du paysage funéraire. Il s'agit des tombes associées à la Variable 2 décrite précédemment. L'association est forte au point que l'espace inhérent à la tombe apparaît comme nié.

– Remarques sur la distribution spatiale: le cas s'apparente à celui des tombes à enveloppes à l'exception des tombes situées au Sud-Est qui forment un ensemble de tombes construites différemment, en s'appuyant les unes contre les autres.

4.7 Variable 7 - Tombe à crémation (Fig. 7)

Il s'agit du rite employé. Dans le cas de la nécropole occidentale de

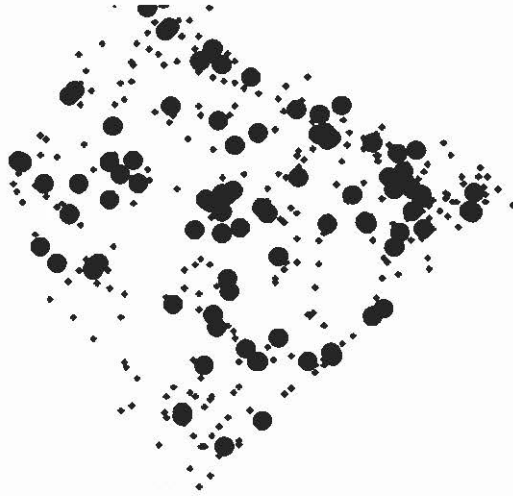


Fig. 7 – Variable 7: crémations.

Mégara Hyblaea, la crémation est en grande majorité secondaire, et souvent elle apparaît comme partielle, d'après les descriptions de Paolo Orsi.

A première vue, le rite n'intervient pas directement dans l'observation des distributions spatiales et la question s'est posée de le supprimer des variables. Néanmoins les écarts constatés à la règle apportent une contribution intéressante comme dans le cas d'urnes cinéraires déposées dans une tombe à inhumation. L'urne qui requiert le moins de place finit parfois par occuper à elle seule un grand sarcophage.

– Remarques sur la distribution spatiale: la crémation apparaît distribuée sur l'ensemble de l'espace avec deux ou trois concentrations plus importantes.

4.8 Variable 8 - Tombe à inhumation (Fig. 8)

C'est l'autre rite employé. La distinction des inhumations d'enfants dans des vases s'avère souvent difficile à distinguer des urnes à crémation.

– Remarques sur la distribution spatiale: on retrouve dans la distribution des inhumations les mêmes caractéristiques que pour la crémation. Sauf que, étant de loin les plus nombreuses, de longs alignements apparaissent, en particulier dans les angles Nord-Ouest, Sud-Ouest et Nord-Est.

4.9 Variable 9 - Tombe à rite indéterminé (Fig. 9)

Chaque fois que le texte du rapport laisse planer un doute sur le rite, nous avons préféré ajouter une variable particulière.

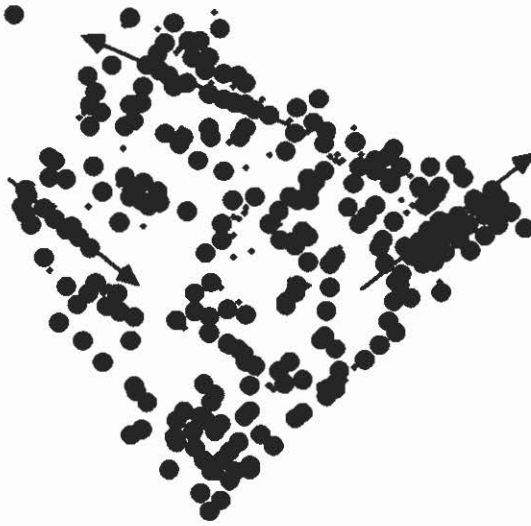


Fig. 8 – Variable 8: inhumations.

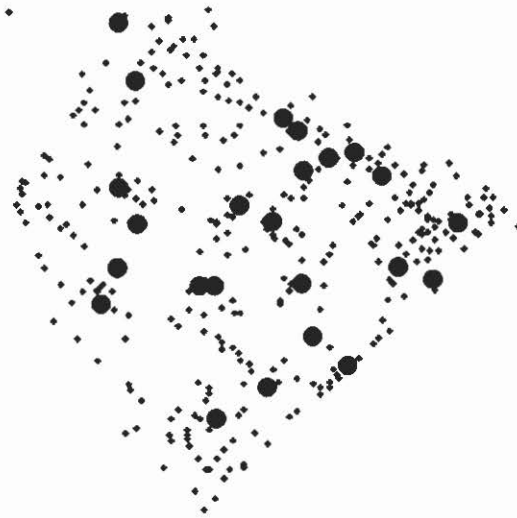


Fig. 9 – Variable 9: rite indéterminé.

4.10 Variable 10 - Tombe avec enfant (Fig. 10 avec Variable 11)

Les variables de classe d'âge représentent la relation par excellence du défunt avec la structure funéraire aménagée par les vivants. La différence des sexes n'étant pas possible, c'est vers la classe d'âge que se tournent nos espoirs de voir apparaître une structure spatiale en relation avec les générations (IACOVELLA 1996).

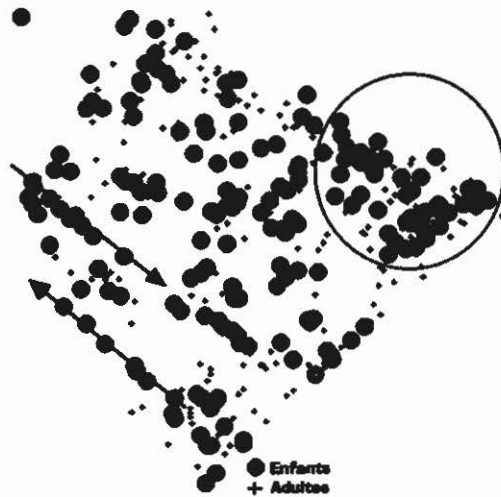


Fig. 10 – Variable 10: enfants. Variable 11: adultes.

La variable regroupe aussi bien les nouveau-nés, que les enfants plus grands jusqu'aux adolescents.

Sur le plan de la distribution spatiale on trouve deux situations particulières: celles des enfants déposés seuls, dans des tombes d'adultes et celles des enfants associés à des adultes.

– Remarques sur la distribution spatiale: on trouve des enfants partout mais des concentrations et des alignements apparaissent dans le plan en particulier dans l'angle Nord-Est.

4.11 Variable 11 - Tombe avec adulte (Fig. 10 avec Variable 10)

Pour définir l'adulte nous avons adopté la manière de Paolo Orsi (ORSI, CAVALLARI 1892) selon laquelle, est adulte ce qui n'est pas enfant.

– Remarques sur la distribution spatiale: en particulier l'angle Nord-Ouest présente un double alignement de tombes.

4.12 Variable 12 - Tombe avec déposition à âge indéterminé (Fig. 11)

Il s'agit des cas où le texte Orsi ne permet pas de définir une classe d'âge. Au lieu de chercher à le recouper à l'aide du contexte, nous avons préféré coder l'incertitude qui émane du rapport.

– Remarques sur la distribution spatiale: on retrouve un grand nombre de dépositions à âge indéterminé dans l'angle Nord-Est, là où on a remarqué une forte concentration de tombes d'enfants.

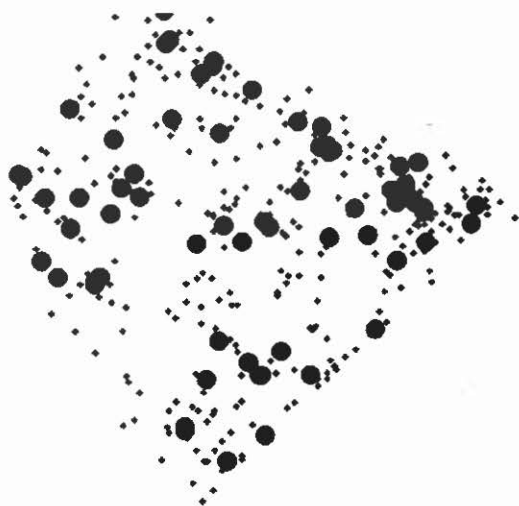


Fig. 11 – Variable 12: tombes à âge indéterminé.

4.13 Variable 13 - Orientation générale (Fig. 12)

Pour la définition de l'orientation générale de la nécropole, ont été adoptées uniquement les tombes à plan régulier. Parmi celles-ci l'orientation qui prévaut est Nord-Sud et Est-Ouest et seulement un petit groupe s'en écarte.

Toutes les tombes à base de vases ont été considérées comme ne participant pas de l'orientation générale. A travers cette variable c'est la question du paysage funéraire qui apparaît et qui mériterait que l'on différencie les tombes franchement enfouies de celles plus exposées. C'est dans cette perspective que la tombe à vase pourrait représenter une situation plus neutre.

– Remarques sur la distribution spatiale: ce sont les tombes des façades Est et Nord qui offrent les plus importantes concentrations de tombes participant de l'orientation générale. Même si les nombreux cas situés à l'intérieur du terrain montrent une nette tendance à régulariser le plan.

4.14 Variable 14 - Type de tombe (Fig. 13)

La variable note deux ensembles de tombes qui se distinguent par la régularité du plan: les tombes construites qui offrent un plan régulier, les tombes à base de vases qui ont un plan irrégulier. Nous avons regroupé dans le premier cas tous les types d'aménagement du plus rudimentaire au plus perfectionné: fosse en pleine terre, assemblage avec des chutes de pierres ou de schiste, tombe à tuiles, bloc de pierre, sarcophage composé de plusieurs dalles, sarcophage monolithe, chambre funéraire.

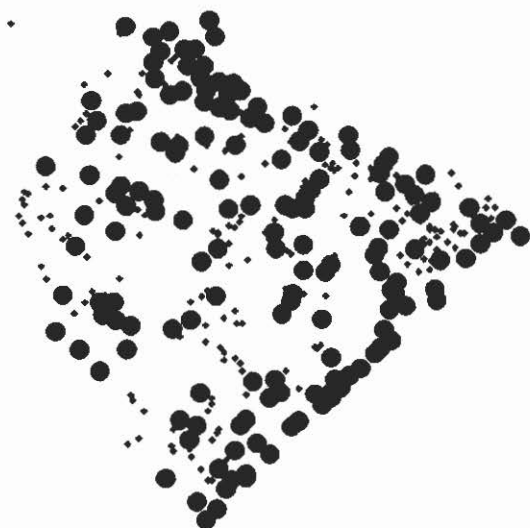


Fig. 12 – Variable 13: tombes participant de l'orientation générale.

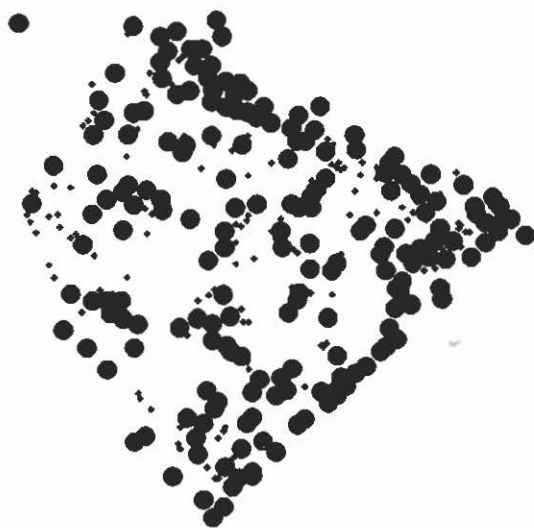


Fig. 13 – Variable 14: tombes construites.

– Remarques sur la distribution spatiale: les tombes à plan régulier suivent et confirment la tendance de la variable précédente (13). Mais ce sont surtout les espaces contraires, composés de tombes à base de vases qui apparaissent clairement délimités, au Nord-Est, au Sud-Est, au Sud-Ouest et au milieu du terrain.

4.15 Conclusions sur les variables

L'une des questions qui reste en suspend est de savoir dans quelle mesure le paysage funéraire sur ce plateau calcaire, outre à la forme et au plan, n'est-il pas marqué par la dimension des tombes? Dans cette perspective la tombe prévue pour plusieurs dépositions aurait une valeur de marquage de l'espace, plus forte, comme dans les cimetières actuels. Toujours dans le même sens, la tombe polysome de dimensions plus réduites, pourrait revêtir une plus forte surdétermination à l'association.

