



HAL
open science

**Étude stratigraphique, sédimentologique,
micromorphologique et paléoclimatique de remplissages
de grottes du Pléistocène supérieur ancien de l'Europe
méditerranéenne: Sites moustériens du Boquete de
Zafarraya (Andalousie), de Madonna dell'Arma
(Ligurie) et de Kalamakia (Laconie, Péloponnèse)**

Bertrand Lecervoisier

► **To cite this version:**

Bertrand Lecervoisier. Étude stratigraphique, sédimentologique, micromorphologique et paléoclimatique de remplissages de grottes du Pléistocène supérieur ancien de l'Europe méditerranéenne: Sites moustériens du Boquete de Zafarraya (Andalousie), de Madonna dell'Arma (Ligurie) et de Kalamakia (Laconie, Péloponnèse). Archéologie et Préhistoire. Museum national d'histoire naturelle - MNHN PARIS, 2003. Français. NNT: 2003MNHN0033 . tel-00702639

HAL Id: tel-00702639

<https://theses.hal.science/tel-00702639>

Submitted on 30 May 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

Année 2003

N°

THÈSE

pour obtenir le grade de

Docteur du Muséum National d'Histoire Naturelle

Discipline :

présentée et soutenue publiquement

par

BERTRAND LECERVOISIER

le 27 février 2003

Étude stratigraphique, sédimentologique, micromorphologique et paléoclimatique de remplissages de grottes du Pléistocène supérieur ancien de l'Europe méditerranéenne : Sites moustériens du Boquete de Zafarraya (Andalousie), de Madonna dell'Arma (Ligurie) et de Kalamakia (Laconie, Péloponnèse).

—————
Directeur de thèse : Professeur Henry de LUMLEY

JURY

| | |
|------------------------------|------------|
| M. Pr. Henry de Lumley | Président |
| M. Andreas Darlas | Rapporteur |
| M. Pr. Jean-Claude Miskovsky | Rapporteur |
| M. Salah Abessadok | |
| M. Jean-Jacques Bahain | |
| M. Pr. Jean-Joseph Blanc | |
| M. Pr. Bertrand Keraudren | |
| M. Pr. François Semah | |

LECERVOISIER Bertrand, 2003. – Étude stratigraphique, sédimentologique, micromorphologique et paléoclimatique de remplissages de grottes du Pléistocène supérieur ancien de l'Europe méditerranéennes : Sites moustériens du Boquete de Zafarraya (Andalousie), de Madonna dell'Arma (Ligurie) et de Kalamakia (Laconie, Péloponnèse). *Thèse de Doctorat du Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, 252 pages., 125 figures, 133 références bibliographiques.

BERTRAND LECERVOISIER

Étude stratigraphique, sédimentologique, micromorphologique et paléoclimatique de remplissages de grottes du Pléistocène supérieur ancien de l'Europe méditerranéenne : Sites moustériens du Boquete de Zafarraya (Andalousie), de Madonna dell'Arma (Ligurie) et de Kalamakia (Laconie, Péloponnèse).

TABLE DES MATIÈRES



| | |
|--|----|
| AVANT-PROPOS..... | 11 |
| CHAPITRE 1 : INTRODUCTION..... | 13 |
| CHAPITRE 2 : MÉTHODOLOGIE..... | 15 |
| I – Introduction..... | 15 |
| II – Lithostratigraphie..... | 16 |
| A. Description de la lithostratigraphie..... | 17 |
| B. Analyses sédimentologiques..... | 18 |
| C. Analyses micromorphologiques..... | 20 |
| III – Archéostratigraphie..... | 21 |
| A. Observation des profils archéostratigraphiques..... | 21 |
| 1. Enregistrement des données..... | 21 |
| 2. Établissement du profil..... | 22 |
| 3. Analyse des profils..... | 22 |
| B. Ethnostratigraphie..... | 23 |
| IV – Biostratigraphie..... | 23 |
| A. Paléozoologie..... | 24 |
| B. Paléobotanique..... | 25 |
| V – Chronostratigraphie..... | 26 |
| A. Datations relatives..... | 26 |
| B. Datations absolues..... | 28 |
| C. Chronostratigraphie et climatostratigraphie du Pléistocène supérieur..... | 30 |
| VI – Corrélations et synthèses..... | 33 |
| A. Présentation graphique des synthèses..... | 34 |
| 1. Les matrices de Harris..... | 34 |
| 2. Les colonnes stratigraphiques synthétiques..... | 34 |
| B. Les synthèses stratigraphiques..... | 35 |

| | |
|---|----|
| CHAPITRE 3 : BOQUETE DE ZAFARRAYA | 37 |
| I – Localisation géographique..... | 37 |
| II – Contexte géologique | 37 |
| III – Historique des recherches | 39 |
| IV – Lithostratigraphie | 41 |
| A. Première lithostratigraphie..... | 41 |
| B. Nouvelles données de la lithostratigraphie | 44 |
| 1. Description des coupes de la grotte | 44 |
| a) <i>Coupe transversale 20/19</i> | |
| b) <i>Coupe transversale 19/18</i> | |
| c) <i>Coupe transversale 18/17</i> | |
| d) <i>Coupe longitudinale P/Q en 17</i> | |
| e) <i>Coupe transversale 17/16</i> | |
| f) <i>Coupe longitudinale P/Q en 15</i> | |
| g) <i>Coupe transversale 15/14</i> | |
| h) <i>Coupe longitudinale P/Q en 14</i> | |
| i) <i>Coupe transversale 14/13</i> | |
| j) <i>Coupe transversale 12/11</i> | |
| k) <i>Coupe longitudinale P/Q en 11</i> | |
| l) <i>Coupe transversale 11/10</i> | |
| m) <i>Coupe transversale 10/9</i> | |
| n) <i>Coupe longitudinale P/Q en 9 et 8</i> | |
| o) <i>Coupe transversale 9/8</i> | |
| p) <i>Coupe transversale 7/6</i> | |
| q) <i>Coupe transversale 6/5</i> | |
| 2. Observations ponctuelles | 53 |
| 3. Nouvelles données de la sédimentologie..... | 54 |
| a) <i>Le complexe stratigraphique inférieur</i> | |
| b) <i>Le complexe stratigraphique moyen</i> | |
| c) <i>Le complexe stratigraphique supérieur</i> | |
| C. Synthèse des données de la lithostratigraphie..... | 61 |
| 1. Matrice de Harris des zones fouillées..... | 61 |
| 2. Grandes subdivisions stratigraphiques..... | 64 |
| a) <i>Complexe stratigraphique inférieur</i> | |
| b) <i>Complexe stratigraphique moyen</i> | |
| c) <i>Complexe stratigraphique supérieur</i> | |
| V . – Archéostratigraphie | 65 |
| A. Complexe stratigraphique inférieur | 65 |
| B. Complexe stratigraphique moyen | 65 |
| 1. La limite Paléolithique supérieur / Paléolithique moyen | 65 |
| 2. Principales limites archéostratigraphiques au sein du Paléolithique moyen..... | 67 |
| a) <i>Limite de stratification autour de -145 cm</i> | |
| b) <i>Limite de stratification autour de -175 cm</i> | |
| c) <i>Limite de stratification autour de -190 cm à -200 cm</i> | |
| d) <i>Limite de stratification autour de -210 cm à -220 cm</i> | |
| e) <i>Limite de stratification autour de -240 cm</i> | |
| f) <i>« Cuvette » du carré Q18</i> | |
| 3. Observation des remontages | 68 |
| 4. Synthèse de l'archéostratigraphie du complexe moyen | 68 |
| a) <i>Niveau Id-3</i> | |
| b) <i>Cuvette Id-2</i> | |

| | |
|---|----|
| c) Niveau Id-1 | |
| d) Niveau Ib-Ic | |
| e) Niveau Ia | |
| C. Complexe stratigraphique supérieur..... | 69 |
| VI – Biostratigraphie..... | 69 |
| A. Complexe stratigraphique inférieur | 69 |
| B. Complexe stratigraphique moyen | 70 |
| 1. Ensemble stratigraphique II | 70 |
| 2. Ensemble stratigraphique I | 70 |
| a) La faune des grands mammifères | |
| b) La faune de microvertébrés | |
| C. Complexe stratigraphique supérieur..... | 71 |
| VII - Datations absolues..... | 71 |
| A. Complexe stratigraphique inférieur | 71 |
| B. Complexe stratigraphique moyen | 71 |
| 1. Ensemble stratigraphique II | 73 |
| 2. Ensemble stratigraphique I | 73 |
| a) Sous-ensemble stratigraphique Id. | |
| b) Sous-ensemble stratigraphique Ic. | |
| c) Sous-ensemble stratigraphique Ib | |
| d) Sous-ensemble stratigraphique Ia. | |
| C. Complexe stratigraphique supérieur..... | 77 |
| VIII – Synthèse de la stratigraphie | 77 |
| A. Complexe stratigraphique inférieur | 77 |
| B. Complexe stratigraphique moyen | 77 |
| 1. Ensemble stratigraphique II | 77 |
| 2. Ensemble stratigraphique I | 79 |
| a) Sous-ensemble stratigraphique Id | |
| b) Sous-ensembles stratigraphiques Ic et Ib | |
| c) Sous-ensemble stratigraphique Ia | |
| C. Complexe stratigraphique supérieur..... | 80 |
| IX – Conclusion | 81 |
| CHAPITRE 4 : MADONNA DELL'ARMA..... | 83 |
| I – Localisation géographique..... | 83 |
| II – Contexte géologique | 83 |
| III – Historique des recherches | 85 |
| IV – Lithostratigraphie | 87 |
| A. Lithostratigraphie de L. Cardini [1961]..... | 87 |
| B. Lithostratigraphie de G. Isseti <i>et al.</i> [1962], H. de Lumley [1969] et J.-C. Miskovsky [1974] | 89 |
| 1. La plage marine à sable et galets du « Tyrrhénien » ou « Riss-Würm »..... | 89 |
| 2. Les sables jaunes à foyers du « Würm I » | 90 |
| 3. Les éboulis et colluvions « post-Würm I » | 94 |
| 4. Le talus extérieur | 95 |

| | |
|--|-----|
| C. Nouvelles données de la lithostratigraphie | 95 |
| 1. Description des coupes de la grotte | 95 |
| a) <i>Coupes du puits de la chapelle (Sondage « A »)</i> | |
| b) <i>Coupes du puits de la fouille de G. Isetti et al. [1962] (Sondage « B »)</i> | |
| c) <i>Coupe longitudinale R/S</i> | |
| d) <i>Coupe transversale FAB nord</i> | |
| e) <i>Coupe transversale ECD nord</i> | |
| 2. Coupes du talus extérieur..... | 98 |
| a) <i>Coupe longitudinale K/L</i> | |
| b) <i>Coupe transversale 20/21 du talus extérieur</i> | |
| 3. Nouvelles données de la sédimentologie..... | 98 |
| a) <i>Données de la grotte</i> | |
| b) <i>Données du talus extérieur</i> | |
| D. Synthèse des données de la lithostratigraphie..... | 100 |
| 1. Matrice de Harris des horizons stratigraphiques | 100 |
| 2. Grandes subdivisions stratigraphiques..... | 100 |
| a) <i>Ensemble stratigraphique I</i> | |
| b) <i>Ensemble stratigraphique II</i> | |
| c) <i>Ensemble stratigraphique III</i> | |
| d) <i>Ensemble stratigraphique IV</i> | |
| e) <i>Ensemble stratigraphique V</i> | |
| f) <i>Sédiments récents et remaniés</i> | |
| V – Archéostratigraphie | 104 |
| A. Archéostratigraphie de la grotte..... | 104 |
| 1. Le complexe moustérien « archaïque »..... | 104 |
| 2. Le complexe moustérien « typique »..... | 104 |
| B. Archéostratigraphie du talus extérieur..... | 105 |
| VI – Biostratigraphie..... | 105 |
| A. Ensemble stratigraphique I | 105 |
| B. Ensemble stratigraphique II | 106 |
| C. Ensemble stratigraphique III | 106 |
| D. Ensemble stratigraphique IV | 107 |
| VII - Datations absolues..... | 107 |
| A. Ensemble stratigraphique I | 107 |
| B. Ensemble stratigraphique III | 108 |
| VIII - Synthèse de la stratigraphie..... | 109 |
| A. Ensemble stratigraphique I | 109 |
| B. Ensemble stratigraphique II | 110 |
| C. Ensemble stratigraphique III | 111 |
| D. Ensemble stratigraphique IV | 111 |
| E. Ensemble stratigraphique V..... | 111 |
| IX - Conclusion..... | 114 |
| CHAPITRE 5 : KALAMAKIA | 115 |
| I – Localisation géographique..... | 115 |
| II – Contexte géologique | 115 |
| III. – Historique des recherches | 117 |

| | |
|--|-----|
| IV . – Lithostratigraphie..... | 118 |
| A. Formations situées à l'extérieur de la grotte..... | 120 |
| B. Description des coupes de la grotte..... | 121 |
| 1. Formations marines de la base du remplissage..... | 121 |
| <i>a. Calcaire coralligène à algues rouges (ensemble 0)</i> | |
| <i>b. Calcarénite rose à galets et coquilles (ensemble II)</i> | |
| 2. Stalagmite I-S-1 (ex-ensemble stratigraphique I)..... | 122 |
| 3. Formations continentales..... | 123 |
| <i>a. Limons sableux rose-orangé (ensemble III)</i> | |
| <i>b. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble IV)</i> | |
| <i>c. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble V)</i> | |
| <i>d. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble VI)</i> | |
| <i>e. Stalagmites supérieures (ensemble VII)</i> | |
| C. Données de la sédimentologie..... | 127 |
| 1. Limons sableux rose-orangé (Ensemble III)..... | 127 |
| 2. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble IV)..... | 131 |
| 3. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble V)..... | 131 |
| 4. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble VI)..... | 131 |
| D. Données de la micromorphologie..... | 132 |
| 1. Calcaire coralligène à algues rouges (ensemble 0)..... | 132 |
| 2. Calcarénite rose à galets (ensemble II)..... | 132 |
| 3. Limons sableux rose-orangé de l'ensemble III..... | 133 |
| E. Synthèse des données de la lithostratigraphie..... | 135 |
| 1. Ensemble 0..... | 135 |
| 2. Ensemble II..... | 136 |
| 3. Stalagmite I-S-1..... | 136 |
| 4. Ensemble III..... | 136 |
| 5. Ensemble IV..... | 136 |
| 6. Ensemble V..... | 137 |
| 7. Ensemble VI..... | 137 |
| 8. Ensemble VII..... | 137 |
| V – Archéostratigraphie..... | 137 |
| A. Couches et sols d'habitats définis au cours des fouilles..... | 137 |
| B. Couches observées sur les profils..... | 140 |
| 1. Couches archéostratigraphiques de l'ensemble III..... | 140 |
| 2. Couches archéostratigraphiques de l'ensemble IV..... | 141 |
| 3. Couches archéostratigraphiques de l'ensemble V..... | 142 |
| 4. Couche archéostratigraphique de l'ensemble VI..... | 142 |
| C. Corrélations entre les couches..... | 143 |
| D. Matrice de Harris des couches de la grotte..... | 143 |
| VI – Biostratigraphie..... | 145 |
| A. Formations marines de la base du remplissage..... | 145 |
| 1. Calcaire coralligène à algues rouges (ensemble 0)..... | 145 |
| 2. Calcarénite rose à galets et coquilles (ensemble II)..... | 145 |
| B. Formations continentales supérieures..... | 145 |
| 2. Stalagmite I-S-1..... | 145 |
| 3. Limons sableux rose-orangé (ensemble III)..... | 145 |
| 4. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble IV)..... | 146 |

| | |
|--|-----|
| 5. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble V) | 146 |
| VII – Datations absolues | 147 |
| 1. Calcarénite rose à galets et coquilles (ensemble II)..... | 147 |
| 2. Stalagmite I-S-1 | 147 |
| 3. Limons sableux rose-orangé (ensemble III) | 148 |
| 4. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble IV)..... | 148 |
| 5. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble V) | 148 |
| VII – Synthèse de la stratigraphie | 148 |
| A. Ensemble stratigraphique 0 | 148 |
| B. Ensemble stratigraphique II | 149 |
| C. Stalagmite I-S-1 | 149 |
| D. Ensemble stratigraphique III | 149 |
| E. Ensembles stratigraphiques IV et V..... | 150 |
| F. Ensemble stratigraphique VI..... | 151 |
| G. Ensemble stratigraphique VII | 151 |
| IX – Conclusion | 151 |
| CHAPITRE 6 : CONCLUSION | 153 |
| I - Boquete de Zafarraya..... | 153 |
| II - Madonna dell'Arma..... | 154 |
| III - Kalamakia | 155 |
| IV - Comparaisons et perspectives..... | 156 |
| RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 161 |
| PLANCHES..... | 171 |
| LISTE DES FIGURES ET PLANCHES..... | 245 |

AVANT - P R O P O S



Avant de présenter les résultats de mon travail, je tiens à remercier tous ceux qui, de près comme de loin, m'ont aidé à le mener jusqu'à son terme.

Tout d'abord, je tiens à remercier Monsieur le Professeur Henry de Lumley pour avoir bien voulu diriger ce travail, mais aussi pour m'avoir fait confiance en m'invitant au Laboratoire de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle dès mes tendres années de Maîtrise.

Je tiens également à exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur Andréas Darlas qui m'a fait l'honneur de m'accepter dans l'équipe de recherche de Kalamakia. Il m'a aussi fait don de son amitié ce qui est bien plus important.

Je remercie aussi le Professeur Bertrand Keraudren de m'avoir m'initié à la stratigraphie du Pléistocène marin et de m'avoir permis par la même occasion, d'aiguiser mes connaissances en informatique.

Mes remerciements vont également à Monsieur Jean-Jacques Bahain pour ses fructueux conseils et pour le temps qu'il a consacré à corriger ce texte. Qu'il accepte aussi mes humbles excuses pour cette lecture supplémentaire.

Je remercie aussi Monsieur Salah Abdessadok de m'avoir instruit dans le domaine de la sédimentologie, ainsi que pour ses commentaires et corrections avisées.

Enfin, je tiens à remercier tous mes amis et ma famille, qui ont toujours été là pour moi durant ces courtes années de thèse et qui m'ont encouragé en me demandant régulièrement des nouvelles de celle-ci.

CHAPITRE 1

INTRODUCTION



L'objectif de ce mémoire est de synthétiser les descriptions lithologiques définies sur le terrain et en laboratoire et de réaliser ainsi les stratigraphies de trois gisements du Paléolithique moyen du bassin méditerranéen : les grottes du *Boquete de Zafarraya* (Malaga, Andalousie, Espagne), de *Madonna dell'Arma* (San Remo, Ligurie, Italie) et de *Kalamakia* (Aréopolis, Laconie, Grèce).

Ces trois sites ont été choisis car ils présentent un certain nombre de similitudes :

- **d'ordre géographique** (ils sont tous trois situés près de la côte méditerranéenne) ;
- **d'ordre géologique** (il s'agit de trois gisements stratifiés en milieu karstique) ;
- **d'ordre chronologique** (les trois remplissages datent principalement du Pléistocène supérieur) ;
- **d'ordre archéologique et paléanthropologique** (la majorité des restes archéologiques qui y ont été découverts correspondent au Moustérien et aux néandertaliens).

Ces gisements ont par ailleurs fait l'objet d'analyses pluridisciplinaires similaires faisant intervenir notamment des études géologiques, paléoenvironnementales et archéologiques. Par contre, ils diffèrent sensiblement quant à la chronologie de leurs fouilles : fouilles anciennes pour Madonna dell'Arma, plus récentes pour le Boquete de Zafarraya et actuelles pour Kalamakia. Toutefois, ces trois gisements ont bénéficié d'études similaires de terrains, études réalisées au sein des équipes du Département de Sciences Préhistoriques du Muséum National d'Histoire Naturelle, du Laboratoire Départemental de Préhistoire du Lazaret et du Centre Européen de Recherches Préhistoriques de Tautavel.

L'établissement de la stratigraphie d'un gisement implique l'utilisation de méthodes relatives à l'analyse de la stratigraphie lithologique *stricto sensu* comme les observations de terrain, la sédimentologie, la micromorphologie, et la datation relative des couches définies. Cela requiert

également l'intégration des données recueillies dans les autres champs d'analyses réalisées sur un site : archéologie, paléontologie, palynologie, géochronologie, etc. Ensuite, l'ensemble doit être intégré et synthétisé, afin d'établir un cadre stratigraphique général de chaque site, nécessaire à la reconstitution des événements géologiques et archéologiques et à la datation des différentes occupations préhistoriques. En retour, les autres disciplines peuvent alors utiliser les résultats obtenus pour tester et préciser leurs propres données.

Dans ce travail, je me suis attaché à fournir les délimitations des couches fouillées les plus précises possibles, à établir ou à affiner le cadre stratigraphique global des trois sites et à préciser l'âge des différents niveaux. Cette étude a donc nécessité des travaux de terrain comme de laboratoire, menés conjointement avec les études réalisées par les spécialistes des autres disciplines concernées et en constante concertation avec ces derniers. Pour cela, la mise en concordance de l'ensemble des données stratigraphiques disponibles pour chaque site a été réalisé grâce à l'utilisation d'outils graphiques spécifiques en particulier les matrices de Harris.

Les résultats obtenus sur les différents sites étudiés seront successivement présentés dans ce mémoire, après un bref exposé de la méthodologie utilisée.

CHAPITRE 2

MÉTHODOLOGIE



I – INTRODUCTION

Les objectifs de la stratigraphie sont multiples. Étymologiquement, le but *stricto sensu* de la stratigraphie est de définir et de décrire les « strates », c'est-à-dire les couches successives d'un gisement. Mais hormis la stricte description lithologique et géométrique, la stratigraphie s'attache aussi à connaître l'organisation temporelle des événements enregistrés afin de reconstituer l'histoire d'un site et son âge. Le terme de «stratigraphie» recouvre donc à la fois une méthode descriptive et une technique interprétative.

Lors de l'étude d'un gisement, la première étape est de définir l'organisation géométrique et la lithologie des couches. La connaissance de cette organisation est obtenue à partir de la lithostratigraphie et des profils archéostratigraphiques. Dans un deuxième temps, il convient de rechercher les données de la chronologie relative du gisement, puis les autres informations nécessaires pour affiner ce premier cadre temporel : matériel archéologique, éventuels marqueurs lithologiques et datations absolues. Une fois que le cadre stratigraphique et chronologique du gisement est connu, il est alors possible de tenter d'établir des corrélations régionales entre les strates de plusieurs gisements.

Il est important de prendre conscience de la notion de hiérarchisation des informations à l'échelle d'un site. C'est la lithologie et l'organisation géométrique des couches qui déterminent la création de la stratigraphie primaire (lithostratigraphie). Cette stratigraphie primaire est alors affinée à partir de l'observation des profils archéostratigraphiques. La stratigraphie ainsi définie peut alors être datée en utilisant les informations logiques (principes de continuité, de superposition, etc.) fournies par l'organisation spatiale des strates (datation relative). Ce cadre relatif est ensuite précisé à l'aide des données culturelles et paléontologiques (lesquelles données sont héritées pour une grande part du cadre relatif d'autres gisements), ainsi qu'à l'aide des informations issues des datations absolues. C'est en dernière étape qu'interviennent les corrélations régionales (fig. 2-1, p. 16).

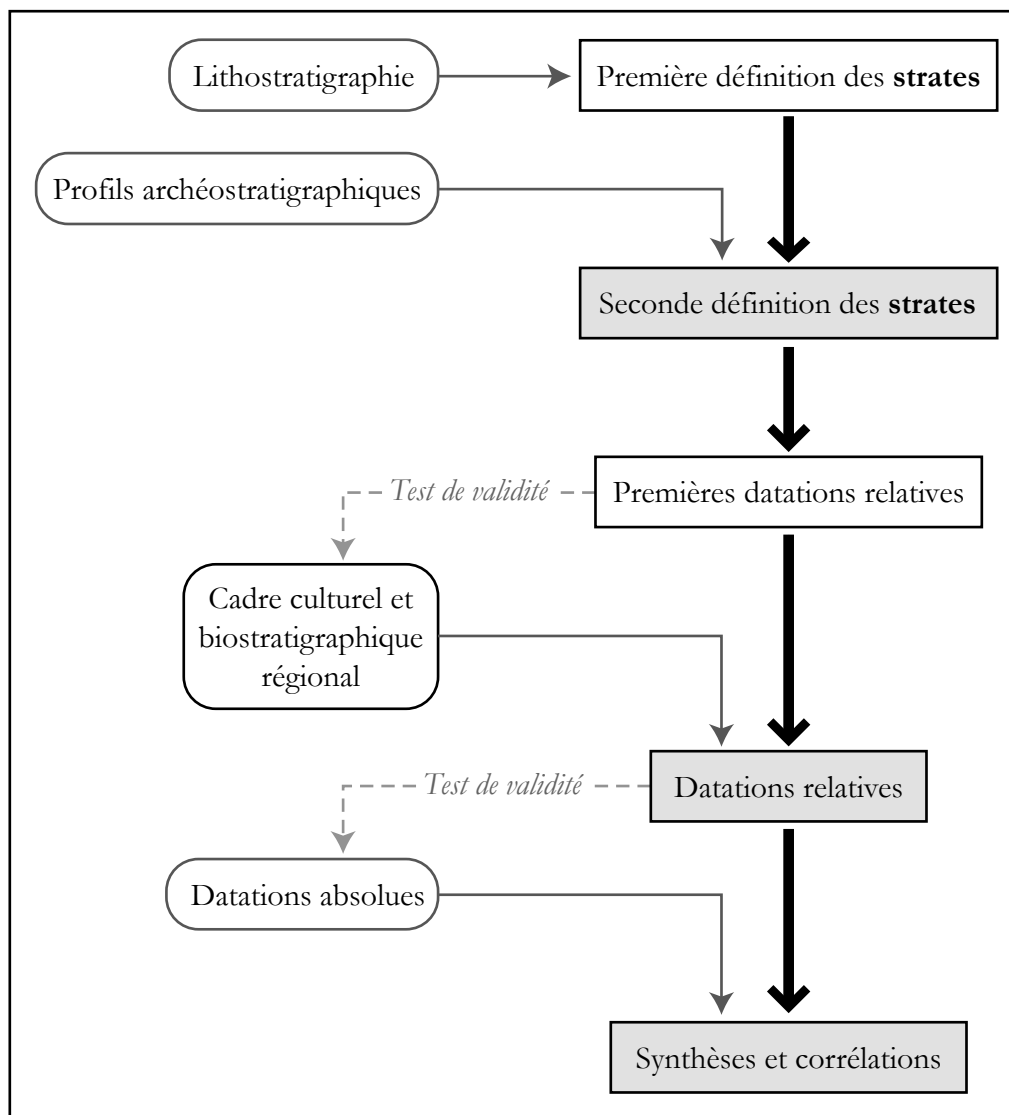


Figure 2-1 : Hiérarchie des informations issues de la stratigraphie.

Il est important de noter qu'une erreur dans la définition d'une couche se transmet aux datations relatives puis absolues, induisant alors des erreurs d'interprétation lors des tentatives de corrélations entre les gisements. Bien que semblant triviale, la définition des couches d'un gisement est donc le travail important sur lequel s'appuiera le reste des analyses qui suivront.

II – LITHOSTRATIGRAPHIE

La lithostratigraphie est la technique de base de détermination et de description de la stratigraphie à partir de laquelle s'organisent les autres méthodes d'étude de la stratigraphie. L'objectif principal de la lithostratigraphie est de définir les couches, leur contenu géologique et leur agencement géométrique.

L'établissement de la lithostratigraphie est indissociable de la connaissance chronostratigraphique immédiate du gisement du fait des principes d'élaboration de la chronologie relative, comme on le verra par la suite. Par ailleurs, la nature de certaines formations lithologiques peut être caractéristique de milieux particuliers, ce qui permet d'avoir une estimation de l'âge du dépôt. C'est le cas, par exemple, de certaines formations marines.

Le premier travail visant à l'établissement de la lithostratigraphie, consiste en la description des coupes stratigraphiques. Les coupes sont des surfaces verticales, naturelles ou aménagées lors de la fouille, qui permettent l'observation directe des unités lithologiques.

Les unités lithologiques sont des strates de sédiments de nature relativement homogène, d'épaisseur variable, séparées les unes des autres par des limites de stratification. La nature des limites de stratification peut varier, allant de la transition nette à des transitions plus graduelles. Dans la pratique, les strates sont définies directement sur le terrain à partir de la description des coupes puis, éventuellement précisées en laboratoire, à partir des données de la sédimentologie.

L'importance de certaines surfaces de stratification ne doit pas être sous-estimée. En effet, celles-ci peuvent traduire des arrêts importants de sédimentation ou bien une érosion des sédiments antérieure à la mise en place de nouveaux dépôts.

L'utilisation des techniques sédimentologiques suit alors un double objectif : d'une part, préciser la lithologie des couches et d'autre part, affiner la première lithostratigraphie établie sur le terrain. Les résultats sédimentologiques sont le plus souvent présentés sous forme de diagraphies permettant une visualisation nette et immédiate des variations éventuelles de la lithologie.

Une fois la stratigraphie établie, il est nécessaire de rechercher, de reconnaître et de décrire les phénomènes post-sédimentaires. Cela inclut principalement les phénomènes de bioturbation, de cryoturbation, les altérations, les concrétionnements de la matrice et les phénomènes « tectoniques » internes aux sédiments (fissurations, failles, pendage des couches, etc.).

A. DESCRIPTION DE LA LITHOSTRATIGRAPHIE

La description de la lithostratigraphie commence par un relevé exact des coupes stratigraphiques du remplissage étudié. Ce relevé doit, autant que possible, avoir lieu au cours de la fouille et être réalisé de la façon la plus systématique possible. À défaut, il doit être organisé de telle sorte que la stratigraphie puisse être étudiée dans son ensemble.

En pratique, il faut d'abord nettoyer et rectifier soigneusement les coupes si cela s'avère nécessaire. Puis le relevé est réalisé sur des plans à l'échelle 1/10^{ème}. Un plan de situation des coupes, les unes par rapport aux autres, est également effectué afin de pouvoir corrélérer entre elles

les coupes ainsi dessinées. Le relevé est accompagné d'une première description sur le terrain qui s'attache à noter les faciès des couches (sable, limons, argiles, concrétions, etc.). Les objets archéologiques (pierres, ossements, etc.) ainsi que les limites de stratification visibles y sont reportés.

Une fois la coupe dessinée, chaque couche ainsi définie est alors décrite en notant au minimum les informations suivantes :

- sa lithologie
- sa couleur
- sa texture
- les éventuels marqueurs stratigraphiques observés.

B. ANALYSES SÉDIMENTOLOGIQUES

Fondamentalement, l'objectif des analyses sédimentologiques à des fins stratigraphiques est de caractériser quantitativement et qualitativement la lithologie des strates, et ce le plus objectivement possible. Il s'agit aussi de vérifier et de préciser la lithostratigraphie établie sur le terrain lors du relevé et de la description des coupes. Dans cette optique, la présentation des données sous forme de diagraphies se révèle être un outil primordial. La sédimentologie donne aussi des informations sur le mode de dépôt des sédiments et sur les éventuelles altérations post-sédimentaires.

Les diagraphies correspondent à un enregistrement des caractères physiques des sédiments en fonction de la profondeur. L'analyse des variations de ces caractères permet de tester la validité et de préciser la première stratigraphie établie à partir du dessin et de la description des coupes. Les principaux caractères analysés sont :

- la granulométrie des éléments fins
- la minéralogie de la fraction sableuse
- la morphoscopie des grains de quartz
- la minéralogie des argiles
- la morphoscopie des grains de quartz
- la calcimétrie.

Granulométrie des éléments fins : Il s'agit de l'étude des caractères métriques des grains du sédiment, dont la taille est inférieure à 2 millimètres. Il existe deux méthodologies différentes selon que l'on étudie la fraction sableuse (diamètre compris entre 2 mm et 40 μm) ou la fraction limono-argileuse (diamètre inférieur à 40 μm) mais il est préférable de rassembler l'ensemble des deux

types de données pour l'analyse diagraphique. La granulométrie de la fraction sableuse est étudiée classiquement à l'aide de colonnes de tamis, alors que celle de la fraction argileuse est observée, soit à l'aide d'un Sédigraph, soit à l'aide d'un granulomètre laser. Les mesures granulométriques ainsi obtenues permettent de calculer un certain nombre d'autres paramètres qui peuvent, eux aussi, être présentés sous forme de diagraphies (indices de classement, indices d'hétérométrie, etc.). Les protocoles utilisés pour ce travail sont ceux décrits dans Hadjouis [1987] et Chevalier-Renaud [1987].

Minéralogie de la fraction sableuse : c'est l'analyse de la fraction sableuse correspondant aux grains dont la taille est comprise entre 2 mm et 40 μm de diamètre. Pour cette étude, les sables sont séparés par densité en deux sous-ensembles : les *minéraux lourds* d'une part et les *minéraux légers* d'autre part. La séparation se fait en utilisant une liqueur dense, le plus souvent du bromoforme (BrCH_3 ; $d=2,87$). Le protocole de séparation utilisé pour cette étude est celui de Tourenq [2002]. Une fois séparés, les minéraux lourds et les minéraux légers sont montés sur des lames minces, puis déterminés et comptés. Ce sont les comptages, résultat de cette étude, qui sont présentés dans les diagraphies, soit sous forme brute, soit en pourcentage. Les référentiels utilisés ici pour les déterminations minérales sont ceux de Mange & Maurer [1992] et de Parfenoff et *al.* [1970].

Morphoscopie des grains de quartz : Parmi les éléments légers, les grains de quartz peuvent faire l'objet d'observations morphologiques. Par exemple, lors de l'étude du site du Boquete de Zafarraya S. Abessadok a distingué des grains « non usés hyalins », « non usés opaques », « émoussés hyalins » et « émoussés opaques » (fig. 3-8, p. 59). Comme pour les minéraux lourds, les diagraphies présentent les comptages des grains, présentés le plus souvent, en pourcentage.

Minéralogie des argiles : La fraction dite « argileuse » est celle dont la taille des grains est inférieure à 2 μm de diamètre [*in* Miskovsky, 1987]. Cette fraction est constituée principalement par des phyllosilicates (micas, smectites, etc.) dont la nature peut être déterminée précisément par diffractométrie des rayons X. Une estimation semi-quantitative des proportions relatives de chaque phyllosilicate est ensuite faite à partir des diffractogrammes obtenus. C'est cette estimation qui est utilisée ensuite pour les diagraphies. Les protocoles utilisés pour la réalisation des diffractogrammes et les déterminations minérales sont ceux de Holtzapffel [1986] et Larqué [1987], tandis que les estimations semi-quantitatives sont réalisées à l'aide de logiciels et selon les facteurs correctifs proposés par Underwood et Pickering [1996].

Calcimétrie : L'analyse de la composition chimique des sédiments peut être utilisée pour la réalisation de diagraphies. L'analyse géochimique la plus couramment pratiquée est la mesure du taux de carbonate. Il convient d'être extrêmement prudent lors de l'interprétation de ces

diagraphies car les carbonates mesurés peuvent s'être déposés par infiltration postérieurement au dépôt des couches.

Susceptibilité magnétique : La mesure de la susceptibilité magnétique (κ), et surtout, de la susceptibilité magnétique massique (χ) peut être utilisée pour l'établissement des diagraphies, soit à partir d'échantillons prélevés, soit par des mesures directes sur les coupes. Alternativement, elle peut être utilisée pour établir une cartographie des coupes stratigraphiques [*in* Djerrab, 2001].

Une fois les différentes diagraphies établies, les variations des caractères sont observés en vue de rechercher les limites de stratification que cela peut traduire. Il est alors possible de retrouver et valider les limites déjà vues sur les coupes, mais aussi d'affiner la lithostratigraphie en découvrant de nouvelles limites de stratification. Ainsi, une variation de plusieurs caractères à une même altitude, indique une probable limite de stratification. Il convient toutefois de tenir compte, lors de ces observations, d'éventuelles marges d'erreurs liées aux différents caractères. Par exemple, la marge d'erreur pour les comptages de grains est comprise entre 5 à 10 % (minéraux lourds et légers, morphoscopie) [Parfenoff et *al.*, 1970] et elle est de 10 % pour les estimations semi-quantitatives des minéraux argileux [Underwood & Pickering, 1996].

C. ANALYSES MICROMORPHOLOGIQUES

Parallèlement aux analyses sédimentologiques, il est utile de réaliser des observations micromorphologiques afin d'observer les détails de la stratigraphie. En effet, si la sédimentologie donne des informations sur la texture des sédiments, la micromorphologie permet d'en connaître la structure intrinsèque. L'étude microscopique des sédiments permet de connaître et d'affiner la stratigraphie (microstratigraphie), de rechercher les traces d'éventuels événements post-dépositionnels qui ont pu modifier la nature et la structure des couches (calcitisation, phosphatisation, etc.) et de préciser la nature pétrographique de certaines strates. De plus, il existe quelques sites archéologiques où les événements post-dépositionnels ont masqué en partie, la stratigraphie originelle des dépôts. L'étude microscopique des sédiments se révèle alors indispensable pour comprendre l'organisation exacte des événements.