La tentation a été de noter la typologie de la tombe en rapport à sa dimension, comme nous l'avons fait pour l'étude du matériel (IACOVELLA 1996). Cela n'a pas été fait, tout comme la prise en compte des compositions de mobilier, à cause de la complexité des tableaux à traiter.

Les variables décrites précédemment se prêtent bien à la constitution d'un tableau en présence/absence. Sur le plan des méthodes, ce dernier ajouté à la matrice des voisinages multiplie les techniques d'analyses.

A une plus grande sophistication des structures recherchées, nous avons voulu privilégier un balayage plus systématique des techniques analytiques.

5. MÉTHODES ET ANALYSES ADOPTÉES⁵

Le matériel ainsi recueilli, espace concret par le graphe de voisinage (Fig. 1) et tableau de présence/absence des 14 variables (Fig. 14) pour 357 tombes, va être soumis à quatre analyses distinctes. Le but est de rechercher des structures spatiales tout en évaluant les méthodes employées.

- 1) Analyse en Composantes Principales (ACP) pondérée par le poids des voisinages.
- 2) Analyse des structures locales pour observer ce qui se passe entre deux points voisins.
- 3) ACP locale. Une analyse d'inertie locale pour la recherche des combinaisons de variables les plus significatives.
- 4) Analyse de la covariance spatiale multidimensionnelle pour mettre en évidence ce qui varie le moins entre deux points voisins (Analyse dite de Moran).

Le but étant d'observer les différences de comportement entre les diverses analyses et de noter en quoi elles révèlent des structures spatiales différentes.

⁵ Tous les calculs qui suivent ont été effectués avec la programmathèque ADE et se sont inspirés du cahier 8 (SABATIER R., 8 - *Approches linéaires des structures spatio-temporelles*).

Nécropole Occidentale de Mégara Hyblaea LES VARIABLES			
Total de 357 tombes Tableau en présence/absence			
N°	Intitulé	Codification	Nombre de cas
Variable 1	Polysome	oui-non	78
Variable 2	Enveloppe	oui-non	26
Variable 3	Contrainte topographique	oui-non	87
Variable 4	Limite ajoutée	oui-non	39
Variable 5	Réaménagée	oui-non	43
Variable 6	Interne	oui-non	19
Variable 7	Crémation	oui-non	96
Variable 8	Inhumation	oui-non	255
Variable 9	Rite indéterminé	oui-non	24
Variable 10	Enfant	oui-non	185
Variable 11	Adulte	oui-non	127
Variable 12	Age indéterminé	oui-non	70
Variable 13	Orientation Générale	oui-non	159
Variable 14	Construite	oui-non	197

Fig. 14 – Résumé des variables.

6. COMMENTAIRE DES ANALYSES

6.1 L'ACP ordinaire pondérée par le poids des voisinages

6.1.1 Le graphe des valeurs propres (Fig. 15)

Le graphe des valeurs propres montre à l'évidence que ce sont les deux premiers facteurs (F1 et F2) qui sont les plus significatifs.

6.1.2 Le poids des variables (Fig. 16) et des individus (Fig. 17)

La Fig. 16 représente le poids des variables. Elle permet une première approche des phénomènes de structures en délimitant les associations des variables entre elles. Quatre tendances se dégagent.

– 1er Groupe

L'analyse révèle un premier groupe composé d'adultes déposés dans des tombes à plan quadrangulaire qui participent de l'orientation générale du plan. C'est dans ce groupe que l'on trouve les tombes à dépositions multiples (polysomes) ainsi que les cas de tombes servant d'enveloppes funéraires à d'autres tombes. C'est également dans ce même groupe que l'on constate les écarts les plus importants par rapport à la règle (enfants dans des tombes d'adultes, adultes dans des tombes d'enfants, urnes cinéraires dans des tombes inhumations...). On dira de ce groupe qu'il caractérise un espace de type adulte.

– 2ème Groupe

Le deuxième groupe situé à l'opposé du précédent, est composé de

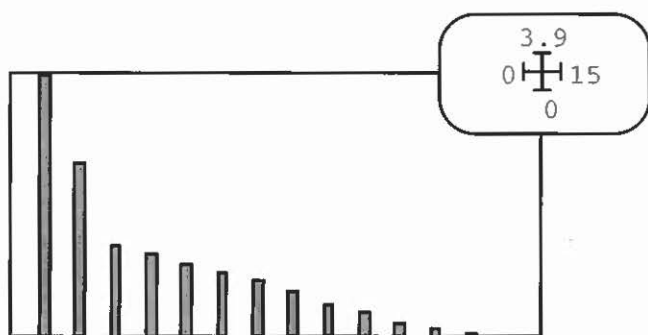


Fig. 15 - ACP normée: graphe des valeurs propres.

tombes d'enfants déposés dans des tombes à vases (la variable est située du côté opposé aux tombes à plan quadrangulaire). C'est dans ce groupe que l'on trouve les cas des tombes situées très proches les unes des autres, en situation de forte contrainte topographique ainsi que les tombes dont le marquage de la limite est surdéterminé par une construction particulière. On dira de ce groupe qu'il caractérise un espace de type enfant.

- 3ème Groupe

Un troisième groupe se compose des tombes à crémation où sont concentrés les cas des tombes pour lesquelles l'âge du défunt est indéterminée. Les tombes installées à l'intérieur des tombes à enveloppes sont proches de ce groupe et se rapprochent des cas de tombes à limite surdéterminée ainsi que des tombes installées très près les unes des autres.

Ce dernier groupe, par opposition aux deux premiers représente le poids de l'incertitude dans l'analyse archéologique. L'ensemble de l'analyse montre l'importance des classes d'âges à structurer les variables archéologiques et partant, de l'espace qu'elles décrivent. Le 3ème groupe vient brouiller la structure au point de constituer une véritable troisième classe d'âge qui pourtant, et pour l'essentiel, tient autant du premier groupe que du deuxième.

En codant l'incertitude notre but était d'évaluer l'espace décrit par l'archéologue. Cette première analyse montre à quel point le manque de données affecte l'ensemble de la lecture de l'espace.

- L'inhumation

Il reste le dernier point, celui de l'inhumation à laquelle l'analyse accorde un poids considérable. De toute évidence les structures spatiales si particulières aux adultes et aux enfants ne tiennent pas au choix du rite adopté. En l'absence d'âge indéterminé, la crémation aurait présenté un profil similaire.

Dans ce cas l'inhumation vient brouiller la structure spatiale révélée par les groupes précédents. On le remarque sur la carte des individus (Fig. 17) où ont été délimités les groupes.

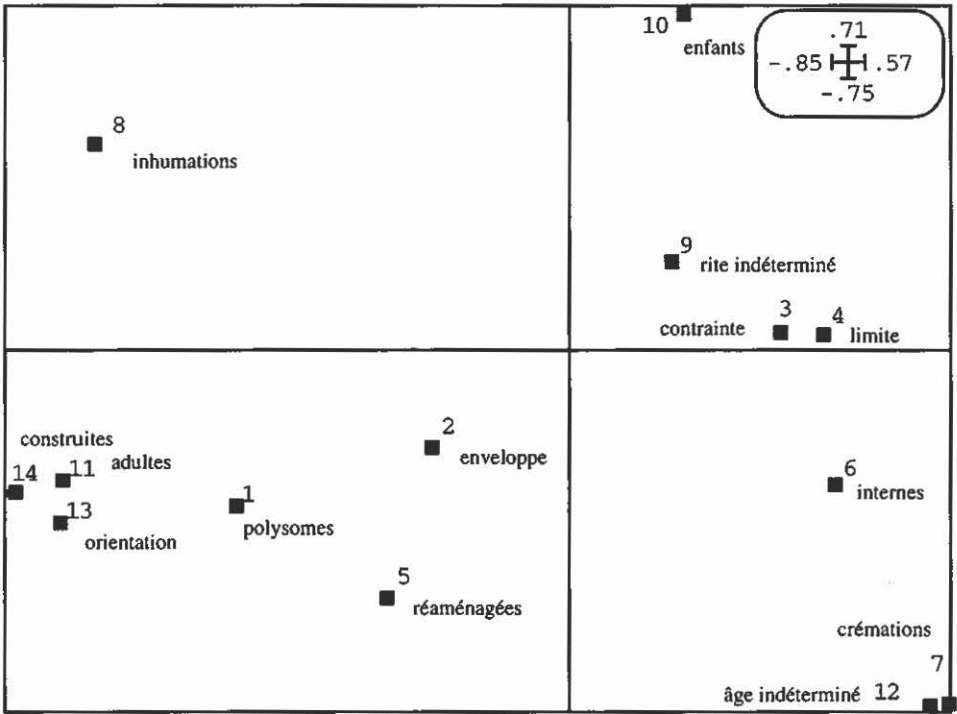


Fig. 16 - ACP normée: le poids des variables.

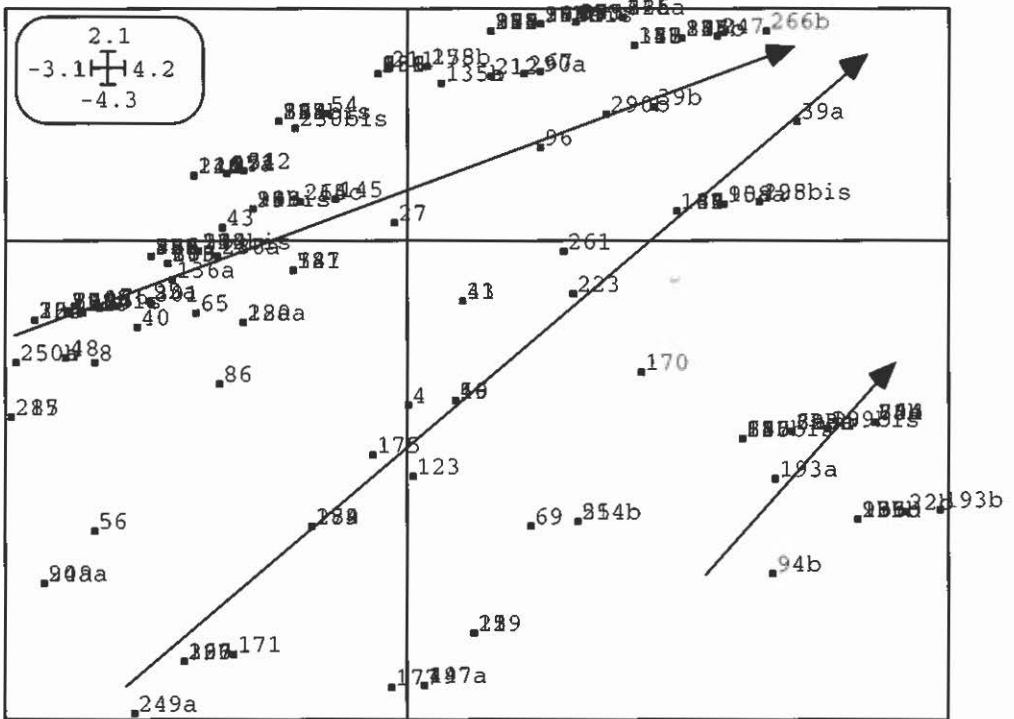


Fig. 17 - ACP normée: carte des facteurs F1/F2: les individus.

Le plus important en nombre est celui des inhumations situées dans la partie supérieure du graphe qui couvre l'arc des classes d'âge de l'enfant à l'adulte.

Un deuxième groupe intermédiaire se compose des tombes à dépositions multiples et à enveloppes désignant par là une pratique funéraire particulière à Mégara Hyblaea et qui joue un rôle important dans la structuration de l'espace.

Le troisième groupe centré sur les crémations reste pour l'essentiel attiré par les structures proches des tombes fortement concentrées dans l'espace.

6.1.3 Projection du facteur F1 dans l'espace concret (Fig. 18)

Le facteur F1 sépare les tombes d'adultes à inhumation (négatives) structurant fortement l'espace, des tombes à crémation qui le brouillent (positives) accompagnées des tombes fortement resserrées. L'analyse a placé autour du 0 les cas de réaménagements et de dépositions multiples.

La projection des valeurs de F1 dans l'espace concret⁶ montre la façade Est de la nécropole fortement structurée par des ensembles bien organisés et alignés. C'était le côté situé en bordure du fossé de l'enceinte et exposé aux regards de la cité.

On remarque également une forte concentration dans l'angle Nord-Est, composée au contraire de tombes déstructurant davantage l'espace. Bien que brouillé par les tombes à âge indéterminé, le secteur offre une grande densité de sépultures d'enfants très resserrées les unes près des autres et disposées autour de tombes d'adultes.

6.1.4 Projection du facteur F2 dans l'espace concret (Fig. 19)

Le facteur F2 isole les tombes d'enfants du groupe des indéterminés qui gênaient dans le facteur F1. La dispersion dans l'espace des tombes signalées par des cercles (valeurs positives), confirme une façon d'insérer l'enfant dans l'espace de la nécropole en l'associant à des inhumations déposées dans des vases et souvent placées très proches les unes des autres.

La carte du facteur F2 montre qu'il s'agit d'une pratique qui ne se cantonne pas à un seul secteur géographique mais qui a tout de même une nette tendance à produire des regroupements.

L'espace des enfants est fortement marqué, mais à l'opposé de celui des adultes il n'offre pas une régularité dans l'occupation du sol.

6.1.5 Conclusions sur l'ACP ordinaire

L'espace de la nécropole se structure selon deux regards distincts selon qu'il s'agit d'enfants ou d'adultes.

⁶ Toutes les cartes de ce type, obtenues par ADE, offrent une représentations proportionnelle au poids accordé par l'analyse: par des carrés pour les valeurs négatives, par des cercles pour les valeurs positives.

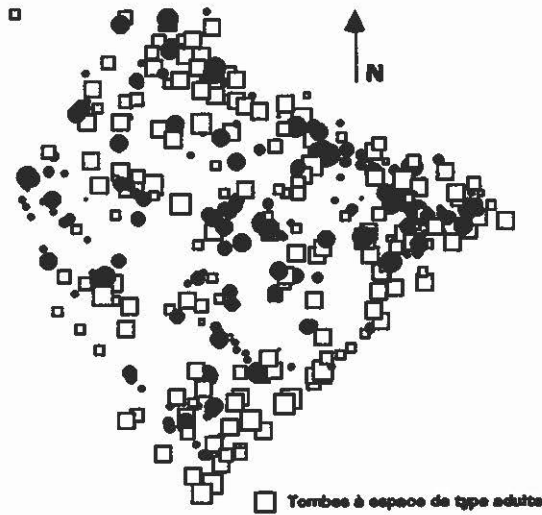


Fig. 18 – Facteur F1 - ACP ordinaire pondérée par le poids des voisinages.

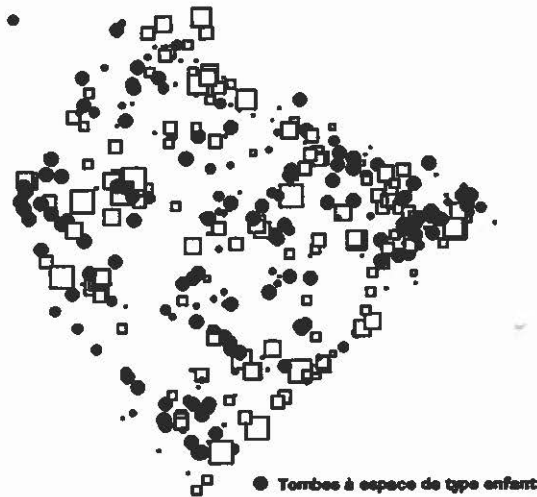


Fig. 19 – Facteur F2 - ACP ordinaire pondérée par le poids des voisinages.

L'espace de type adulte qui imprime une certaine régularité à l'occupation du sol et du plan est particulièrement important du côté Est de la nécropole où il était exposé aux regards de la cité, sous le mur d'enceinte. Il resterait à savoir s'il n'était pas lui-même bordé d'un chemin, tellement le dispositif lui ressemble. Une approche en ce sens pourrait être tentée sur le bord

exposé au Nord, qui tout en n'ayant pas la régularité du précédent présente une certaine analogie.

L'espace de type enfant est radicalement différent, non pas dans le sens d'une absence de structure, mais au contraire par une structure très différente de la précédente et qui s'avère désorganiser davantage la régularité de l'espace de type adulte. Est-ce à dire que les emplacements des enfants forcent l'organisation des adultes en venant se coller près de leurs tombes? Le grand nombre de sépultures d'enfants et cette façon particulière qu'ils ont d'organiser leur espace pourraient bien indiquer un comportement des adultes qui traduit la fatalité devant la disparition des enfants.

D'autre part, la grande concentration de tombes d'enfants fortement resserrés dans l'angle Nord-Est pourrait être due au fait que à ce niveau se trouvait un point d'entrée communiquant avec l'intérieur de la cité⁷. Dans ce cas nous aurions en fait un endroit privilégié par les vivants, à cause de son exposition, plus que par un groupement humain homogène.

6.2 Analyse des structures locales pour observer ce qui se passe entre deux points voisins

6.2.1 La variance locale et le test de structure*

La variance locale a pour but de mettre en évidence ce qui se passe entre deux points voisins d'une structure spatiale. C'est à dire ce qui varie le plus au niveau local. L'observation sert à tester la signification de cette variance locale pour une variable donnée. Si le rapport de la variance locale estimée entre voisins sur la variance estimée sur l'ensemble des couples est proche de 1 c'est qu'il n'y a pas de structure spatiale locale.

Nous avons soumis le matériel de la nécropole occidentale de Mégara Hyblaea à ce test de structure afin de connaître pour chacune des 14 variables son comportement au niveau local.

Le tableau de la Fig. 20 résume les résultats du Test de Geary⁹ appliqué aux 14 variables définies précédemment. Le rapport *c observed* est l'indice de Geary (variance locale sur les couples voisins / variance estimée pour tous les couples). Les valeurs des Test N et R sont les variances estimées pour tous les couples selon deux modèles distincts appelés N et R.

⁷ C'est à cet endroit qu'une structure d'une dizaine de mètres de long par deux de large, composée d'un assemblage de galets, fut mise au jour par Paolo Orsi lors de la fouille de 1889. Au moment de sa mise au jour, l'archéologue l'avait considérée comme un tronçon de route qui conduisait de la cité aux premières tombes de la nécropole. Par la suite il s'est toujours limité à l'appeler il "ciottolato". La difficulté majeur tient au fait que du côté de l'enceinte, à ce niveau, c'est à dire dans l'angle qui borde le plateau, les fouilleurs trouvèrent les structures de l'enceinte complètement rasées au niveau du sol ce qui exclut tout recours à l'archéologie pour situer un point d'entrée quelconque.

⁸ Pour la présentation du problème on se reportera à la documentation d'ADE cahier, 8, 8-11. Pour le test de structure: CLIFF, ORD 1973.

Geary Autocorrelation Test			
Graph matrix: G\$G			
Data matrix: 3calc			
Point number: 357			
Var 1	c observed	Test N	Test R
	+8.4854E-01	+2.1650E+00	+2.1669E+00
2	+7.8612E-01	+3.0573E+00	+2.1550E+00
3	+3.4973E-01	+9.2954E+00	+9.6078E+00
4	+6.2344E-01	+5.3828E+00	+4.4059E+00
5	+1.0593E+00	-8.4699E-01	-7.1107E-01
6	+6.7723E-01	+4.6139E+00	+2.8665E+00
7	+8.7367E-01	+1.8058E+00	+1.9024E+00
8	+8.7238E-01	+1.8243E+00	+1.9567E+00
9	+1.1488E+00	-2.1277E+00	-1.4534E+00
10	+8.0489E-01	+2.7890E+00	+3.1721E+00
11	+9.4982E-01	+7.1733E-01	+7.9325E-01
12	+8.5111E-01	+2.1283E+00	+2.0776E+00
13	+8.0586E-01	+2.7751E+00	+3.1463E+00
14	+8.6429E-01	+1.9399E+00	+2.2016E+00

Fig. 20 – Le Test de Geary sur les 14 variables.

6.2.2 Les variables sans structure locale

Sur le plan strict des définitions on constate que la variable 11 (adultes) offre très peu d'écart, ce qui veut dire qu'elle n'a pas de structure locale, et que localement il se passe les mêmes choses que pour l'ensemble des couples.

Les variables 5 (tombes réaménagées) et 9 (rite indéterminé) ont un profil particulier et ce sont les variances estimées pour l'ensemble des couples qui présentent des distorsions. Cela est tout à fait rassurant de savoir que les tombes réaménagées n'offrent même pas de variance significative sur l'ensemble des couples ainsi que pour les tombes à rite indéterminé.

6.2.3 Des structures locales plus ou moins fortes

Pour les 11 autres variables les estimations de la variabilité pour les couples de tombes voisines sont inférieurs aux variances estimées pour tous les couples. Pour chacune d'elle il y a une autocorrélation spatiale, à savoir que deux tombes voisines se ressemblent. Néanmoins parmi les 11 variables en question les variances locales montrent que certaines d'entre elles sont plus fortement corrélées que d'autres.

Les écarts les plus importants donnent une plus forte structure spatiale aux variables 3 (contrainte topographique), 4 (limite surdéterminée), 6 (tombe interne à une enveloppe) et 2 (tombe à fonction d'enveloppe) avec une valeur particulière accordée à la variable 3. On nous répondra que c'est bien normal puisque précisément ces variables notent des dispositifs spatiaux particuliers, mais ce qui nous importe ici c'est que l'analyse les déniche parfaitement.

⁹ GEARY R.C., *The contiguity ratio and statistical mapping*, «The incorporated Statistician», 5, 3, 1954, 115-145 (d'après ADE cahier, 8).

Les autres variables offrent une structure locale beaucoup moins importante et pour s'en tenir aux structures les plus faibles on trouve les variables 14 (tombe construite), 8 (inhumation) et 7 (crémation).

6.2.4 Conclusions sur le Test de structures locales

En conclusion le Test révèle une forte structure locale dans un groupe de tombes défini par des tombes très serrées les unes des autres (en fait elle sont d'autant plus serrées qu'elles se ressemblent), des tombes pour lesquelles on a ajouté une construction particulière pour les délimiter des autres (cela veut dire que les voisins de ces tombes ont un dispositif identique, ce sont les tombes couplées par un pourtour de galets), des tombes servant d'enveloppe à d'autres tombes, c'est à dire prêtant leur limite spatiale à une autre tombe et le dernier groupe est formé précisément par les tombes contenues dans les enveloppes, c'est à dire qui abandonnent leur propre limite pour emprunter celle d'une autre.

Ceci confirme un ensemble original qui tout en s'écartant du mode qui prévaut pour l'ensemble des dispositions spatiales des tombes de la nécropole occidentale, dispose d'un espace particulier limité à des tombes voisines. Il traduit un comportement à la fois plus individuel mais qui vise en même temps à désigner de manière singulière un ensemble plus réduit de tombes.

Cela constitue un bon point de départ pour la recherche de secteurs internes à la nécropole définis par un ensemble de pratiques humaines communes.

Dès que plusieurs variables présentent une forte structure locale se pose la question de la synthèse multivariée. La question qui se pose est de savoir dans quelle mesure une variation d'une ou plusieurs variables s'accompagne systématiquement d'une variation de l'une ou de plusieurs autres dans le même sens ou dans le sens contraire. Rechercher les combinaisons de variables qui varient le plus entre voisins c'est faire de l'ordination locale.

6.3 ACP locale. Une Analyse d'inertie locale pour la recherche des combinaisons de variables les plus significatives¹⁰

6.3.1 Présentation

L'analyse de l'inertie locale utilise le tableau des valeurs trouvées lors de l'ACP normée. Il comporte 357 lignes correspondant au nombre de tombes et 14 colonnes correspondant aux facteurs calculés. C'est le tableau qui nous a servi à tracer le graphe des valeurs propres de l'ACP ordinaire (Fig. 15).

Ce même tableau est soumis au calcul de l'inertie locale en lui adjoi-

¹⁰ Pour la présentation du problème on se reportera à la documentation d'ADE cahier 8, 1, 11-21. La variance locale utilisée est celle de LE FOLL Y., *Pondération des distances en analyse factorielle*, «Statistique et analyse des données», 7, 1982, 13-31. Et l'extension de la variance locale à l'inertie locale s'appuie sur les travaux de CARLIER A., *Applications de l'analyse factorielle des évolutions et de l'analyse intra-périodes*, «Statistique et analyse des données», 10, 1985, 27-53 (d'après ADE, cahier, 8).

gnant la matrice carrée du graphe de voisinage (357 x 357 tombes). L'analyse s'occupe de prendre en compte uniquement les couples de voisins et de calculer l'inertie locale sous la forme de la somme des variances locales des variables.

6.3.2 Le graphe des valeurs propres (Fig. 21)

Il ressemble à celui de l'ACP normée (Fig. 15) et montre l'importance des deux premiers facteurs (F1, F2).