Pratiquement, des carottes de sédiments meubles sont prélevées régulièrement sur les coupes stratigraphiques. Ces carottes sont immédiatement consolidées à l'aide de bandes plâtrées ou de résine, afin de protéger la structure interne des sédiments lors du transport jusqu'au laboratoire. Celles-ci sont ensuite séchées, puis indurées à l'aide d'une résine polyester. Elles sont ensuite découpées en lames minces. Les lames sont réalisées perpendiculairement aux couches décrites sur le terrain afin de mieux lire la stratigraphie. Ces opérations de préparation des lames sont réalisées selon la méthodologie exposée par Guilloché [1985] et Courty et *al.* [1987]. Une fois préparées, les

lames minces sont observées et décrites à l'aide d'un microscope polarisant. Une attention toute particulière est donnée à l'observation des manifestations d'événements post-dépositionnels et à la pétrographie des couches. Les informations strictement archéologiques, comme, par exemple, la structure des aires de combustions [Watez, 1992] sont aussi décrites. Pour la description et les analyses des lames minces, les référentiels qui ont été utilisés sont ceux de Bullock *et al*, [1985] et de Fitzpatrick [1993].

III – ARCHÉOSTRATIGRAPHIE

À l'origine, l'archéostratigraphie avait pour but d'établir la chronostratigraphie d'un gisement en se basant principalement sur l'évolution typologique des industries préhistoriques. Depuis une cinquantaine d'années, le relevé systématique des coordonnées cartésiennes des objets découverts lors des fouilles permet également une analyse plus précise de la stratigraphie et la détermination, autant que possible, des niveaux d'habitats.

A. OBSERVATION DES PROFILS ARCHÉOSTRATIGRAPHIQUES

La méthode utilisée ici reprend, pour l'essentiel, celle qui a été élaborée par Canals i Salomo [1993] dans son étude sur la grotte du Lazaret, à laquelle je vous invite à vous reporter pour de plus amples détails. Elle ne peut s'appliquer qu'à partir de données de fouilles utilisant un système d'enregistrement des coordonnées cartésiennes des objets archéologiques.

1. Enregistrement des données

C'est à Laplace-Jauretche et Méroc [1954] que l'on doit l'élaboration d'une méthode de fouilles permettant d'obtenir un enregistrement systématique des coordonnées du matériel recueilli. L'enregistrement de ces informations se fait à l'aide d'un système de repérage cartésien tridimensionnel des objets (coordonnées x, y et z).

En pratique, un carroyage ménageant des zones de un mètre de côté est installé sur le gisement en utilisant un théodolite afin d'obtenir des données fiables et reproductibles d'une année sur l'autre. Au sein de chacune de ces zones et pour chaque objet coordonné, les données archéologiques suivantes sont enregistrées :

- *numéro* : chaque objet coordonné possède un numéro d'ordre unique.
- *nature* : type du matériel recueilli (pièces lithiques, pierres, ossements, etc.).
- *zone* : nom du carré fouillé.
- *couche* : dénomination des couches fouillées.
- *coordonnées* : valeurs en x, y et z des objets prélevés.

- *dimensions* : longueur, largeur et épaisseur de l'objet.
- *orientation* : disposition et direction de l'objet sur la surface de fouille.

À ces informations peuvent s'ajouter par la suite, les données issues de l'étude du matériel, comme par exemple celles de l'analyse de l'industrie, des remontages ou de l'étude paléontologique.

2. Établissement du profil

Partant de ces informations orthonormées, il est possible de produire des profils longitudinaux et transversaux à l'aide d'outils informatiques. Ces profils correspondent à la projection, sur un plan vertical, des objets coordonnés dans une tranche de sédiments. L'épaisseur de la tranche retenue varie en fonction d'une part, de la richesse en restes archéologiques et d'autre part, en fonction du pendage des couches : plus la couche est riche et plus le pendage est grand, moins la tranche analysée est épaisse.

L'objectif principal de l'établissement des profils archéostratigraphiques est de rechercher les lits d'objets c'est-à-dire les niveaux archéologiques. Ces niveaux peuvent, pour le mieux, correspondre à des sols d'habitats mais correspondent le plus souvent à des couches diachroniques du fait des perturbations (bioturbation, piétinement, etc.) [Courtin & Villa, 1982]. Il reste néanmoins, que les niveaux archéologiques ainsi définis permettent le plus souvent de préciser et de tester la lithostratigraphie, surtout lorsque les sédiments sont homogènes (difficulté à distinguer les couches par la seule lithostratigraphie).

3. Analyse des profils

L'analyse des profils est réalisée tout d'abord pour chaque type d'objets (industries, charbons, ossements, pierres, etc), puis elle est affinée par l'observation d'associations remarquables (par exemple l'association charbons + industrie + os brûlés). Enfin, les profils sont analysés selon quatre critères : pendage, groupements, espaces vides et remontages. Ils sont testés et corrigés au fur et à mesure de l'analyse à l'aide de boucles de contrôle.

Un groupement correspond à une augmentation significative de la densité des objets coordonnés relativement au reste du signal dans une zone délimitée. Le pendage est caractérisé par des alignements d'objets et par la base des groupements. L'espace vide se définit comme une absence continue d'objets entre deux couches archéologiques (c'est un critère déterminant pour la séparation entre les couches). L'observation des remontages des pièces lithiques ou de la faune permet d'avoir une évaluation des phénomènes de déplacements des objets et de relier les groupements séparés.

Une fois la première interprétation archéostratigraphique établie, la comparaison des profils transversaux et longitudinaux permet de rechercher les erreurs et de corriger celles-ci, en cherchant la coïncidence des couches à l'intersection des profils.

B. ETHNOSTRATIGRAPHIE

C'est aux premiers préhistoriens comme Boucher de Perthes, de Mortillet, Lartet, Christy, Piette, Commont et Breuil que l'on doit l'essentiel de la chronologie « culturelle » établie en fonction de l'évolution typologique des industries ou « ethnostratigraphie » [Mohen, 1989]. Cette chronologie a été reprise de nombreuses fois et complétée depuis son établissement. Elle est désormais bien connue en Europe mais son utilisation peut toutefois s'avérer ardue, principalement à cause de deux facteurs : la non-isochronie (en âges absolus) des passages d'une culture à l'autre en fonction d'un point géographique et la non-universalité des faciès culturels à l'échelle de l'Europe.

Par ailleurs, le complexe culturel moustérien pose à lui seul problème, car si des assemblages lithiques ont jadis été définis par Bordes [1953] (moustérien typique, moustérien de tradition acheuléenne, moustérien de type Ferrassie, moustérien de type Quina, moustérien à denticulés) il est admis que ces faciès ne correspondent pas à une évolution chronologique linéaire du Moustérien. Bordes [*in* Meignen, 1989] a proposé le concept d'une évolution buissonnante des industries dont les faciès correspondraient à des populations de traditions différentes mais il s'oppose en cela à Binford [*in* Meignen, 1989] pour qui les faciès sont à des panoplies d'outils liés à des activités différentes, et à Mellars [*in* Meignen, 1989] selon qui, il y aurait tout de même une filiation chronologique entre certains faciès. Pour sa part, Farizy [1988] parle plutôt en termes de faciès régionaux. En bref, il n'est actuellement guère possible d'utiliser les faciès définis pour le Moustérien par F. Bordes comme des critères chronostratigraphiques. Cependant, les données typologiques peuvent s'avérer précieuses dans l'établissement de la chronostratigraphie d'un gisement, notamment lors de la transition entre le Paléolithique moyen et le Paléolithique supérieur.

IV — BIOSTRATIGRAPHIE

L'objectif de la biostratigraphie est de déterminer les marqueurs paléontologiques de chaque strate en vue de proposer une chronostratigraphie du site étudié. La biostratigraphie s'appuie, sur l'évolution irréversible des organismes vivants en fonction du temps et sur les assemblages paléontologiques. Il est alors possible à partir du cadre biostratigraphique régional, de préciser la datation relative d'un gisement.

A. PALÉOZOLOGIE

C. Guérin a proposé une biozonation du Pléistocène européen [Guérin, 1982 ; Guérin et al., 1983 ; Guérin & Patou-Mathis, 1996]. Pour la période qui nous concerne, il a défini quatre standardzones : MNQ24, MNQ25, MNQ26 et MNQ27 (tabl. 2-1, p. 24 et fig. 2-8, p. 35). Guérin propose les équivalences chronostratigraphiques suivantes :

| Zones | Stades évolutifs | Associations caractéristiques | Taxons nouveaux |
|--------|--|--|---|
| MNQ 26 | <i>Microtus gregalis anglicus</i> <i>Microtus malei genni</i> <i>Equus germanicus</i> <i>Equus arcelini</i> <i>Ursus spelaeus spelaeus</i> | <i>Citellus</i> + <i>Lagurus</i> + <i>Microtus oeconomus</i> ; <i>Dicrostonyx</i> + <i>Saiga</i> + <i>Coelodonta</i> ; <i>Rangifer</i> + <i>Onibos</i> + <i>Mammuthus primigenius</i> + <i>Ursus spelaeus</i> ; <i>Lemmus</i> + <i>Neomys cabreræ</i> | <i>Phodopus sungorus</i> <i>Erinaceus europæus</i> <i>Ursus maritimus</i> <i>Alces alces</i> <i>Capra pyrenaica</i> |
| MNQ 25 | <i>Lynx lynx</i> <i>Mammuthus primigenius</i> | <i>Microtus arvalis</i> + <i>Pliomys lenki ultimus</i> + <i>Coelodonta antiquitatis antiquitatis</i> ; <i>Mammuthus primigenius</i> (primitif) + <i>Megaceros giganteus</i> | <i>Lepus europæus</i> <i>Micromys minutus</i> <i>Microtus ratticeps</i> <i>M. arvalis</i> <i>Apodemus agrarius</i> <i>A. flavicollis</i> <i>Martes martes</i> |
| MNG 24 | <i>Microtus brecciensis orgnacensis</i> <i>Microtus malei noailensis</i> <i>Microtus gregalis martelenlis</i> <i>Meles meles meles</i> <i>Gulo gulo spelaeus</i> <i>Mammuthus intermedius</i> <i>Equus taubachensis</i> <i>Coelodonta antiquitatis praecursor</i> <i>Hemitragus cedrensis</i> <i>Rupicapra r. pyrenaica</i> | <i>Lagurus</i> + <i>Apodemus</i> + <i>Dicrostonyx</i> + <i>Lemmus</i> <i>Dicerorhinus</i> + <i>Coelodonta</i> + <i>Mammuthus intermedius</i> ; <i>Equus steinheimensis</i> + <i>Ursus spelaeus</i> | <i>Arvicola sapidus</i> <i>Marmota marmota</i> <i>Erinaceus davidi</i> <i>Soriculus</i> <i>Ursus spelaeus</i> <i>Alopex lagopus</i> <i>Mustela erminea</i> <i>M. nivalis</i> <i>M. putorius</i> <i>Lutra lutra</i> <i>Felis minuta</i> <i>Rangifer tarandus</i> <i>Dama</i> cf. <i>dama</i> <i>Alces alces</i> <i>Cervus elaphus</i> <i>Saiga tatarica</i> <i>Capra ibex</i> <i>Coelodonta</i> |

Tableau 2-1 : Les trois standardzones du Pléistocène final d'après Guérin & Patou-Mathis, [1996]

- MNQ24 – âge estimé entre 0,25 à 0,15 Ma ; équivalences : Riss, Saale (*sic*).
- MNQ25 – âge estimé entre 0,15 à 0,10 Ma ; équivalences : Riss-Würm, Émien (*sic*).
- MNQ26 – âge estimé entre 0,10 à 0,01 Ma ; équivalence : Würm (*sic*).
- MNQ27 – âge estimé entre 0,01 à 0 Ma ; équivalence : Holocène.

Si ce système redéfinit avantageusement celui de la chronostratigraphie alpine [Penck & Brückner, 1906], il reste que la grande extension dans le temps, de la zone MNQ26, empêche l'utilisation de ce système pour dater précisément les strates du Pléistocène supérieur.

La solution consiste à repérer la présence d'espèces nouvellement apparues ou disparues. Par exemple, la présence de *Mammuthus primigenius* au sein d'une couche signifie que celle-ci est contemporaine des stades isotopiques 5, 4, 3 ou 2 [Guérin & Patou-Mathis, 1996].

Par contre, l'absence d'une espèce n'a pas de caractère informatif à cause de la sélection possible du matériel ou de son absence à proximité du site.

Par ailleurs, les assemblages fauniques sont souvent caractéristiques d'un paléoenvironnement, il est donc parfois possible de corréliser ces assemblages avec le cadre des variations climatiques du Pléistocène (fig. 2-7, p. 32). Ainsi, l'association – éléphant antique + rhinocéros de Merk + hippopotame – est une faune classique des interglaciaires tandis que l'association – mammouth + renne + antilope saïga + bœuf musqué – est typique des périodes plus froides [Guérin & Patou-Mathis, 1996]. La combinaison de ces informations permet alors de préciser l'âge d'une couche.

B. PALÉOBOTANIQUE

Le contenu végétal des couches archéologiques donne, lui aussi, des informations précieuses sur le paléoenvironnement. Les principaux éléments observés dans les gisements archéologiques sont les spores et les pollens (palynologie) ainsi que les macro-restes (anthracologie et carpologie).

La palynologie : L'identification et le comptage des spores et des pollens se fait au microscope optique, et les résultats sont présentés sous formes de diagraphies. Les données de la palynologie se révèlent précieuses, quand elles sont observables, car elles donnent un aperçu des paléoenvironnements, et surtout des paléoclimats. Il est en l'occurrence, parfois possible de raccorder ces données au cadre paléoclimatique global connu (fig. 2-7, p. 32) et donc, par là même, de préciser les datations du gisement étudié. Pour une méthodologie plus détaillée, se reporter à Girard [1987].

Les macro-restes : L'identification des charbons, des graines et des fruits donne avant tout une information paléoethnoarchéologique, car ces restes sont fortement liés aux activités humaines (feu et agriculture), mais ils peuvent s'avérer précieux pour préciser et valider les données de la palynologie. Pour plus d'informations, consulter Thiébault & Vernet [1987].

V – CHRONOSTRATIGRAPHIE

Une fois les unités stratigraphiques définies (strates) et les événements syn- et post-dépositionnels mis en lumière, il reste ensuite à ordonner dans le temps, les différents événements mis en évidence par la lithostratigraphie, l'archéostratigraphie et la biostratigraphie. Pour cela, les principes logiques des datations relatives sont utilisés en priorité. L'âge des couches est ensuite précisé à l'aide des méthodes de datations absolues.

A. DATATIONS RELATIVES

Les principes logiques utilisés dans l'élaboration des âges relatifs ont été établis, de longue date, par les géologues lors de l'établissement des premières stratigraphies. Ils sont au nombre de quatre : principes de continuité, de superposition, de recoupement et d'inclusion.

Principe de continuité : toute unité stratigraphique est considérée comme ayant le même âge sur toute son étendue. Ce principe n'est pas absolu, il s'agit d'avantage d'une hypothèse de travail afin de pouvoir ensuite utiliser l'âge relatif des couches entre elles (fig. 2-2, p. 26). Chaque fois qu'il peut être démontré qu'une couche n'est pas isochronique, elle doit être subdivisée en autant de couches que nécessaire.

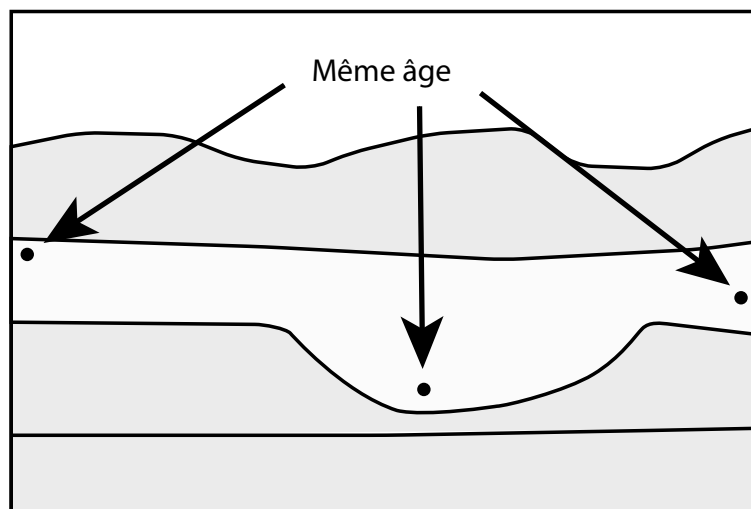


Figure 2-2 : Illustration du principe de continuité

Principe de superposition : il s'applique chaque fois qu'un enregistrement sédimentaire est en place ou peut être correctement reconstitué. Ainsi, toute unité lithologique est plus récente que l'unité à laquelle elle est superposée (fig. 2-3, p. 27).

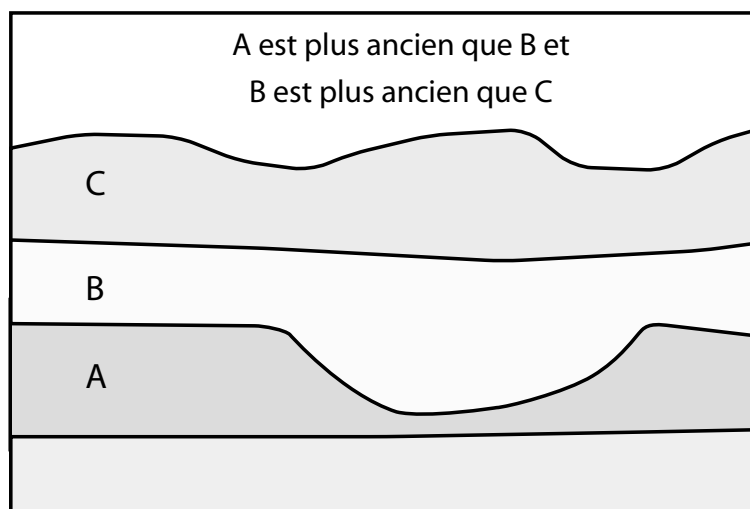


Figure 2-3 : Illustration du principe de superposition

Principes de recoupement : toute unité stratigraphique qui en recoupe une ou plusieurs autres, est postérieure à la plus récente. C'est le cas par exemple, des failles, des surfaces d'érosion ou de concrétionnement, des fosses et des foyers creusés (fig. 2-4, p. 27).

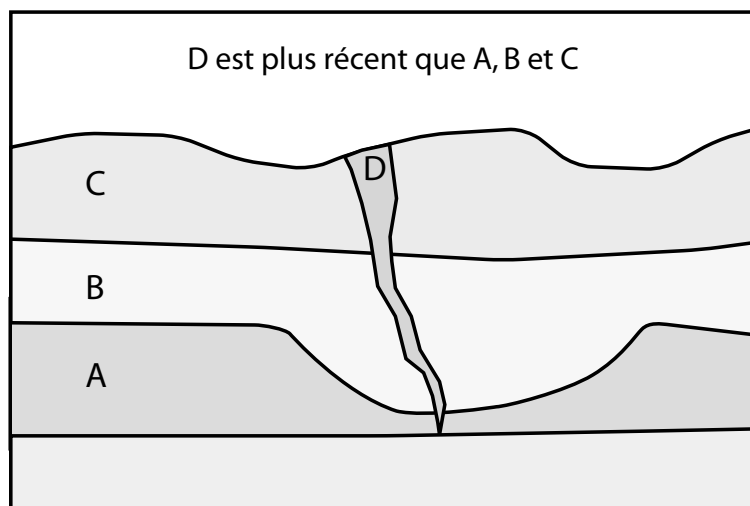


Figure 2-4 : Illustration du principe de recoupement

Principes d'inclusion : toute unité stratigraphique qui contient des éléments d'une autre unité lui est postérieure (fig. 2-5, p. 28). Par exemple, un fragment de sédiment concrétionné inclus dans une couche, indique que celle-ci s'est mise en place postérieurement à la formation et au concrétionnement de la strate dont est originaire le fragment.

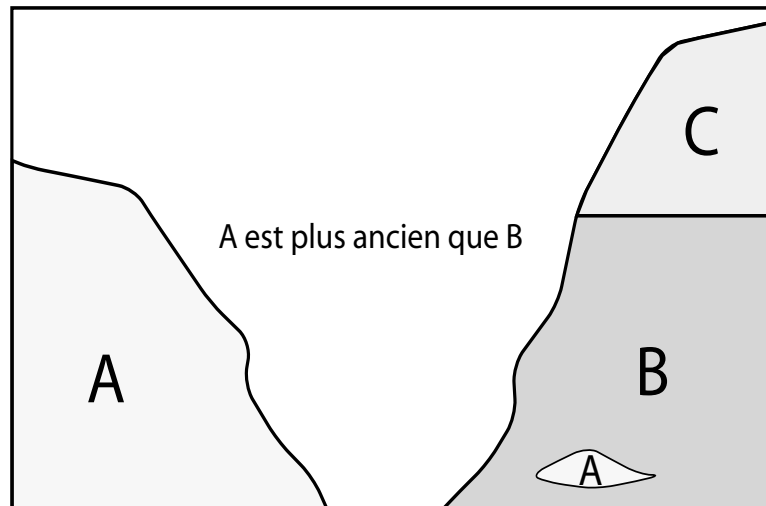


Figure 2-5 : Illustration du principe d'inclusion

Pour mémoire, contrairement à ce que laissent entendre les termes d'absolus et de relatifs, ce sont bien les âges « absolus » qui sont intégralement subordonnés aux âges « relatifs » en terme de validité. En effet, la chronologie relative a valeur de test de validité pour les mesures géochronologiques (fig. 2-1, p. 16).

B. DATATIONS ABSOLUES

Après l'évaluation de l'âge relatif d'une couche, il est alors possible de tenter de dater celle-ci à l'aide de méthodes de datations dites « absolues », c'est-à-dire en donnant un âge chiffré à la couche étudiée. Je vais succinctement présenter ici les quatre principales méthodes abordées dans ce mémoire, mais ce ne sont pas les seules méthodes applicables sur les sédiments archéologiques et on pourrait y ajouter pour mémoire : la dendrochronologie, la téphrochronologie, les traces de fission, la thermoluminescence, le Potassium/Argon, l'Argon/Argon et la racémisation des acides aminés.

Les méthodes radionucléaires sont, sans aucun doute, celles qui sont le plus fréquemment utilisées. Elles s'appuient sur le fait que la teneur en éléments radioactifs présents dans les sédiments et les objets archéologiques, varie au cours du temps en raison d'une période de désintégration propre à chaque élément. Les deux éléments radioactifs les plus utilisés pour l'application de cette méthode dans la gamme de temps qui nous intéresse sont le carbone 14 et l'uranium 238.

Carbone 14 : Le ^{14}C est un radio-élément naturellement présent en faible quantité dans l'atmosphère. Il est incorporé, dans les tissus des organismes vivants, au même titre que les autres isotopes du carbone. Dès la mort de l'organisme, l'équilibre maintenu est rompu entre la désintégration naturelle du ^{14}C et les nouveaux apports liés au fonctionnement biologique.

La quantité de ^{14}C diminue alors régulièrement au sein des résidus de l'organisme. La méthode de datation consiste donc à mesurer la quantité de ^{14}C présent dans un reste archéologique d'origine biologique (os, bois, charbon) et d'en déterminer l'âge à partir de la fréquence de désintégration du ^{14}C et de la quantité de départ dans l'organisme. Du fait d'une désintégration relativement « rapide » (période de 5730 ans) la limite de la méthode se situe autour de 35 000 à 40 000 ans. De plus, il est nécessaire de corriger les résultats en fonction des variations de la quantité du ^{14}C contenue dans l'atmosphère au cours du temps, variations encore mal connues pour les périodes anciennes. Malgré ses limites, c'est cette méthode qui a fourni l'essentiel des âges absolus du Paléolithique supérieur et du Néolithique. Pour de plus amples détails sur cette méthode, se référer à Evin [1987].

Les séries de l'uranium : L'uranium 238 et l'uranium 235 se désintègrent en une série d'éléments radioactifs pour aboutir respectivement au plomb 206 et au plomb 207. La vitesse de désintégration des éléments produits est plus rapide que celle de ces deux isotopes de l'uranium, il devrait donc y avoir équilibre et la seule mesure possible devrait être entre l'uranium et le plomb. Fort heureusement certains de ces éléments ont des comportements chimiques différents, ce qui induit un déséquilibre, comme par exemple celui qui existe entre ^{234}U et ^{230}Th tous deux inclus dans la chaîne de désintégration entre ^{238}U et ^{206}Pb .

L'uranium 234 est soluble dans l'eau, alors que le thorium 230 ne l'est pas. Cela induit que le thorium est quasiment absent des milieux aqueux. De fait, un cristal (un carbonate le plus souvent) qui se forme à partir de cette eau, ne contient pratiquement pas de ^{230}Th lors de sa formation. Par contre, au cours du temps, la désintégration progressive de ^{234}U inclus dans le minéral, va produire du ^{230}Th , qui lui-même, se désintégrera. Connaissant les vitesses de désintégration respectives de ces deux éléments, il est alors possible de déterminer l'âge du minéral à partir de la mesure de la radioactivité de chacun d'eux. La méthode permet ainsi de remonter jusqu'à environ 300 000 ans avec la spectrométrie α et 500 000 ans avec la spectrométrie de masse (TIMS).

Ceci reste vrai tant que le milieu reste « fermé », c'est-à-dire s'il n'y a ni apport ni départ de thorium et d'uranium au sein du minéral. Pour les sédiments archéologiques, le milieu est le plus souvent « ouvert » du fait des nombreuses infiltrations d'eau et il existe un certain nombre de modèles mathématiques qui tentent de tenir compte de ce phénomène. Les deux principaux modèles utilisés sont les modèles EU et LU. Le modèle EU suppose que l'apport d'uranium a eu lieu juste après la mort de l'animal par infiltration d'eau, et qu'ensuite le système soit resté fermé. Le modèle LU suppose que l'apport d'uranium a eu lieu régulièrement depuis la mort de l'animal jusqu'à présent. Pour plus de détails, consulter Lalou [1987].

Résonance paramagnétique électronique (RPE ou ESR) : Les rayons α , β et γ principalement produits par les isotopes radioactifs présents au sein du minéral daté ou dans l'environnement immédiat, créent des électrons piégés dans les imperfections de la trame cristalline. Le nombre d'électrons piégés est proportionnel à la somme des rayonnements reçus. Pour connaître l'âge d'un échantillon, il faut donc déterminer la dose de rayonnement annuel reçue et le nombre total d'électrons piégés.

La mesure de la dose totale de radiations reçue par l'échantillon, qui est proportionnelle à la quantité d'électrons piégés, est réalisée par spectrométrie RPE. La détermination de la dose annuelle est faite en tenant compte de la quantité d'éléments radioactifs (les isotopes des séries de l'uranium et le potassium principalement) présents dans l'environnement immédiat et au sein du minéral en tenant compte du modèle d'incorporation de l'uranium utilisé. Les datations par ESR permettent de remonter jusqu'à plusieurs centaines de milliers d'années. Pour plus d'informations sur cette méthode, lire Bouchez et *al.* [1987].

C. CHRONOSTRATIGRAPHIE ET CLIMATOSTRATIGRAPHIE DU PLÉISTOCÈNE SUPÉRIEUR

Le Quaternaire a été créé par J. Desnoyer en 1829 pour dénommer les niveaux marins du bassin de Paris recouvrant les niveaux du Tertiaire [*in* Miskovsky, 1987]. Plus récemment, le Quaternaire a été subdivisé en Pléistocène [Lyell, 1838 *in* Miskovsky, 1987] et Holocène [Gervais, 1867 *in* Miskovsky, 1987] correspondant respectivement aux âges « glaciaire » et « postglaciaire » proposés par E. Forbes en 1846 [*in* Davis, 2001]. Les définitions et les subdivisions stratigraphiques de ces dénominations ont varié de manière notable au cours du siècle passé, aussi bien pour la stratigraphie marine que continentale. Je cite pour rappel, le cadre stratigraphique continental établi par Penk & Brückner en 1906 à partir de l'observation des moraines alpines. Ce cadre a fortement marqué les recherches passées dans le domaine de la Préhistoire. Bien qu'il soit aujourd'hui abandonné, il est utile d'en connaître les grandes lignes, car il est utilisé dans la littérature concernant de nombreux gisements anciennement fouillés (fig. 2-6, p. 31).

À l'heure actuelle les subdivisions du Quaternaire sont les suivantes :

Limite Pliocène/Pléistocène : Elle correspond au haut de la couche « e » de la section de Vrica (Calabre, Italie) [Aguire & Pasini, 1985 ; Bassett, 1985] et se localise sur la section, un peu avant la fin de l'épisode paléomagnétique d'Olduvai [Pasini & Colalongo, 1997]. Cette limite est datée de 1,8 Ma B.P. [Pasini & Colalongo, 1997]. Lire, pour plus de détails, la synthèse établie sous la direction de Van Couvering [1997].

Pléistocène inférieur : Actuellement, le Pléistocène inférieur est compris entre la limite Plio-Pléistocène et l'inversion de Brunhes-Matuyama [Anonyme, 1988 ; Richmond, 1996]. Cette

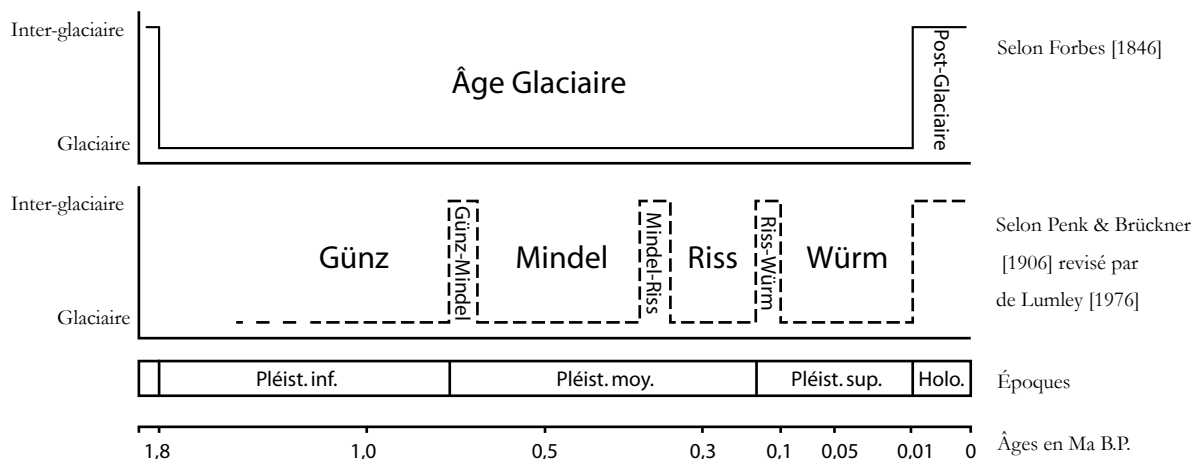


Figure 2-6 : Les chronologies proposées par Forbes [1846] d'après Davis [2001], et par Penk & Brückner [1906] révisée par de Lumley [1976]

inversion, contemporaine du stade isotopique 19, est datée de 780 000 ans B.P. [Bassinot et *al.*, 1994]. Le Pléistocène inférieur est donc compris entre 1,80 et 0,75 Ma B.P.

Pléistocène moyen : Actuellement, le Pléistocène moyen est compris entre l'inversion Brunhes-Matuyama et le début du stade isotopique 5. Soit un âge compris entre 750 000 et 125 000 ans B.P. [Bassinot et *al.*, 1994].

Pléistocène supérieur : Le Pléistocène supérieur est compris entre le début du stade isotopique 5 et l'Holocène (début du stade isotopique 1) soit entre 125 000 et 11 000 ans B.P. [Bassinot et *al.*, 1994].

Holocène : C'est l'autre subdivision du Quaternaire. Elle est actuellement considérée comme correspondant au stade isotopique 1 soit entre 11 000 ans B.P. et l'actuel [Bassinot et *al.*, 1994].

Le Pléistocène supérieur est une période relativement longue aussi, l'utilisation d'une échelle climatostratigraphique précise s'est peu à peu imposée. Le système proposé par Penk et Brückner [1906] ayant montré ses limites (lire par exemple Billard [1987]), c'est l'échelle des variations de la teneur en ^{16}O et ^{18}O dans les foraminifères marins qui est désormais unanimement utilisée. Emiliani [1955] a proposé une numérotation de ces variations en « stades isotopiques », abondamment précisée depuis. Les variations des teneurs en isotopes de l'oxygène s'expliquent par les variations globales du climat et sont cohérentes avec la théorie astronomique des paléoclimats de Milankovitch [1938]. Pour ce mémoire, l'échelle isotopique de référence utilisée (fig. 2-7, p. 32) est celle proposée par Bassinot et *al.* [1994].

L'échelle climatostratigraphique se précise de jour en jour, particulièrement en ce qui concerne les épisodes de variations abruptes du climat grâce, en particulier, à l'étude de carottes de glaces

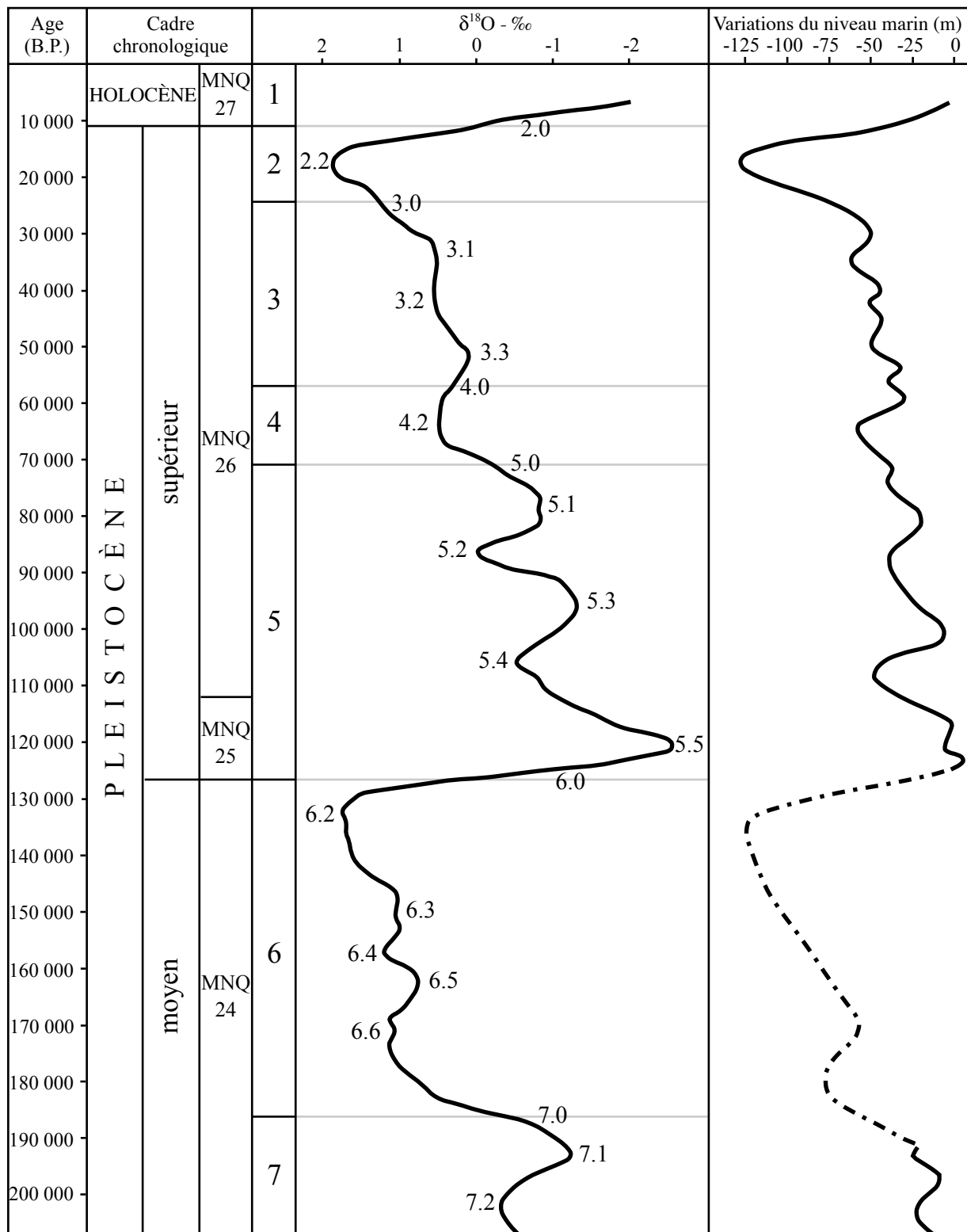


Figure 2-7 : Variations des valeurs du $\delta^{18}\text{O}$ d'après Bassinot et al. [1994] et variation du niveau marin d'après Chapell & Shackleton [1986]

prélevées au Groenland ou en Antarctique. Des oscillations de type interstadiaire, les oscillations de Dansgaard-Oeschger, ont aussi été définies [Dansgaard et *al.*, 1984 ; Dansgaard et *al.*, 1993]. Elles correspondent à un réchauffement bref de moins d'un siècle suivi d'un refroidissement qui dure de un à trois millénaires. Il existe une quinzaine de ces oscillations détectées dans les carottages glaciaires durant la période comprise entre 60 000 et 20 000 ans. D'autres oscillations, les événements de Heinrich, correspondent à de brusques refroidissements, durant un à deux millénaires, marqués dans les carottages océaniques par des accumulations de sédiments détritiques grossiers [Heinrich, 1988]. Ces oscillations ne sont pas expliquées par la théorie de Milankovitch et leur interprétation fait encore l'objet de nombreuses discussions. Une synthèse de ces événements climatiques a été écrite par Grousset [2001]. Ils ont tous été de très courte durée mais, bien que leur trace n'est jamais été retrouvée dans les sédiments archéologiques, il est néanmoins possible qu'ils aient affectés les hommes préhistoriques.