6.3.3 Le poids des variables (Fig. 22).

La Fig. 22 représente le poids des variables dans l'ACP locale. On note l'identification des variables communes dans l'occupation de la nécropole qui ressemblent à celle de l'ACP ordinaire avec quelques exceptions (Fig. 16).

Là où on disposait d'un groupe composé des variables 1, 2, 5, 11, 13 et 14, l'ACP locale tend à écarter les variables 1 et 5 des autres.

Une situation similaire se reproduit pour le groupe 3, 4, 9 et 10 où l'ACP locale regroupe 3, 4 et 6 d'une part et repousse 9 et 10 ensemble.

Le manque de corrélation est toujours représenté par la variable 8 (inhumation), et le groupe des indéterminés composé de 7 et 12 est encore plus fort dans l'ACP locale qu'il ne l'était dans l'ACP ordinaire.

L'affirmation d'une autocorrélation positive chez un certain nombre de variables signifie une variabilité faible entre tombes voisines. Or c'est dans cette variabilité (faible) que l'organisation inter-variables et inter-groupements de tombes est mise en évidence (forte).

L'Analyse offre un cas typique d'analyse intra-classes (en fait inter-tombes voisines, c'est à dire inter-groupements de tombes) dont l'inertie est quantitativement petite et qualitativement fondamentale.

Sur le plan des classes, l'ACP locale diffère légèrement de l'ACP ordinaire. L'espace de la nécropole est toujours caractérisé par un espace de type adulte, mais à la différence du précédent, l'analyse des groupements de tombes tend à minimiser l'importance des tombes polysomes et des tombes réaménagées, ce qui est tout de même inattendu, tellement la question des sépultures multiples apparaît d'emblée comme importante sur le plan de l'espace.

6.3.4 Synthèse des classes de l'ACP locale

– Une première classe basée sur des tombes d'adultes, construites qui ont des fonctions d'enveloppe et qui organisent pour l'essentiel le plan d'occupation du sol.

– Une deuxième classe basée sur des tombes à vases qui sont souvent placées très près d'autres tombes et qui disposent souvent d'une construction particulière pour définir leur limite d'occupation du sol. Dans ce même groupe on trouve les tombes placées à l'intérieur des tombes à enveloppes de la 1ère classe. On se souvient lors du test de structure précédent que ce sont les variables de cette classe qui isolément disposaient de la plus forte structure locale.

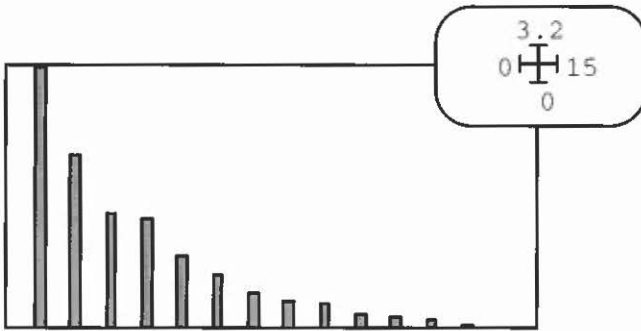


Fig. 21 – ACP locale: graphe des valeurs propres.

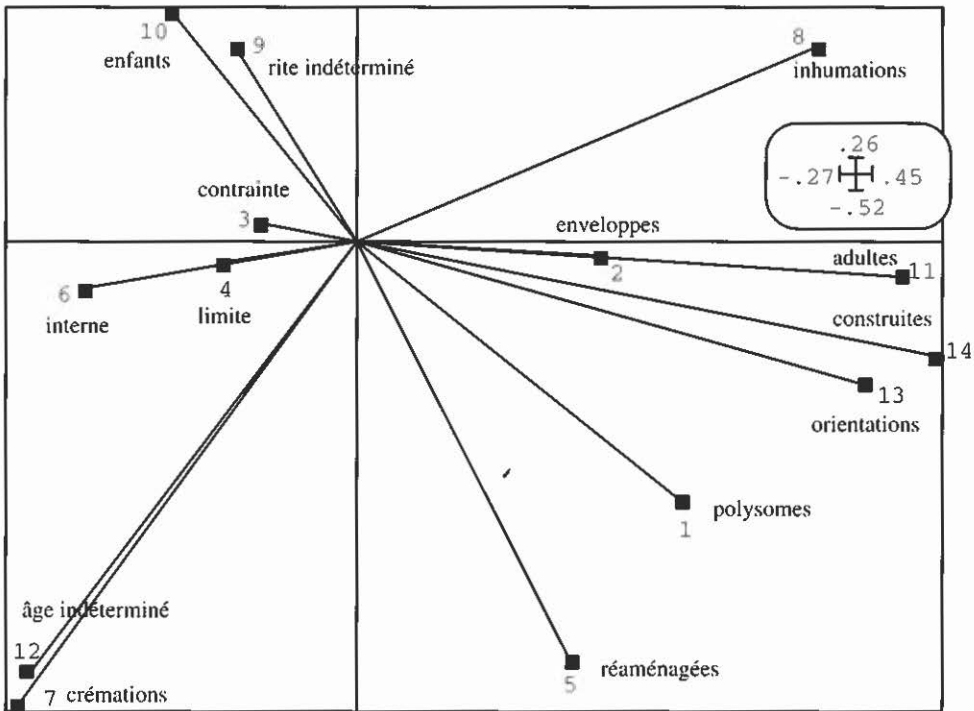


Fig. 22 – ACP locale: le poids des variables.

- Une troisième classe par la force des choses est basée sur les tombes d'enfants à rite indéterminé. Cette classe illustre le poids de l'indétermination archéologique et devrait être éliminée car elle brouille l'ensemble de l'étude.
- Une quatrième classe appartient également à l'indétermination archéologique. Elle est basée sur les tombes à crémation dont l'âge du défunt est impos-

sible à évaluer. Comme la précédente, cette classe devrait être supprimée.

– Il reste les variables flottantes qui ne trouvent pas de corrélation forte avec les autres. Dans l'ACP ordinaire il s'agissait surtout de l'inhumation que l'on retrouve ici, mais l'ACP locale affirme que les tombes polysomes d'une part et les tombes dont les caractères liés à l'espace s'écartent de la règle générale ont tendance à s'écarter des autres.

6.3.5 La carte factorielle F1/F2 de l'ACP locale (Fig. 23)

La carte factorielle de l'ACP locale se distingue radicalement d'une carte d'ACP ordinaire en ce que les deux coordonnées (F1/F2) sont covariantes. C'est à dire que localement, au niveau des tombes voisines, elles ne sont pas covariantes. L'inertie locale projetée est représentée par la longueur des arêtes du graphe de manière à optimiser la lecture de l'évolution le long des tombes voisines qui composent les groupements.

A la longueur des arêtes on reconnaît que la structure spatiale est totalement parasitée par les tombes à caractère indéterminé. De son côté l'inhumation, tout en déployant également une forte inertie locale a un effet plus limité à certains secteurs. Sur le plan archéologique ce sont finalement les cas de tombes réaménagées et de tombes polysomes qui offrent le plus d'inertie locale. Nos efforts ne doivent pas masquer le fait que cette ACP locale souffre trop de variables parasites qu'il faudrait éliminer avant de pouvoir se prononcer plus en détail.

6.3.6 Projection du facteur F1 dans l'espace concret (Fig. 24)

Si on compare cette carte à celle du facteur F1 de l'ACP ordinaire (Fig. 18) on s'aperçoit qu'il s'agit exactement de la même mais inversée. Les valeurs positives de la précédente sont devenues négatives dans l'ACP locale et vice-versa.

6.3.7 Projection du facteur F2 dans l'espace concret (Fig. 25)

Pour le facteur F2 c'est encore plus flagrant car les valeurs de l'ACP locale sont au signe près exactement identiques à celles de l'ACP ordinaire (Fig. 19).

6.3.8 La matrice des corrélations

Tout cela pourrait porter à croire que l'ACP locale est la même que l'ACP ordinaire. Pour prouver le contraire il suffit de se reporter aux tableaux des deux matrices des corrélations (Fig. 26 et Fig. 27).

En réalité l'ACP locale diffère toujours d'une ACP ordinaire sauf quand l'essentiel de la structure est locale, ce qui est en partie notre cas à cause des indéterminés.

6.3.9 Conclusions sur l'ACP locale

L'Analyse des groupements de tombes par les tombes voisines a montré qu'elle était avant tout parasitée par les variables à caractère indéterminé qui

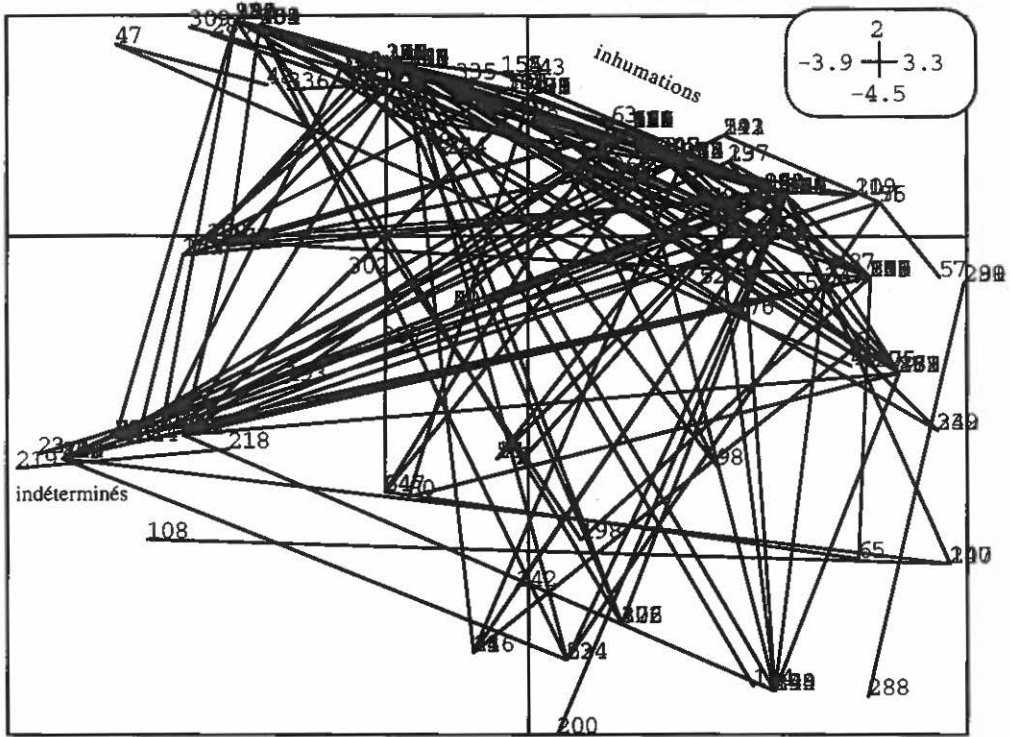


Fig. 23 – ACP locale: F1/F2: les individus (inertie locale maximisée).

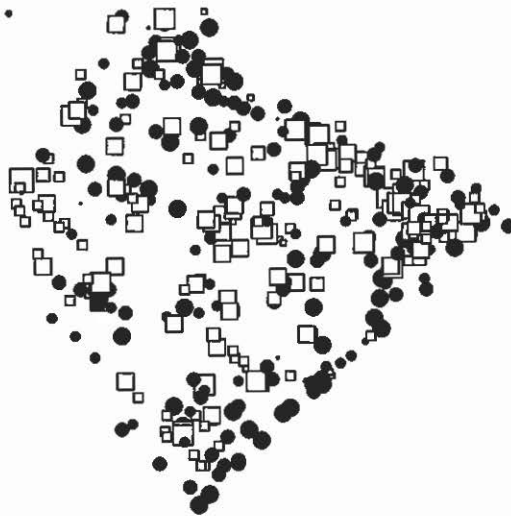


Fig. 24 – Carte du facteur F1 de l'ACP locale.

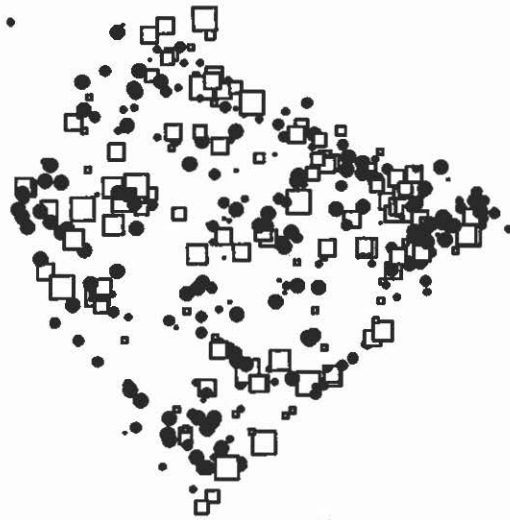


Fig. 25- Carte du facteur F2 de l'ACP locale.

somme toute sont fréquentes en archéologie. Sur le plan des tombes isolées elle est conforme à l'ACP ordinaire, mais c'est surtout sur le plan des corrélations entre variables et entre groupements de tombes qu'elle a montré son intérêt. C'est une voie qui permet de détecter les classes de groupements de tombes, des plus fortement liées à celles qui le sont moins.

Dans le même temps ce type d'analyse montre l'importance de disposer de groupements de tombes les plus complets possibles et en particulier elle pourrait s'avérer très utile en ajoutant la dimension chronologique.

Sur l'ensemble des classes proposées par l'ACP locale seulement deux sont archéologiquement caractéristiques de l'univers de la nécropole.

6.4 *Analyse de la covariance spatiale multidimensionnelle pour mettre en évidence ce qui varie le moins entre deux points voisins*¹¹ (*Analyse de Moran*)

6.4.1 Présentation

Il s'agit de faire de l'ordination sous contrainte spatiale. Le but est de trouver des combinaisons de variables qui varient le moins possible entre deux points voisins¹². La question posée est la suivante: Devant une série de

¹¹ Pour la présentation du problème on se reportera à la documentation d'ADE cahier 8-2, 1-21. L'Analyse en question a été appelée Analyse de Moran par les auteurs en souvenir de celui qui a ouvert la voie. L'indice de Moran est décrit dans l'ouvrage déjà cité de CLIFF, ORD 1973.

¹² La méthode est une extension de celle de Wartenberg à laquelle elle apporte une modification. WARTENBERG D., *Multivariate spatial correlations: a method for exploratory geographical analysis*, «Geographical Analysis», 17, 4, 1985, 263-283 (d'après ADE cahier, 8).

	Var 1	2	3	4	5	6	7
Var 1	1	1,37E-02	-0,1200424	-0,1037695	0,4349779	-0,1006996	-1,29E-02
2	1,37E-02	1,000001	-8,00E-02	-3,03E-02	0,184843	-7,24E-02	-7,84E-03
3	-0,1200424	-8,00E-02	1	0,1400021	-6,93E-02	2,10E-02	0,1184421
4	-0,1037695	-3,03E-02	0,1400021	0,9999999	-0,1281212	-5,62E-02	0,1716166
5	0,4349778	0,184843	-6,93E-02	-0,1281212	0,9999996	-9,32E-02	0,2951586
6	-0,1006996	-7,24E-02	2,10E-02	-5,62E-02	-9,32E-02	1	0,2902504
7	-1,29E-02	-7,84E-03	0,118442	0,1716166	0,2951586	0,2902504	0,9999997
8	0,2726382	1,06E-02	-0,1908875	-0,1729004	1,19E-02	-0,3022384	-0,7192562
9	-0,1376992	5,33E-02	6,73E-02	-4,60E-02	-0,1057003	-5,30E-03	-0,1713283
10	-0,1083135	-0,1251291	4,55E-02	2,63E-02	1,29E-02	-0,1466277	-0,287599
11	0,4120082	0,1117288	-0,1738986	-0,2044079	0,1538847	-0,1864646	-0,3060952
12	-4,49E-02	-8,11E-03	0,1097824	0,1736039	0,1960042	0,3669256	0,8082335
13	0,344307	0,2499591	-0,2014715	-0,2984654	0,3658399	-0,2261553	-0,1709528
14	0,4014616	0,1920931	-0,2250751	-0,3414707	0,337782	-0,2427818	-0,2593305

	Var 8	9	10	11	12	13	14
Var 1	0,2726382	-0,1376992	-0,1083136	0,4120082	-4,49E-02	0,3443069	0,4014616
2	1,06E-02	5,33E-02	-0,1251291	0,1117288	-8,11E-03	0,2499591	0,1920931
3	-0,1908875	6,73E-02	4,55E-02	-0,1738986	0,1097824	-0,2014715	-0,2250751
4	-0,1729004	-4,60E-02	2,63E-02	-0,2044079	0,1736038	-0,2984654	-0,3414707
5	1,19E-02	-0,1057003	1,29E-02	0,1538847	0,1960042	0,3658399	0,337782
6	-0,3022384	-5,30E-03	-0,1466277	-0,1864646	0,3669257	-0,2261553	-0,2427818
7	-0,7192562	-0,1713283	-0,287599	-0,3060952	0,8182336	-0,1709528	-0,2593305
8	0,9999998	-0,4239526	0,1837854	0,3872669	-0,5981237	0,297859	0,4047588
9	-0,4239526	1	0,1038695	-2,85E-02	-0,1401874	-0,1092217	-0,1355231
10	0,1837854	0,1038695	0,9999985	-0,6052514	-0,4530734	-0,2979425	-0,3363646
11	0,3872669	-2,85E-02	-0,6052516	1,000001	-0,2824523	0,5471054	0,6602174
12	-0,5981237	-0,1401874	-0,4530734	-0,2824523	1,000001	-0,1575827	-0,2485029
13	0,297859	-0,1092217	-0,2979425	0,5471054	-0,1575827	0,9999999	0,8200321
14	0,4047588	-0,1355231	-0,3363647	0,6602175	-0,248503	0,8200321	0,9999992

Fig. 26 – Matrice carrée des corrélations de l'ACP ordinaire.

	Var 1	2	3	4	5	6	7
Var 1	1,000003	4,36E-02	-0,1386206	-0,0612374	0,4548584	-0,0544331	6,09E-02
2	4,36E-02	1,000003	1,75E-09	6,68E-02	0,2729604	-0,7572359	-9,96E-02
3	-0,1386206	-1,86E-09	0,9999995	6,06E-02	-9,01E-02	1,05E-09	9,04E-02
4	-6,12E-02	6,68E-02	6,06E-02	0,9999948	-4,6E-02	-0,0416666	0,1304375
5	0,4548585	0,2729604	-9,01E-02	-4,64E-02	0,9999987	-0,2166435	0,3737041
6	-5,44E-02	-0,7572359	-2,33E-10	-4,17E-02	-0,2166433	0,9999979	0,2236075
7	6,09E-02	-9,96E-02	9,04E-02	0,1304375	0,373704	0,2236075	0,9999987
8	0,2250935	9,69E-02	-0,193549	-0,0725477	1,35E-02	-0,217642	-0,6597002
9	-0,1685859	9,20E-02	8,35E-02	-0,1147079	-0,1491056	-7,65E-02	-0,1709974
10	-0,1009389	-1,84E-02	9,99E-02	5,15E-02	6,38E-02	-4,58E-02	-0,1740503
11	0,3460721	0,1415978	-0,1766852	-0,1490094	9,84E-02	-0,1986796	-0,3257923
12	1,38E-02	-0,1807012	6,15E-02	0,1267733	0,235412	0,3098878	0,8063258
13	0,3155246	0,2950839	-0,1506291	-0,2242705	0,3459831	-0,3450334	-0,1748779
14	0,3801882	0,2666694	-0,1774658	-0,2328165	0,3211586	-0,2882482	-0,2677343

	Var 8	9	10	11	12	13	14
Var 1	0,2250935	-0,1685859	-0,1009389	0,3460722	1,38E-02	0,3155246	0,3801883
2	9,69E-02	9,20E-02	-1,84E-02	0,1415978	-0,1807012	0,2950839	0,2666693
3	-0,1935492	8,35E-02	9,99E-02	-0,1766851	6,15E-02	-0,1506291	-0,1774658
4	-7,25E-02	-0,1147079	5,15E-02	-0,1490094	0,1267733	-0,2242705	-0,2328165
5	1,35E-02	-0,1491055	6,38E-02	9,84E-02	0,235412	0,3459831	0,3211586
6	-0,2176421	-7,65E-02	-4,58E-02	-0,1986796	0,3098879	-0,3450334	-0,2882481
7	-0,6597002	-0,1709975	-0,1740503	-0,3257923	0,8063257	-0,1748779	-0,2677342
8	1,000001	-0,4826631	7,97E-02	0,3939747	-0,539563	0,3103881	0,4150187
9	-0,4826632	1,000005	6,30E-02	1,52E-02	-0,1551129	-9,50E-02	-0,1068236
10	7,97E-02	6,30E-02	0,9999967	-0,6458791	-0,3482717	-0,293842	-0,3380718
11	0,3939747	1,52E-02	-0,6458793	1,000001	-0,3246353	0,5027068	0,6167456
12	-0,5395631	-0,1551129	-0,3482718	-0,3246352	1,000002	-0,1516358	-0,2473626
13	0,3103884	-9,50E-02	-0,2938419	0,5027067	-0,1516358	0,9999982	0,8262433
14	0,4150186	-0,1068237	-0,3380716	0,6167456	-0,2473627	0,8262435	1

Fig. 27 – Matrice carrée des corrélations de l'ACP locale.

cartes plus ou moins simples comment faire leur lecture simultanée, leur synthèse, voire leur ordination ou leur classification en plusieurs types.

6.4.2 La méthode

La méthode proposée s'appuie sur les propriétés de l'analyse des correspondances de la matrice du graphe de voisinage (Fig. 1)¹³. Celle-ci fournit à la fois les coordonnées donnant des cartes les plus simples et à la fois les coordonnées reconstituant l'espace concret à partir de la notion de voisinage. La méthode réunit la notion de maximiser la corrélation entre voisins et minimiser la variance entre voisins. C'est exactement le contraire que nous avons recherché dans l'ACP locale.

Comme pour l'ACP locale, l'analyse de la covariance utilise le tableau des valeurs propres fournis par l'ACP normée (Fig. 15) et la même matrice carrée du graphe de voisinage.

6.4.3 Le graphe des valeurs propres (Fig. 28)

Les valeurs propres de l'opérateur de Moran sont positives si l'autocorrélation est positive (facteurs cartographiables) et négatives si l'autocorrélation est négative. Le graphe fournit directement les facteurs cartographiables. Les quatre premiers facteurs sont plus fortement corrélés que les autres mais l'analyse dit que les sept premiers facteurs sont néanmoins représentables.

6.4.4 Le poids des variables (Fig. 29)

La fig. 29 représente le poids des variables de l'analyse de Moran. On s'aperçoit immédiatement qu'elle diffère totalement des deux précédentes ACP ordinaire (Fig. 16) et ACP locale (Fig. 22).

- Les groupements de variables les plus corrélées sont celles de tombes construites à inhumation d'adultes, à sépultures multiples parfois comprenant des enfants et qui se particularisent sur l'ensemble des tombes par des usages contraires à la règle générale.
- Un autre groupement se compose de tombes à base des vases, installées très près d'autres tombes et dont une partie dispose d'une construction particulière comme limite. C'est dans ce groupe que l'on trouve les cas de rites indéterminés.
- Un troisième groupe nettement moins important pour l'analyse se compose du couple de tombes à enveloppes et des tombes contenues dans les enveloppes.
- Un dernier est celui des crémations dont l'âge du défunt reste indéterminé.

Les deux premiers groupes sont directement cartographiables.

¹³ LEBART L., *Correspondance analysis of graph structure*, «Bulletin technique du CESIA», 2,1-2, 5-19, 1984 (d'après ADE cahier, 8).

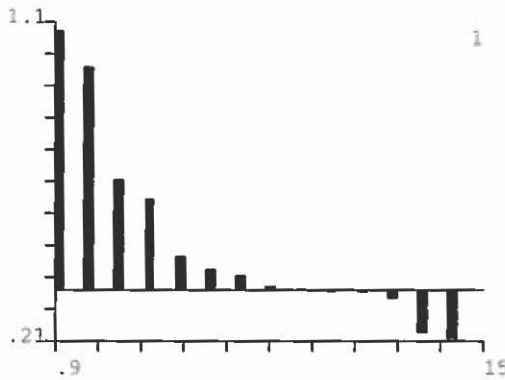


Fig. 28 – Analyse de Moran: graphe des valeurs propres.