Pour situer dans le temps les couches archéologiques, je vais utiliser la numérotation des stades isotopiques d'Émiliani précisés par Bassinot et *al.* [1994]. Il convient toutefois, de ne pas oublier que'il n'est pas toujours possible d'avoir des informations paléoclimatiques suffisantes sur les seules données climatiques, pour attribuer l'âge isotopique d'une couche archéologique. Cette attribution se fait donc généralement, *a posteriori* et à partir des seules données chronostratigraphiques.

VI — CORRÉLATIONS ET SYNTHÈSES

À l'échelle d'un site, la phase suivante du processus d'analyse consiste à établir les correspondances entre les principales couches définies sur les différentes coupes. C'est-à-dire à observer les corrélations qui existent afin d'avoir une vision synthétique de la stratigraphie. Plusieurs principes sont utilisés afin de mettre en corrélation les unités stratigraphiques.

Corrélation par continuité : deux couches sont en corrélation si elles possèdent une identité stratigraphique visible lors de la fouille ou lors du relevé des coupes. C'est le cas par exemple, de deux couches possédant la même altitude sur deux coupes en contact l'une avec l'autre.

Corrélation indirecte : il n'y a pas ici d'identité stratigraphique directement visible sur le terrain mais, l'hypothèse d'une corrélation entre deux couches peut être proposée à partir des données observées : lithologie, biostratigraphie, archéostratigraphie, etc.

Lorsque plusieurs fouilles se sont succédé sur un même site, il faut aussi corréler entre elles les couches archéologiques définies par les différents fouilleurs (par corrélation indirecte). Une fois les équivalences établies, la synthèse doit s'attacher à conserver autant que possible les plus anciens noms de couches, mais aussi d'utiliser les stratigraphies les plus précises.

A. PRÉSENTATION GRAPHIQUE DES SYNTHÈSES

Une fois les corrélations établies, il est possible de présenter les données stratigraphiques connues sous forme de synthèses graphiques. Cette présentation peut être faite soit sous forme de matrice de Harris, soit sous forme de colonne stratigraphique synthétique.

1. Les matrices de Harris

Harris [1975, 1979] a proposé un système de représentation graphique destiné à l'origine à l'archéologie urbaine. Ce système peut être avantageusement utilisé dans les grottes lorsqu'il y a de nombreuses couches définies et qu'il est difficile de reconnaître leurs relations ou lorsque de nombreux systèmes stratigraphiques ont été établis lors de fouilles successives.

L'objectif principal des matrices de Harris est de présenter clairement les relations stratigraphiques couche à couche. Ces relations sont de quatre types : antériorité, transitivité, antisymétrie et latéralité (fig. 2-8, p. 35).

Antériorité : Une couche A est plus récente qu'une couche B.

Transitivité : Une couche A est plus récente qu'une couche B et, la couche B est plus récente que la couche C. Donc, la couche A est plus récente que la couche C.

Identité : En un point de la fouille, la couche A est plus récente que la couche B, ailleurs la couche B est plus récente que la couche A. Les couches A et B sont donc considérées comme identiques, à savoir, qu'il s'agit d'une seule et même couche.

Latéralité : En un point de la fouille, la couche A est plus récente que la couche B. En un autre point, la couche A est plus récente que la couche C. Enfin, un dernier point, la couche D est plus récente que la couche C. Il est possible de présenter graphiquement les relations latérales de la couche A avec les couches B et C, les relations entre A et D d'une part et B et C de l'autre, n'étant pas connues.

Une fois les relations entre chaque couche ainsi établies, il est possible d'établir une matrice pour l'ensemble du site (voir par exemple fig. 3-10, p. 62 et fig. 4-7, p. 198).

2. Les colonnes stratigraphiques synthétiques

Les colonnes stratigraphiques ou « logs » permettent de présenter graphiquement la synthèse de la lithostratigraphie connue d'un site et d'y mettre en vis-à-vis les autres données (archéologique, géochronologie, etc.) le plus souvent sous forme de diagraphies. Cela permet d'avoir un aperçu général de la stratigraphie d'un gisement.

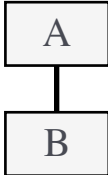
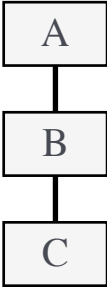
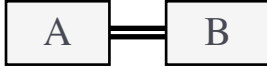
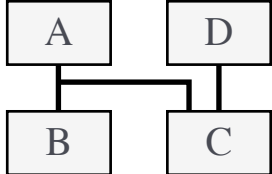
| Antériorité | Transitivité | Identité | Latéralité |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| $A > B$ | $A > B$ $B > C$ | $A = B$ ou $A > B$ $A < B$ | $A > B$ $A > C$ $D > C$ |

Figure 2-8 : Principes utilisés pour l'établissement des matrices de Harris d'après Djindjian [1991].

B. LES SYNTHÈSES STRATIGRAPHIQUES

L'intégration et l'analyse comparée des données de la lithostratigraphie, de l'archéostratigraphie, de la biostratigraphie et des datations d'un site, permettent de proposer un cadre stratigraphique synthétique de celui-ci. Cette stratigraphie synthétique s'attache à signaler les principaux éléments stratigraphiques du site de même qu'elle doit s'attacher à présenter la reconstitution des événements ayant conduit à la formation du remplissage.

CHAPITRE 3

BOQUETE DE ZAFARRAYA

(Alcaucín, Málaga, Andalucía)



I – LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE

La grotte du Boquete de Zafarraya (*Cueva del Boquete de Zafarraya*) se situe à environ 600 mètres du village de Ventas de Zafarraya, commune d'Alcaucín, dans la province de Málaga en Andalousie (Espagne). Elle se trouve à environ 40 kilomètres au nord-est de la ville de Málaga (fig. 3-1, p. 38), tout près du col de Zafarraya qui relie la Sierra de Alhama au sud, au poljé de Zafarraya au nord.

Perchée à 1 022 mètres d'altitude, au pied d'une falaise haute de 70 mètres, la grotte est creusée dans un calcaire pisolithique et pseudo-oolithique du Lias inférieur [Vera, 1969]. Formée le long d'un plan de faille du calcaire, elle est constituée d'une galerie d'environ 22 mètres de long orientée nord-sud, de neuf mètres de large pour une hauteur maximale de 16 mètres.

Une grande partie de la grotte a été vidée de son contenu pléistocène par l'érosion. La partie fouillée, large d'à peine un à deux mètres, ne correspond qu'à un petit diverticule situé à l'est de la grotte.

II – CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La région de Zafarraya est principalement constituée par des calcaires et dolomites du Jurassique et du Trias et par des marbres du Paléozoïque et du Trias (fig. 3-2, p. 38). Ces formations sont affectées, depuis l'Éocène moyen, par l'orogénèse active bético-rifain [Rodríguez-Vidal et *al.*, Chap. 4, à paraître]. L'ensemble de ces niveaux géologiques, d'origine marine, a subi un métamorphisme régional. Ils sont recouverts, par endroits, de formations marines et continentales néogènes (conglomérats, marnes et calcaires) et de formations continentales quaternaires (brèches, travertins et argiles roses du poljé de Zafarraya).

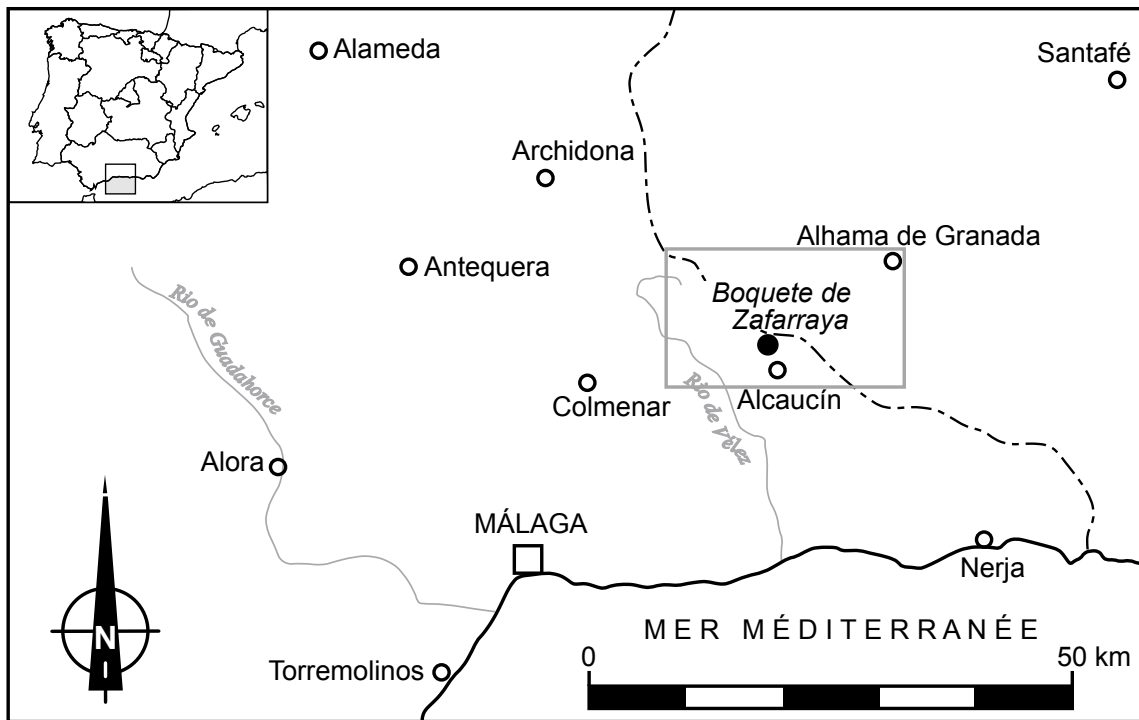


Figure 3-1 : Situation géographique de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

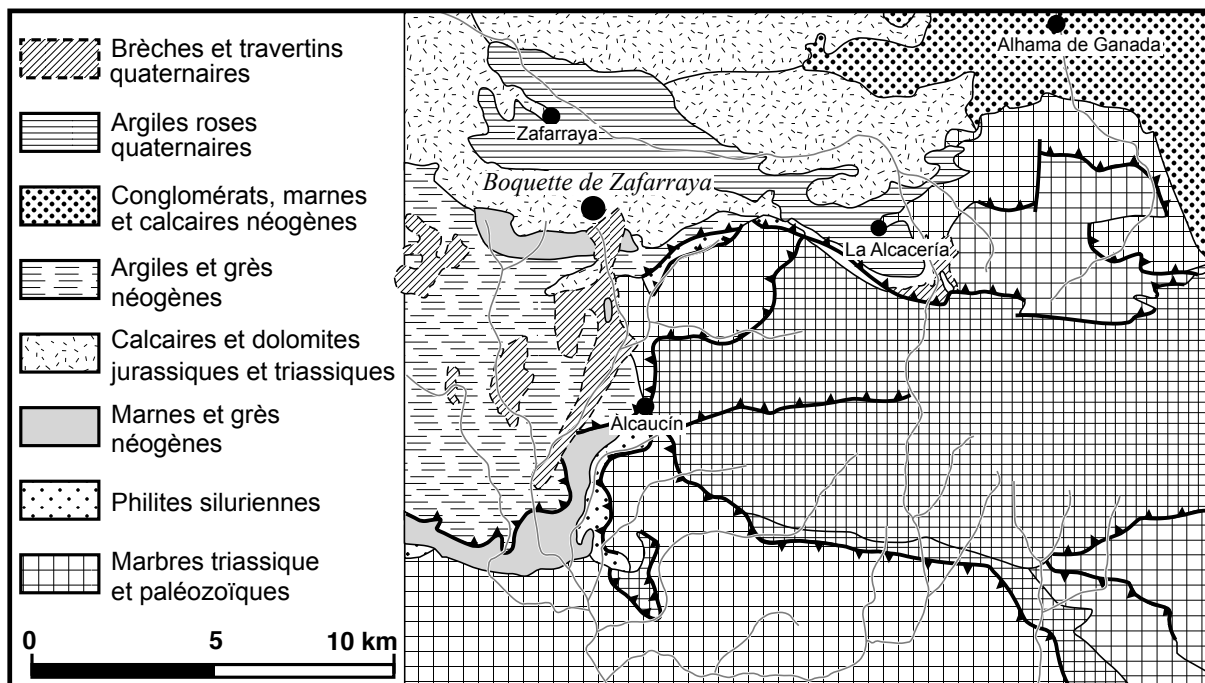


Figure 3-2 : Contexte géologique de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía) d'après Elorza et al. [1978].

III – HISTORIQUE DES RECHERCHES

La grotte du Boquete de Zafarraya a été découverte en 1979 par F. Medina Lara et C. Barroso Ruíz [Barroso Ruíz et *al.*, 1983 ; 1984]. Auparavant, en 1920, le site avait subi des fouilles clandestines, lors de la construction de l'ancienne voie ferrée située en contrebas et reliant Granada à Paiana.

Les premières fouilles officielles furent organisées par C. Barroso Ruíz en 1981, 1982 et 1983. Elles permirent de reconnaître plusieurs niveaux d'occupation attribués au Néolithique, au Paléolithique supérieur et au Paléolithique moyen. C'est lors de ces campagnes, que fut proposée une première stratigraphie du site [Medina Lara, 1984 ; Medina Lara et *al.*, 1986] et que furent découverts deux restes de Néandertaliens (fémur Zafarraya 1 et mandibule Zafarraya 2) [Barroso Ruíz et *al.*, 1983 ; 1984]. Dans cette première étude, les auteurs émirent l'hypothèse d'un âge du site, postérieur au « Würm II » (fin du stade isotopique 4 / début du stade isotopique 3) sur la base de la biostratigraphie des rongeurs.

De nouvelles fouilles eurent lieu entre 1990 et 1994 sous la direction de C. Barroso Ruíz. De nouveaux restes archéologiques furent alors mis au jour dans leur contexte stratigraphique, notamment de nouveaux fossiles néandertaliens (des dents isolées, le pubis Zafarraya 17 et le fragment de mandibule calciné Zafarraya 18) de même que des restes d'Hommes modernes. Les datations par le radiocarbone effectuées alors, attribuèrent aux niveaux moustériens inférieurs un âge de 32 000 ans B.P. [Barroso Ruíz et *al.*, 1993]. Cet âge, concordant avec celui précédemment proposé par les auteurs au vu des résultats de la biostratigraphie des rongeurs, fut précisé dans deux articles postérieurs [Hublin, 1994 ; Hublin et *al.*, 1995]. Ces dernières publications montrent deux domaines d'âges soit, de $22\,000 \pm 1\,000$ à $31\,800 \pm 550$ ans B.P. (Gif-9140-I) pour le ^{14}C et de $25\,100 \pm 1\,300$ à $33\,400 \pm 2\,000$ ans B.P. (Gif-9140-II) pour la méthode U/Th. Ces âges sont parmi les plus récents observés pour des niveaux moustériens, ce qui a permis aux auteurs, de proposer l'hypothèse, dans cette région de la péninsule ibérique, d'un remplacement tardif (autour de 27 000 B.P.) des Néandertaliens par les Hommes modernes.

Depuis, de nombreux auteurs ont repris ce postulat. Citons par exemple, C. Stringer & C. Gamble, [1993] ; L.G. Straus [1994] ; J.-J. Hublin & C. Barroso Ruíz, [1997] et F. Djindjian [1999]. Il semble donc primordial de tester la validité de cette hypothèse.

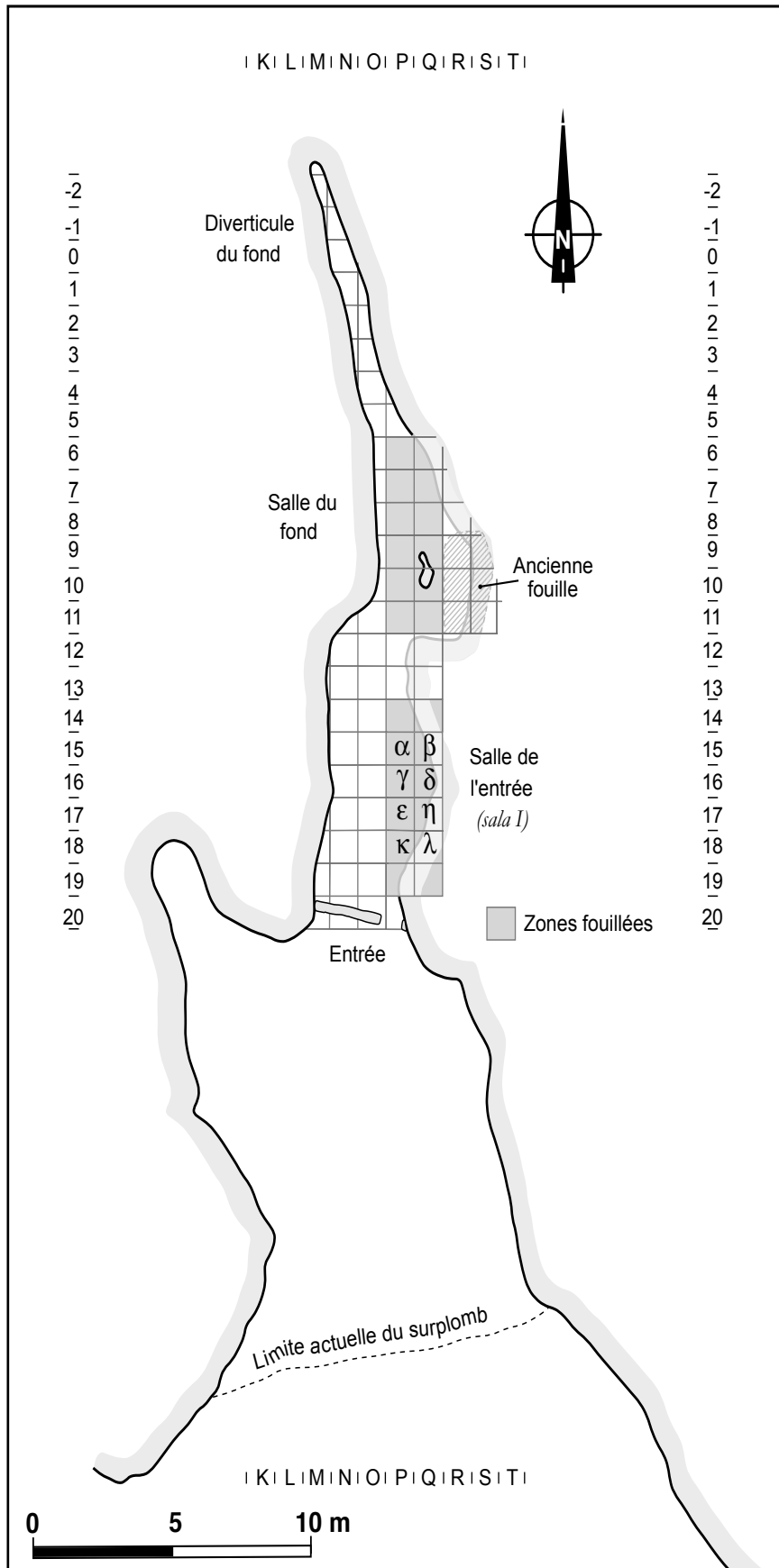


Figure 3-3 : Plan de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

IV – LITHOSTRATIGRAPHIE

A. PREMIÈRE LITHOSTRATIGRAPHIE

La première stratigraphie des sédiments de la grotte fut établie à la suite des premières fouilles réalisées entre 1981 et 1983. Une partie de la salle d'entrée du site (*sala I*) avait alors été explorée sur huit carrés de un mètre de côté, indexés de α jusqu'à λ^* (fig. 3-3, p. 40). La stratigraphie présentée ci-après est celle publiée par F. Medina Lara [1984] et F. Medina Lara et *al.* [1986], qui sera précisée par la publication de Barroso Ruiz et *al.* [Chap. 12, à paraître].

Lors de la fouille, les auteurs ont décrit deux grands ensembles archéologiques distincts. Le premier, ou « ensemble sommital » est constitué de terres meubles, de couleur gris-noir, riches en restes organiques et en matériel archéologique (céramiques, pièces lithiques sur silex), datant du Néolithique pour l'essentiel, mais aussi des époques médiévales et modernes. Lors des premières fouilles, la base de ce niveau a été atteinte dans les carrés γ (90 cm) et ε (140 cm). J'intitule respectivement TN- γ et TN- ε ces deux niveaux, afin de tenter ultérieurement de les corrélérer avec les observations plus récentes faites sur le gisement.

Le second ensemble, sous-jacent au précédent, s'en distingue très nettement par une couleur jaunâtre et un sédiment argileux plus compact. Il est qualifié par les auteurs, « d'ensemble basal ». Au sein de ce deuxième ensemble, l'étude a révélé la présence de pièces lithiques presque exclusivement moustériennes, associées à des restes osseux. Ce second ensemble a été subdivisé de bas en haut en cinq niveaux : E, D, C, B et A.

Niveau E. – Il est situé sous une profondeur de 210 cm par rapport au niveau 0 défini en 1990**. La limite inférieure du niveau, de même que sa lithologie n'ont pas été précisées par les auteurs. Plus récemment, J.-J. Hublin et *al.* [1995] le décrivent comme bréchifié. C'est à la surface de ce niveau, dans le carré η , à une profondeur de 2,10 mètres par rapport au niveau 0 actuel qu'a été découvert, en 1982, le fémur de Néandertalien Zafarraya 1 [Barroso Ruiz et *al.*, 1984].

* Correspondance des noms des zones fouillées

Par rapport à la nouvelle numérotation du carroyage, on a les correspondances suivantes : $\alpha \rightarrow P15$; $\beta \rightarrow Q15$; $\gamma \rightarrow P16$; $\delta \rightarrow Q16$; $\varepsilon \rightarrow P17$; $\eta \rightarrow Q17$; $\kappa \rightarrow P18$; $\lambda \rightarrow Q18$.

** Niveaux de référence

Lors des premières fouilles (1981 à 1983), le niveau 0 de référence était situé 51 centimètres plus haut que le niveau de référence établi en 1990 et utilisé depuis. L'ensemble de ce texte présente les données par rapport au niveau de référence établie en 1990.

Niveau D. – Niveau compris entre –150 et –210 centimètres. Il est constitué de terre meuble similaire au niveau E, de couleur ocre, contenant un grand nombre de blocs parfois de grandes dimensions. C'est le niveau fouillé, qui a donné la plus grande quantité de restes archéologiques. Trois niveaux d'occupation ont été définis au sein de ce niveau : D-3, D-2 et D-1.

Niveau d'occupation D-3. – Situé à une profondeur comprise entre –190 et –205 centimètres par rapport au niveau 0, il est constitué d'argiles compactes, présentant par endroits, une croûte calcaire d'origine algaire (près de la paroi ouest) et quelques petits niveaux de planchers stalagmitiques (près de la paroi est). C'est le niveau d'occupation qui contient le plus de restes lithiques et osseux [Medina Lara et al., 1986].

Niveau d'occupation D-2. – Situé à une profondeur comprise entre –183 et –190 centimètres par rapport au niveau 0, il est surtout caractérisé par la présence, au sein du carré λ (Q18), d'une fosse de 70 cm de diamètre contenant 142 restes osseux, 22 outils en silex et la mandibule néandertalienne Zafarraya 2, le tout étant recouvert par une grande concentration de pierres. Les auteurs ont proposé l'hypothèse que cette fosse était une structure funéraire intentionnelle.

Niveau d'occupation D-1. – Ce niveau d'occupation, compris entre –150 et –183 centimètres par rapport au niveau 0 est défini par la présence de deux foyers. Le premier, découvert dans le carré ϵ (P17), d'une dimension de 40 sur 70 centimètres, ne présente pas de structure particulière (foyer de « type amorphe » selon les auteurs). Son épaisseur n'est pas précisée. Un deuxième foyer, localisé dans le carré α (P15) possède une surface de 37 sur 50 centimètres. Il est recouvert de quelques petites pierres : les auteurs supposent qu'elles ont servi à éteindre le feu. L'épaisseur de ce foyer n'est pas précisée.

Niveau C. – Niveau induré de 10 centimètres d'épaisseur, compris entre –140 et –150 cm, constitué d'argiles meubles, de couleur sienne, riche en petites pierres calcaires et rares blocs. Le nombre de restes de faune et d'outils lithiques moustériens est relativement important.

Niveau B. – Niveau induré de 20 à 30 centimètres d'épaisseur, compris entre –115 et –140 cm, constitué d'argiles concrétionnées de couleur ocre jaune, contenant un grand nombre de cristaux de calcite et de pierres calcaires. Ce niveau, très pauvre en matériel, a donné de rares silex moustériens.

Niveau A. – Niveau compact, de 10 à 20 centimètres d'épaisseur, compris entre –95 et –115 cm, constitué d'argiles, de couleur ocre clair et riches en petites pierres. Il a fourni de nombreux restes archéologiques attribués au Moustérien.

Plus récemment, suite aux fouilles réalisées entre 1990 et 1994, C. Barroso Ruiz & J.-J. Hublin

[1994] signalent que la fouille a été étendue un peu plus au nord dans la salle du fond. Les sédiments de cette zone sont très homogènes et composés d'argiles à petits blocs calcaires. Pour le reste, ils conservent la stratigraphie précédemment établie en y ajoutant toutefois, une subdivision artificielle, en petits niveaux horizontaux de 5 centimètres d'épaisseur, du fait de l'homogénéité des sédiments (tabl. 3-1, p. 43).

| Profondeur en cm. | stratigraphie de 1981-83 | Stratigraphie de 1990-94 | | | |
|----------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------|--------------------|
| | | Bandes 19,18 17,16,15 & 14 | Zone Q18 | Bandes 11 & 10 | Bandes 6, 7 & 8 |
| -95 à -100 | A | A-1 | | | I-1 |
| -100 à -105 | | A-2 | | | I-2 |
| -105 à -110 | | A-3 | | 1-a | I-3 |
| -110 à -115 | | A-4 | | 1-b | I-4 |
| -115 à -120 | B | B-1 | | 1-c | I-5 |
| -120 à -125 | | B-2 | | 1-d | I-6 |
| -125 à -130 | | B-3 | | 1-e | I-7 |
| -130 à -135 | | B-4 | | 1-f | I-8 |
| -135 à -140 | | B-5 | | 1-g | I-9 |
| -140 à -145 | C | C-1 | | 1-h | I-10 |
| -145 à -150 | | C-2 | | 1-i | I-11 |
| -150 à -155 | D | D-1 | D-1 | 1-j | I-12 |
| -155 à -160 | | | D-2 | 1-k | I-13 |
| -160 à -165 | | | D-3 | 1-l | I-14 |
| -165 à -170 | | | D-4 | 1-m | I-15 |
| -170 à -175 | | | D-5 | 1-n | I-16 |
| -175 à -180 | | | D-6 | 1-o | I-17 |
| -180 à -185 | | | D-7 | 2-a | I-18 |
| -185 à -190 | | D-2 | D-8 | 2-b | I-19 |
| -190 à -195 | | D-3 | D-9 | 2-c | I-20 |
| -195 à -200 | | | D-10 | 2-d | I-21 |
| -200 à -205 | | | D-11 | D(SM)-11 | 2-e |
| -205 à -210 | | | D(SM)-12 | 2-f | I-23 |
| -210 à -215 | E | E-1 | D(SM)-13 | 2-g | I-24 |
| -215 à -220 | | E-2 | D(SM)-14 | 2-h | I-25 |
| -220 à -225 | | E-3 | D(SM)-15 | 2-i | I-26 |
| -225 à -230 | | E-4 | D(SM)-16 | 2-j | I-27 |
| -230 à -235 | | E-5 | D(SM)-17 | 2-k | I-28 |
| -235 à -240 | | E-6 | D(SM)-18 | 2-l | I-29 |
| -240 à -245 | | E-7 | | 2-m | I-30 |
| -245 à -250 | | E-8 | | 3-a | I-31 |
| -250 à -255 | | E-9 | | 3-b | |
| -255 à -260 | | E-10 | | 3-c | |
| -260 à -265 | | | | 3-d | |

Tableau 3-1 : Correspondance des couches définies lors des fouilles de 1981 à 1983 et 1990 à 1994 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

Même si cette stratigraphie semble au premier abord relativement précise, elle contient des lacunes, dont la principale est l'absence de corrélation entre les sédiments décrits dans la salle de l'entrée et ceux de la salle du fond. Il faut aussi noter la faible précision de la lithologie, et la rareté des observations sur les variations latérales d'épaisseur et de faciès des couches. Par ailleurs, il faut remarquer quelques divergences entre les descriptions lithologiques selon les publications. Par exemple, en 1984, F. Medina Lara indique que la couche C est cimentée par des carbonates. Dans la description de 1986, les auteurs signalent qu'elle est meuble. Enfin, en 1995 elle est décrite par J.-J. Hublin et *al.* comme étant fortement bréchifiée. Tout cela nous a conduit à vouloir préciser la stratigraphie du site.

B. NOUVELLES DONNÉES DE LA LITHOSTRATIGRAPHIE

Une nouvelle campagne de prélèvements a été organisée en 1996 et 1997 en vue de préciser la stratigraphie et l'âge du gisement. Celle-ci s'est attachée principalement au relevé des coupes encore en place et à leur description. Une série d'analyses lithologiques a ensuite été réalisée au sein du Laboratoire de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle et au Centre Européen de Recherche Préhistoriques de Tautavel par S. Abdessadok, G. Martin-Granel, C. Perrenoud, T. Saos et moi-même [Barroso Ruíz et *al.*, chap. 7].

1. Description des coupes de la grotte

Je présente ici une description résumée des coupes relevées lors de cette dernière mission. Les coupes sont décrites de l'entrée de la grotte vers le fond (fig. 3-3, p. 40). La base du remplissage n'a été atteinte pour aucune des coupes. De plus, la stratigraphie de la partie haute du remplissage de presque toutes les coupes n'a pu être relevée car celles-ci ont déjà été entièrement fouillées.

a) Coupe transversale 20/19

Cette coupe se situe à l'extrême sud de la zone fouillée, juste au pied du mur de protection (pl. 3-1, p. 172). On y observe de bas en haut les 8 couches suivantes :

Couche 20/19-8. – Niveau fortement concrétionné compris entre -180 et -210 cm, constitué par un sable limoneux beige clair à pierres et blocs. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 35/65.

Couche 20/19-7. – Niveau meuble compris entre -170 et -180 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à quelques pierres et blocs.

Couche 20/19-6. – Niveau meuble compris entre -140 et -170 cm, constitué par un petit cailloutis emballé dans un sable limoneux brun clair. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 70/30.

Couche 20/19-5. – Niveau meuble compris entre -115 et -140 cm le long de la paroi est, à la base du niveau 20/19-4. Il est constitué d'un petit cailloutis emballé par un limon sableux brun-ocre. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 60/40.

Couche 20/19-4. – Niveau légèrement concrétionné compris entre -115 et -135 cm le long de la paroi ouest, constitué d'un petit cailloutis emballé dans une matrice de sable limoneux ocre jaune. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50. Cette formation correspond à une variation latérale de faciès de la couche 20/19-5. L'analyse micromorphologique des lames minces [Barroso Ruíz et *al.*, chap. 7, à paraître] montre que les sédiments ont été cimentés par des phosphates, après leur dépôt.

Couche 20/19-3. – Niveau compris entre -95 et -115 cm, constitué de sable fin à moyen, noirâtre, contenant de nombreux charbons de bois et quelques fragments de céramiques. Ce niveau correspond à l'ensemble supérieur du remplissage.

Couche 20/19-2. – Niveau remanié compris entre -80 et -95 cm, constitué d'un cailloutis à rare matrice sableuse, et appartenant aux fondations du mur de protection sus-jacent.

Couche 20/19-1. – Niveau remanié compris entre -75 et -80 cm, constitué de limons sableux et appartenant aux fondations du mur de protection sus-jacent.

b) Coupe transversale 19/18

Petite coupe en continuité stratigraphique avec la base de la coupe transversale 20/19 (pl. 3-2, p. 173). On y observe de bas en haut les 3 couches suivantes :

Couche 19/18-3. – Niveau meuble compris entre -220 et -225 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50.

Couche 19/18-2. – Niveau fortement concrétionné compris entre -205 et -220 cm, constitué par un sable limoneux brun clair à cailloux et rares blocs. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 40/60.

Couche 19/18-1. – Petit niveau meuble compris entre -205 et -215 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50.

c) Coupe transversale 18/17

Petite coupe en continuité stratigraphique avec la base de la coupe transversale 19/18 (pl. 3-3, p. 174). On y observe, de bas en haut, les 3 couches suivantes :

Couche 18/17-3. – Niveau meuble compris entre -240 et -250 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à cailloutis.

Couche 18/17-2. – Niveau meuble, non compacté compris entre -235 et -245 cm à l'est de la coupe, constitué par un sable limoneux brun-jaune à petit cailloutis. Ce niveau est soit une variation latérale de faciès de la couche 18/17-1, soit il correspond à des sédiments remaniés lors de la fouille.

Couche 18/17-1. – Petit niveau fortement concrétionné compris entre -230 et -245 cm, constitué par un sable limoneux beige à cailloutis riche en restes archéologiques.

d) Coupe longitudinale P/Q en 17

Petite coupe en continuité stratigraphique avec la coupe transversale 18/17 (pl. 3-4, p. 175). On y observe, de bas en haut, les 5 couches suivantes :

Couche P/Q17-5. – Encroûtement carbonaté compris entre -240 et -255 cm, situé au centre de la coupe et constitué par un sable carbonaté brun clair déposé intégralement sur un gros bloc dont la base n'est pas visible.

Couche P/Q17-4. – Niveau meuble compris entre -240 et -250 cm au sud de la coupe, constitué par un sable limoneux brun-rouge à cailloutis riche en ossements. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50.

Couche P/Q17-3. – Niveau concrétionné compris entre -230 et -240 cm au sud de la coupe, constitué par un sable limoneux brun-beige à cailloutis riche en ossements. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50.

Couche P/Q17-2. – Niveau meuble compris entre -245 et -250 cm au nord de la coupe, constitué par un sable limoneux brun-rouge à cailloutis riche en ossements. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50. Sur la base de sa lithologie, ce niveau semble être identique au niveau P/Q17-4.

Couche P/Q17-1. – Niveau concrétionné compris entre -235 et -245 cm au nord de la coupe, constitué par un sable limoneux brun-beige à cailloutis riche en ossements. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50. La nature lithologique est identique à celle du niveau P/Q17-3.

e) Coupe transversale 17/16

Petite coupe en continuité stratigraphique avec la coupe longitudinale P/Q en 17 (pl. 3-5, p. 176). On y observe, de bas en haut, les 3 couches suivantes :

Couche 17/16-3. – Niveau meuble compris entre -240 et -245 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à cailloutis.

Couche 17/16-2. – Niveau concrétionné compris entre -230 et -240 cm, constitué par un sable limoneux brun-beige à cailloutis riche en ossements.

Couche 17/16-1. – Niveau meuble compris entre -235 et -240 cm à l'ouest de la coupe, constitué par un sable limoneux brun-ocre à cailloutis.

f) Coupe longitudinale P/Q en 15

Petite coupe en continuité stratigraphique avec la base de la coupe transversale 14/15 (pl. 3-4, p. 175). On y observe, de bas en haut, les 2 couches suivantes :

Couche P/Q15-2. – Niveau meuble compris entre -220 et -225 cm au sud de la coupe, constitué par un sable limoneux brun-ocre à petit cailloutis.

Couche P/Q15-1. – Niveau fortement concrétionné compris entre -215 et -220 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre riche en cailloutis.

g) Coupe transversale 15/14

C'est une des coupes de référence du site, puisque c'est à partir d'elle qu'a été définie une partie de la lithostratigraphie de F. Medina Lara et *al.* [1986]. De plus, elle présente encore l'ensemble des sédiments de la partie haute du remplissage (pl. 3-6, p. 177). On y observe, de bas en haut, les 7 couches suivantes :

Couche 15/14-7. – Niveau fortement concrétionné compris entre -220 et -225 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à cailloutis.

Couche 15/14-6. – Niveau meuble à friable compris entre -200 et -220 cm, constitué par un sable argilo-limoneux brun foncé à cailloutis et nombreux blocs (40 % du dépôt).

Couche 15/14-5. – Niveau fortement concrétionné compris entre -190 et -200 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre, à cailloutis et quelques blocs, relativement riche en ossements.

Couche 15/14-4. – Niveau meuble, concrétionné par endroits, compris entre -170 et -190 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à petit cailloutis.

Couche 15/14-3. – Niveau meuble, concrétionné par endroits, compris entre -150 et -170 cm, constitué par un sable argilo-limoneux brun foncé à cailloutis et riche en ossements.

Couche 15/14-2. – Niveau fortement concrétionné compris entre -130 et -150 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à pierres et blocs abondants.

Couche 15/14-1. – Niveau concrétionné compris entre -90 et -130 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à cailloutis et blocs.

h) Coupe longitudinale P/Q en 14

Coupe en continuité stratigraphique avec la coupe transversale 15/14 (pl. 3-4, p. 175). Elle présente l'ensemble des sédiments de la partie haute du remplissage. On y observe, de bas en haut, les quatre couches suivantes :

Couche P/Q14-4. – Niveau meuble compris entre -150 et -180 cm, constitué par un limon sableux brun sombre à rare cailloutis et blocs et contenant des ossements. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 20/80.

Couche P/Q14-3. – Niveau meuble concrétionné localement compris entre -90 et -150 cm, constitué par un sable argileux brun-ocre à cailloutis et rares blocs.

Couche P/Q14-2. – Niveau fortement concrétionné compris entre -80 et -90 cm, constitué par un cailloutis à matrice sablo-limoneuse brun-gris.

Couche P/Q14-1. – Niveau meuble, compris entre -70 et -80 cm, constitué par un sable limoneux noirâtre à nombreux charbons. Ce niveau correspond à l'ensemble supérieur du remplissage.

i) Coupe transversale 14/13

Coupe en continuité stratigraphique avec la coupe longitudinale P/Q en 14 (pl. 3-7, p. 178). Elle présente l'ensemble des sédiments de la partie haute du remplissage. On y observe, de bas en haut, les 6 couches suivantes :

Couche 14/13-6. – Niveau fortement concrétionné compris entre -160 et -180 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à cailloutis.

Couche 14/13-5. – Niveau fortement concrétionné compris entre -135 et -160 cm constitué par un sable limoneux brun-ocre, à cailloutis et quelques blocs, et relativement riche en ossements.

Couche 14/13-4. – Niveau meuble, concrétionné par endroits, compris entre -110 et -135 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à petit cailloutis.

Couche 14/13-3. – Niveau meuble, concrétionné par endroits, compris entre -85 et -110 cm, constitué par un sable argilo-limoneux brun foncé à cailloutis.

Couche 14/13-2. – Niveau meuble compris entre -80 et -95 cm, constitué par un sable limoneux noirâtre riche en charbons de bois. Le niveau est discontinu et l'observation montre qu'il s'agit d'un sédiment déposé en discordance érosive, postérieurement au dépôt des couches 14/13-1 et 14/13-3. Ce niveau correspond à l'ensemble supérieur du remplissage.

Couche 14/13-1. – Niveau meuble compris entre -50 et -85 cm, constitué par un sable limoneux beige à cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50.

j) Coupe transversale 12/11

Grande coupe située au milieu de la grotte (pl 3-8, p. 179). On y observe de bas en haut les 8 couches suivantes :

Couche 12/11-8. – Niveau concrétionné compris entre -210 et -310 cm, riche en matériel archéologique, constitué par un sable limoneux brun à cailloutis et blocs. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50. Les niveaux sous-jacents, visibles sur la coupe, correspondent à un comblement de la fosse, postérieurement aux fouilles clandestines des années 1920.

Couche 12/11-7. – Niveau meuble compris entre -200 et -210 cm, constitué par un limon sableux brun-ocre sombre à cailloutis et quelques blocs et relativement riche en charbons de bois. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 30/70.

Couche 12/11-6. – Lentille de cailloutis bien individualisée, comprise entre -195 et -200 cm, et emballée dans une matrice sablo-limoneuse brune. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 65/35.

Couche 12/11-5. – Niveau meuble localement concrétionné, compris entre -140 et -195 cm, constitué par un sable limoneux brun-jaune à cailloutis et blocs et présentant quelques passées plus sableuses et de nombreux éléments archéologiques.

Couche 12/11-4. – Niveau légèrement concrétionné compris entre -130 et -140 cm, constitué par un sable limoneux brun foncé riche en cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50.

Couche 12/11-3. – Niveau meuble compris entre -100 et -130 cm, constitué par un sable limoneux brun à pierres et rares blocs.

Couche 12/11-2. – Niveau légèrement concrétionné compris entre -95 et -100 cm, constitué par un cailloutis à matrice sablo-limoneuse brune. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 75/25.

Couche 12/11-1. – Niveau légèrement concrétionné compris entre -80 et -95 cm, constitué par un sable limoneux brun à pierres.

k) Coupe longitudinale P/Q en 11

Coupe en continuité stratigraphique avec la coupe transversale 12/11 (pl. 3-9, p. 180). On y observe, de bas en haut, les 3 couches suivantes :

Couche P/Q11-3. – Niveau meuble compris entre -200 et -220 cm, constitué par un cailloutis à rares blocs et à matrice sablo-limoneuse brun foncé. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 60/40.

Couche P/Q11-2. – Niveau meuble compris entre -190 et -200 cm, constitué par un sable limoneux brun foncé à petit cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 45/55.

Couche P/Q11-1. – Niveau légèrement concrétionné, compris entre -175 et -190 cm, constitué par un sable limoneux brun-beige à cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 35/65.

l) Coupe transversale 11/10

Coupe en continuité stratigraphique avec la coupe longitudinale P/Q en 11 (pl 3-10, p. 181). On y observe, de bas en haut, les trois couches suivantes :

Couche 11/10-3. – Niveau meuble compris entre -225 et -240 cm, constitué par un cailloutis à rares blocs et une matrice sablo-limoneuse brun foncé. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 60/40.

Couche 11/10-2. – Niveau meuble compris entre -185 et -225 cm, constitué par un sable limoneux brun foncé à petit cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 40/60.

Couche 11/10-1. – Niveau légèrement concrétionné, compris entre -175 et -185 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à brun-beige à cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 30/70.

m) Coupe transversale 10/9

Coupe en continuité stratigraphique avec la coupe P/Q en 9 (pl. 3-11, p. 182). On y observe, de bas en haut, les sept couches suivantes :

Couche 10/9-7. – Niveau fortement concrétionné compris entre -180 et -240 cm, constitué par un sable limoneux brun à cailloutis et rares blocs. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 60/40.

Couche 10/9-6. – Niveau meuble compris entre -180 et -185 cm, constitué par un sable limoneux brun foncé à petit cailloutis.

Couche 10/9-5. – Niveau concrétionné, compris entre -175 et -180 cm, constitué par un sable limoneux beige à petit cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 30/70.

Couche 10/9-4. – Niveau meuble compris entre -170 et -175 cm, constitué par une passée de sable limoneux brun-ocre à granules.

Couche 10/9-3. – Niveau fortement concrétionné, compris entre -155 et -170 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 40/60.

Couche 10/9-2. – Niveau meuble compris entre -130 et -155 cm, constitué par un sable limoneux brun-jaune foncé à cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 30/70.

Couche 10/9-1. – Niveau fortement concrétionné, compris entre -100 et -130 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à cailloutis et rares blocs. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 40/60.

n) Coupe longitudinale P/Q en 9 et 8

Coupe en continuité stratigraphique avec la coupe transversale 10/9 (pl. 3-9, p. 180). On y observe, de bas en haut, les 8 couches suivantes :

Couche P/Q9-8. – Niveau meuble compris entre -230 et -240 cm, constitué par un sable limoneux brun à cailloutis et blocs. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50.

Couche P/Q9-7. – Niveau fortement concrétionné, compris entre -200 et -230 cm, constitué par un sable limoneux brun à cailloutis et blocs. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50.

Couche P/Q9-6. – Niveau meuble compris entre -180 et -210 cm, constitué par un sable limoneux brun foncé à cailloutis et quelques blocs. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50.

Couche P/Q9-5. – Niveau concrétionné, compris entre -175 et -180 cm, constitué par un sable limoneux beige à cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 30/70.

Couche P/Q9-4. – Niveau meuble compris entre -170 et -175 cm, constitué par un sable limoneux brun à cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 25/75.

Couche P/Q9-3. – Niveau fortement concrétionné, compris entre -145 et -170 cm, constitué par un sable limoneux brun-ocre à cailloutis et quelques blocs. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50.

Couche P/Q9-2. – Niveau meuble compris entre -135 et -145 cm, constitué par un sable limoneux brun-jaune à cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 40/60.

Couche P/Q9-1. – Niveau fortement concrétionné, compris entre -95 et -135 cm, constitué par un sable limoneux brun clair à cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 40/60.

o) Coupe transversale 9/8

Coupe en continuité stratigraphique avec la coupe longitudinale P/Q en 9 (pl. 3-12, p. 183). On y observe, de bas en haut, les 8 couches suivantes :

Couche 9/8-8. – Niveau concrétionné compris entre -180 et -185 cm, constitué par un sable limoneux beige à cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 30/70.

Couche 9/8-7. – Niveau meuble compris entre -175 et -180 cm, constitué par un cailloutis à matrice sablo-limoneuse brune. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50.

Couche 9/8-6. – Niveau fortement concrétionné compris entre -150 et -175 cm, constitué par un cailloutis à matrice sablo-limoneuse brun-jaune. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50.

Couche 9/8-5. – Niveau meuble compris entre -135 et -150 cm, constitué par un cailloutis à matrice sablo-limoneuse brun-jaune. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50.

Couche 9/8-4. – Niveau fortement concrétionné, compris entre -110 et -135 cm, constitué par un cailloutis à matrice sablo-limoneuse brun-jaune. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 50/50.

Couche 9/8-3. – Niveau meuble compris entre -100 et -110 cm, constitué par un cailloutis à matrice sablo-limoneuse brune. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 60/40.

Couche 9/8-2. – Niveau fortement concrétionné, compris entre -85 et -100 cm, constitué par un sable limoneux brun clair à cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 30/70.

Couche 9/8-1. – Niveau fortement concrétionné, compris entre -60 et -85 cm, constitué par un sable limoneux brun-noir à cailloutis. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 30/70.

p) Coupe transversale 7/6

Coupe sans contact stratigraphique visible avec la coupe 9/8 ou la coupe P/Q (pl. 3-13, p. 184). On y observe la couche suivante :

Couche 7/6-1. – Niveau meuble peu compacté compris entre -140 et -180 cm, constitué par un cailloutis à quelques blocs et à matrice sablo-limoneuse brune. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 75/25.

q) Coupe transversale 6/5

Coupe en continuité stratigraphique avec la coupe transversale 7/6 (pl. 3-14, p. 185). On observe la couche suivante :

Couche 6/5-1. – Niveau meuble peu compacté compris entre -100 et -140 cm, constitué par un cailloutis à blocs et à matrice sablo-limoneuse brun clair. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 85/15.

2. Observations ponctuelles

Le sondage de la fouille clandestine de 1920, qui correspond à un puits profond, permet d'observer une partie des sédiments de la base du remplissage de la grotte. Les limons argileux plastiques visible dans le puits, de couleur rouge à gris-beige sont stériles en artefacts archéologiques et contiennent des restes d'ostracodes. Ces limons argileux sont situés entre 312 et 635 centimètres sous le plan 0. Ils ont été nommés « complexe stratigraphique inférieur ». La base de ce complexe

n'est pas visible. De même, le contact stratigraphique précis avec les niveaux sus-jacents n'est pas observable avec précision et varie d'un endroit à l'autre. Il se situe à 525 cm sous le plan 0 dans la bande 10, et à 312 cm sous le plan 0 dans la bande 7. Ces variations importantes d'altitudes signifient qu'il doit s'agir là d'un contact érosif.

3. Nouvelles données de la sédimentologie

Des analyses sédimentologiques ont été réalisées à partir des prélèvements réalisés lors des campagnes de 1996 et de 1997 sur les coupes et ponctuellement dans la grotte. Je vous présente ici, sous forme de diagraphies, les résultats les plus significatifs et les plus utiles à l'établissement de la lithostratigraphie. L'ensemble des résultats des autres analyses seront disponible dans un article collectif à paraître [Barroso Ruíz et *al.*, chap. 7, à paraître].

Les analyses dont je tiens compte pour les précisions lithostratigraphiques sont :

- la granulométrie des éléments fins inférieurs à 2 millimètres (étude réalisée par T. Saos, fig. 3-4, p. 55 et fig. 3-5, p. 56),
- la minéralogie des argiles (étude que j'ai réalisée, fig. 3-6, p. 57 et fig. 3-7, p. 58),
- la morphoscopie des grains de quartz (analyse faite par S. Abdessadok, fig. 3-8, p. 59 et fig. 3-9, p. 60).

Les analyses sédimentologiques permettent de distinguer trois grands complexes stratigraphiques que nous avons qualifiés d'*inférieur*, de *moyen* et de *supérieur*.

a) Le complexe stratigraphique inférieur

Le complexe stratigraphique inférieur est visible seulement dans le puits de la fouille de 1920, à une profondeur minimum de 312 cm sous le plan 0. Il est constitué pour l'essentiel, de limons argileux relativement homogènes et riches en smectite. Stratigraphiquement, il se distingue très bien du complexe moyen sus-jacent par sa pauvreté en sable (de 0 à 20 %), sa richesse en smectite (15 à 50 %) et en quartz émoussés hyalins (fig. 3-5, 3-7 et 3-8, p. 40, 58 et 59).

b) Le complexe stratigraphique moyen

Le complexe stratigraphique moyen correspond à « l'ensemble basal » de la lithostratigraphie établie par F. Medina Lara et *al.* [1986]. Il est constitué d'un cailloutis à matrice limono-sableuse. Malgré une grande homogénéité sédimentologique, il est possible de séparer ce complexe, en deux ensembles stratigraphiques :

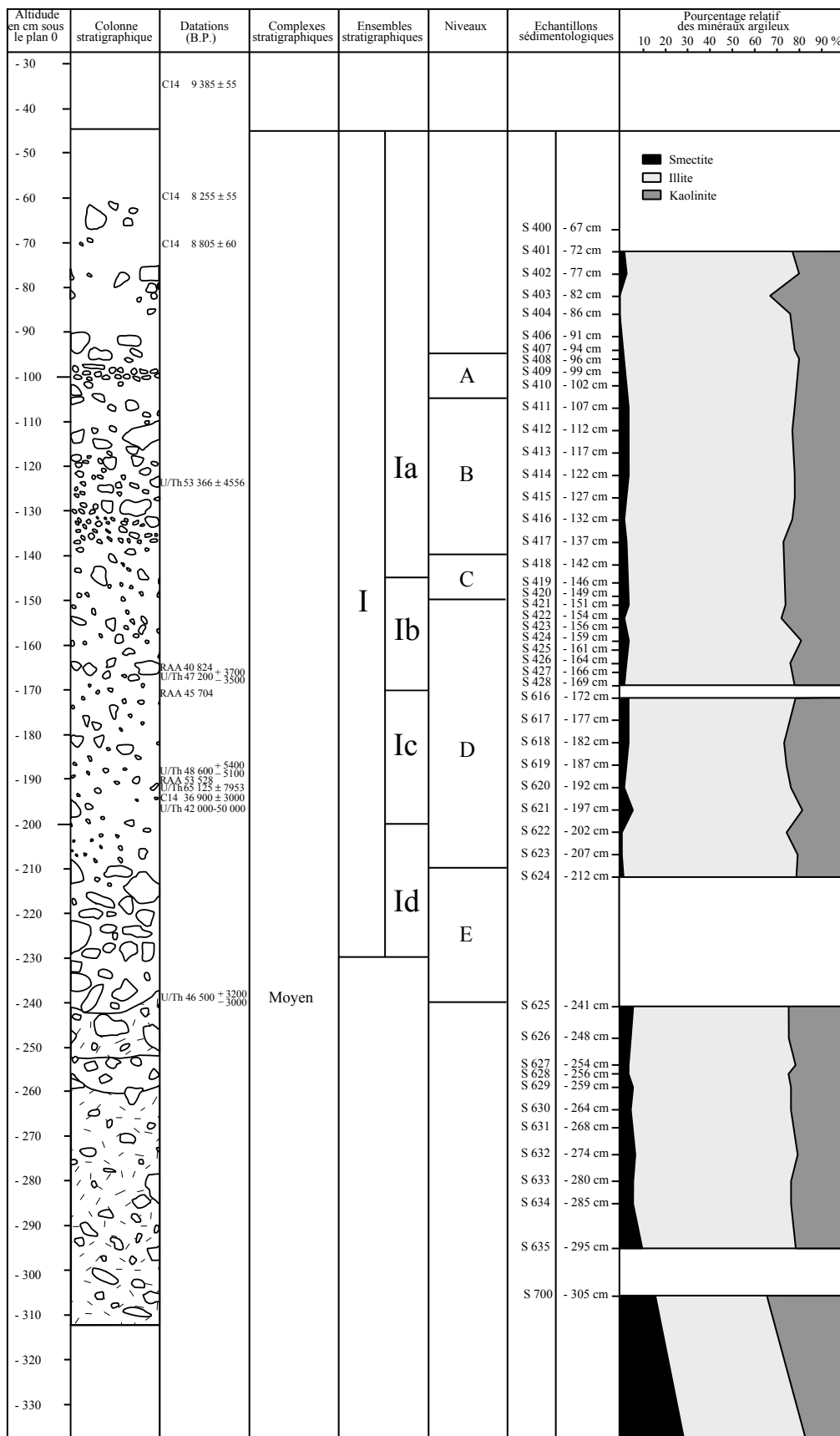


Figure 3-6 : Diagraphie synthétique de la minéralogie des argiles des ensembles supérieurs et moyens de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

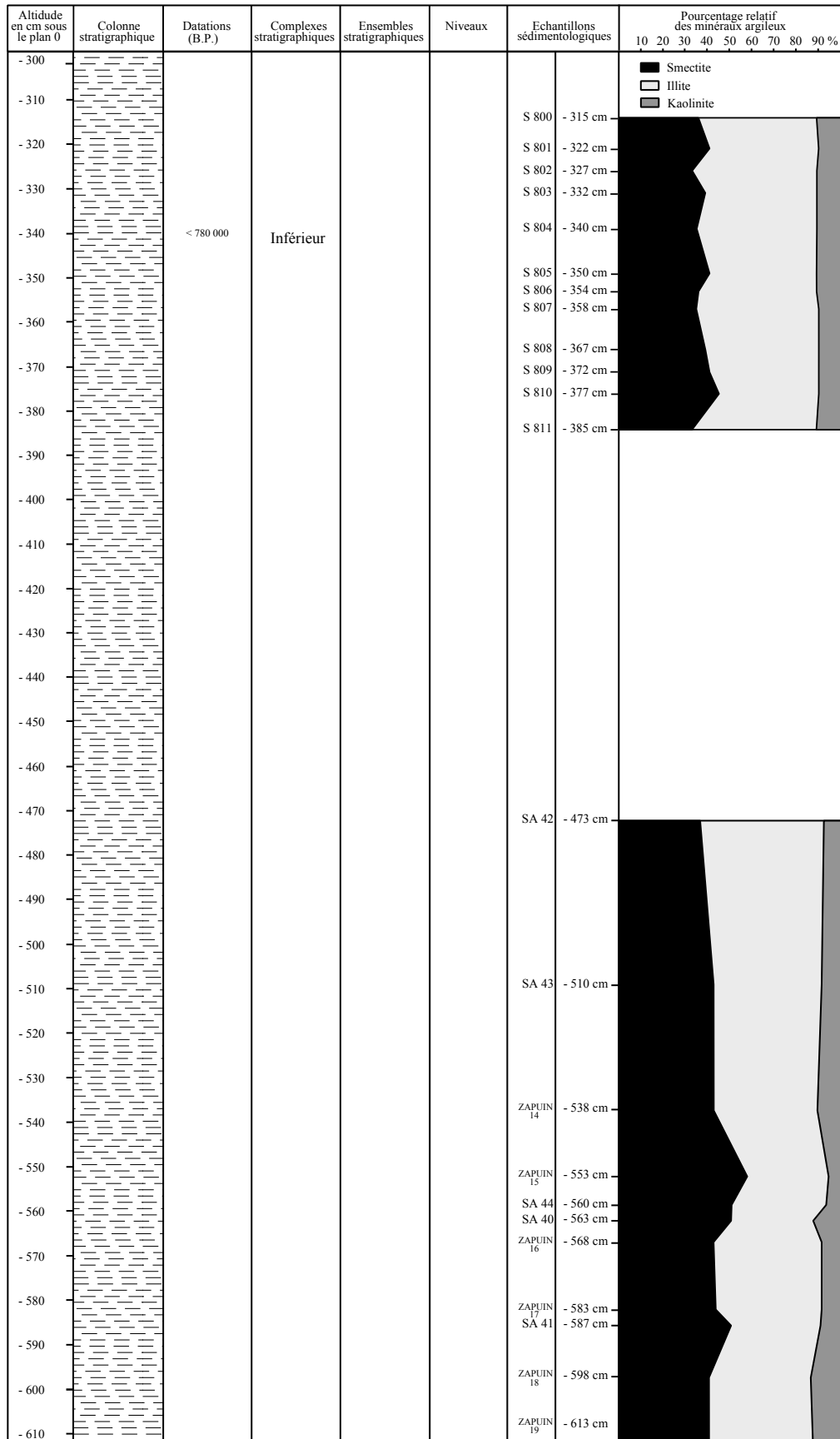


Figure 3-7 : Diagraphie synthétique de la minéralogie des argiles de l'ensemble inférieur de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

sables grossiers par rapport aux sables fins. La transition avec le niveau Ib, moins riche en limons, est relativement diffuse mais le niveau Ic est cependant un peu plus riche en sables grossiers que le niveau Ib (fig. 3-4, p. 55).

Sous-ensemble stratigraphique Ib. – Niveau situé entre 170 et 145 cm sous le plan 0. Il est riche en limons (environ 50 %) et sables fins. La transition avec le niveau Ia, moins riche en limons, est souvent assez bien marquée (fig. 3-4, p. 55).

Sous-ensemble stratigraphique Ia. – Niveau situé entre 145 et 65 cm sous le plan 0. Il est riche en sables (50 à 70%) avec une diminution progressive des sables grossiers au détriment des limons, cela en fonction de l'altitude (fig. 3-4, p. 55).

c) Le complexe stratigraphique supérieur

Le complexe stratigraphique supérieur correspond à « l'ensemble sommital » de la lithostratigraphie établie par F. Medina Lara et *al.* [1986]. Sa base varie entre 140 et 85 cm sous le plan 0. Ses caractéristiques sédimentologiques sont assez proches de l'ensemble I sous-jacent mais il s'en distingue par une relativement plus grande richesse en limons et en sables fins (fig. 3-9, p. 60).

C. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE LA LITHOSTRATIGRAPHIE

L'ensemble des observations stratigraphiques et sédimentologiques du gisement du Boquete de Zafarraya permet de proposer une synthèse de la lithostratigraphie du gisement.

1. Matrice de Harris des zones fouillées

La multiplication des descriptions de couches dans la grotte du Boquete de Zafarraya implique une corrélation de celles-ci et une synthèse. Elles sont proposées ici sous forme de matrices de Harris. Les deux matrices que je présente ici ne concernent que la partie fouillée du gisement, c'est-à-dire principalement le complexe supérieur et la moitié supérieure du complexe stratigraphique moyen.

Cette matrice montre clairement les relations couche à couche que l'on peut observer sur les différentes coupes stratigraphiques étudiées (fig. 3-10, p. 62). Il reste qu'il est difficile d'établir avec précision les relations stratigraphiques à grande échelle, du fait du manque d'informations pour les bandes 19, 18, 17, 16, 15, 13, 12, 10 et 7. Il est toutefois possible de proposer un schéma global de ces relations en admettant l'horizontalité relative des couches et la relation stratigraphique entre les sédiments de l'entrée et du fond de la grotte, hypothèses qui, on le verra ultérieurement, sont démontrées par les données de l'archéostratigraphie.

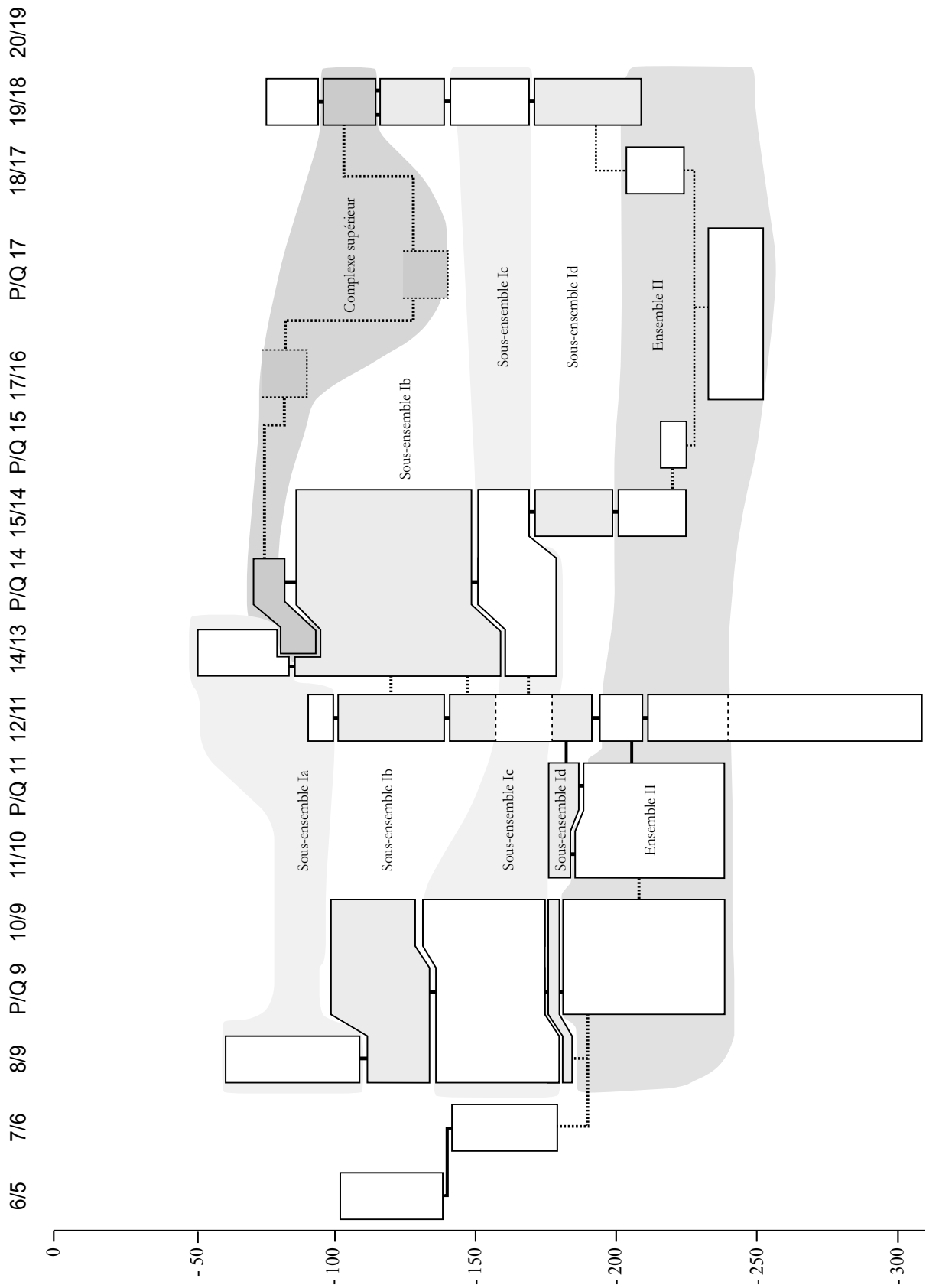


Figure 3-11 : Matrice de Harris simplifiée des couches de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

Partant de là, je propose une matrice de Harris simplifiée pour améliorer la lecture de la géométrie du gisement (fig. 3-11, p. 63). Au sein du complexe moyen, on observe une relative cohérence de la description des couches présentées par la matrice de Harris avec les subdivisions proposées par les données sédimentologiques (Ia, Ib, Ic et Id).

2. Grandes subdivisions stratigraphiques

L'étude de la lithostratigraphie permet de subdiviser le remplissage du site du Boquete de Zafarraya en plusieurs complexes et ensembles stratigraphiques bien distincts du fait de leur lithologie. Nous les présentons ici de bas en haut.

a) Complexe stratigraphique inférieur

Le complexe stratigraphique inférieur est constitué par des limons argileux rouges homogènes. Ce complexe est visible au niveau du puits de la fouille de 1920 dans les carrés R11, R10, R9, S11, S10 et S9. Le complexe inférieur est situé à une profondeur égale ou supérieure à 312 cm sous le plan 0. La base de ce complexe stratigraphique n'a pas été atteinte.

b) Complexe stratigraphique moyen

Le complexe stratigraphique moyen est formé par un cailloutis à matrice limono-sableuse brun-beige à ocre subdivisée en unités stratigraphiques, principalement à partir des variations de la teneur en sable de la matrice. Il correspond à « l'ensemble basal » défini par Medina Lara et *al.* [1986]. Son altitude est comprise entre 65 et 485 cm sous le plan 0.

L'ensemble stratigraphique II, non subdivisé, est situé à une profondeur supérieure à 230 cm sous le plan 0. L'ensemble stratigraphique I, subdivisé en quatre sous-ensembles (Ia, Ib, Ic et Id), est situé à une profondeur comprise entre 65 et 230 cm sous le plan 0.

c) Complexe stratigraphique supérieur

Le complexe stratigraphique supérieur est composé de limons et sables fins noirâtres déposés en discordance stratigraphique sur les sédiments du complexe stratigraphique moyen. Il est visible principalement dans la salle de l'entrée de la grotte. Ce complexe correspond à « l'ensemble sommital » défini par Medina Lara et *al.* [1986]. Sa base varie entre 140 et 80 cm sous le plan 0.

V . — ARCHÉOSTRATIGRAPHIE

A. COMPLEXE STRATIGRAPHIQUE INFÉRIEUR

Le complexe stratigraphique inférieur n'a livré aucun vestige archéologique. Il est probable que la conformation du karst, lors du dépôt de ce complexe, empêchait toute occupation anthropique.

B. COMPLEXE STRATIGRAPHIQUE MOYEN

D. Geraads [1997] a signalé le premier, au sein du complexe stratigraphique moyen, deux types d'associations archéostratigraphiques. D'une part, des couches présentant l'association de *Capra pyrenaïca* et d'artefacts moustériens, et d'autre part, des niveaux plus riches en restes de carnivores. Plus récemment, Barroso Ruíz et *al.*, [chap. 13, à paraître] ont proposé de délimiter le gisement en 47 unités stratigraphiques à partir de l'observation des profils archéologiques. Là aussi, les unités correspondent à des niveaux anthropiques et à des niveaux d'occupation de la grotte par les carnivores. Ces 47 niveaux sont rassemblés en sept groupes d'unités

Cette subdivision en 47 unités archéostratigraphiques paraît cependant excessive. En effet, la moitié de ces unités archéostratigraphiques, définies par les auteurs, ont une épaisseur d'environ deux centimètres (UA1, UB4, UC8, etc.). Cette faible épaisseur des couches implique, pour être valide, deux hypothèses présumées : d'une part, une stricte horizontalité des couches au centimètre près pour l'ensemble de la grotte, et d'autre part, une absence quasi complète de déplacements verticaux d'artefacts. Outre que la première hypothèse paraît assez peu réaliste, la seconde est clairement infirmée par les remontages anatomiques observés par les auteurs (pl. 3-24, p. 190). Si ces remontages démontrent bien une horizontalité générale des couches, ils prouvent aussi l'existence de phénomènes de migrations verticales (en supposant les couches horizontales lors de leur dépôt). Ainsi, les remontages 30, 39 et 55 se croisent entre -200 et -220 cm de profondeur environ, alors qu'à ce niveau, quatre unités archéostratigraphiques sont définies.

Sans pour autant rejeter entièrement ce schéma, je préfère donc souligner ici, les seules subdivisions et informations archéostratigraphiques très bien marquées dans les profils.

1. La limite Paléolithique supérieur / Paléolithique moyen

L'étude du matériel archéologique a montré la présence d'un certain nombre d'artefacts attribuables aux premières cultures du Paléolithique supérieur : Proto-Aurignacien, Gravettien et Solutréen [Barroso Ruíz et *al.*, chap. 34, à paraître]. Sur les 156 artefacts attribués au Paléolithique supérieur, seules cinq pièces sont coordonnées (tabl. 3-2, p. 66). Les autres ont été retrouvés dans

| Zone | Numéro | Couche | Profondeur en cm. | Attribution |
|------|--------|--------|-------------------|--------------------------|
| P7 | 16 | I-4 | -110 à -115 | Paléo. sup. indéféréncié |
| P14 | 7511 | A-3 | -105 à -110 | Proto-Aurignacien |
| Q6 | 37 | I-3 | -105 à -110 | Solutréen |
| P6 | 7438 | I-4 | -110 à -115 | Gravettien |
| P10 | 7231 | 1-j | -150 à -155 | Solutreen |

Tableau 3-2 : Industries localisées attribuées au Paléolithique supérieur.

| <i>Homo</i> | Zone | Numéro | Couche | Profondeur en cm. | Diagnose |
|--------------|------|---------|--------|-------------------|----------|
| Zafarraya 13 | P 7 | 3734 | I-6 | -120 à -125 | M2 d inf |
| Zafarraya 14 | P14 | R 40001 | A-1 | -95 à -100 | I1 g sup |

Tableau 3-3 : Restes d'*Homo sapiens sapiens* localisés.

les sédiments remaniés. Par ailleurs, deux ossements (Zafarraya 13 et 14), attribués à *Homo sapiens sapiens* [Barroso Ruíz et *al.*, chap. 28, à paraître], ont aussi été coordonnés (tabl. 3-3, p. 66).

Ces quelques informations sont capitales pour la compréhension de l'archéostratigraphie du gisement de Zafarraya. En effet, le pointage de ces objets sur le profil longitudinal permet de visualiser la limite entre les couches ne contenant que des restes archéologiques moustériens, de celles qui contiennent également des éléments du Paléolithique supérieur (pl. 3-15, p. 186 et 3-17, p. 187). Cette limite varie entre 110 à 115 cm sous le plan 0, sauf au niveau de la bande 10 où une pièce lithique du Solutréen est située à 155 cm sous le plan 0. Cette profondeur peut s'expliquer de deux façons : soit elle correspond à une surface d'érosion récente recouverte de terres remaniées, soit il s'agit d'une limite d'érosion antérieure au Paléolithique supérieur. La première hypothèse possède ma préférence car, d'après les carnets de fouilles, la couche 1-j est seulement la troisième couche fouillée dans ce secteur. Le Paléolithique supérieur n'est pas visible dans la salle d'entrée de la grotte, sauf par la dent d'*Homo sapiens* Zafarraya 14, qui pourrait être remaniée.

Par ailleurs, cela implique que les couches suivantes (voir aussi tableau 3-1, p. 43) incluent du matériel daté du Paléolithique supérieur :

- A-1, A-2 et A-3
- 1-a, 1-b, 1-c, 1-d, 1-e, 1-f, 1-g, 1-h, 1-i, et 1-j
- I-1, I-2, I-3, I-4, I-5 et I-6.

Or, c'est sur une partie de ces couches, que les datations conférant un âge récent au site, [Hublin, 1994 ; Hublin et *al.*, 1995] ont été réalisées.

2. Principales limites archéostratigraphiques au sein du Paléolithique moyen

L'observation des profils archéostratigraphiques permet de visualiser un certain nombre de limites bien marquées au sein du remplissage ne contenant que des artefacts attribués au Moustérien (pl. 3-15 à 3-26, pp. 186 à 191)

a) Limite de stratification autour de -145 cm

Cette limite de stratification ne s'observe qu'au niveau des bandes 10, 11 et 14. Elle se caractérise par une diminution nette de la densité des pierres coordonnées sous cette limite (pl. 3-16, p. 186 et pl. 3-18, p. 187).

b) Limite de stratification autour de -175 cm

Cette limite est observable uniquement dans les bandes 10 et 11 ; elle correspond à la base d'un petit lit de pierres (pl. 3-16, p. 186).

c) Limite de stratification autour de -190 cm à -200 cm

C'est la limite archéostratigraphique la mieux observée sur tout le gisement. Elle est visible sur les bandes 10, 11, 15, 16, 17, 18 et 19. Sous cette limite, il y a une nette augmentation de la densité de pierres et d'ossements d'herbivores dont *Capra pyrenaïca* (pl. 3-19, p. 188 et pl. 3-21, p. 189). Elle est aussi marquée, au niveau des carrés 15, 16 et 17, par une augmentation de la densité des artefacts lithiques du Paléolithique moyen (pl. 3-17, p. 187). Au niveau des carrés 17 et 18 elle semble se traduire par une augmentation du nombre de restes de Néandertaliens (pl. 3-20, p. 188 et pl. 3-22, p. 189).

d) Limite de stratification autour de -210 cm à -220 cm

Cette limite archéostratigraphique, observable au niveau des bandes transversales 10, 15, 16 et 17, se distingue par une diminution de la densité des pierres (pl. 3-16 p. 186 et pl. 3-18 p. 187) et par un petit niveau de restes de carnivores au niveau des bandes 15, 16 et 17 (pl. 3-23, p. 190 et pl. 3-25, p. 191).

e) Limite de stratification autour de -240 cm

Cette limite n'est visible qu'au niveau de la bande 10 où elle correspond à un petit lit de pierres (pl. 3-16, p. 186) et de restes de *Capra pyrenaïca* (pl. 3-19, p. 188).

f) « Cuvette » du carré Q18

Cette petite cuvette située entre -225 à -235 cm au niveau du carré Q18 se distingue, sur les profils, par l'abondance de restes de Néandertaliens (pl. 3-22, p. 189) et de restes de *Capra pyrenaïca* (pl. 3-21, p. 189). Il y a 34 restes de Néandertaliens qui correspondent au maximum à quatre individus [Barroso Ruíz et *al.*, chap. 28, à paraître].