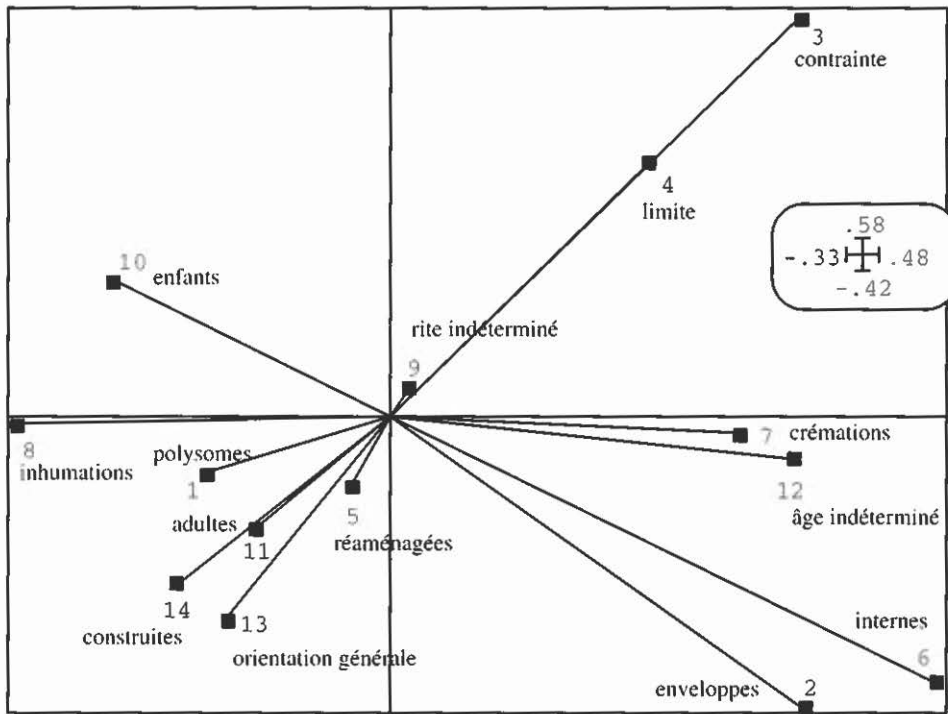


Fig. 29 – Analyse de Moran: le poids des variables.

6.4.5 Projection du facteur F1 dans l'espace concret (Fig. 30)

Les tombes indiquées par les carrés sont celles qui ont les variables archéologiques les plus fortement corrélées. Elles représentent une synthèse de ce qui exprime le plus d'activité humaine dans la nécropole et qui organi-

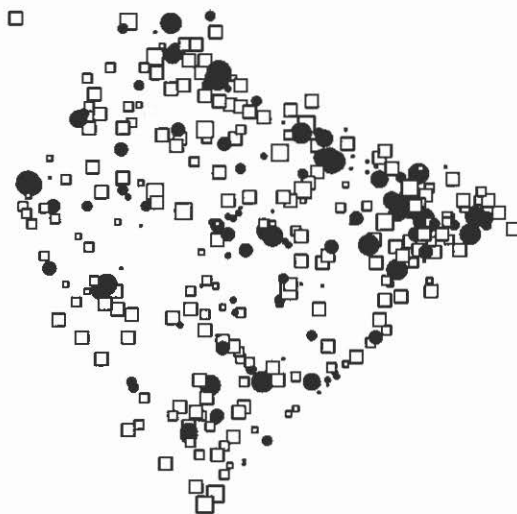


Fig. 30 – Carte du facteur F1 de l'Analyse de Moran.

sent le mieux le plan d'occupation du sol. On constate une dispersion quasiment régulière dans l'espace, ce qui pourrait indiquer des pôles autour desquels s'est déployée l'activité funéraire. Une telle conclusion ne pourrait être envisagée que par un complément d'étude portant sur la chronologie des installations.

6.4.6 Projection du facteur F2 dans l'espace concret (Fig. 31)

Dans cette carte on s'intéresse uniquement aux tombes représentées par des cercles. L'analyse désigne tous les groupements où les tombes sont fortement resserrées les unes contre les autres et qui dans le même temps, par l'ajout d'un pourtour de galets indique une volonté, dans cet espace saturé, de se démarquer des autres. Ce sont pour l'essentiel des tombes à base de vases qui ont indifféremment des enfants et des adultes.

Il s'agit manifestement d'un phénomène particulier qui seulement pour une part pourrait être expliqué par *une crise du logement*, comme dans l'angle Nord-Est. La carte montre que pour tous les autres groupements le rapprochement des tombes entre elles pourrait tenir d'un choix délibéré sans contrainte topographique particulière. Comme dans le cas précédent il faut passer à l'analyse du chronologique pour aboutir à des indications d'ordre historique.

6.4.7 Conclusions sur l'analyse de Moran

La méthode s'est avérée très efficace et d'autant plus pratique qu'elle utilise exactement le même matériel que les analyses précédentes. Bien que les cartes sont un dispositif important dans la recherche, on ne doit pas per-



Fig. 31 – Carte du facteur F2 de l'Analyse de Moran.

dre de vue que le but des analyses précédentes était de rechercher des structures et des classes pour permettre une lecture nuancée de l'espace.

En ce sens les cartes obtenues par l'analyse de Moran représentent une partie seulement du but recherché, à savoir les meilleures combinaisons sans chercher à les distinguer plus loin.

7. CONCLUSIONS GÉNÉRALES DE L'ÉTUDE ET PERSPECTIVES

7.1 *Les méthodes et les données*

Sur le plan archéologique le but était l'étude de l'occupation du sol en relation avec les variables archéologiques, ainsi que l'étude des groupements de tombes.

Sur le plan des méthodes le but était l'observation des variables, en prenant en compte l'espace concret où elles ont été recueillies.

La question portait sur la possibilité d'une typologie des caractères archéologiques décrivant la manière dont un espace a été occupé.

Les méthodes employées ont répondu favorablement à nos attentes. Lors des manipulations elles ont sans cesse montré la voie des améliorations pour obtenir de meilleurs résultats. Les remarques qui suivent portent pour l'essentiel sur des modifications à apporter dans la définition des variables archéologiques.

C'est un aspect qui nous est apparu intéressant que partant de l'archéologie pour aller vers des méthodes mathématiques, ces dernières n'ont cessé de nous renvoyer à l'archéologie. Ce retour ne s'est pas fait au moment de

la seule analyse des résultats, mais à tous les stades des traitements. En ce sens, la programmathèque ADE conçue sous la forme d'une boîte à outils, plus que de recettes toutes prêtes, s'est avérée très efficace et bien adaptée aux conditions particulières de l'archéologue face à son objet.

Voici la liste des enseignements qui forment autant d'améliorations à apporter pour la poursuite des travaux:

- Le parasitage des structures par les mesures mal déterminées par l'archéologue incite à les écarter des calculs.
- L'adoption du rite n'intervient pas dans la structuration de l'espace.
- La distinction des tombes à enveloppes, contenant d'autres tombes, avec les tombes à dépositions multiples ne s'est pas avérée nécessaire.
- Les tombes placées à l'intérieur des tombes à enveloppes s'apparentent aux tombes pour lesquelles la limite se trouve volontairement redéfinie.
- Le cas des tombes comportant des écarts à la règle qualifiées de réaménagées demande à être révisé.
- La description de l'orientation devrait être améliorée, en faisant intervenir une notion de neutralité pour les tombes enfouies, dont la structure visible a des effets plus limités sur le paysage funéraire.
- Sur le plan du voisinage, les relations entre tombes à enveloppes et tombes contenues dans les enveloppes doivent être reconsidérées, de manière à optimiser la description de l'occupation de l'espace.
- La dimension des tombes dans le plan devrait être prise en compte.
- Nécessité d'inclure des données relatives à la chronologie pour optimiser les méthodes et les enseignements.

Sur le plan des méthodes cela veut dire qu'il faut s'orienter vers le traitement de tableaux plus complexes tout en gardant la prise en compte de l'espace concret.

7.2 L'espace étudié

Qu'avons-nous appris sur le plan de l'occupation de la nécropole, en l'absence d'analyse chronologique?

- L'existence de groupements de tombes en relation avec les variables archéologiques est prouvée. Même si la définition de ces groupements doit être affinée par une amélioration des données et des méthodes, les analyses ont montré l'existence d'une certaine conduite dans la manière de grouper les tombes entre elles.
- L'espace funéraire comporte deux formes distinctes qui organisent l'occupation du sol et lui impriment des contours intérieurs particuliers. Les deux formes semblent attirer tous les autres cas.

Le premier est un espace très régulier que nous avons qualifié de type *adulte* et qui correspond à un ensemble de caractéristiques archéologiques

précises, (orientation générale, type de tombe, adulte, à sépultures multiples comprenant également des enfants, présentant une grande liberté dans la manière de transformer l'espace).

Le deuxième type d'espace nous l'avons qualifié d'*enfant*. Il correspond également à une série de caractères archéologiques (tombe à vases contenant des enfants, tombes installées très près d'autres tombes et disposant souvent d'une construction particulière pour marquer leur limite).

– Le plan de la nécropole offre la façade Est très structurée par l'espace de type *adulte*. Située près du fossé, en face de l'enceinte urbaine, elle représente une véritable barrière architecturale derrière laquelle se distribuent de manière plus aérée, d'autres groupements de tombes. Le dispositif de la façade Est offre les caractéristiques d'un dispositif bordé d'un chemin, à défaut d'une véritable route.

La façade Nord de la nécropole offre moins de régularité, mais également une très forte densité de groupes où les deux types d'espaces, *adultes et enfants*, se côtoient et se combinent entre eux. Située près du bord du plateau, la nécropole n'a pas cherché à l'occuper jusqu'à son extrémité. Nous savons par les journaux de fouilles que lors de la campagne de 1889, le chemin qui bordait le plateau fut entièrement retourné sans donner de résultats, à l'exception de deux ou trois tombes d'époque romaine. Ces faits rapprochés avec ceux de notre étude nous incitent à envisager la façade Nord de la nécropole comme étant également bordée d'un chemin. Mais à la différence de la façade Est, elle dispose d'un caractère moins architecturé par la présence de plusieurs groupements apparentés à l'espace de type *enfant* qui viennent perturber la régularité de l'espace de type *adulte*.

Plus précisément c'est l'angle Nord-Est qui est le plus complexe. Outre une grande densité de tombes, il présente une concentration de tombes d'enfants très élevée. Cette situation pourrait tenir davantage à la proximité d'un point d'entrée de la nécropole, qu'à une implantation de groupements humains homogènes. La prise en compte de la chronologie devrait nous aider à mieux comprendre les distributions.

Les deux autres côtés de la nécropole, Ouest et Sud sont purement archéologiques, car nous savons qu'ils correspondent aux limites des terrains fouillés en 1889.

A l'intérieur de ce cadre on retrouve les deux types d'espaces plus ou moins articulés entre eux, mais toujours en situation de noyaux attirant les tombes aux alentours.

Si le dispositif scénique des deux façades, Nord et Est, venait à être confirmé, nous aurions un cas exceptionnel de deux limites adjacentes d'une nécropole d'époque archaïque. Le dispositif serait d'autant plus intéressant à étudier qu'il appartient autant au monde des vivants qu'à celui des morts par la proximité de l'enceinte.

7.3 Perspectives historiques

Les conclusions d'ordre historique, en attendant le traitement des données relatives à la chronologie, ne peuvent qu'esquisser des tendances.

La coexistence de deux types d'espaces sur l'ensemble de la nécropole ne tient pas du hasard. En traduisant des rapports adultes - enfants, avec une nette tendance de ces derniers à déstructurer et souvent à forcer l'espace des premiers, on a le sentiment que la présence de l'enfant dans la nécropole n'est pas envisagée. Le fait est d'autant plus troublant que l'enfant représente plus de la moitié des défunts pour le tronçon étudié. Les rares cas de sépultures d'enfants déposés à côté d'adultes dans la même tombe, ou encore d'enfants déposés seuls dans une tombe d'adulte restent des exceptions. Que l'espace funéraire fut conçu avant tout pour les adultes, pourrait bien indiquer un comportement qui traduit la fatalité des mégariens de cette époque devant la mort de leurs enfants.