3. Observation des remontages

L'observation des remontages anatomiques démontre que les couches de l'ensemble stratigraphique I sont relativement horizontales (pl. 3-24, p. 190 et pl. 3-26, p. 191). Cela prouve aussi qu'il y a contemporanéité entre les couches de la salle de l'entrée (bandes 14 à 19) et celles de la salle du fond (bandes 6 à 11). Cela est particulièrement flagrant pour les remontages situés entre 200 et 250 cm de profondeur dans les bandes 7 à 17 avec les remontages numéros 23, 30, 39 et 55.

4. Synthèse de l'archéostratigraphie du complexe moyen

L'observation des profils permet de proposer une subdivision du complexe moyen en quelques grandes couches archéostratigraphiques décrites ci-après de bas en haut.

a) Niveau Id-3

Couche comprise en dessous de 210/220 cm sous le plan 0. La base de ce niveau n'est pas atteinte par la fouille, sauf peut être dans la bande 10 à une profondeur de -240 cm. Ce niveau se distingue du niveau Id-1 sus-jacent par une importante diminution de la densité des pierres et contient des artefacts moustériens et quelques reste paléontologiques. L'identité de ce niveau entre le fond et l'entrée du gisement, est démontrée par le remontage anatomique n° 23 (pl. 3-24, p. 190 et pl. 3-26, p. 191).

b) Cuvette Id-2

Cuvette comprise dans le carré Q18 entre 225 et 235 cm sous le plan 0, incluse dans le niveau Id-3, et contenant un amas de restes de Néandertaliens et de faune (pl. 3-22, p. 189). Creusée ou mise en place antérieurement au niveau Id-1 sus-jacent, elle correspond à l'unité UG39F définie par Barroso Ruíz et *al.*, [Chap. 13, à paraître] et appartient au niveau E défini par Medina Lara et *al.* [1986].

c) Niveau Id-1

Couche comprise entre 190-200 et 210-220 cm sous le plan 0 et observée dans les bandes

8, 10, 11, 15, 16, 17, 18 et 19. C'est un niveau très riche en ossements d'herbivores, en pièces lithiques, en pierres et en restes de Néandertaliens. L'identité de ce niveau entre le fond et l'entrée du gisement est démontrée par les remontages anatomiques n° 30, 39 et 55 (pl. 3-24, p. 190 et pl. 3-26 p. 191). Le niveau Id-1 correspond au niveau d'occupation D-3 identifié par F. Medina Lara et *al.* [1986].

d) Niveau Ib-Ic

Couche comprise entre 145 et 190-200 cm sous le plan 0 observée dans les bandes 7 à 19. Elle est constituée pour l'essentiel de pierres et d'artefacts moustériens, mais en densité moindre que dans le niveau Id-1 sous-jacent. Une limite de stratification se détache autour de 170 cm sous le plan 0 pour les bandes 10 et 11, mais il ne semble guère possible de l'extrapoler aux autres bandes fouillées. Cette unité archéostratigraphique correspond aux niveaux d'occupation D-1 et D-2 identifiés par Medina Lara et *al.* [1984 ; 1986].

e) Niveau Ia

Cette couche est constituée par l'ensemble du matériel situé au dessus de la limite de 145 cm sous le plan 0. Elle est présente dans les bandes 6, 7, 8 et 9 et dans les bandes 10, 11 et 14 où sa base est délimitée par un lit de pierres.

Ce niveau comprend une majorité de matériel moustérien mais aussi des pièces attribuées au Paléolithique supérieur. Ces dernières se situent le long d'une surface d'érosion dont l'altitude peut varier de manière importante puisqu'elle peut descendre jusqu'à la base du niveau Ia en lui-même au niveau de la bande 10.

C. COMPLEXE STRATIGRAPHIQUE SUPÉRIEUR

Le matériel lithique et céramique remanié [Barroso Ruíz et *al.*, chap. 36, à paraître] provenant de l'ensemble stratigraphique supérieur est principalement attribué au Néolithique final et/ou au début de l'Âge du Cuivre auquel s'ajoutent quelques éléments médiévaux et modernes.

VI — BIOSTRATIGRAPHIE

A. COMPLEXE STRATIGRAPHIQUE INFÉRIEUR

Les limons argileux plastiques du complexe stratigraphique inférieur ont livré de nombreux restes de foraminifères benthiques et planctoniques issus de l'érosion des formations géologiques environnantes [Babinot et *al.*, chap. 25, à paraître]. Ils ont aussi livré des restes d'ostracodes d'âge Quaternaire vivant probablement dans la grotte [Babinot et *al.*, chap. 25, à paraître].

B. COMPLEXE STRATIGRAPHIQUE MOYEN

1. Ensemble stratigraphique II

L'ensemble stratigraphique II, situé à la base du complexe stratigraphique moyen, a été très peu fouillé. La partie haute de cet ensemble, fouillée sur une dizaine de centimètres n'a pas montré de différence notable avec les faunes de l'ensemble stratigraphique I (cf. ci-après).

2. Ensemble stratigraphique I

a) La faune des grands mammifères

La faune des grands mammifères présente sur le site est relativement homogène, même si elle présente quelques variations en nombre de restes en fonction de la profondeur. D'après l'analyse la plus récente [Barroso Ruíz et *al.*, chap. 16, à paraître] la liste faunique du gisement est la suivante : *Cuon alpinus* ; *Vulpes vulpes* ; *Ursus arctos* ; *Crocuta crocuta* ; *Felis silvestris* ; *Lynx pardina* ; *Panthera pardus* ; *Mustela erminea* ; *Mustela nivalis* ; *Cervus elaphus* ; *Capra pyrenaïca* ; *Rupicapra pyrenaïca* ; *Bos primigenius* ; *Sus scrofa* ; *Equus caballus* et *Equus hydruntinus*. Les restes de *Capra pyrenaïca* présentent à eux seuls la grande majorité du matériel (80 % pour certains niveaux).

D'après Barroso Ruíz et *al.* [chap. 16, à paraître], cette faune est caractéristique du Pléistocène supérieur. De plus, ils formulent l'hypothèse que cette faune serait contemporaine de la période « fin du Würm II » à « l'interstadaire Würm II-III » du fait de la morphologie du cheval (sous espèce *Equus caballus germanicus*) et de l'abondance des restes de cuons et de panthères. Si l'on prend les corrélations généralement admises entre l'ancienne chronologie alpine et la chronologie isotopique, cela équivaldrait, à peu près, à la première moitié du stade isotopique 3 (fin du Würm II \approx S.I. 3.3 ; Würm II-III \approx S.I. 3.2), soit environ de 57 000 ans B.P. à 35 000 ans B.P. [Bassinot et *al.*, 1994] (fig. 2-7, p. 32).

b) La faune de microvertébrés

L'étude des rongeurs fut l'un des facteurs déterminants de la première attribution de l'ensemble du remplissage contenant du Moustérien au « Würm III » (fin du S.I. 3 début du S.I. 2) par les auteurs [Barroso Ruíz et *al.*, 1983 ; 1984]. Ils se sont basés principalement sur l'absence de *Pliomys lenki* et d'*Allocrietus bursae* dans le remplissage et, sur la présence de fossiles attribués à *Microtus arvalis*.

Il est cependant délicat de raisonner en termes d'absence d'espèces, pour proposer une attribution chronologique. En outre, une nouvelle détermination des rongeurs a montré que les

individus attribués à *Microtus arvalis* correspondent en fait, à *Microtus agrestis* [Barroso Ruíz et al., chap. 18, à paraître].

La nouvelle détermination des rongeurs [Barroso Ruíz et al., chap. 18, à paraître] permet de proposer la liste suivante : *Eliomys quercinus*, *Apodemus* cf. *flavicollis*, *Microtus agrestis*, *Microtus* cf. *cabreræ*, *Terricola duodecimcostatus*, *Chionomys nivalis* et *Arvicola sapidus*, espèces qui ne nous fournissent pas un âge plus précis que Pléistocène supérieur, dans l'état actuel des connaissances.

C. COMPLEXE STRATIGRAPHIQUE SUPÉRIEUR

Les faunes éventuellement présentes dans ce complexe n'ont pu être distinguées du matériel remanié, ce qui a empêché leur analyse.

VII - DATATIONS ABSOLUES

De nombreuses datations radiochronologiques ont été effectuées sur le site du Boquete de Zafarraya. Elles concernent principalement l'ensemble I du complexe stratigraphique moyen.

A. COMPLEXE STRATIGRAPHIQUE INFÉRIEUR

Il n'y a pas de datations radiométriques disponibles pour le complexe stratigraphique inférieur. La seule donnée disponible est l'aimantation positive des sédiments [Barroso Ruíz et al., chap. 9, à paraître] ce qui implique probablement, qu'ils se soient déposés lors de la période de Brunhes c'est-à-dire postérieurement à 780 000 ans B.P. [Cande & Kent, 1995].

B. COMPLEXE STRATIGRAPHIQUE MOYEN

Les premières datations radiométriques de ce complexe sont intégralement publiées en 1995 par Hublin et al (tabl. 3-4, p. 71). C'est principalement à partir de celles-ci et des premiers travaux

| Profondeur en cm | Echantillon | Couche | U-Th alpha kans B.P. | C14 collagène kans B.P. | C14 frct acide kans B.P. |
|------------------|------------------------|-----------|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| -105 à -130 | Gif-9140-II | I-3 à I-7 | | 29,8 ± 0,6 | 23,6 ± 1 |
| -105 à -130 | Capra ibex 1 (dentine) | I-3 à I-7 | 25,1 ± 1,3 | | |
| -105 à -130 | Capra ibex 2 (émail) | I-3 à I-7 | 26,9 ± 2,7 | | |
| -105 à -130 | Capra ibex 3 (émail) | I-3 à I-7 | 28,9 ± 4,2 | | |
| -130 à -135 | Gif/LSM-9140-I | I-8 | | 31,8 ± 0,55 | 22 ± 1 |
| -130 à -135 | Capra ibex 4 (dent) | I-8 | 31,7 ± 3,6 | | |
| -150 à -205 | Capra ibex 5 (dent) | D | 33,4 ± 2 | | |

Tableau 3-4 : Premières datations U-Th et C₁₄ de Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía) d'après Hublin et al. [1995].

sur la microfaune [Barroso Ruíz *et al.*, 1983 ; 1984], qu'a été proposée l'hypothèse de la présence tardive des Néandertaliens à Zafarraya autour de 27 000 ans B.P.

Si les âges obtenus semblent valides, certaines dates ne correspondent pas aux sédiments ne contenant que du moustérien. En effet, l'étude des profils archéostratigraphiques (cf. ci-avant) a montré que les couches I-3 à I-6 contiennent aussi des artefacts du Paléolithique supérieur.

Quoi qu'il en soit, afin de tester l'hypothèse d'un âge récent des couches moustériennes, toute une nouvelle série de datations radiométriques a été réalisée par le laboratoire de préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle et par le laboratoire d'archéologie et d'histoire de l'art de l'Université d'Oakland (Oxford) [Michel *et al.*, chap. 10, à paraître] (tabl. 3-5, p. 72).

| Profondeur en cm | Échantillon | Carré | N° | Couche | U-Th α kans B.P. | U-Th TIMS kans B.P. | U-Th EU γ kans B.P. | Th-Th EU γ kans B.P. | U-Pa LU γ kans B.P. | RAA kans B.P. | C14 AMS kans B.P. | ESR (EU) kans B.P. | ESR (LU) kans B.P. |
|------------------|-------------|-------|-----|--------|-------------------------|---------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 34,5 | OxA-7130 | Q9 | 1 | | | | | | | | 9,3 | | |
| 59,5 | OxA-7131 | P9 | 5 | | | | | | | | 8,2 | | |
| 70 | OxA-7132 | P9 | 6 | | | | | | | | 8,8 | | |
| 106 | OxA-7144 | P9 | 8 | | | | | | | | 18,9 \pm 0,4 | | |
| 119 | OxA-7133 | P9 | 13 | | | | | | | | 0,2 | | |
| 121 | OxA-7115 | P9 | 16 | | | | | | | | 18,9 \pm 0,2 | | |
| 122,5 | Z304d | P6 | 304 | I-6 | 19,7 +2,2/-2,1 | | | | | 28,2 | | | |
| 122,5 | Z304r | P6 | 304 | I-6 | 21,4 \pm 1,4 | | | | | | | | |
| 133 | Z696e | P6 | 696 | I-8 | | 53,4 \pm 4,5 | | | | | | 32,4 \pm 3,2 | 32,7 \pm 4,9 |
| 133 | Z696d | P6 | 696 | I-8 | 29,9 +3,6/-3,4 | | | | | | | | |
| 133 | Z696os | P6 | 696 | I-8 | 32,8 +2,1/-2,0 | | | | | | | | |
| 148 | OxA-7134 | P9 | 26 | | | | | | | | 0,6 | | |
| 165 | Z62e | Q7 | 62 | I-14 | | n.d. | | | | | | n.d. | n.d. |
| 165 | Z62d | Q7 | 62 | I-14 | 47,2 +3,7/-3,5 | | | | | 35,4 | | | |
| 165 | Z62os | Q7 | 62 | I-14 | 56,7 +3,9/-3,7 | | | | | 40,8 | | | |
| 168 | Z4e | Q10 | 4 | 1-m | n.d. | 28,4 \pm 1,4 | | | | | | 36 \pm 3,6 | 40,2 \pm 3,6 |
| 168 | Z4d | Q10 | 4 | 1-m | 24,3 \pm 1,7 | 18,1 \pm 0,1 | | | | 42,1 | | | |
| 168 | Z4d chauffé | Q10 | 4 | 1-m | 28,9 \pm 2,1 | | | | | | | | |
| 168 | Z4cem | Q10 | 4 | 1-m | 29,3 +1,4/-1,3 | | | | | | | | |
| 170 | Z8os | P20 | 8 | | 31,6 \pm 2,3 | | | | | | | | |
| 171 | Z6e | P10 | 6 | 1-n | | 26,3 \pm 0,9 | | | | | | 34,4 \pm 3,5 | 38,9 \pm 6,1 |
| 171 | Z6d | P10 | 6 | 1-n | 23,1 +1,5/-1,4 | 16,9 \pm 0,2 | | | | 45,7 | | | |
| 171 | Z6d | P10 | 6 | 1-n | 26,6 \pm 2,5 | | | | | | | | |
| 171 | Z6d chauffé | P10 | 6 | 1-n | 24,2 +2,1/-2,0 | | | | | | | | |
| 171 | Z6cem | P10 | 6 | 1-n | 5,8 \pm 0,3 | | | | | | | | |
| 178 | Z126e | Q7 | 126 | I-17 | | 30,9 \pm 2,4 | | | | | | 18,7 \pm 1,9 | 18,9 \pm 2,9 |
| 178 | Z126d | Q7 | 126 | I-17 | 30 +2,5/-2,4 | | | | | | | | |
| 178 | Z126os | Q7 | 126 | I-17 | 39,7 \pm 2,2 | | | | | n.d. | | | |
| 180 | OxA-7116 | P9 | 28 | | | | | | | | 1,3 | | |
| 191 | Z192e | Q7 | 192 | I-20 | | 65,1 \pm 7,9 | | | | | | 24,9 \pm 2,5 | 25,1 \pm 3,8 |
| 191 | Z192d | Q7 | 192 | I-20 | 48,6 +5,4/-5,1 | | | | | | | | |
| 191 | Z192os | Q7 | 192 | I-20 | 45,3 +2,1/-2,0 | | | | | 53,5 | | | |
| 193 à 198 | Zaf 2 | Q18 | | D | | | 49 \pm 10 | 86 +75/-44 | 33 +17/-14 | | | | |
| 194 | OxA-7117 | P11 | 70 | | | | | | | | 36,9 \pm 3 | | |
| 215,5 | Z12d | Q7 | 12 | I-25 | 28,3 +1,6/-1,5 | | | | | | | | |
| 220 | Z2os | Q14 | 2 | | 40,9 \pm 1,3 | | | | | | | | |
| 221 | OxA-7118 | P9 | 33 | | | | | | | | 11,6 \pm 0,3 | | |
| 223 | Z69os | P15 | 69 | | 47,5 +1,7/-1,6 | | | | | | | | |
| 233 | OxA-7119 | P9 | 35 | | | | | | | | 1,2 | | |
| 234 | OxA-7120 | Q17 | 202 | | | | | | | | 30,9 \pm 1,3 | | |
| 235 | OxA-7135 | Q18 | 167 | | | | | | | | 14,9 | | |
| 239 | Z677os | Q18 | 677 | | 46,5 +3,2/-3,0 | | | | | | | | |
| 239 | Z204d | Q17 | 204 | | 38,6 +2,7/-2,6 | | | | | | | | |
| 242 | Z205os | Q17 | 205 | | 60,0 +3,7/-3,6 | | | | | | | | |
| 300 | OxA-7121 | R9 | 1a | | | | | | | | 6,7 | | |

Tableau 3-5 : Nouvelles datations de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía), données Michel *et al.*, chap. 10, à paraître et Hublin *et al.*, 1995.

Il faut tout d'abord remarquer la présence de quelques âges manifestement incohérents (échantillons OxA-7133, Oxa-7134, Oxa-7116, Oxa-7119, Oxa-7121). Ces derniers correspondent probablement à des charbons récents dispersés en surface des limites actuelles de la fouille. Hormis ces quelques âges incohérents, ces datations associées à celles réalisées précédemment, permettent d'avoir une bonne idée de l'âge des niveaux archéologiques du gisement.

1. Ensemble stratigraphique II

L'ensemble stratigraphique II est situé sous l'altitude de 225 cm par rapport au plan 0, il faut donc observer les âges obtenus sous cette limite (fig. 3-12, p. 73). L'échantillon OxA-7135 dont l'âge ^{14}C AMS est de 14 900 ans B.P. est manifestement trop jeune. Cet échantillon prélevé au niveau de la fouille clandestine est probablement un charbon récent tombé postérieurement dans le puits.

Les autres âges obtenus sont dans l'ensemble plus cohérents et donnent une marge d'âges probables de l'ensemble II compris entre 65 000 et 55 000 ans B.P., ce qui laisse à penser que l'ensemble II s'est mis en place durant les stades isotopiques 4.2 et 3.3 (fig. 3-12, p. 73).

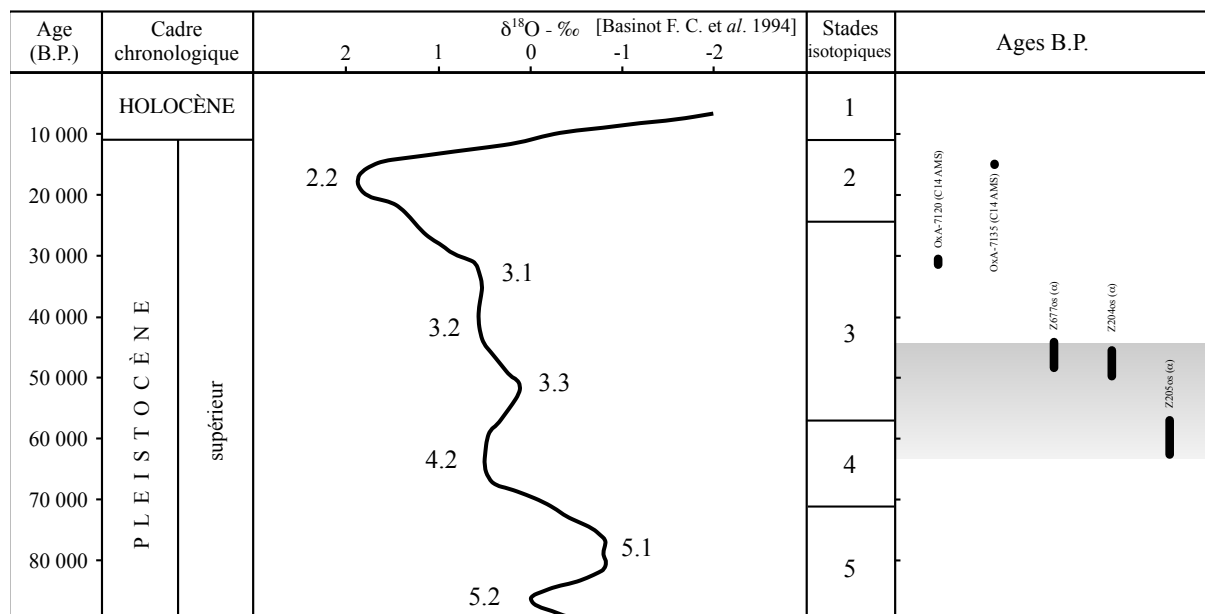


Figure 3-12 : Âges obtenus pour l'ensemble II du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía), données Michel et al., chap. 10, à paraître.

2. Ensemble stratigraphique I

L'ensemble stratigraphique I est compris entre 65 et 230 cm sous le plan 0. Un certain nombre de datations y ont été réalisées [Michel et al., chap. 10, à paraître]. Vu le nombre important de datations obtenues, il est possible d'avoir une bonne idée des âges de chaque sous-ensemble.

a) Sous-ensemble stratigraphique Id.

L'échantillon Oxa-7118 donne un âge ^{14}C AMS de 11 600 ans B.P. Il doit s'agir là aussi d'un échantillon de charbon remanié. La mandibule Zafarraya 2 a été datée par la méthode de la spectrométrie gamma non destructive. L'âge U-Th (LU) est de 49 ± 10 kans B.P., l'âge U-Pa (LU) $33 +17 -14$ kans B.P. et l'âge Th-Th (EU) est de $86 +75 - 44$ kans B.P. Malgré les marges d'erreurs importantes observées il est possible d'observer la convergence de l'âge de la mandibule entre 40 000 et 50 000 ans B.P. (fig. 3-13, p. 74)

Ces résultats sont cohérents avec l'âge estimé de la mandibule et permettent raisonnablement de supposer que le sous-ensemble Id s'est déposé lors d'un intervalle de temps compris entre 50 000 ans B.P. et 35 000 ans B.P., c'est-à-dire durant le stade isotopique 3.

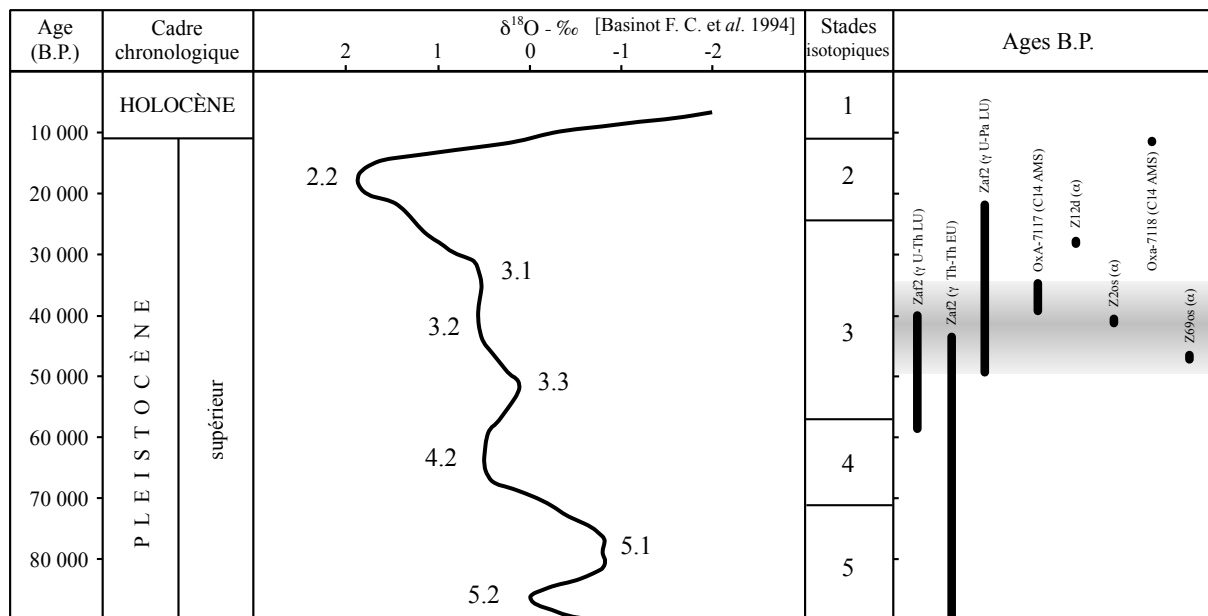


Figure 3-13 : Âges obtenus pour le sous-ensemble Id du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía), données Michel et *al.*, chap. 10, à paraître.

b) Sous-ensemble stratigraphique Ic.

Les âges obtenus au sein du sous-ensemble stratigraphique Ic sont très dispersés. Ils sont compris entre 65 000 ans B.P. et 17 000 ans B.P. Hors de ces deux extrêmes, la plupart des âges obtenus correspondent à la tranche d'âge comprise entre 25 000 B.P. et 55 000 B.P. Le sous-ensemble stratigraphique Ic a donc du se mettre en place lors du stade isotopique 3 (fig. 3-14, p. 75).

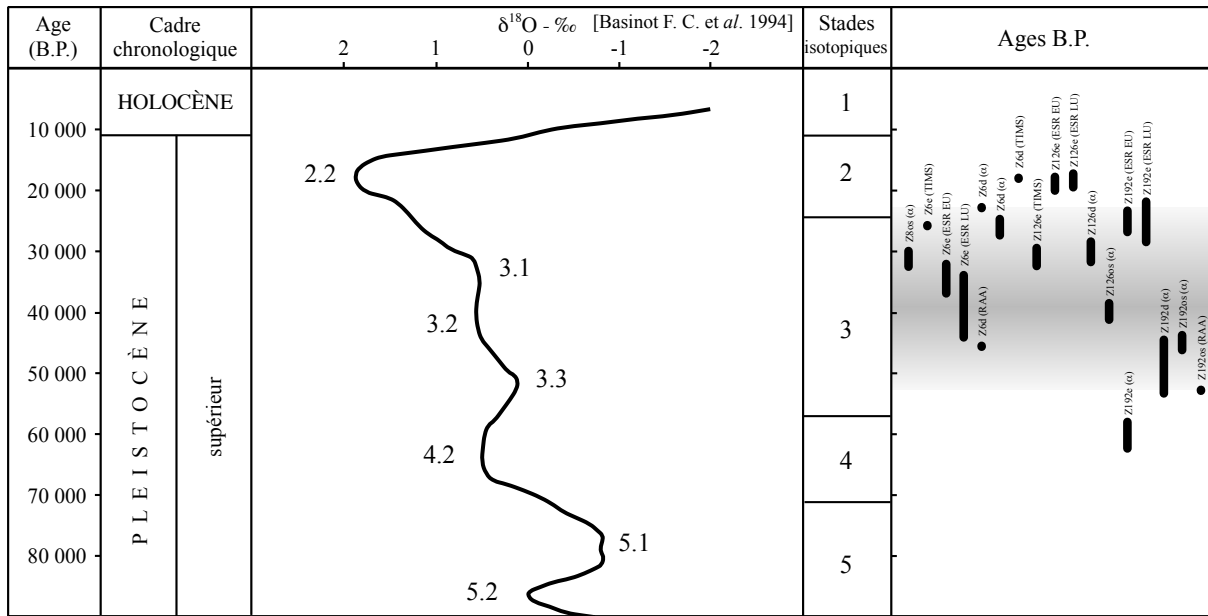


Figure 3-14 : Âges obtenus pour le sous-ensemble Ic du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía), données Michel et al., chap. 10, à paraître.

c) Sous-ensemble stratigraphique Ib

Le sous-ensemble stratigraphique Ib présente des âges un peu moins dispersés que pour le sous-ensemble Ic sous-jacent. Ils sont pour l'ensemble, compris entre 45 000 et 30 000 ans B.P., ce qui permet de supposer que ce sous-ensemble s'est déposé lors de la deuxième moitié du stade isotopique 3 (sous stades 3.2 et 3.1.) (fig. 3-15, p. 75).

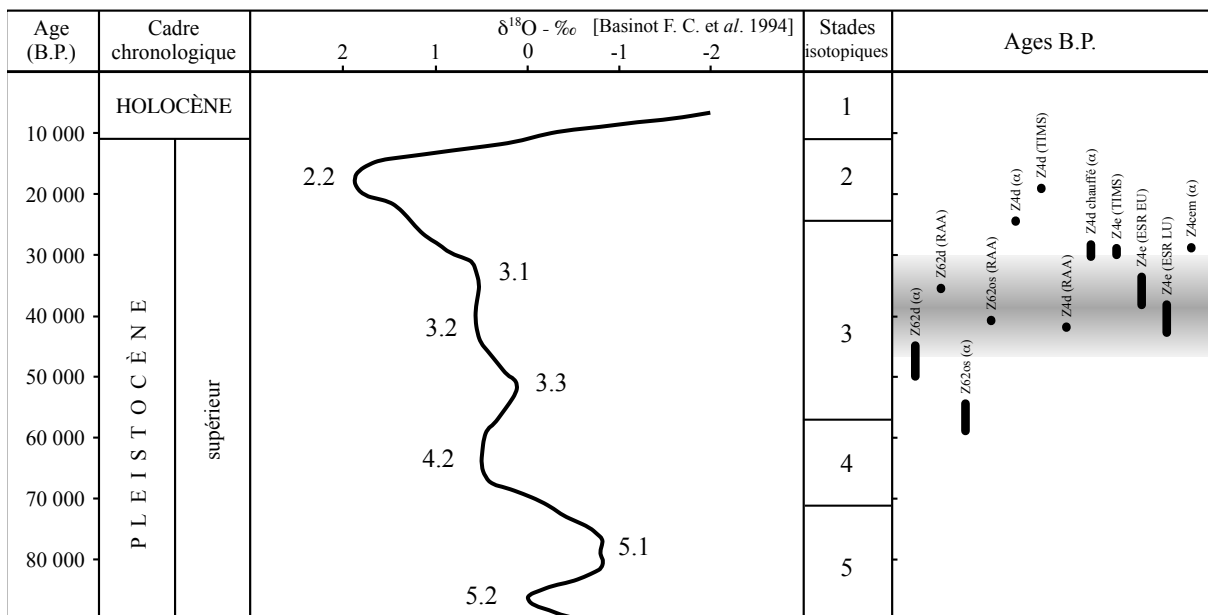


Figure 3-15 : Âges obtenus pour le sous-ensemble Ib du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía), données Michel et al., chap. 10, à paraître.

C. COMPLEXE STRATIGRAPHIQUE SUPÉRIEUR

Les âges ^{14}C obtenus au sein de l'ensemble stratigraphique supérieur (tabl. 3-5, p. 72) sont très proches, et sont compris entre 9 000 et 8 000 ans B.P. (soit 7 000 à 6 000 ans av. J.-C.). Cela coïncide avec l'attribution au Néolithique de cet ensemble, à partir des données de l'archéostratigraphie.

VIII — SYNTHÈSE DE LA STRATIGRAPHIE

Les différentes données lithologiques, archéologiques et radiochronologiques, permettent d'établir un cadre stratigraphique du site du Boquete de Zafarraya (fig. 3-17, p. 78).

A. COMPLEXE STRATIGRAPHIQUE INFÉRIEUR

Le complexe stratigraphique inférieur est constitué par des limons argileux rouges observés à une profondeur au moins supérieure à -312 cm. Il est visible au niveau du puits de l'ancienne fouille de 1920, et il ne possède pas de vestiges archéologiques. Ces argiles contiennent des restes d'ostracodes d'âge Quaternaire. Cet âge est corroboré par l'aimantation positive des sédiments, ce qui laisse supposer qu'ils se sont déposés postérieurement à 780 000 ans B.P. (Époque normale de Brunhes). Il n'est guère possible de préciser d'avantage l'âge de ce complexe mais sa nature pétrographique et la présence d'ostracodes implique qu'il a dû se déposer lors de la phase active du karst.

B. COMPLEXE STRATIGRAPHIQUE MOYEN

Le complexe stratigraphique moyen, relativement homogène, est constitué par un cailloutis à matrice limono-sableuse brun-beige à ocre compris entre 485 et 65 centimètres sous le plan 0. Il se subdivise en plusieurs ensembles et sous-ensembles en fonction des données de la lithostratigraphie et de l'archéostratigraphie.

1. Ensemble stratigraphique II

L'ensemble stratigraphique II est compris entre le complexe inférieur et l'altitude de 230 cm sous le plan 0. Il s'est déposé en discordance stratigraphique sur le complexe inférieur. Il se distingue de l'ensemble stratigraphique I sus-jacent par une richesse relativement plus importante en sables. Très peu fouillé, il a révélé des pièces moustériennes et une faune semblables à l'ensemble I. Les âges obtenus, à la surface de cet ensemble, sont antérieurs à 45 000 ans B.P. Cela me permet d'émettre l'hypothèse que l'ensemble II a fini de se déposer lors du stade isotopique 4 ou 3.3. Il n'y a toutefois pas d'informations suffisantes pour connaître le début de sa mise en place.

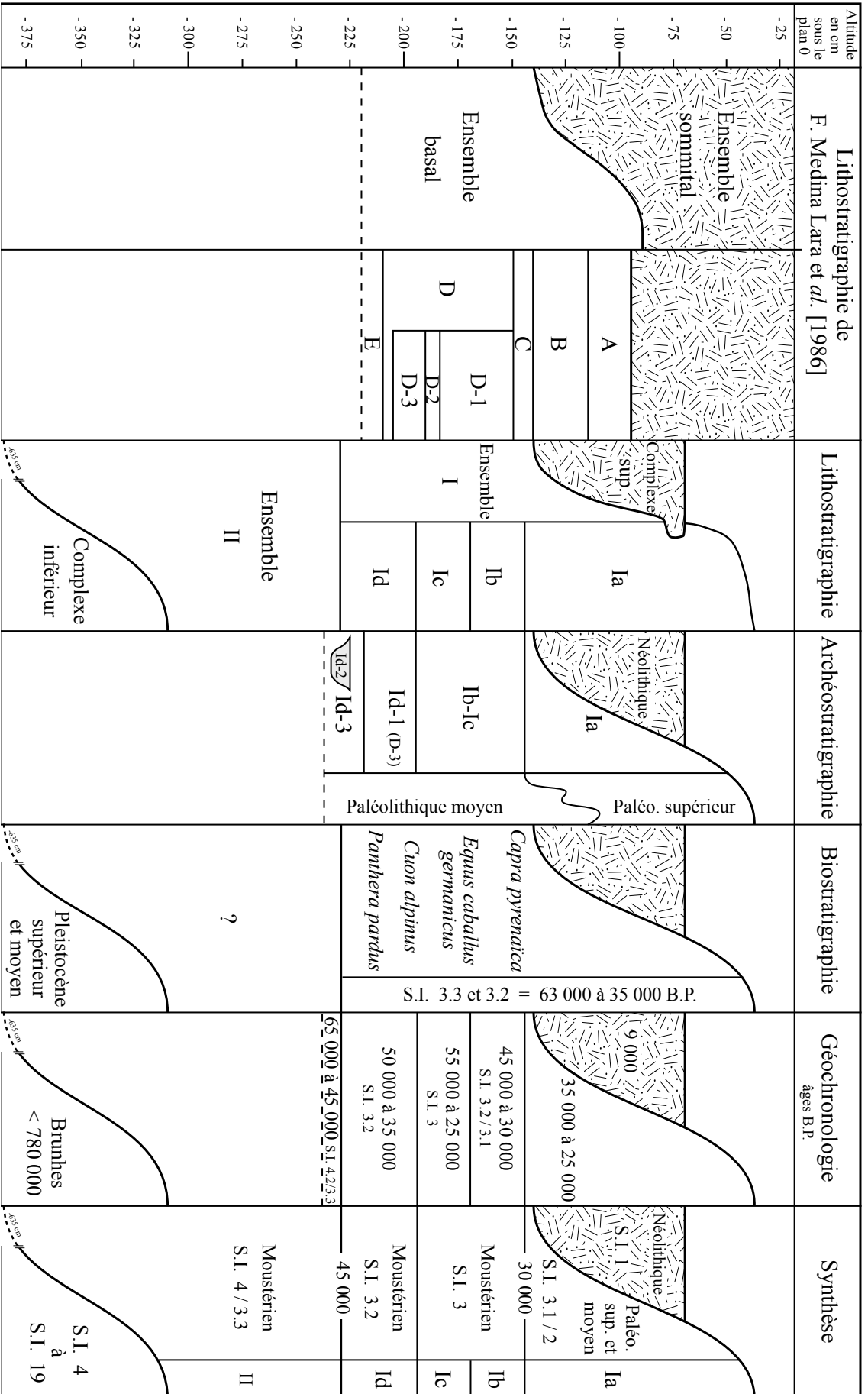


Figure 3-17 : Synthèse des données de la stratigraphie de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucin, Málaga, Andalucía).