ANDREA IACOVELLA
Service Informatique
École Française d'Athènes

BIBLIOGRAPHIE

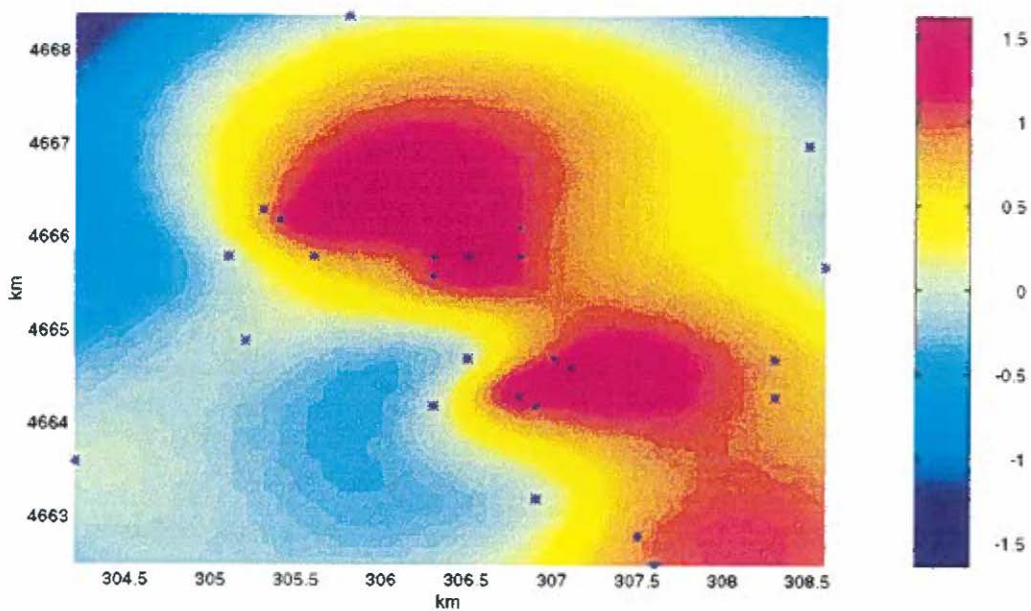
- CLIFF A.D., ORD J.K. 1973, *Spatial Autocorrelation*, London, Pion, 1-178 (d'après ADE cahier, 8).
- DJINDJIAN F. 1991, *Méthodes pour l'archéologie*, Paris, Colin.
- IACOVELLA A. 1996, *Observations sur la distribution des tombes dans une nécropole grecque d'époque archaïque: les cas de la nécropole Ouest de Mégara Hyblaea*, in P. MOSCATI (ed.), *III Convegno Internazionale di Archeologia e Informatica* (Roma, 22-25 novembre 1995), «Archeologia e Calcolatori», 7, 373-384.
- ORSI P., CAVALLARI F.S. 1892, *Megara Hyblaea. Storia, topografia, necropoli e anathemata*, «Monumenti Antichi dei Lincei», 1, coll. 685-950.

ABSTRACT

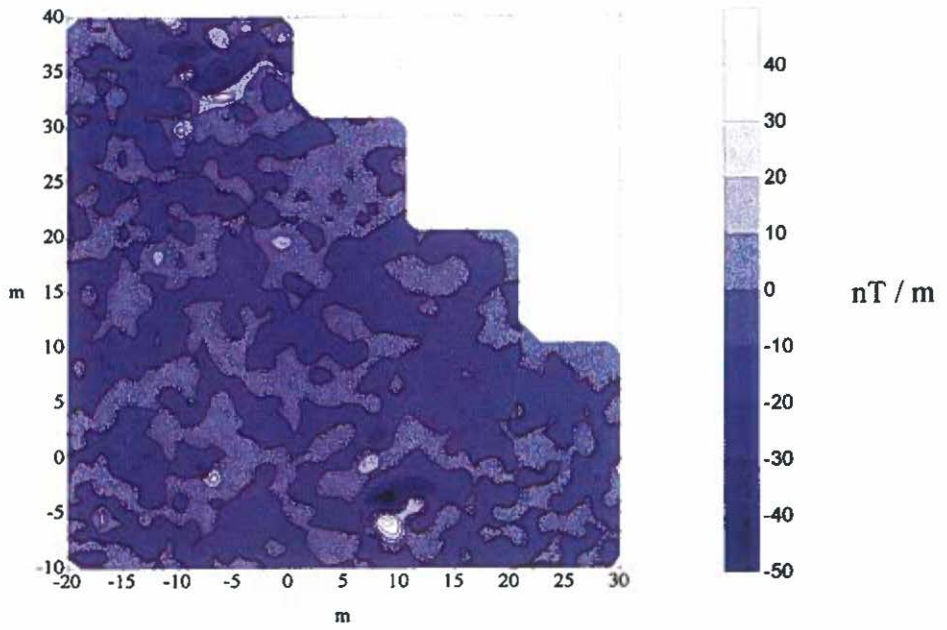
The archaeological aim of this paper is to demarcate the groups of graves within the particular random distribution of a Greek archaic cemetery: the west necropolis of Megara Hyblaea, excavated by Paolo Orsi in 1889.

The metodological aim is to observe the behaviour of four different statistical analyses applied to the same data. The selected methods take the space variable into account; that means: the exact location where each data has been measured (the grave is the unit).

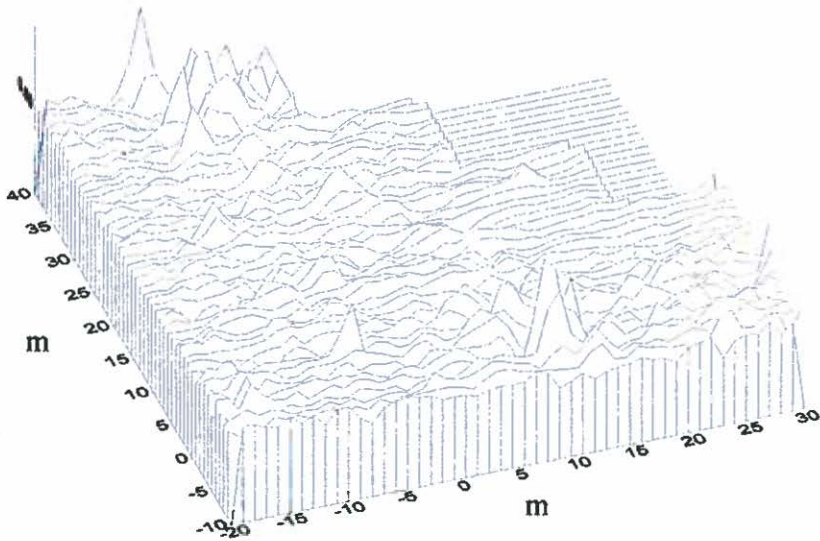
Finally, as far as graves and their location are concerned, the question is the following: is possible to build one tipology of archaeological characteristics through the description of the procedures with which the space has been occupied?



Tav. I – Rappresentazione della $L(d)$ in falsi colori per la zona d'indagine.



Contour plot



Isometric line traces

Raw Data Image

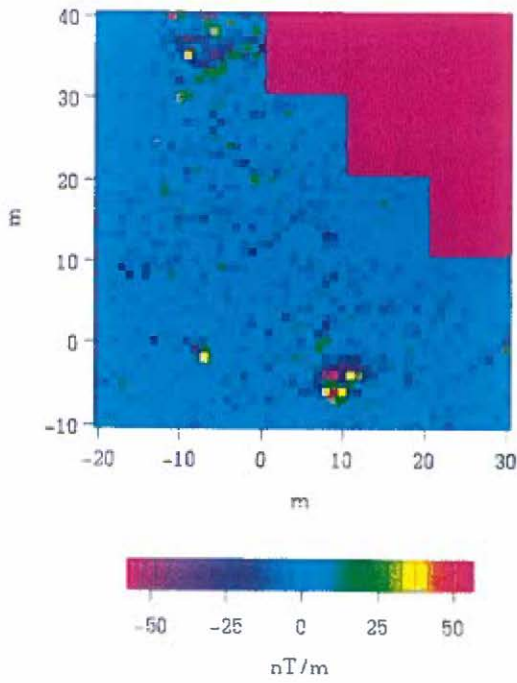
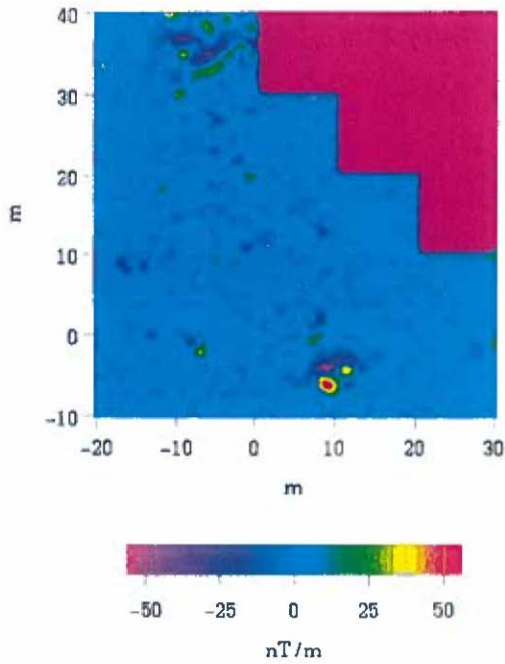
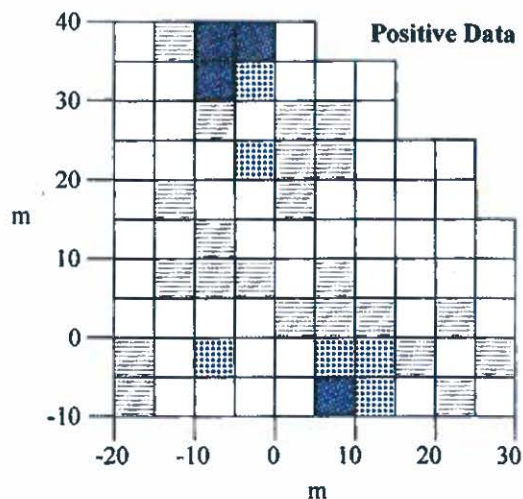
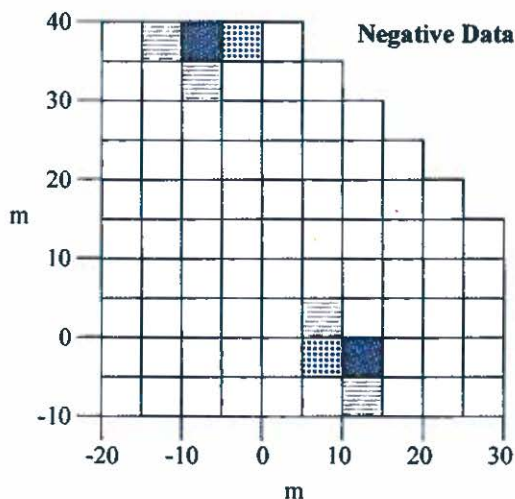


Image obtained from interpolated data



Tav. III, a-b

THEMATIC SCHEME



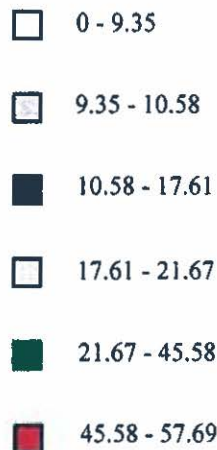
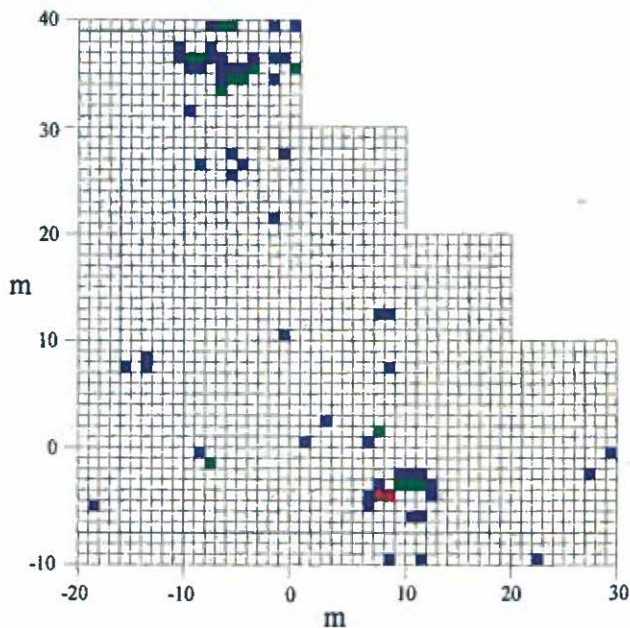
nT / m



Tav. IV, a-b.