2. Ensemble stratigraphique I

Cet ensemble stratigraphique, compris entre -230 et -65 cm correspond à la tranche de sédiments qui a été principalement fouillée. Il est équivalent à « l'ensemble basal » des premières fouilles [Medina Lara et *al.*, 1986]. Il a été subdivisé en quatre sous-ensembles stratigraphiques à partir des variations de la granulométrie des éléments fins. Cette subdivision a été affinée avec les données de l'archéostratigraphie.

a) Sous-ensemble stratigraphique Id

Situé entre -230 et -195 cm, c'est le sous-ensemble le plus riche en matériel archéologique, et c'est en son sein qu'a été retrouvé la plupart des restes de Néandertaliens. Les analyses archéostratigraphiques ont permis de le subdiviser en trois niveaux de bas en haut : Id-3, Id-2 et Id-1 de lithologie identique.

Id-3. – Niveau un peu moins riche en matériel archéologique que le niveau Id-1 sus-jacent. Il est situé sous 220 cm de profondeur et contient surtout de pierres et des restes de *Capra pyrenaïca*.

Id-2. – Cuvette localisée dans le carré Q18 entre -235 et -225 cm au sein du niveau Id-3 et contenant de nombreux restes de Néandertaliens et de faune.

Id-1. – Niveau riche en ossements d'herbivores, en pierres, en artefacts moustériens et en restes anthropiques. Ce niveau situé entre -220 et -195 cm est équivalent au niveau D-3 de F. Medina Lara et *al.* [1986].

L'ensemble du sous-ensemble Id donne, pour l'essentiel, des âges compris entre 50 000 et 35 000 ans B.P. Cette fourchette d'âge est confirmée par les données de la biostratigraphie et indique que ce sous-ensemble a dû se déposer lors du stade isotopique 3.

b) Sous-ensembles stratigraphiques Ic et Ib

Ces deux sous-ensembles sont distingués à partir des informations de la lithostratigraphie. Par contre, les analyses archéostratigraphiques et radiochronologiques laissent à penser que ces deux niveaux possèdent une relative unité. Localisés entre -195 et -145 cm ils sont assez pauvres en restes archéologiques. Les données disponibles confirment néanmoins leur attribution au Moustérien au sens large. Ces deux sous-ensembles correspondent sensiblement aux niveaux D-1 et D-2 définis par F. Medina Lara et *al.* [1984 ; 1986]

Les datations radiométriques donnent des fourchettes d'âges comprises entre 55 000 et 25 000 ans B.P. pour le sous-ensemble Ic et entre 45 000 et 30 000 ans B.P. pour le sous-ensemble Ib. Je rappelle ici, que le sous-ensemble Ib est superposé au sous-ensemble Ic. Le niveau Ic ne peut donc

logiquement être plus jeune que le niveau Ib. La fourchette d'âge de ces deux niveaux est donc comprise entre 55 000 et 30 000 ans B.P. c'est-à-dire à une grande partie du stade isotopique 3.

Cela implique que le Moustérien de ces deux niveaux du Boquete de Zafarraya est antérieur à 30 000 B.P.

c) Sous-ensemble stratigraphique Ia

Le sous-ensemble stratigraphique Ia est compris entre 145 et 65 cm sous le plan 0. Il est surtout représenté dans la salle du fond de la grotte. Il se différencie du niveau Ib sous-jacent par une plus grande richesse en sables fins.

Hormis un matériel archéologique moustérien et une faune fossile semblable à ce qui est présent dans les autres niveaux de l'ensemble I, il contient aussi, par endroits, des éléments archéologiques attribués au Paléolithique supérieur (Proto-aurignacien, Gravettien et Solutréen). Ce matériel du Paléolithique supérieur et les restes d'*Homo sapiens sapiens* se disposent au-dessus d'une surface de stratification dont l'altitude varie entre 150 et 110 cm sous le plan 0.

C'est dans ce niveau qu'a été réalisée la majorité des datations à partir desquelles a été proposée une occupation tardive du site par des populations de Néandertaliens [Hublin et *al.*, 1995]. Ces âges sont en eux-mêmes confirmés par les nouvelles données radiométriques [Michel et *al.*, chap. 10, à paraître]. D'après toutes ces datations, le sous-ensemble stratigraphique Ia s'est donc déposé pendant une période comprise entre 35 000 et 20 000 ans B.P. soit, entre la fin du sous-stade isotopique 3 .1 et la première partie du stade isotopique 2.

Le fait que le niveau Ia contienne à la fois des éléments du Moustérien et du Paléolithique supérieur rend cette fourchette d'âge cohérente, d'ailleurs corroborée par ce que l'on trouve ailleurs en Espagne. L'hypothèse d'une occupation du site par les Néandertaliens à une date plus récente que 30 000 ans B.P. ne me semble donc pas attestée, au vu des données de l'archéostratigraphie.

C. COMPLEXE STRATIGRAPHIQUE SUPÉRIEUR

Le complexe stratigraphique supérieur qualifié « d'ensemble sommital » lors des premières publications [Medina Lara et *al.*, 1984 ; 1986] est constitué par des limons et sables fins noirâtres déposés en discordance stratigraphique sur le sous-ensemble Ia du complexe moyen. La stratigraphie interne de l'ensemble supérieur n'a pas été conservée, mais cette couche, localisée principalement au niveau de la salle d'entrée de la grotte, contient en plus des éléments remaniés du Paléolithique supérieur et moyen, du matériel céramique du Néolithique final et de l'Âge du Cuivre.

Les datations au ^{14}C , confirment l'âge récent d'environ 9 000 ans B.P. (7 000 av. J.-C.) du complexe stratigraphique supérieur. Cela permet d'affirmer qu'il s'est mis en place au début du stade isotopique 1 (Holocène).

IX – CONCLUSION

À partir des données de la stratigraphie, nous pouvons donc proposer le schéma suivant pour décrire la mise en place des sédiments du site du Boquete de Zafarraya :

1. - Phase active du karst avec dépôt des argiles et limons du complexe stratigraphique inférieur lors du Pléistocène moyen, postérieurement à 780 000 ans B.P.

2. - Dépôt en discordance stratigraphique de l'ensemble II du complexe moyen. Le contenu et l'âge de la base de l'ensemble II n'est pas connu. Sa partie supérieure, contient des traces d'occupation par des populations moustériennes antérieurement à 45 000 ans B.P., soit durant le stade isotopique 4 et/ou le sous-stade isotopique 3.3

3. - Mise en place horizontale des sous-ensembles Id, Ic et Ib de l'ensemble I du complexe moyen durant le stade isotopique 3. Occupation du site par des populations d'Hommes de Néandertal, au plus tard jusqu'à 30 000 B.P.

4. - Mise en place du sous-ensemble Ia entre 35 000 et 25 000 B.P. Occupation du site par des populations du Paléolithique moyen, puis par celles du Paléolithique supérieur Proto-aurignacien, Gravettien et Solutréen. L'hypothèse d'une occupation du site, par des populations néandertaliennes, postérieures à 30 000 B.P. ne peut être validée.

5. - Dépôt en discordance stratigraphique des terres noires du complexe supérieur durant l'occupation néolithique et/ou de l'Âge du Cuivre du site autour de 9 000 ans B.P. (7 000 av. J.-C.), soit au début de l'Holocène (Stade isotopique 1).

6. - Remaniements médiévaux et modernes de l'ensemble supérieur et transformation du site en bergerie jusqu'au XX^e siècle.

CHAPITRE 4

MADONNA DELL'ARMA

(San Remo, Imperia, Liguria)



I – LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE

Le gisement paléolithique de Madonna dell'Arma se situe près du village de Arma di Taggia dans la province d'Imperia en Ligurie (Italie), à environ 6 kilomètres à l'est de la ville de San-Remo (fig. 4-1, p. 84). Il est situé au pied de la colline des Castelletti, entre les embouchures de l'Armea à l'ouest et de l'Argentina à l'est.

Le site se subdivise en deux zones, la grotte et le talus extérieur. La grotte, située à 8 mètres d'altitude, est creusée dans un poudingue attribué au Pliocène supérieur [Rovereto, 1939]. L'entrée actuelle, ouverte en direction du sud, est occupée depuis le XII^e siècle par une chapelle dédiée à la Nostra Signora dell'Annuziata [Calvini, 1987]. Cette ouverture se prolonge par une galerie longue d'environ 55 mètres, large de 5 à 6 mètres et orientée nord-sud. Un boyau artificiel secondaire, associé à des fortifications, débouche vers l'extérieur. Creusé à l'est de la chapelle lors de la seconde guerre mondiale, il forme ainsi un accès secondaire à la grotte [Isetti et *al.*, 1962].

Le talus extérieur, situé au nord de l'entrée actuelle de la grotte correspond à des éboulis issus de l'effondrement de l'ancien porche de la grotte et au remplissage pliocène de celle-ci. Le site devait, en effet, être un vaste abri ouvert vers l'est.

II – CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La zone côtière de la province d'Imperia est constituée de terrains sédimentaires du Crétacé (calcaires, marnes et grès), de faciès analogues à ceux de la Provence calcaire, et d'une nappe de charriage de flyschs paléogènes (fig. 4-2, p. 84). Lors de la transgression pliocène, des sédiments marins se sont déposés dans les vallées côtières de la province ligure. C'est le cas notamment des poudingues friables de la colline des Castelletti, constitués par des galets et des lentilles de sables grossiers, attribués au Pliocène supérieur [Rovereto, 1939].

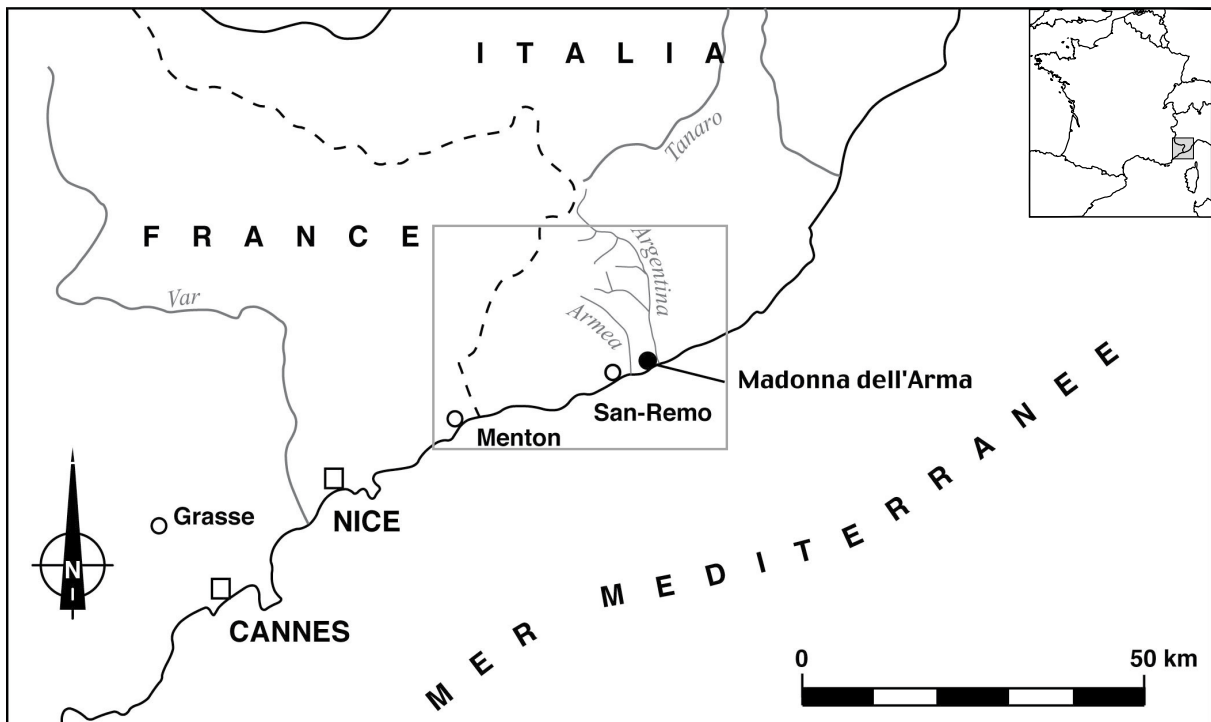


Figure 4-1 : Situation géographique de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) d'après A. Papadea [1997]

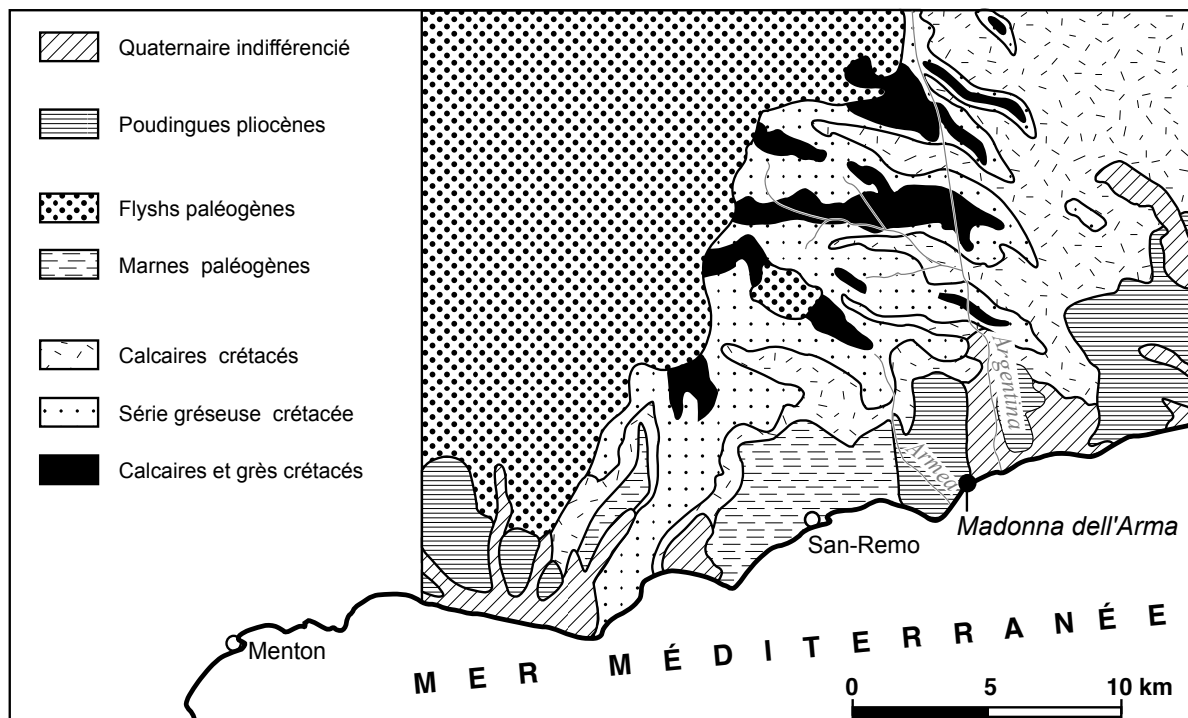


Figure 4-2 : Contexte géologique de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) d'après S. Franchi & F. Cozzolino [1928]

C'est dans ces niveaux de poudingue que la grotte de Madonna dell'Arma a été creusée, vraisemblablement par la mer.

III — HISTORIQUE DES RECHERCHES

Les restes archéologiques de la grotte de Madonna dell'Arma ont été signalés pour la première fois par A. Lupi en 1894. Quelques années plus tard, dans sa synthèse sur la préhistoire ligure, A. Issel [1908] a contesté l'hypothèse d'une occupation préhistorique du site par les Hommes, au vu du matériel récolté alors.

En 1958, G. Ballardini et F. Frediani ont réalisé un sondage dans la grotte, en arrière de la chapelle. Ceci a permis d'établir une première stratigraphie partielle du site (voir ci-après) et a entraîné la mise au jour de restes de faunes pléistocènes et d'artefacts de faciès « Levalloiso-Moustérien » [Cardini, 1961].

C'est cette étude qui a incité G. Isetti et H. de Lumley à mener quatre campagnes de fouilles dans la grotte entre 1961 et 1963. Elles ont confirmé :

- le caractère moustérien des pièces lithiques découvertes
- l'âge pléistocène de la grande faune
- la présence, à la base du remplissage, d'une plage marine riche en coquilles et galets, attribuée au « Tyrrhénien » [Isetti et *al.*, 1962 ; de Lumley-Woodyear, 1969].

Parallèlement, la stratigraphie de la grotte a été établie plus précisément à l'aide d'analyses sédimentologiques réalisées par J.-C. Miskovsky [Isetti et *al.*, 1962 ; Miskovsky, 1972].

Lors de ces recherches, il est apparu que la grotte originelle était plus étendue à l'est de la galerie principale que ce qui avait été préalablement supposé (fig. 4-3, p. 86). La paroi de cette partie du site s'est effondrée postérieurement à l'occupation du site, ce qui permet d'accéder aujourd'hui directement au remplissage pléistocène de la grotte, par l'extérieur. Aussi, A. Echassoux, H. de Lumley et M. Ricci ont-ils entrepris de nouvelles fouilles systématiques au niveau du talus extérieur depuis 1989.

Cette nouvelle fouille a permis la découverte d'une villa romaine. Dans les dépôts sous-jacents à cette villa, de nombreux restes de grande faune et des pièces lithiques du Moustérien ont été découverts. Cette fouille fut accompagnée d'une campagne de prélèvements (sédimentologiques, micromorphologiques, palynologiques, etc.), tant dans la grotte qu'au niveau du talus.

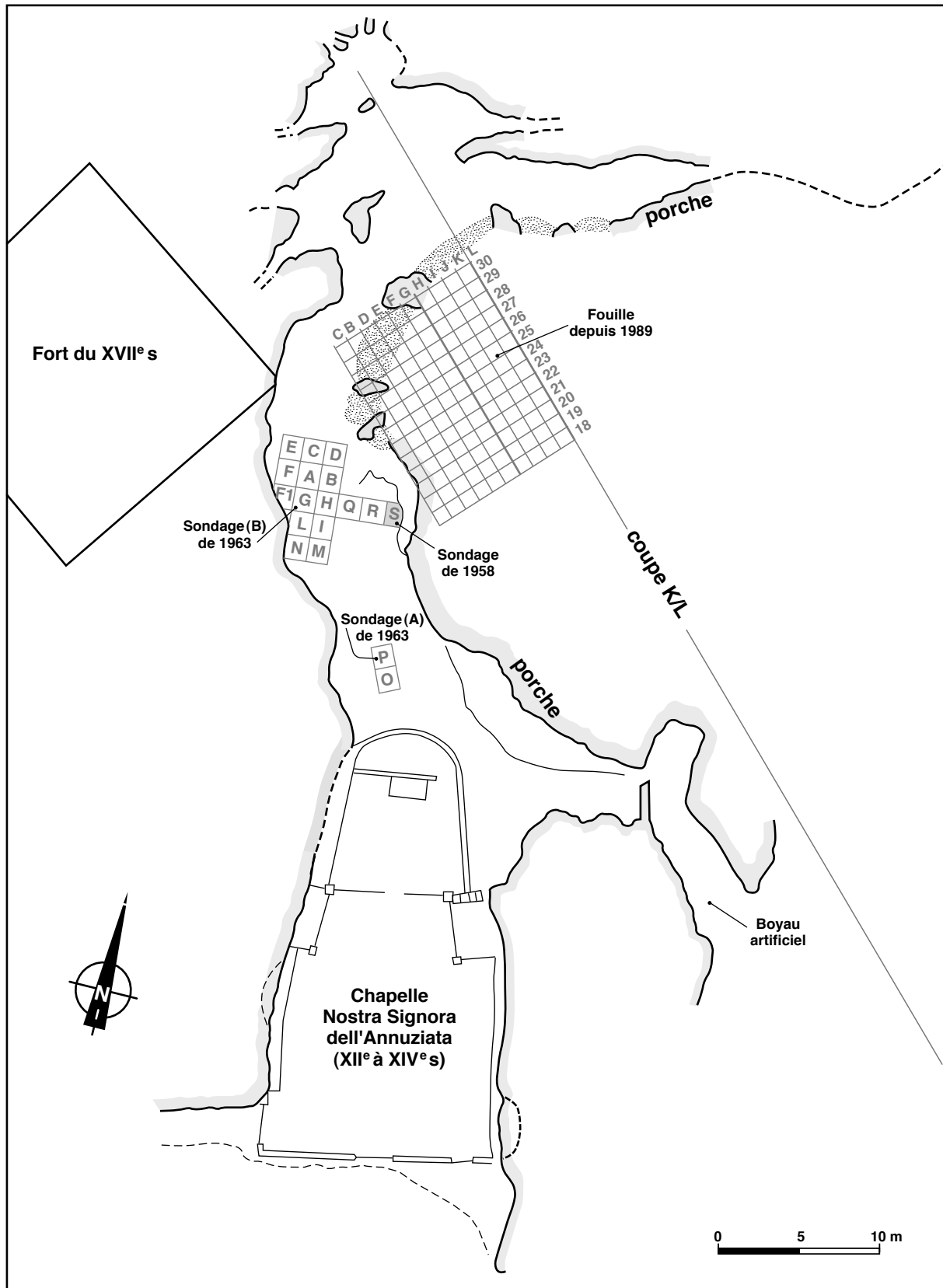


Figure 4-3 : Plan de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) d'après G. Isetti et al. [1962]

Les objectifs de ces nouvelles fouilles étaient :

- d'effectuer des prélèvements
- de préciser la stratigraphie des dépôts du talus extérieur
- de trouver la relation stratigraphique entre les dépôts de la grotte et ceux de l'extérieur
- de déterminer les contextes chronologiques et paléoclimatiques du site.

On doit à B. Blanchin [1999] et G. Debaene [1999] les premiers résultats de ces études.

IV – LITHOSTRATIGRAPHIE

A. LITHOSTRATIGRAPHIE DE L. CARDINI [1961]

La première stratigraphie des sédiments de la grotte a été établie par G. Ballardini et F. Frediani lors du sondage de 1958 [Cardini, 1961] (fig. 4-3, p. 86). Ils ont fouillé ce qui correspond aujourd'hui à la zone S. Ils ont défini, de bas en haut, cinq couches.

Couche 1. – Couche de 30 centimètres d'épaisseur constituée de galets et de sables issus de la désagrégation du conglomérat pliocène et contenant de rares ossements et charbons.

Couche 2. – Couche de 10 à 15 centimètres d'épaisseur constituée d'argiles jaunâtres et de sables grossiers provenant du conglomérat. Cette couche contient des charbons, de rares ossements, mais aucune pièce taillée n'a été recueillie dans la zone étudiée.

Couche 3. – Couche brun-jaune de 30 à 35 centimètres d'épaisseur constituée de sables fins et contenant de nombreux charbons, des ossements brûlés et des artefacts de type moustérien.

Couche 4. – Couche de 20 centimètres d'épaisseur constituée de sables fortement indurés provenant du conglomérat. Cette couche contient des charbons, des ossements et quelques restes de pièces lithiques « atypiques » (*sic*).

Couche 5. – Ensemble d'environ un mètre d'épaisseur, non fouillé par les auteurs, mais décrit comme constitué de sables et galets provenant du conglomérat et incluant des ossements, des charbons et des foyers.

Se basant sur la morphologie de la grotte et son altitude, les auteurs ont de plus, émis l'hypothèse de la présence d'une plage marine « tyrrhénienne » à la base du remplissage.

Cette stratigraphie est assez sommaire, et l'origine conglomératique des sables n'est pas argumentée, mais nous verrons que ces cinq couches se retrouvent dans la lithostratigraphie de G. Isseti et *al.* [1962] et la nôtre.

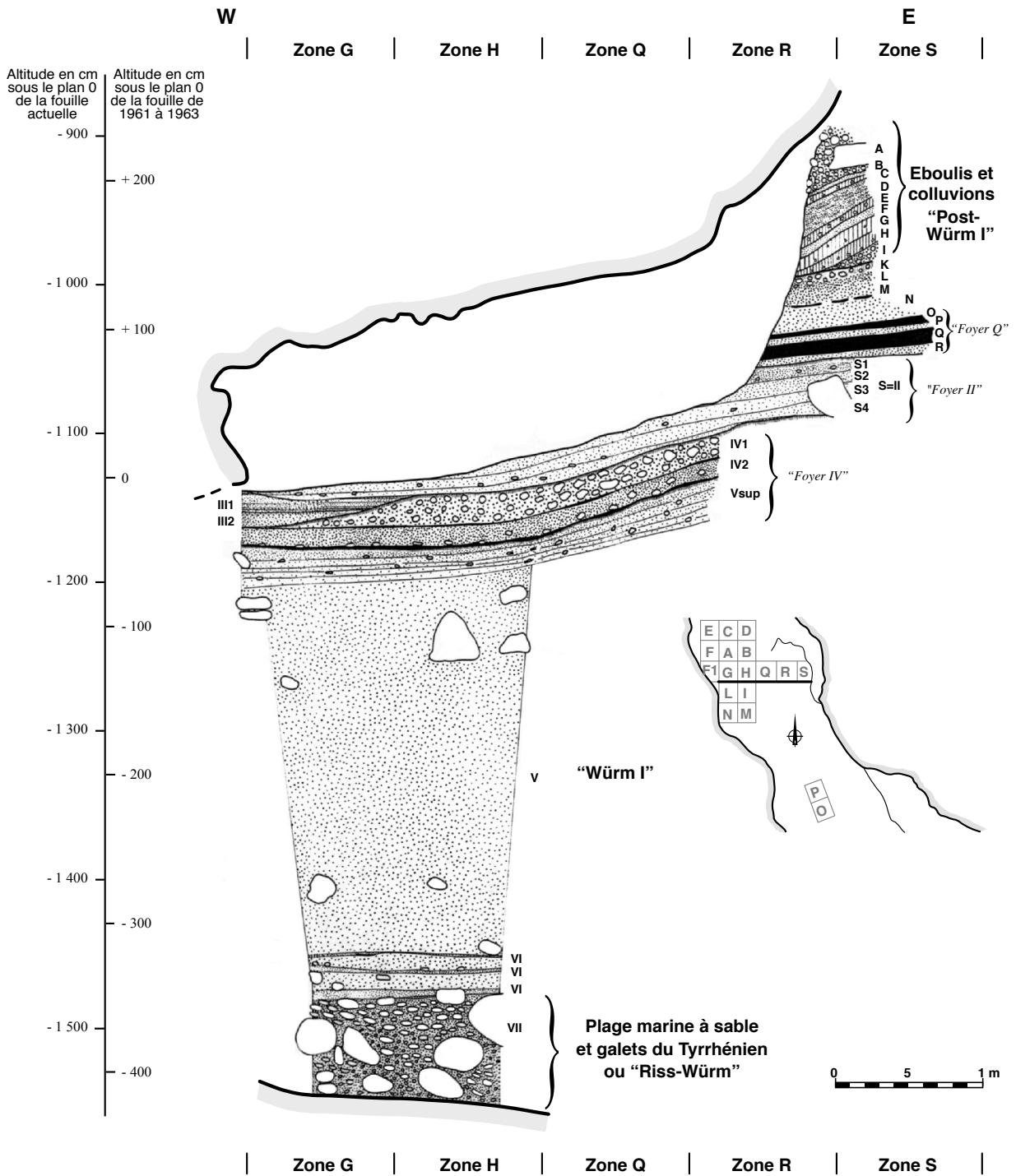


Figure 4-4 : Coupe stratigraphique synthétique de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) proposée par G. Isetti et al. [1962] (modifiée).

**B. LITHOSTRATIGRAPHIE DE G. ISSETI ET AL. [1962], H. DE LUMLEY [1969] ET
J.-C. MISKOVSKY [1974]**

Les fouilles entreprises entre 1961 et 1963 par G. Isseti et H. de Lumley, associées aux données sédimentologiques réalisées par J.-C. Miskovsky, ont donné une stratigraphie plus précise des dépôts pléistocènes de la grotte (fig. 4-4, p. 88). Dans le remplissage de la grotte, ces différents auteurs ont mis en évidence trois ensembles stratigraphiques qu'ils font correspondre à trois unités chronostratigraphiques. On a de bas en haut :

- une plage marine à sables et galets attribuée au « Tyrrhénien » ou « Riss-Würm » (horizon VII),
- des sables jaunes à foyers du « Würm I » (horizons VI à II et couches K à R),
- des éboulis et colluvions « Post-Würm I » (couches A à J).

La chronostratigraphie utilisée alors, aujourd'hui abandonnée, sera discutée plus loin. Il reste que les couches définies lors de l'établissement de cette lithostratigraphie demeurent dans l'ensemble valides. En plus du remplissage de la grotte, les auteurs ont brièvement décrit la stratigraphie du talus extérieur.

1. La plage marine à sable et galets du « Tyrrhénien » ou « Riss-Würm »

La plage marine, visible à l'extérieur de la grotte sous la forme d'un cordon de galets et d'un lambeau de sables fins à petites coquilles [Isseti et *al.*, 1962], est représentée dans celle-ci par l'horizon VII.

Horizon VII. – Il est visible dans la grotte à la base de deux sondages, « A » et « B » (fig. 4-3, p. 86). Cet horizon repose directement sur le poudingue pliocène. Son épaisseur est de l'ordre de 6 à 7 centimètres dans les zones O et P (sondage « A ») alors qu'elle atteint entre 60 et 80 centimètres dans les zones G et H (Sondage « B »). Cette couche est composée de galets, dont certains assez grands (jusqu'à 35 cm de diamètre), emballés dans une matrice de sables grossiers riches en fragments de coquilles. L'étude de la malacofaune faite par M. Settepasi [Isseti et *al.*, 1962] montre une association faunique typiquement sénégalaise, ce qui permet aux auteurs d'attribuer cette plage au « Tyrrhénien », au sens large. Par ailleurs, à partir des résultats des analyses sédimentologiques et paléontologiques, les auteurs considèrent que cette plage est le reliquat d'un cordon littoral.

2. Les sables jaunes à foyers du « Würm I »

Il s'agit d'un dépôt de sables et de galets, épais de 5 mètres et subdivisés en cinq horizons.

Horizon VI. – Cet horizon repose directement sur la plage marine « tyrrhénienne ». Il correspond à trois lentilles de sables rouges de 1 à 5 centimètres d'épaisseur, stériles du point de vue archéologique, alternant avec des couches de sables gris jaunâtre de 7 à 9 cm d'épaisseur, identiques à ceux de l'horizon V sus-jacent. D'après les résultats de la sédimentologie, les auteurs émettent l'hypothèse que ces sables proviennent du démantèlement de la plage marine « tyrrhénienne » située à l'extérieur de la grotte.

Horizon V. – Épais de 2,5 mètres, il est constitué de sables gris jaunâtres homogènes à rares galets issus du poudingue. Les sables n'ont pas les mêmes caractéristiques sédimentologiques que ceux du poudingue, ce qui incite les auteurs à penser que, là aussi, ils proviennent du démantèlement de la plage marine. La base de l'horizon V n'est pas subdivisée, mais les auteurs distinguent à son sommet la couche V supérieure.

Couche V supérieure. – Cette couche est composée des mêmes sédiments que le reste de l'horizon V, mais ils sont ici concrétionnés. J.-C. Miskovsky [1974] nous signale même la présence d'un petit plancher stalagmitique qui ferme l'horizon V dans la zone I.

Horizon IV. – Cet horizon, qui a une épaisseur moyenne de trente centimètres, a été divisé en deux niveaux principaux, IV1 et IV2. Le niveau IV2 a lui-même été subdivisé en 5 couches au nord de la grotte. On trouve de bas en haut :

Couche IV_{2e}. – Sables brun foncé contenant des charbons et des ossements.

Couche IV_{2d}. – Sables brun foncé contenant des charbons et des ossements. Cette couche se distingue de la couche IV_{2e} par une surface de stratification.

Couche IV_{2c}. – Sables gris-brun contenant des charbons et des ossements.

Couche IV_{2b}. – Mince pellicule de sables limoneux jaunâtres de 1 à 2 millimètres d'épaisseur.

Couche IV_{2a}. – Sables gris-brun concrétionnés contenant quelques charbons et des ossements.

Couche IV₁. – Couche constituée de sables jaune-brun et nombreux galets avec présence de foyers à la base.

Après son dépôt, l'horizon IV a été plus ou moins fortement raviné, puis concrétionné. J.-C. Miskovsky [1974] note même la présence d'une croûte calcaire.

Horizon III. – C'est un horizon de sable jaune dont l'épaisseur peut atteindre 25 centimètres. Cet horizon, subdivisé en deux couches, ne contient pas de restes archéologiques. Il s'est déposé dans les zones ravinées de l'horizon IV (rigoles).

L'horizon III a lui-même été raviné après son dépôt. On a de bas en haut :

Couche III₂. – Couche de sables lités jaunes.

Couche III₁. – Couche de sables lités jaunes grisâtres.

Couches T et U. – Ces deux couches ne sont pas décrites dans la stratigraphie des auteurs, mais sont indiquées dans une photographie de l'article de G. Isetti et *al.* [1962] (fig. 4-5, p. 91). Elles font vraisemblablement partie du haut de l'horizon IV, et sont de toute façon sous-jacentes à la couche S.

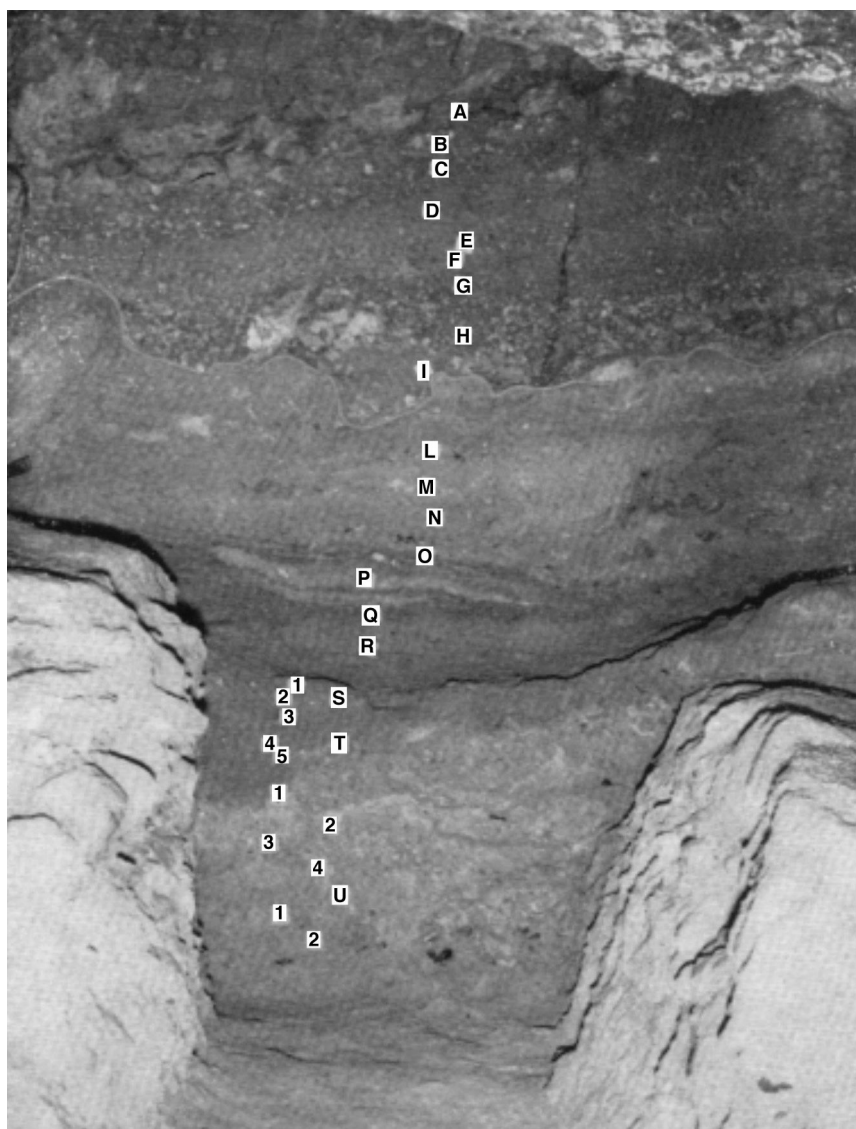


Figure 4-5 : Stratigraphie de la partie supérieure du remplissage de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) située à l'est de la grotte, d'après G. Isetti et *al.* [1962].

Horizon II ou couche S. – Horizon de sables jaunes grisâtres riche en charbons, pièces lithiques et ossements et pouvant atteindre 40 centimètres d'épaisseur. Cet horizon est subdivisé en cinq couches S1 à S5 vers l'est de la grotte. La base de cet horizon présente un grand foyer bien visible (fig. 4-6, p. 92). La surface de cet horizon est fortement concrétionnée et recouverte par une croûte superficielle blanchâtre de CaCO₃ [Miskovsky, 1974].

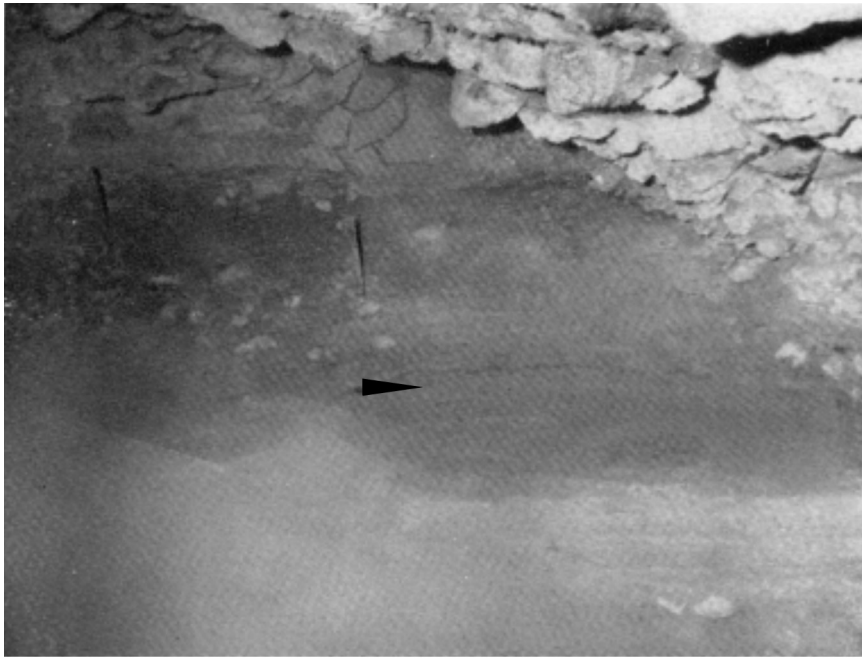


Figure 4-6 : Stratigraphie de la partie supérieure du remplissage de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) située à l'ouest de la grotte, d'après G. Isetti et *al.* [1962]. La flèche noire indique le foyer de la base de l'horizon II.

Ensemble des couches R à K. – Ensemble de couches qui atteint environ 60 centimètres d'épaisseur. Cet ensemble est subdivisé en 9 couches.

Couche R. – Sables jaunes meubles.

Couche Q. – Foyer, constitué de sables noir-rougeâtre riches en matière organique et rubéfiés.

Couche P. – Sables jaune-blanchâtre.

Couche O. – Foyer, constitué de sables noir-rougeâtre, rubéfiés, riches en matière organique.

Couche N. – Sables jaune-blanchâtre.

Couche M. – Foyer discontinu, constitué de sables noirâtres et de charbons.

Couche L. – Sables jaunes légèrement concrétionnés.

Couche K. – Sables jaunes à galets fortement concrétionnés. La surface de l'ensemble des

couches R à K correspond à une croûte calcaire. Celle-ci est bien visible sur la photo 5 de l'article de G. Isetti et *al.* [1962].

D'après la morphoscopie des grains de quartz, J.-C. Miskovsky [1974] attribue une origine éolienne à l'ensemble des sables jaunes à foyers du « Würm I ». L'alternance de périodes de dépôt de sables et de périodes de concrétionnement calcaire l'incite par ailleurs à émettre l'hypothèse que ces alternances correspondent à des variations climatiques régulières. D'une part, des épisodes froids et secs auraient provoqué les dépôts de sables, d'autre part des épisodes plus humides auraient favorisé les concrétionnements calcaires. C'est principalement à partir de cette séquence et de celle de la Calmette (Dions, Gard, France) que J.-C. Miskovsky [1974] subdivise le « Würm I » en 5 phases dont quatre sont représentées à Madonna dell'Arma (tabl. 4-1, p. 93).

D'après J.-C. Miskovsky [1974] nous avons donc les correspondances suivantes :

- Phase A : Horizons VI et V.
- Phase B : Horizon IV.
- Phase C : Horizons III et II.
- Phase D : Ensemble de couches R à K.

| CHRONOLOGIE | SÉDIMENTOLOGIE | Hor. | CLIMATOLOGIE |
|-------------|--|--------------------------------------|---------------------------|
| « WÜRMI » | concrétionnement intense | | humide |
| | D - dépôts sableux jaunes dans un éboulis constitué de galets détachés de la voûte - apports éoliens intenses | K L M N O P Q R | très froid |
| | concrétionnement intense | | humide |
| | C - sables jaune-grisâtre, lités, fins, bien classés - sables jaune-rougeâtre lités, fins, bien classés - apports éoliens intenses | II III | froid et relativement sec |
| | concrétionnement intense | | humide |
| | B - ravinement favorisant la formation de cuvettes et de rigoles - alternances de gel et de dégel qui ont démantelé les galets du poudingue constituant le plafond de la grotte - fraction fine des sédiments mal classée - apports éoliens intenses | IV | très froid et sec |
| | concrétionnement intense | | humide |
| | A - sables gris-jaunâtre, fins et de plus en plus mal classés, du bas vers le haut - légère apparition de phénomènes de gel et de dégel - augmentation de la base vers le sommet du pourcentage d'argile - apports éoliens intenses | V VI | froid et relativement sec |

Tableau 4-1 : Subdivisions du « Würm I » de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria), d'après J.-C. Miskovsky [1974].

Il est clair que, malgré des observations sédimentologiques et stratigraphiques valides, les interprétations chronostratigraphiques, mais aussi paléoclimatiques, présentées ici doivent être regardées avec circonspection. La chronostratigraphie utilisée par l'auteur a montré ses limites depuis, et le terme même de « wurmien », défini à l'origine à partir de moraines alpines, est désormais unanimement abandonné au profit de la chronostratigraphie isotopique (stades isotopiques).

De même, certaines interprétations paléoclimatiques, au seul vu des données sédimentologiques, sont sujettes à caution. C'est le cas tout particulièrement des phénomènes de gel-dégel déduits à partir du démantèlement des galets du poudingue du plafond. Les dits galets ont en effet aussi bien pu être apportés par l'Homme, qu'être démantelés du poudingue sous l'effet de secousses sismiques. S'il est vrai que l'on doit tenir compte de telles données sédimentologiques lors de l'établissement de la paléoclimatologie, elles doivent impérativement être subordonnées aux données paléoenvironnementales (faune et flore).

Par contre, l'hypothèse de l'origine majoritairement éolienne des sédiments proposée par Miskovsky [1974], semble raisonnable, même si l'auteur indique que l'on n'a pas de « dune » typique.

3. Les éboulis et colluvions « post-Würm I »

Isetti et *al.* [1962] y décrivent neuf couches indexées de I à A, visibles au fond de la grotte, et fouillées partiellement. Voici de bas en haut leur descriptions :

Couche I. – Gros éboulis à blocs emballés dans une matrice très meuble de sables orangés.

Couche H. – Couche d'argiles brun-rouge agglomérées en boules à nombreuses pierres corrodées.

Couche G. – Couche argileuse brune avec de rares taches blanchâtres.

Couche F. – Lit de sables jaunes.

Couche E. – Couche argileuse brune avec de nombreuses pierres blanchâtres très altérées.

Couche D. – Sables jaune-brun plus ou moins lités.

Couche C. – Couche argileuse identique à la couche E, et contenant aussi de nombreuses petites pierres blanchâtres altérées.

Couche B. – Lit de sables jaunes meubles.

Couche A. – Couche de grande épaisseur correspondant à un éboulis de blocs de poudingue, de galets et de sables meubles.

J.-C. Miskovsky [1974] propose d'attribuer au « Würm II » la base de ces couches, et plus particulièrement la couche I.

4. Le talus extérieur

Le talus extérieur est constitué de sables jaunes meubles, incluant quelques galets. J.-C. Miskovsky [1974] émet l'hypothèse qu'il s'est mis en place après le remplissage de la grotte.

C. NOUVELLES DONNÉES DE LA LITHOSTRATIGRAPHIE

La fouille du talus extérieur a été entreprise lors des recherches récentes organisées depuis 1989 par A. Echassoux, H. de Lumley et M. Ricci. Parallèlement, un relevé systématique des coupes de la grotte et du talus extérieur a été réalisé, ainsi que de nombreux prélèvements de diverses natures (sédimentologiques, micromorphologiques, palynologiques, géochronologiques, etc.). Nous présentons ici les coupes levées et la description de leurs couches.

Afin de relever et de décrire les coupes de la grotte, le carroyage de G. Isetti et H. de Lumley a été réutilisé (fig. 4-3, p. 86).

1. Description des coupes de la grotte

a) Coupes du puits de la chapelle (Sondage « A »)

Ce puits correspond au sondage « A » réalisé par G. Isetti et H. de Lumley dans les zones O et P de la fouille de 1961 à 1963 (fig. 4-3, p. 86). Les quatre coupes du puits présentent la même stratigraphie, avec quelques variations d'épaisseur. On observe de bas en haut les couches suivantes :

Couche Sondage A-1. – Substratum en poudingue pliocène de la grotte.

Couche Sondage A-2. – Plage marine constituée par des sables gris, des petits galets et de rares galets moyens.

Couche Sondage A-3. – Sables grossiers à cailloutis de 4 cm de diamètre.

Couche Sondage A-4. – Sables très grossiers à très petits galets et coquilles fragmentées.

Couche Sondage A-5. – Sables jaunes à rares cailloux.

Couche Sondage A-6. – Sables gris grossiers, à petits galets et fragments de coquilles.

Couche Sondage A-7. – Sables jaunes à blocs et galets.

Couche Sondage A-8. – Couche discontinue de limons argileux.

b) Coupes du puits de la fouille de G. Isetti et al. [1962] (Sondage « B »)

Ce puits a été réalisé dans les carrés L et I du sondage « B » réalisé par G. Isetti et H. de Lumley lors de la fouille de 1961 à 1963. Les quatre coupes présentent la même stratigraphie, avec quelques variations d'épaisseur et un léger pendage vers le sud :

- coupe nord ou AB/GH (pl. 4-1, p. 192)
- coupe ouest ou F1/G (pl. 4-2, p. 193)
- coupe sud ou G/L (pl. 4-3, p. 194)
- coupe est ou G/H (pl. 4-4, p. 195).

On observe sur les quatre coupes de bas en haut les couches suivantes :

Couche Sondage B-1. – Substratum en poudingue pliocène de la grotte.

Couche Sondage B-2. – Plage marine constituée par des sables gris, des galets, des blocs et des coquilles entières ou fragmentées.

Couche Sondage B-3. – Niveau de limons argileux rouges avec des charbons au sommet.

Couche Sondage B-4. – Sables jaunes homogènes.

Couche Sondage B-5. – Sables grossiers et gris, contenant de petits galets.

Couche Sondage B-6. – Alternance de sables jaunes et de lentilles de sables rouges, contenant des galets et des blocs (fragments de poudingue).

c) Coupe longitudinale R/S

Cette coupe reprend une bonne partie du sondage « A » réalisé par G. Isetti et H. de Lumley lors de la fouille de 1961 à 1963 (pl. 4-5, p. 196). Elle se situe le long de la paroi orientale entre les carrés R et S. On observe de bas en haut les couches suivantes :

Couche R/S-15. – Niveau sableux, riche en galets de taille moyenne et en matériel archéologique.

Couche R/S-14. – Niveau noirâtre discontinu à gros galets situé dans la partie nord de la coupe et riche en matériel archéologique.

Couche R/S-13. – Niveau sableux concrétionné à plaquettes, sans pierre ni galet.

Couche R/S-12. – Niveau d'argiles brunâtres et de sables fins, à rares galets, riche en charbons et matériel archéologique. Ce niveau est surmonté par une concrétion carbonatée au bord de la coupe.

Couche R/S-11. – Lentille de sables jaunâtres.

Couche R/S-10. – Niveau sableux contenant des charbons et quelques ossements.

Couche R/S-9. – Niveau constitué par des fragments du poudingue encaissant.

Couche R/S-8. – Lentille très localisée de sables grossiers.

Couche R/S-7. – Argiles sableuses rougeâtres à cailloutis altérés inférieurs à 1 cm de diamètre.

Couche R/S-6. – Argiles contenant de petits gravillons de 3 - 4 mm de diamètre.

Couche R/S-5. – Niveau discontinu et raviné de sables grossiers.

Couche R/S-4. – Lentille d'argiles rougeâtres à cailloutis altérés de diamètre inférieur à 1 cm.

Couche R/S-3. – Sables fins brunâtres ravinés vers le nord.

Couche R/S-2. – Argiles sableuses rougeâtres à cailloutis altérés de diamètre inférieur à 2 cm.

Couche R/S-1. – Éboulis de galets provenant du poudingue du plafond.

d) Coupe transversale FAB nord

Cette coupe se localise au sein du sondage « A » réalisé par G. Isetti et H. de Lumley lors de la fouille de 1961 à 1963 (pl. 4-6, p. 197). Elle se situe à la limite nord des zones F, A et B. On observe de bas en haut les couches suivantes :

Couche FAB-5. – Niveau limono-sableux avec des galets et des blocs à la base.

Couche FAB-4. – Sables très concrétionnés avec galets.

Couche FAB-3. – Sables jaunes contenant quelques galets, des charbons et des fragments d'ossements.

Couche FAB-2. – Niveau de 1 à 2 cm d'épaisseur constitué d'argiles brunes.

Couche FAB-1. – Niveau de limons argileux rouges de faible épaisseur, incliné vers l'est.

e) Coupe transversale ECD nord

Cette coupe se localise au sein du sondage A réalisé par G. Isetti et H. de Lumley lors de la fouille de 1961 à 1963 (pl. 4-6, p. 197). Elle se situe à la limite nord des zones E, C et D. On observe de bas en haut les couches suivantes :

Couche ECD-5. – Niveau argileux riche en galets.

Couche ECD-4. – Niveau discontinu de limons argileux rouges, riche en charbons.

Couche ECD-3. – Niveau gris constitué d'argiles contenant des nodules blancs concrétionnés.

Couche ECD-2. – Niveau de limons bruns riche en matériel archéologique.

Couche ECD-1. – Argiles jaunâtres à galets, nodules et ossements.

2. Coupes du talus extérieur

Lors des recherches récentes, la fouille du talus extérieur a été entreprise. Je présente ici deux des principales coupes stratigraphiques du talus extérieur choisies qui permettent d'avoir une bonne idée de la géométrie générale des dépôts.

a) Coupe longitudinale K/L

Cette grande coupe longitudinale est située entre les bandes K et L et reprend plus ou moins une coupe naturelle qui existait probablement avant le début des fouilles. La lithologie des sédiments constitués de sables limoneux brun-jaune et de cailloutis est très homogène.

Cette coupe traverse la villa romaine au niveau des zones 31, 32, 33, 34 et 35 (pl. 4-7, p. 198). Le sol de cette villa est situé à 400 cm sous le plan 0. Tous les sédiments de ces zones situés au-dessus de ce niveau sont donc d'âge romain ou postérieur. De plus, il existe des perturbations plus récentes : un mur récent et une tranchée allemande datant de la dernière guerre (1942-1944).

L'avancement insuffisant de la fouille au niveau du talus extérieur ne permet pas encore d'établir des couches, au sein de ce remplissage. Néanmoins, il est possible de suivre la base de quelques niveaux plus riches en cailloutis et qui montrent un pendage apparemment important vers le sud-est au niveau des bandes 18, 19, 20, 21, 22 et 23.

b) Coupe transversale 20/21 du talus extérieur

Cette petite coupe est située en avant du talus extérieur entre les bandes 20/21. La lithologie des sédiments y est la même que pour le reste du talus, à savoir des sables limoneux brun-jaune et cailloutis.

Cette coupe transversale, quoique relativement petite, est remarquable car elle montre très clairement que le pendage apparent des sédiments du talus extérieur est orienté vers l'est (pl. 4-8, p. 199).

3. Nouvelles données de la sédimentologie

De nouvelles analyses sédimentologiques ont été réalisées par G. Debaene [1999], aussi bien à l'intérieur de la grotte qu'au niveau du talus extérieur.

a) Données de la grotte

Les analyses réalisées l'ont été sur les horizons V, II et I de G. Isseti et *al.* [1962]. Il s'en dégage une certaine homogénéité des sédiments de ces horizons, tant du point de vue granulométrique que du point de vue minéralogique. Même si G. Debaene [1999] rappelle très justement qu'il n'a pas suffisamment de données pour proposer d'interprétations, et si l'on tient compte des méthodologies légèrement différentes employées par les deux auteurs, il semble que les données de G. Debaene [1999] et de J.-C. Miskovsky [1974] soient très proches. Les nouvelles études valident donc les anciennes mais ne permettent pas toutefois, de donner des indications stratigraphiques supplémentaires.

b) Données du talus extérieur

Les nombreuses analyses granulométriques, minéralogiques et morphoscopiques montrent la grande homogénéité des sédiments situés à l'extérieur de la grotte [Debaene, 1999]. Ils sont principalement constitués de sables-limoneux relativement grossiers et mal triés. Cependant, G. Debaene a proposé de subdiviser les sédiments du talus extérieur en trois ensembles stratigraphiques (supérieur, moyen et inférieur) à partir des principales variations sédimentologiques observées.

Ensemble inférieur – Fraction grossière moins importante que dans les deux autres ensembles (37 %) ; plus faible représentation des grains de quartz par rapport aux grès (autour de 40 %) et domination des grains non émoussés luisants (autour de 60 %) ; plus forte proportions des Zircons, de la Zoïsite et de la Brookite ; absence de la Glaucothane, de la Hornblende et de l'Augite.

Ensemble moyen – Importante fraction grossière (42 %) ; absence de la Glaucothane et apparition sporadique de la Brookite.

Ensemble supérieur – Importante fraction grossière (43 %) ; dominance des grains de quartz par rapport aux grès (70 à 40 %) et surtout des quartz non émoussés opaques (entre 8 à 20 %) ; augmentation de la présence des Hornblendes et de la Glaucothane du bas vers le haut et apparition de l'Augite au sommet.

Je ne pense pas qu'il faille retenir cette subdivision des sédiments du talus extérieur. Les variations du cortège des minéraux lourds retenues par l'auteur, à savoir principalement, celles de l'Augite, de la Glaucothane et de la Hornblende sont en fait, de faible amplitude. Ces minéraux, présents à l'état de traces, ne dépassent jamais 1 % du cortège total. Il en est de même des variations d'amplitude de la fraction grossière (38 à 42 %). Par ailleurs, si les variations relativement importantes de la morphologie des grains de quartz sont nettes, elles ne semblent pas suffire à

elles seules, pour établir des subdivisions stratigraphiques au sein du talus extérieur qui de surcroît, présente une sédimentologie des éléments fins très homogène.

D. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE LA LITHOSTRATIGRAPHIE

L'ensemble des observations stratigraphiques et sédimentologiques du site de Madonna dell'Arma permet d'établir une synthèse de la lithostratigraphie du gisement.

1. Matrice de Harris des horizons stratigraphiques

Pour l'essentiel, la dénomination des couches, proposée dans la synthèse, reprend les noms de couches donnés par G. Isseti et *al.*, [1962] pour permettre une lecture ascendante des données (fig. 4-7, p. 101). La dénomination a été mise à jour là où cela s'imposait (horizons II et V) en tenant compte des nouvelles données de la lithostratigraphie.

Cette matrice ne tient pas compte des couches du talus extérieur non encore établies. Par ailleurs, la fouille du talus extérieur n'est pas suffisamment avancée pour connaître les relations stratigraphiques exactes entre les sédiments du talus et ceux de la grotte. Néanmoins, vu l'altitude relativement plus importante des sédiments du talus, il est probable que la plupart des couches du talus extérieur - encore à définir - sont situées stratigraphiquement, au moins au-dessus de la couche L du remplissage de la grotte (pl. 4-7, p. 198).

2. Grandes subdivisions stratigraphiques

L'étude de la lithostratigraphie permet de subdiviser les sédiments du site de Madonna dell'Arma en plusieurs ensembles stratigraphiques bien distincts lithologiquement (fig. 4-8, p. 103). Ils sont ici présentés de bas en haut.

a) Ensemble stratigraphique I

L'ensemble stratigraphique I est constitué par la plage marine à galets et à strombes. Au niveau de la grotte, cet ensemble stratigraphique correspond à la couche VII (horizon VII de G. Isseti et *al.*, [1962]). Cette plage est visible au niveau des sondages profonds de la fouille de la grotte (zones I, L, O et P), et par endroits à l'extérieur de celle-ci, sous la forme d'un cordon de galets et d'un lambeau de sables fins à petites coquilles [Isseti et *al.*, 1962]. L'ensemble I a une altitude comprise environ entre 1550 et 1490 cm sous le plan 0 de la fouille actuelle.

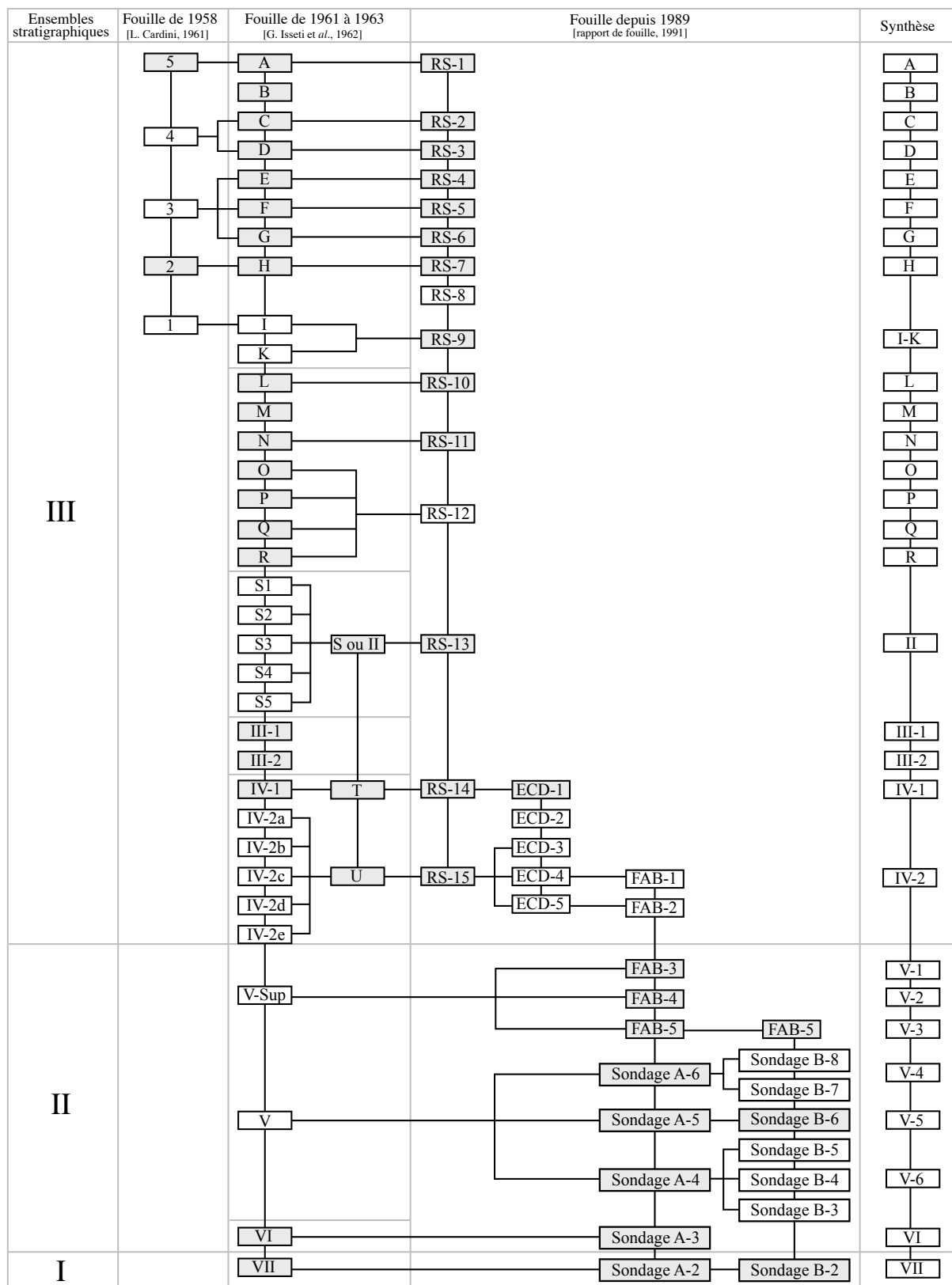


Figure 4-7 : Matrice de Harris des couches de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria).

b) Ensemble stratigraphique II

L'ensemble stratigraphique II est directement sus-jacent à l'ensemble stratigraphique I. Il est constitué par des sables gris-jaune à rares galets issus du poudingue et en grande partie d'origine éolienne. Cet ensemble contient les couches VI à V-1 (horizons VI, V et Vsup de G. Isseti et *al.*, [1962]). Les sédiments de cet ensemble sont visibles au niveau des sondages profonds de la grotte (zones I, L, O et P). L'ensemble II a une altitude comprise environ entre 1490 et 1180 cm sous le plan 0 de la fouille actuelle.

c) Ensemble stratigraphique III

L'ensemble stratigraphique III est en contact stratigraphique direct avec l'ensemble stratigraphique II. Il est, pour l'essentiel, constitué par des sables limono-argileux bruns à jaunâtres riches en matériel archéologique. Néanmoins, cet ensemble est moins homogène que les deux qui lui sont sous-jacents (I et II). Au sein de cet ensemble, il faut également distinguer la partie supérieure (couches I à A) beaucoup plus riche en cailloutis. Cet ensemble, situé à une altitude comprise environ entre 1180 et 900 cm sous le plan 0, contient les couches IV-2 à A de la fouille actuelle.

d) Ensemble stratigraphique IV

L'ensemble stratigraphique IV ne possède pas de contact stratigraphique visible avec l'ensemble III, en l'état actuel de la fouille. Il est constitué par des sables limoneux brun-jaune très homogènes, à niveaux de pierres, observables sur le talus extérieur (pl. 4-7, p. 198 et pl. 4-8, p. 199). Les sédiments de cet ensemble ont un pendage relativement important vers le sud-est. La base de l'ensemble IV n'as pas encore été atteinte par la fouille, mais les altitudes relatives de l'ensemble IV et de l'ensemble III permettent de supposer que l'ensemble IV est situé au-dessus de l'ensemble III. Il n'est toutefois pas impossible que la base de l'ensemble IV soit stratigraphiquement identique à une partie de l'ensemble III.

e) Ensemble stratigraphique V

L'ensemble stratigraphique V est constitué par les sédiments d'âge romain, ou plus récents, situés au niveau de la villa romaine. Ils sont visibles au niveau de la coupe K/L du talus extérieur, au niveau des zones 31, 32, 33, 34 et 35 (pl. 4-7, p. 198). Ils sont délimités à la base par le sol de la villa romaine, et sur le côté au niveau des zones 30 et 31 par le mur de la villa romaine. Il est probable qu'une partie des sédiments des zones 25, 26, 27, 28, 29 et 30, situés à la même altitude, fasse partie de cet ensemble.

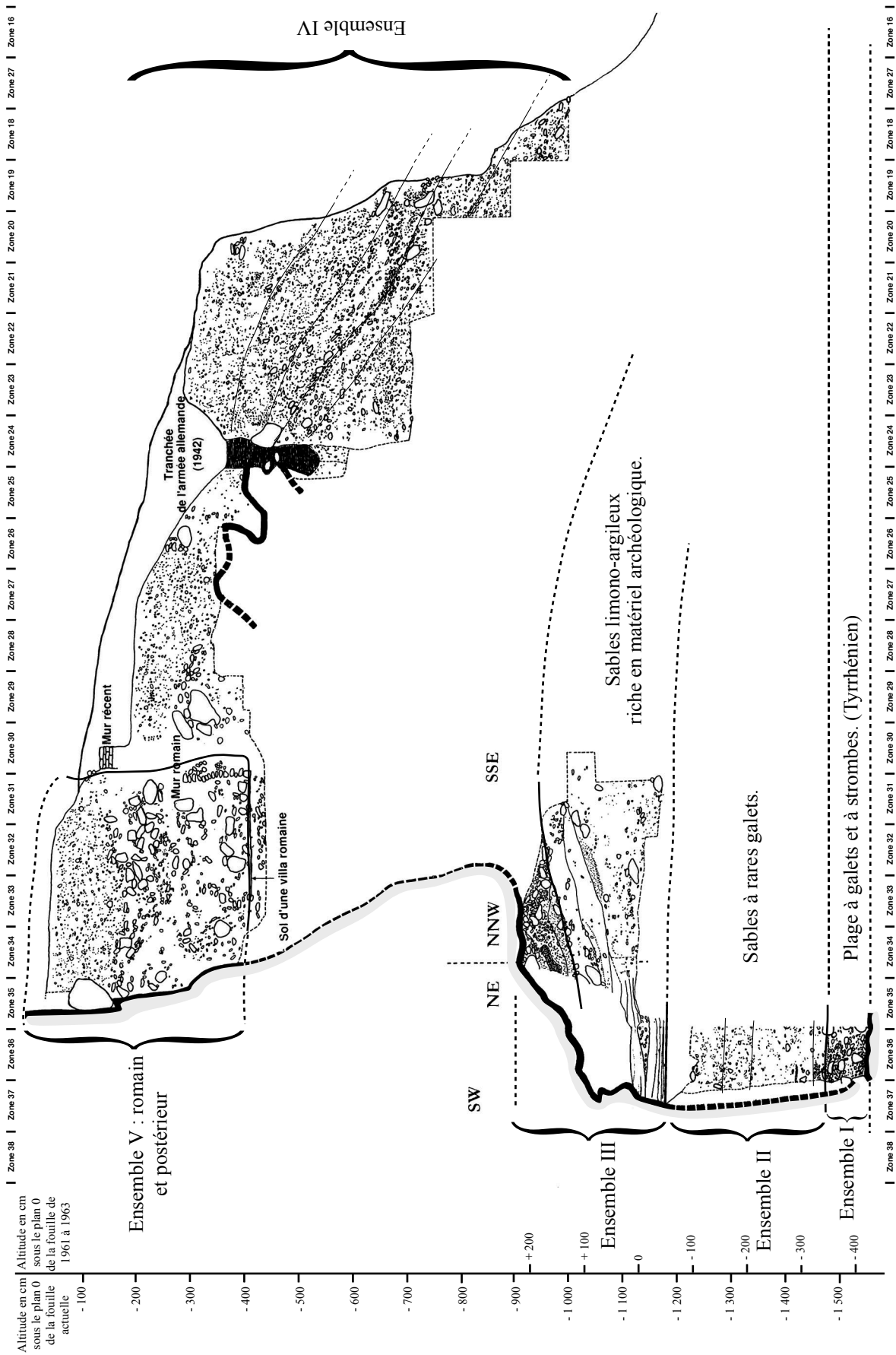


Figure 4-8 : Coupe stratigraphique synthétique de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria).

f) *Sédiments récents et remaniés*

On trouve ici ou là des éléments récents ou remaniés. Au sein de la grotte, il existe quelques éléments liés à la construction de la chapelle. À l'extérieur, une tranchée allemande réalisée en 1942 et un mur récent, viennent perturber l'agencement stratigraphique des sédiments plus anciens.

V — ARCHÉOSTRATIGRAPHIE

A. ARCHÉOSTRATIGRAPHIE DE LA GROTTTE

Malheureusement, la position précise de chaque objet archéologique (charbon, industrie, faune, etc.) n'a pas été relevée lors des fouilles anciennes. Cela empêche toute nouvelle étude archéostratigraphique fine des restes archéologiques issus de ces fouilles. De plus, bien souvent, le marquage des pièces archéologiques ne permet pas de les attribuer à un des horizons stratigraphiques définis par G. Isseti *et al.*, [1962] et donc, à une des couches de notre synthèse (fig. 4-8, p. 103).

À partir de l'étude de l'industrie, les premiers fouilleurs [Isseti *et al.*, 1962 ; de Lumley, 1969] distinguent deux complexes moustériens, un « archaïque » et un « typique ».

1. Le complexe moustérien « archaïque »

Le complexe moustérien « archaïque » est constitué de quelques pièces lithiques issues de la base de l'horizon V défini par G. Isseti *et al.*, [1962] (Ensemble II de notre synthèse). Celles-ci sont considérées comme comparables à celles récoltées sur la plage « tyrrhénienne » de la Barma Grande (grottes de Grimaldi, Balzi Rossi, Liguria).

De fait, on peut supposer que ce matériel archéologique, immédiatement sus-jacent à la plage à galets du complexe stratigraphique I (bien que plus jeune), doit avoir un âge proche de celui de cette plage.

2. Le complexe moustérien « typique »

Le complexe moustérien « typique » est constitué par les pièces issues de la fouille des horizons V sup. à R. Lors de la fouille, les auteurs ont défini trois unités archéostratigraphiques qu'ils ont nommés *Foyers IV*, *II* et *Q*.

Foyer IV. — Il correspond aux horizons V sup, IV-V, IV et III-IV de G. Isseti *et al.*, [1962] c'est-à-dire aux couches V-3 à III-1 de notre synthèse.

Foyer II. — Il correspond aux horizons S1 à S5 de Isseti *et al.* [1962], c'est-à-dire à la couche II de notre synthèse.

Foyer Q. – Il correspond à l'horizon Q de G. Isseti et *al.* [1962], c'est-à-dire à la couche Q de notre synthèse.

Comme on le voit, cette archéostratigraphie est imprécise, car une partie du *Foyer IV* recoupe le *Foyer II*. De plus A. Papadea [1997] propose une extension plus importante du *Foyer Q*, en y incluant les couches O, P, Q, et R et non plus seulement la couche Q. Enfin, certaines pièces archéologiques possèdent un marquage « Foc. A » ce qui signifie qu'il existe probablement un *Foyer A*, non défini dans la littérature. Il est donc préférable, à mon avis, d'éviter l'emploi de cette terminologie, et de lui préférer la dénomination utilisée pour les couches lithologiques.

Quoi qu'il en soit, les auteurs [Isseti et *al.*, 1962 ; Papadea 1997] s'accordent à considérer le matériel lithique des *Foyers IV, II et Q* comme appartenant à une seule unité archéostratigraphique, car cette industrie est homogène. Il s'agit d'un moustérien « typique » riche en racloirs de débitage Levallois. G. Isseti et *al.* [1962] indiquent néanmoins la présence de tendances évolutives de l'industrie, et notamment une augmentation de l'indice Levallois technique, et du pourcentage de racloirs vers le sommet. Plus récemment, A. Papadea [1997] s'est concentrée sur les caractères typologiques et technologiques de cette industrie. Elle confirme son attribution au moustérien, mais elle n'a pu préciser davantage l'archéostratigraphie du site, du fait du marquage imprécis des pièces.

En l'état actuel des connaissances, nous conserverons donc la distinction en moustérien « archaïque » et « typique » pour le matériel archéologique issu de la grotte et nous utiliserons la dénomination des couches établies à partir de la lithostratigraphie.

B. ARCHÉOSTRATIGRAPHIE DU TALUS EXTÉRIEUR

La fouille du talus extérieur, est encore pour l'instant insuffisamment avancée pour permettre l'établissement de profils archéostratigraphiques en vue de l'individualisation des couches. Les premiers profils semblent toutefois indiquer un pendage général des couches du talus extérieur vers le sud-est (pl. 4-9, p. 200 et pl. 4-10, p. 200). Ce pendage est cohérent avec celui qui est observé sur les coupes stratigraphiques (pl. 4-7, p. 198 et pl. 4-8, p. 199).

VI — BIOSTRATIGRAPHIE

Les principales données de la biostratigraphie sont issues de l'étude des grandes faunes, de la malacofaune marine et des foraminifères.

A. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE I

La malacofaune de l'ensemble stratigraphique I correspond à un assemblage typique de « l'étage tyrrhénien » [Isseti et *al.*, 1962] que l'on retrouve actuellement dans la zone sénégalaise,

avec, entre autres mollusques, la présence de *Strombus bubonius*, fossile marqueur du « Tyrrhénien ». Les coquilles présentent, d'après les auteurs, une usure caractéristique de la zone littorale.

L'étude des rares foraminifères présents dans la plage de l'ensemble stratigraphique I confirme le caractère littoral (0 à 20 m de profondeur) de cet ensemble, mais ne donne pas d'indications biostratigraphiques précises [Isetti et *al.*, 1962]. Il faut toutefois rappeler que les restes de foraminifères étudiés sont peu nombreux, et ont probablement subi des phénomènes de tri et de remaniement.

La malacofaune donne un âge « tyrrhénien » au sens large, à l'ensemble stratigraphique I. En terme de stades isotopiques, les dépôts de l'ensemble stratigraphique I se sont donc très probablement mis en place, lors du stade isotopique 5.