THEMATIC MAP

Negative Data



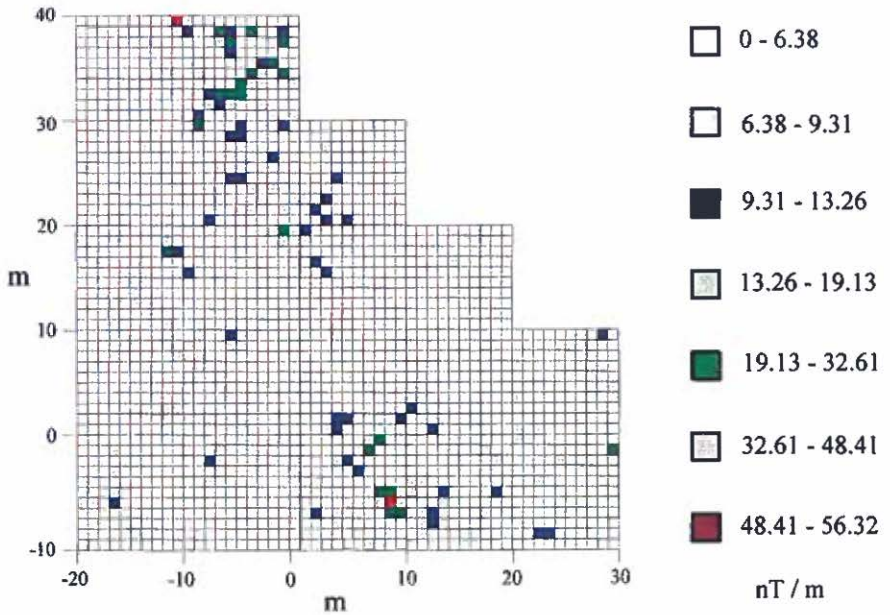
nT / m

Data are not transformed

Tav. IV, c

THEMATIC MAP

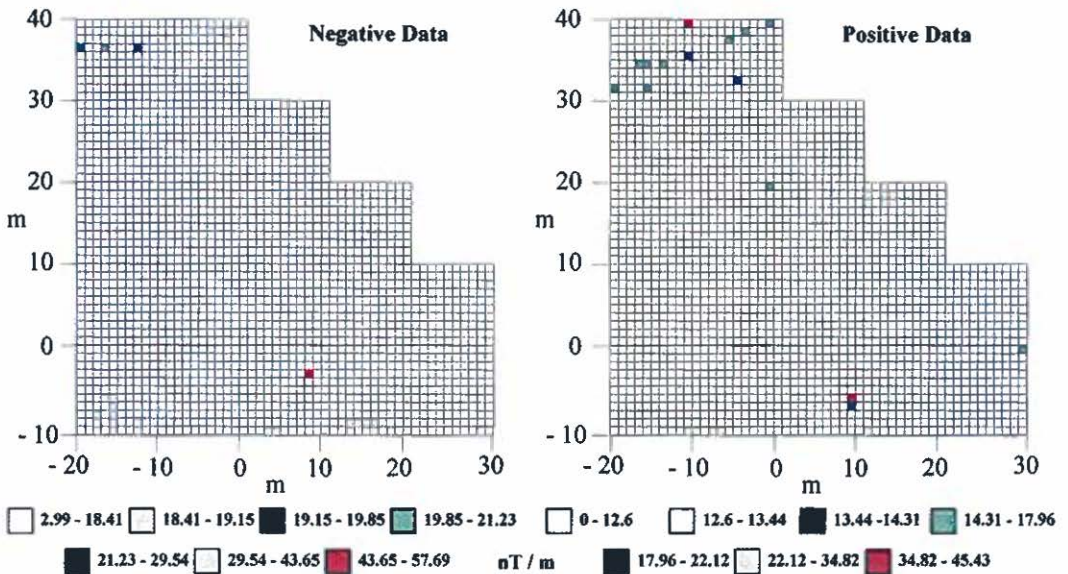
Positive Data



Data are not transformed

Tav. V, a

THEMATIC MAP OF RESIDUALS

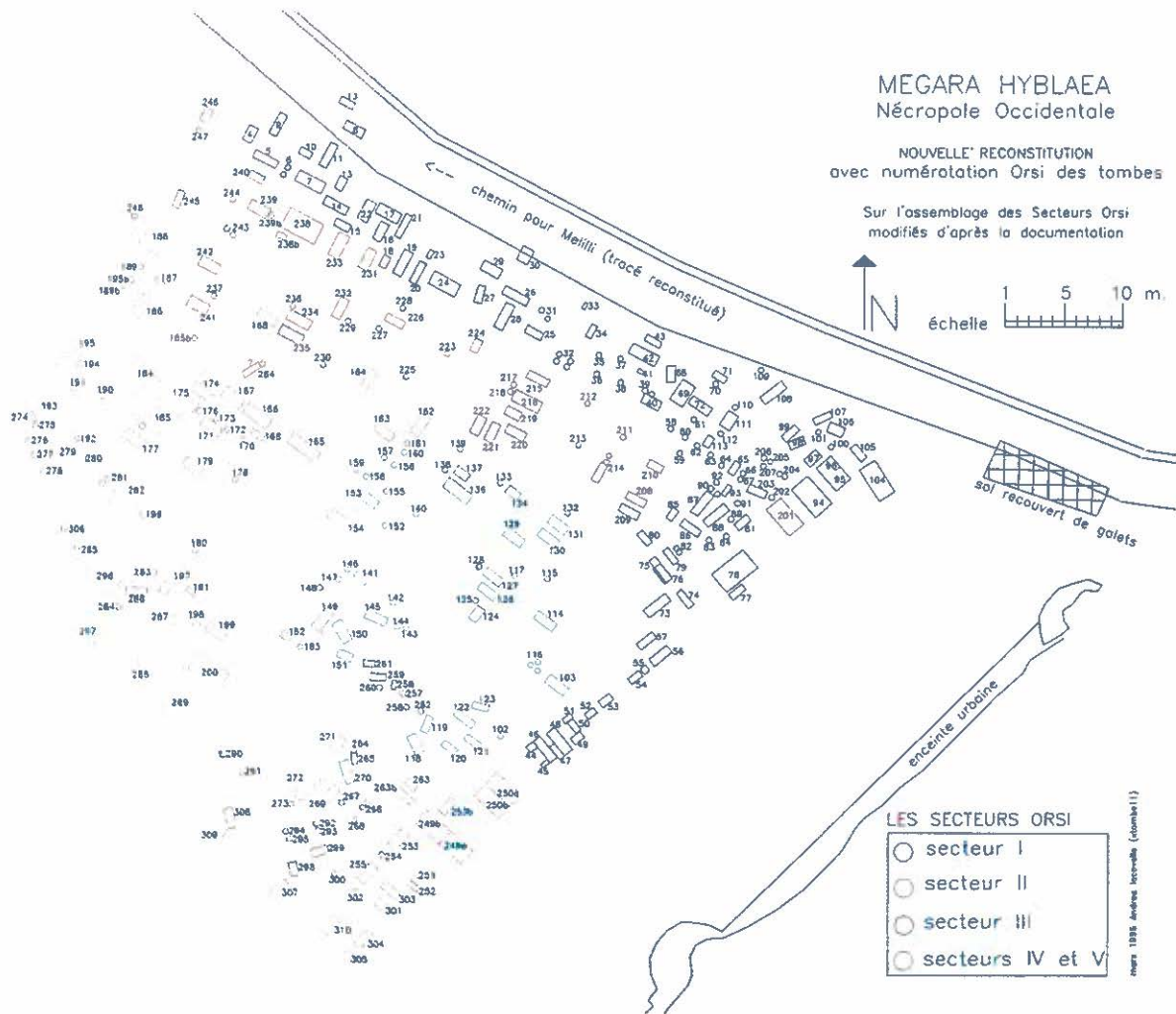


Tav. V, b – Data area transformed by means of median-polish algorithm (with two steps).

MEGARA HYBLAEA
Nécropole Occidentale

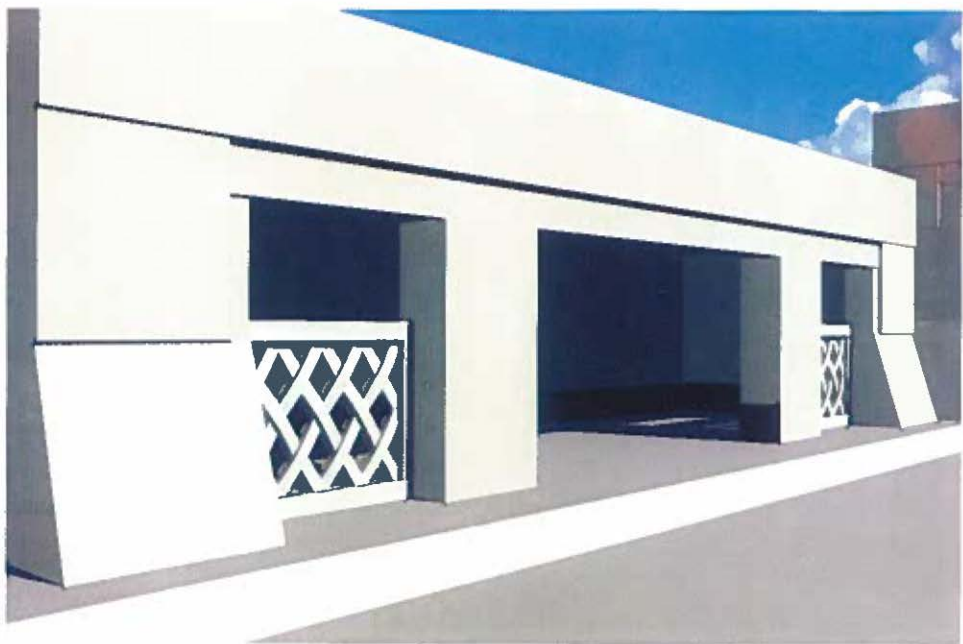
NOUVELLE RECONSTITUTION
avec numérotation Orsi des tombes

Sur l'assemblage des Secteurs Orsi
modifiés d'après la documentation



Plans 1936. Archives Inscrites (Columbe 1)

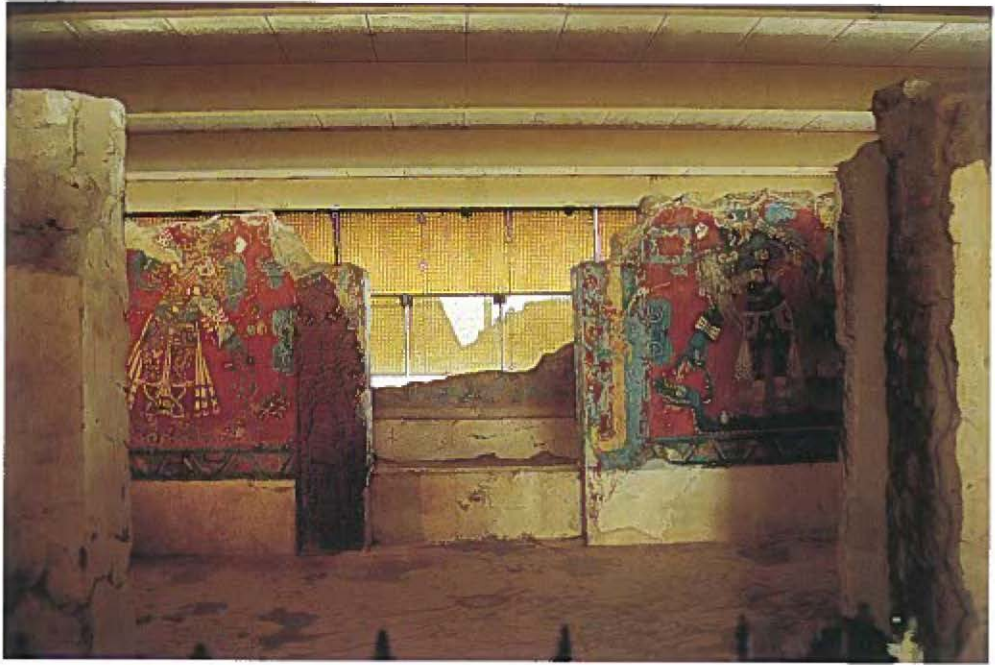
Tav. VI – Le plan de la nécropole occidentale de Mégara Hyblaea (la numérotation des tombes est conforme à celle publiée dans Orsi, CAVALLARI 1892)



Tav. VII - a. "Hollowed Wall", actual state; b. "Hollowed Wall" portico, restitution.



Tav. VIII – a. General perspective of the site ca. 800; b. North-South sight from the Portico B.



Tav. IX – a. Portico A, actual state; b. Portico A, restitution.