Sachant qu'il y a trois phases principales de dépôts marins (transgressions) lors du stade isotopique 5 en Méditerranée, à savoir les sous-stades 5.5, 5.3 et 5.1, l'ensemble stratigraphique I a dû se mettre en place lors de l'un de ceux-ci. Si on regarde les données connues des variations des niveaux marins [Chapell & Shackleton, 1986], on a pour le sous-stade 5.5 un niveau marin maximum sensiblement supérieur à l'actuel (+5 m) alors que les sous-stades 5.3 et 5.1 ont des niveaux marins en déficit par rapport à l'actuel de 10 à 20 mètres (fig. 2-7, p. 32). En supposant qu'il n'y ait pas eu de variations importantes de l'altimétrie de la grotte du fait de la néotectonique, on peut donc raisonnablement proposer, du fait de leur altitude actuelle (+7m), que les sédiments de l'ensemble stratigraphique I se sont mis en place lors du sous-stade isotopique 5.5 soit entre 127 000 et 112 000 ans B.P.

B. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE II

Cet ensemble stratigraphique ne contient que quelques restes de faunes déterminables, associés à l'industrie moustérienne « archaïque ». A. Arellano-Moullé [rapport de fouille, 1999] signale la présence de *Capreolus capreolus*, *Dama dama* et *Sus scrofa*, dans les zones P et O.

C. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE III

Les faunes terrestres de l'ensemble stratigraphique III sont issues des couches archéologiques IV-2, IV-1, II et Q.

L'assemblage des faunes est constitué principalement de *Cervus elaphus* suivi de *Bos primigenius*, *Ursus spelaeus*, *Sus scrofa*, *Crocota crocuta spelaea* (*Hyaena crocuta spelaea*), *Dicerorhinus mercki* (*Rhinoceros mercki*), *Hippopotamus incognitus* (*Hippopotamus amphibius*), *Palaeoloxodon antiquus* (*Elephas antiquus*) et *Equus caballus* [Isetti et *al.*, 1962]. Ces faunes donnent un âge pléistocène moyen à pléistocène supérieur pour l'ensemble III et sont caractéristiques d'un milieu forestier de climat chaud, avec proximité de marécages (présence d'hippopotames).

Une espèce présente ici est particulièrement utile pour la datation du site, *Palaeoloxodon antiquus*. En effet, ce proboscidiien s'est éteint en Europe vers le milieu du Pléistocène supérieur (lors du stade isotopique 4) [Guérin & Patou-Mathis, 1996].

L'ensemble des faunes et la présence de *Palaeoloxodon antiquus* permettent de proposer une mise en place des dépôts de la base de l'ensemble stratigraphique III (horizons lithostratigraphiques I, II, III et IV) lors du stade isotopique 5.

D. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE IV

Les fouilles actuelles sur le talus extérieur, ont mis au jour un certain nombre de restes de faune. Une étude préliminaire réalisée par A. Arellano-Moullé [rapport de fouille ; 1999]* indique la présence de *Bos primigenius*, *Cervus elaphus*, *Dama dama*, *Capreolus capreolus*, *Equus caballus*, *Sus scrofa*, *Ursus arctos* et *Canis lupus*. L'abondance majoritaire du daim (15% des restes) fait dire à l'auteur que cet assemblage est caractéristique de la fin du stade isotopique 5 et du stade 4 par comparaison avec les résultats similaires obtenus dans la grotte du Prince [Arellano-Moullé, 1998].

VII - DATATIONS ABSOLUES

Quelques datations radiochronologiques ont été effectuées sur le site de Madonna dell'Arma. Elles concernent uniquement les ensembles stratigraphiques I et III.

A. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE I

Les premières datations de la plage de l'ensemble stratigraphique I ont été réalisés par Stearns et Thurber [1967]. Ils ont daté une coquille de *Pectunculus violascens* (échantillon L-884A) par la méthode U/Th. Ils obtiennent un âge de $95\,000 \pm 5\,000$ ans B.P., soit un âge compris entre 90 000 et 100 000 ans B.P.

En 1993, M. Laurent a proposé une nouvelle date pour l'ensemble I par la même méthode sur une coquille de *Cardium*. Il obtient un âge $149\,000 \pm 15\,000$ ans B.P., soit un âge compris entre 134 000 et 164 000 B.P. Cette tranche d'âge, se situe lors du stade isotopique 6, ce qui est en contradiction avec l'attribution par la biostratigraphie de l'ensemble I au stade isotopique 5. L'âge obtenu par est donc très probablement supérieur à l'âge réel de l'échantillon.

* Extrait de la conclusion du rapport d'A. Arellano-Moullé, Musée de Préhistoire Régionale de Menton, 1999

Voici donc un extrait de sa conclusion :

« Parmi les espèces déterminées lors des fouilles 1999, le daim et le loup ne sont pas cités dans la liste des premières fouilles (Isetti et al., 1962) mais elles ont été reconnues depuis (Musée de San Remo et mission d'étude de la faune en cours). Le daim est bien représenté, ce qui est caractéristique de la période du Pléistocène supérieur correspondant à la fin du stade isotopique 5 et au stade 4 (Würm 1). »

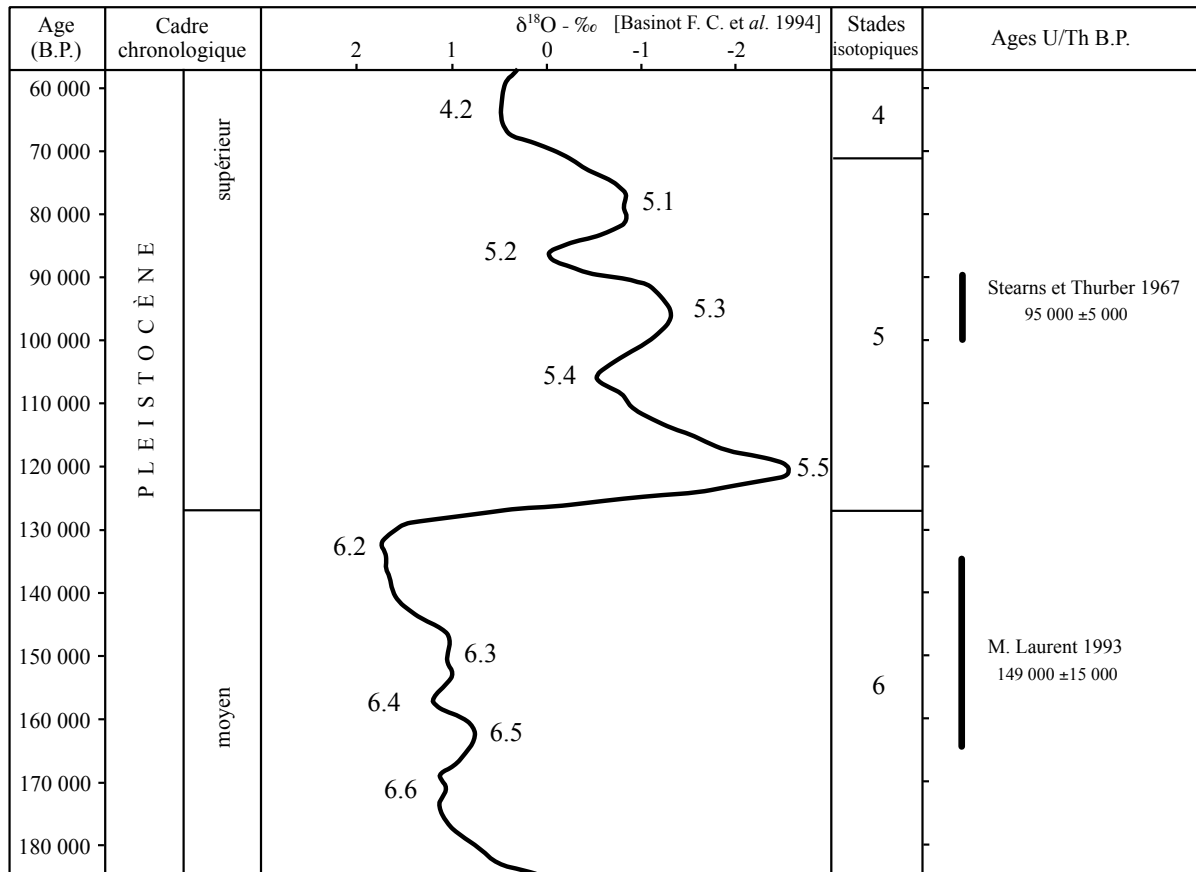


Figure 4-9 : Âges U/Th de l'ensemble stratigraphique I de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) rapportés aux variations du $\delta^{18}\text{O}$.

Quoi qu'il en soit, ces âges sont relativement cohérents entre eux. Ils permettent d'affirmer, sans trop d'erreur, que l'ensemble stratigraphique I s'est mis en place lors du stade isotopique 5 (fig. 4-9, p. 108). Cela concorde avec l'attribution de l'ensemble I au « Tyrrhénien » au sens large, à partir de la faune marine par G. Isetti et *al.* [1962]. Rappelons que le terme de « Tyrrhénien » ne doit plus désormais être utilisé qu'à titre indicatif car cet « étage » défini par A. Issel [1914], désigne avant tout un faciès littoral à faunes spécifiques. Néanmoins, il est démontré que la présence de *Strombus bubonus* en Méditerranée a eu lieu principalement lors des stades isotopiques 7.1, 5.5 et 5.3 [Hilaire-Marcel et *al.*, 1986].

Les âges obtenus pour l'ensemble stratigraphique I indiquent qu'il s'est très probablement mis en place lors du début du stade isotopique 5.

B. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE III

B. Blanchin [1999] a proposé une série de dates pour les principaux niveaux archéologiques de l'ensemble stratigraphique III (tabl 4-2, p. 109) par les méthodes U/Th-EU sur des dents et des ossements d'herbivores et par ESR-EU sur du sédiment.

| Échantillon | Couche archéologique | Altitude | age U/Th - EU (k an) | age ESR - EU (k an) |
|--------------------|----------------------|----------|----------------------|---------------------|
| MDA 9901 - Émail | Q | 1040 | 73,1 ± 4,4 | 56 ± 5,6 |
| MDA 9901 - Dentine | | | 115,6 ± 5 | |
| MDA 9902 - Émail | II | 1120 | 77,3 ± 3,4 | 77 ± 7,7 |
| MDA 9902 - Dentine | | | 101,5 ± 3,9 | |
| MDA 9903 - Émail | II / III-1 / III-2 | 1140 | 99,1 ± 5,4 | 69 ± 6,9 |
| MDA 9903 - Dentine | | | 140,0 ± 17 | |
| MDA 9904 - Os | III-1 / III-2 | 1145 | 115,5 ± 8 | 57 ± 5,7 |
| MDA 9904 - Dentine | | | 113,0 ± 5,7 | |
| MDA 9905 - Os | | | 105,4 ± 5,9 | |
| MDA 9905 - Émail | IV-1 | 1150 | 74,2 ± 3,8 | 88 ± 8,8 |
| MDA 9905 - Dentine | | | 108,8 ± 4,9 | |
| MDA 9906 - Os | | | 112,3 ± 5,6 | |
| MDA 9906 - Émail | IV-1 | 1170 | 91,2 ± 5,2 | 85 ± 8,5 |
| MDA 9906 - Dentine | | | 123,9 ± 8,6 | |

Tableau 4-2 : Âges U/Th et ESR de l'ensemble stratigraphique I de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) d'après B. Blanchin, [1999].

Les âges U/Th-EU de l'ensemble stratigraphique III sont compris de 157 000 à 97 600 ans pour la dentine, de 104 500 à 68 700 ans pour l'émail et de 123 500 à 99 500 ans pour l'os (fig. 4-10, p. 110). Les âges ESR-EU sont compris entre 88 000 ± 8 800 ans et 56 000 ± 5 600 ans. Les résultats obtenus par ESR sont systématiquement inférieurs à ceux qui sont donnés par U/Th, ce qui implique, soit que les échantillons ont subi un lessivage d'uranium, soit que la dosimétrie a été mal évaluée. Il s'en suit que l'application du modèle U/Th et ESR combiné pour le calcul des âges n'est pas possible, et que les âges ESR, doivent être considérés comme des âges maximum [Blanchin, 1999]. L'âge de l'ensemble III est donc postérieur à environ 90 000 B.P. et, si on regarde les dates obtenues, doit avoisiner un âge de 80 000 à 70 000 ans B.P.

VIII - SYNTHÈSE DE LA STRATIGRAPHIE

Les différentes données lithologiques, archéologiques et radiochronologiques, permettent d'établir un cadre stratigraphique du site de Madonna dell'Arma (fig. 4-11, p. 112).

A. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE I

L'ensemble stratigraphique I est constitué par une plage marine à galets, épaisse d'environ 70 cm contenant *Strombus bubonius*, fossile directeur du « Tyrrhénien ». Celle-ci est visible à la base des dépôts dans la grotte et par endroits à l'extérieur. Il est communément admis que le « Tyrrhénien » s'est mis en place lors du stade isotopique 5.

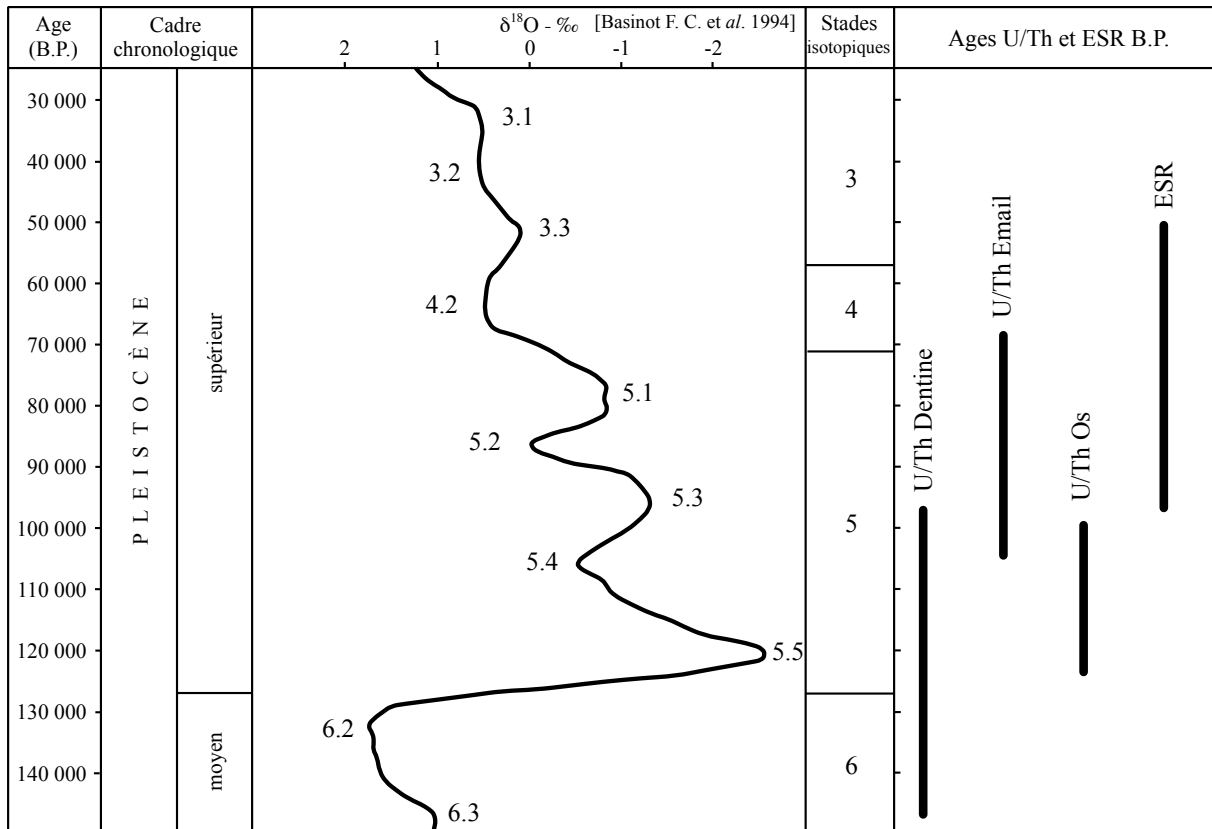


Figure 4-10 : Âges U/Th et ESR de l'ensemble stratigraphique III de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) d'après B. Blanchin [1999] rapportés aux variations du $\delta^{18}\text{O}$.

L'altimétrie actuelle de la plage, comparée aux variations eustatiques permet de préciser l'âge de cet ensemble stratigraphique et de l'attribuer au sous-stade isotopique 5.5, à condition bien sûr, que la surrection de la côte ait été relativement faible. L'optimum climatique du sous-stade isotopique 5.5 est daté autour de 122 000 ans B.P. Ce qui correspond à peu près, à la moyenne des datations obtenues ($95\,000 \pm 5\,000$ ans B.P. et $149\,000 \pm 15\,000$ ans B.P.).

L'ensemble stratigraphique I est donc, d'après ce que nous savons, contemporain du stade isotopique 5 et plus précisément, du sous-stade isotopique 5.5 (fig. 4-9, p. 108).

B. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE II

L'ensemble II est directement sus-jacent à la plage « tyrrhénienne ». Il s'agit d'une éolianite, constituée par des sables gris-jaune à rares galets issus du poudingue d'une épaisseur d'environ 3 m. Cet ensemble recèle quelques pièces lithiques à sa base. Ces dernières sont attribuées à un moustérien archaïque. Il s'est probablement mis en place lors de l'un des interstades frais qui ont succédé directement à l'interstade 5.5 à savoir, les interstades 5.4 et/ou 5.2.. Ce qui semble cohérent, si l'on tient compte des âges ESR-EU obtenus sur l'ensemble III sus-jacent.

C. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE III

L'ensemble III est en contact stratigraphique direct avec l'ensemble II. Il est pour l'essentiel, constitué par des sables limono-argileux bruns à jaunâtres riches en matériel archéologique moustérien « typique » sur une épaisseur d'environ 2 mètres 40. La faune est caractéristique d'un milieu forestier de climat chaud, avec proximité de marécages. La présence de *Palaeoloxodon antiquus* permet de proposer une mise en place des dépôts antérieurs à environ 75 000 B.P. Les âges radiométriques obtenus dans cet ensemble donnent un âge postérieur à 90 000 ans B.P. et plus probablement autour de 80 000 à 70 000 ans B.P. (fig. 4-10, p. 110)

D'après la faune, l'ensemble III s'est donc logiquement mis en place lors d'un interstade relativement tempéré et d'un âge proche de 90 000 à 70 000 ans. L'ensemble III s'est donc mis en place, soit lors du sous-stades 5.3, soit plus probablement, lors du sous-stade 5.1.

D. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE IV

L'ensemble stratigraphique IV est constitué par la majorité des sédiments du talus extérieur, hormis ceux qui sont sus-jacents à la villa romaine. Cet ensemble est constitué par des sables limoneux brun-jaune très homogènes contenant des niveaux de pierres avec un pendage relativement important vers le sud-est (pl. 4-7, p. 198 et pl. 4-8, p. 199). L'épaisseur de ce dépôt est d'environ 6 mètres. La base de l'ensemble IV n'as pas encore été fouillée, mais l'abondance de *Dama dama* dans les zones fouillées fait dire à Arellano-Moullé [1999] qu'il s'est déposé autour de la fin du stade 5 ou durant le stade 4. Il conviendrait de valider cette première estimation avec de nouvelles observations stratigraphiques, des datations radiométriques et la poursuite de la fouille. Pour l'instant, le seul indice stratigraphique certain est la présence d'industries moustériennes au sein de l'ensemble IV. Cela implique donc que l'ensemble stratigraphique IV soit au moins antérieur à 38 000 ans B.P. c'est-à-dire à la deuxième moitié du stade isotopique 3.

Dans l'état actuel de nos connaissances, l'âge des sédiments de l'ensemble stratigraphique IV est donc compris entre environ 90 000 et 38 000 ans B.P. Cella qui signifie, que l'ensemble IV pourrait être en partie contemporain de l'ensemble stratigraphique III.

E. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE V

L'ensemble stratigraphique V est constitué par tous les sédiments d'âge romain ou plus récent. Cela comprend, la villa romaine, ses niveaux d'occupation, et tous les sédiments qui la recouvrent. Cette villa se localise en haut du talus extérieur (pl. 4-7, p. 198). Il est possible qu'une partie des sédiments du haut du talus, situé dans les bandes 30 à 25, soit de même âge que cet ensemble.

| Altitude en cm de la fouille actuelle | Altitude en cm du plan de référence de G. Isotti & <i>coll.</i> , 1962 | Ensembles Stratigraphiques | Couches archéologiques | Civilisations préhistoriques | Biostratigraphie d'après la grande faune | Datations isotopiques (B.P.) | Colonne stratigraphique | Lithologie | Paléoclimats | Cadre chronologique des sites isotopiques | Éléments repères |
|---------------------------------------|--|----------------------------|------------------------|------------------------------|--|------------------------------|---|--------------------------------|---------------------|---|------------------|
| - 340 | | V | | Romain | | | | Sable | | P L E I S T O C E N E S U P E R I E U R | |
| - 360 | | | | | | | | très compact | | | |
| - 380 | | | | | | | Galets et cailloutis à matrice sableuse | | | | |
| - 400 | | | | | | | Gros galets à matrice sableuse | | | | |
| - 420 | | | | | | | | | | | |
| - 440 | | | | | | | | | | | |
| - 460 | | | | | | | | | | | |
| - 480 | | | | | | | | | | | |
| - 500 | | | | | | | | | | | |
| - 520 | | | | | | | | | | | |
| - 540 | | | | | | | | | | | |
| - 560 | | | | | | | | | | | |
| - 580 | | | | | | | | | | | |
| - 600 | | | | | | | | | | | |
| - 620 | | | | | | | | | | | |
| - 640 | | | | | | | | | | | |
| - 660 | | | | | | | | | | | |
| - 680 | | | | | | | | Sable | | | |
| - 700 | | IV | | | | | | et cailloutis | | | |
| - 720 | | | | | Moustérien | | Antérieur à 38 000 | | | | |
| - 740 | | | | | | | | | | | |
| - 760 | | | | | | | | | | | |
| - 780 | | | | | | | | | | | |
| - 800 | | | | | | | | | | | |
| - 820 | | | | | | | | | | | |
| - 840 | | | | | | | | | Sable et cailloutis | | |
| - 860 | | | | | | | | | | | |
| - 880 | | | | | | | | | | | |
| - 900 | | | | | | | | | | | |
| - 920 | | | | | | | | Gros galets à matrice sableuse | | | |
| - 940 | | | | | | | | | | | |
| - 960 | | | | | | | | | | | |
| - 980 | | | | | | | | Sable compact | | | |

Figure 4-11 : Synthèse de la stratigraphie du site de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria).

IX - CONCLUSION

À partir des données de la stratigraphie, nous pouvons proposer le schéma de mise en place suivant pour les sédiments du site de Madonna dell'Arma :

1. - Épisode de transgression marine du stade isotopique 5.5 (120 000 ans B.P. environ) avec dépôt de la plage littorale à faune sénégalaise de l'ensemble stratigraphique I.

2. - Régression marine et rafraîchissement du climat lors du stade isotopique 5.4. et/ou 5.2 (105 000 et/ou 85 000 B.P. environ) ; dépôt de l'éolianite de l'ensemble II et présence sporadique de populations à industrie « moustérienne archaïque »

3. - Nouvel interstade climatique tempéré du stade isotopique 5.3 ou 5.1 (95 000 ou 80 000 ans B.P.) contemporain des dépôts de l'ensemble stratigraphique III. Présence de populations à industrie « moustérienne typique ».

4. - Dépôt des sédiments du talus extérieur, avec une fourchette d'âge maximale comprise entre 90 000 et 38 000 ans B.P.

5. - Installation, puis destruction d'un villa romaine, recouverte ensuite par des colluvions récentes.

Pour tester et préciser ce schéma, il conviendrait, d'effectuer des datations radiométriques au sein des sédiments du talus extérieur, de vérifier celles de la grotte, et de continuer la fouille et l'étude du matériel archéologique du talus extérieur.

CHAPITRE 5

Κ Α Λ Α Μ Α Κ Ι Α

(Αρέοπολις, Μανι, Λακωνία)
(Καλαμάκια, Αρεόπολις, Μάνη, Λακωνία)



I – LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE

La grotte de Kalamakia (Καλαμάκια) se situe en Grèce, dans le sud du Péloponnèse (fig. 5-1, p. 116), à environ 800 mètres du petit village côtier de Liméni (Λιμένι), commune d'Αρέοπολις (Αρεόπολις), canton du Mani (Μάνη), département de Laconie (Λακωνία). Elle se localise en bord de mer, à la limite sud de la baie de Liméni (ou baie d'Itylo). Le site est distant d'environ 2 km au nord-ouest de la ville d'Αρέοπολις et d'une quarantaine de kilomètres au sud-est de celle de Githio (Γύθειο).

Située au pied d'une falaise côtière haute de 25 mètres environ, à une altitude de 2,5 mètres au dessus du niveau de la mer, cette grotte est creusée dans un marbre gris-blanc et fait partie d'un important réseau karstique, encore en partie actif, et dont on retrouve des traces dans tout le Mani. La grotte est composée d'une galerie principale d'environ 20 mètres de long, orientée nord-ouest / sud-est, de deux à six mètres de large pour une hauteur maximale d'environ sept mètres. Une petite galerie d'un à deux mètres de large semble se connecter à la première.

II – CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La péninsule du Mani est le prolongement méridional de la chaîne du Taygète. Elle est principalement constituée de marbres gris-blanc d'âge crétacé à éocène [Papavassiliou, 1984] (fig. 5-2, p. 117) dérivés de la métamorphisation de calcaire à composante récifale. Je les appellerai indifféremment marbres ou calcaires dans la suite du texte. Précédemment attribués à l'ensemble sédimentaire ionien, ces calcaires sont depuis considérés comme appartenant à la zone préapulienne, en raison de leur faciès néritique et de l'absence, en leur sein, de faciès marqueurs de la série ionienne [Thiébaud, 1982].

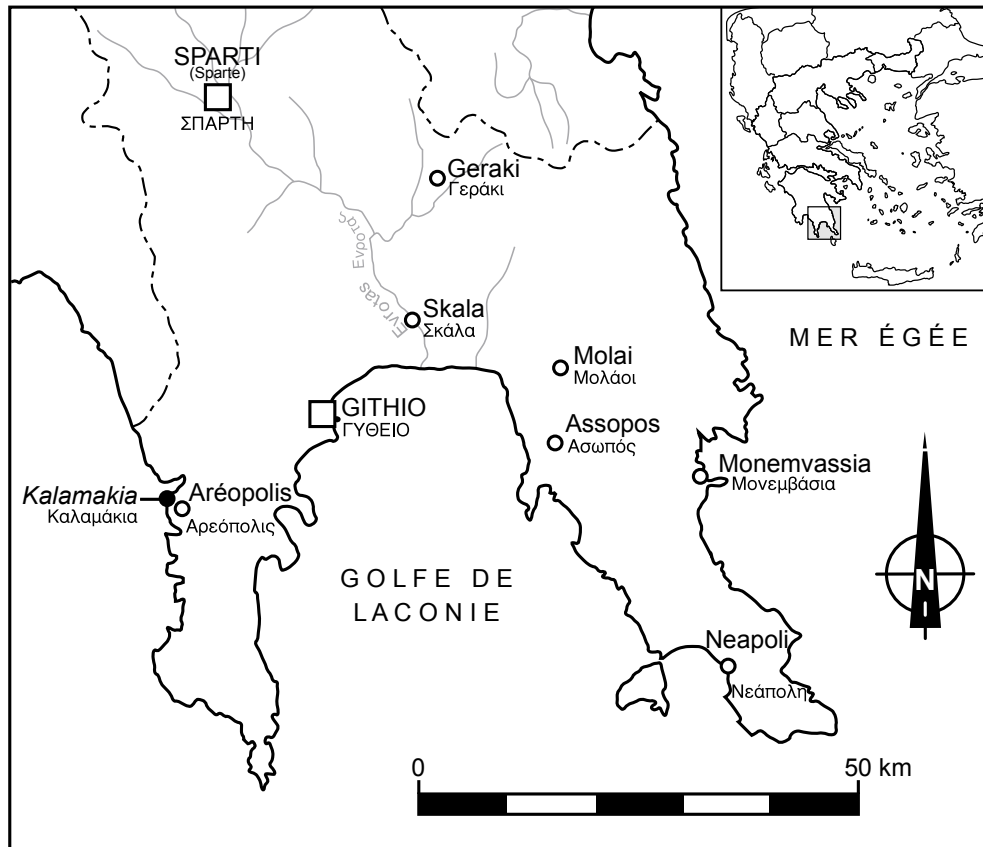


Figure 5-1 : Situation géographique de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

Les marbres maniotes ont subi depuis le Miocène supérieur, une importante fracturation liée à la convergence de l'arc égéen [Mercier *et al.*, 1993]. Les principales directions de fracturation sont N170 (auquel se rattache la direction N140) et N70. Les directions des failles ont induit celles du réseau karstique, et en particulier l'orientation principale de la grotte de Kalamakia (N 140).

Lors du Pliocène, la subsidence de l'arc égéen externe a provoqué une transgression irrégulière, dont les ralentissements épisodiques et/ou les variations du niveau marin, ont induit la formation de replats et de falaises associés. Ceci est démontré par la présence sur celles-ci de perforations par des organismes lithophages, jusqu'à une altitude importante [Keraudren, 1970 ; Sorel *et al.*, 1992]. Lors de la transgression pliocène, les vallées et certains replats ont été en partie colmatés par des brèches, des poudingues et des calcarénites. C'est le cas particulièrement au fond de la baie de Liméni et aux abords immédiats de la grotte de Kalamakia.

Lors du Pléistocène supérieur, des formations marines et continentales se sont mises en place, recouvrant partiellement, soit des brèches marines pliocènes, soit directement le substratum. Elles sont constituées par un calcaire à algues lithothamniées blanc-jaune, et très fréquemment par des calcarénites roses à galets et coquilles. Au niveau de la baie de Diros (Δίρος), les calcarénites

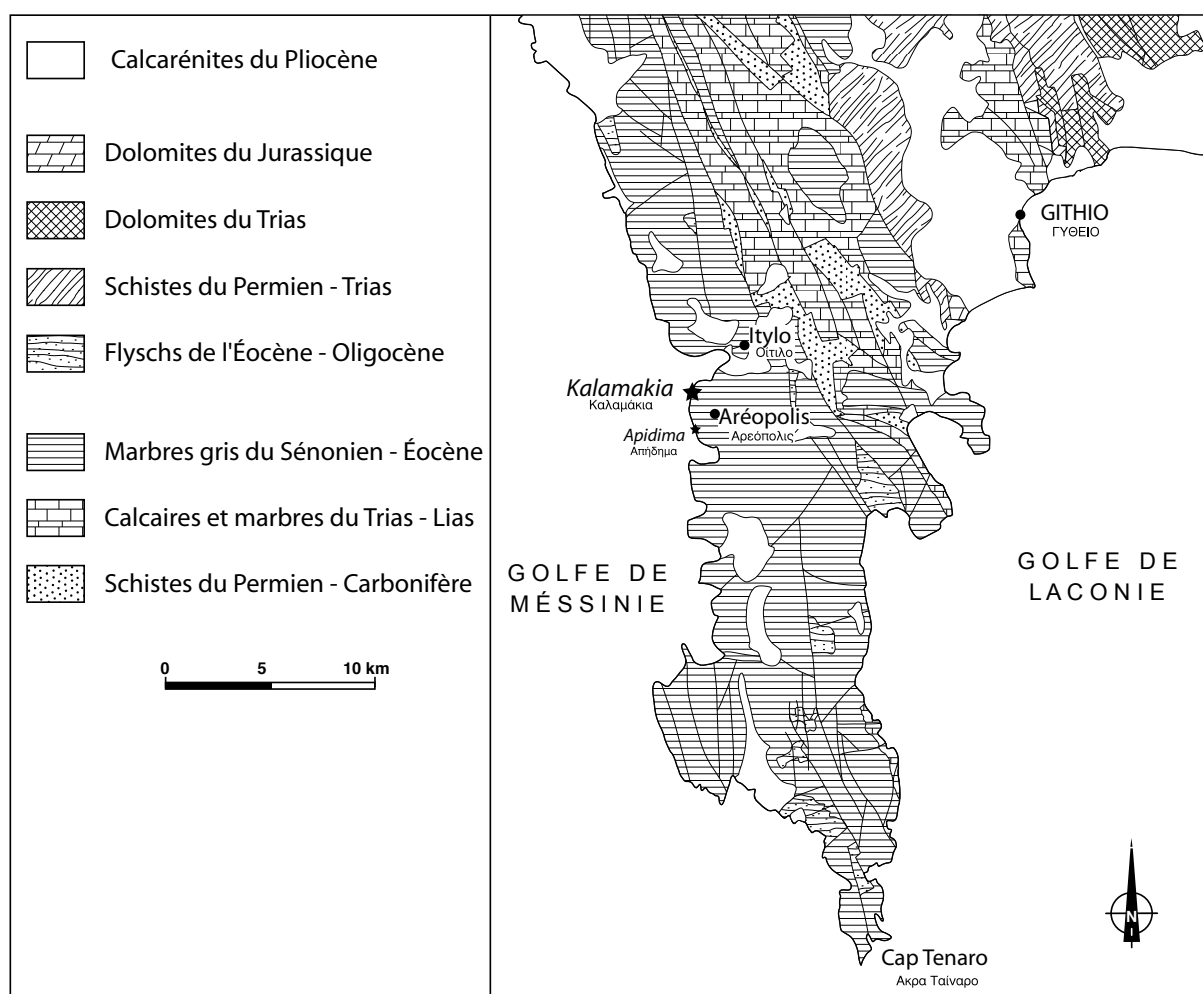


Figure 5-2 : Contexte géologique de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia) d'après Papavassiliou [1984] et Thiébault [1982].

roses contiennent des *Strombus bubonius*, le fossile marqueur du « Tyrrhénien » [Imperatori, 1960]. Les formations continentales sont, pour l'essentiel, constituées de cônes d'éboulis bréchiés localisés au pied des falaises et par de la *terra rossa*.

Actuellement, le niveau marin coïncide presque exactement avec une des plates-formes pliocène, ce qui a pour effet de réactiver la falaise côtière et d'éroder les sédiments plio-pleistocènes.

III. — HISTORIQUE DES RECHERCHES

Depuis les années 1960, le Péloponnèse fait l'objet de recherches paléolithiques. Les plus connues, sont celles qui furent entreprises dans la grotte de Franchthi (Φράγχθι) en Argolide par l'équipe dirigée par T. W. Jacobsen et qui ont fourni la stratigraphie précise des niveaux de

cette grotte. Quelques rares artefacts du Paléolithique moyen y ont été découvertes à la base du remplissage [Perlès, 1987] mais, l'essentiel de la fouille s'est concentré sur les couches du Paléolithique supérieur, du Mésolithique et du Néolithique. En Argolide, signalons aussi la grotte de Képhalari (Κεφαλάρι) où, là encore, un niveau du Paléolithique moyen a été découvert à la base du remplissage [Reisch, 1976 in Kourtessi-Philippakis, 1986].

L'autre grande campagne de recherche, concerne le Paléolithique moyen et fut réalisée entre 1962 et 1965 en Élide par A. Leroi-Gourhan, N. et J. Chavaillon et F. Hours. De nombreux gisements, tous situés en plein air, et qui parfois contiennent une terrasse marine, à la base de leur stratigraphie, furent alors découverts [Leroi-Gourhan et *al.*, 1963a ; Leroi-Gourhan et *al.*, 1963b ; Chavaillon et *al.*, 1964 ; Chavaillon et *al.*, 1967 ; Chavaillon et *al.*, 1969].

Le dernier gisement qu'il convient de signaler est la grotte d'Apidima (Απήδημα) située, tout comme Kalamakia, sur la commune d'Aréopolis et en bordure de la falaise côtière (fig. 5-2, p. 117). Le site est d'importance, car deux crânes d'hominidés y ont été découverts [Pitsios, 1979] mais leur position phylétique n'est pas encore clairement établie, quoiqu'ils présentent des aspects néandertaliens [Harvati & Delson, 1999]. Malheureusement, la stratigraphie d'Apidima n'est pas clairement définie à l'heure actuelle.

Pour A. Darlas, initiateur du projet de recherche, la grotte de Kalamakia, est apparue comme un bon gisement pour préciser le cadre stratigraphique global du Paléolithique moyen du Péloponnèse, et pour mieux connaître le Moustérien hellène en lui-même car celui-ci est méconnu. La grotte a été découverte en 1980 par un habitant d'Aréopolis, Monsieur A. Andreikos [1980], qui en a informé A. Darlas. Les premières fouilles ont été organisées par ce dernier durant l'été 1993 [de Lumley & Darlas, 1994] et sont reprises depuis lors, presque tous les étés, sur la partie avant du remplissage (fig. 5-3, p. 119). Les rapports de fouilles de ces différentes campagnes ont été publiés régulièrement par A. Darlas et H. de Lumley dans le *Bulletin de Correspondance Hellénique* [1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001].

IV . — LITHOSTRATIGRAPHIE

La stratigraphie du gisement de Kalamakia a été présentée pour la première fois par de Lumley & Darlas en 1994, complétée en 1996 par Lecervoisier, puis de nouveau par de Lumley & Darlas en 1999. C'est cette dernière qui est présentée ici, complétée des informations que j'ai recueillies depuis 1999.

Le remplissage de la grotte épais d'environ 7 mètres, se subdivise en huit ensembles stratigraphiques distincts, nommés de 0 à VII. Les sédiments sont constitués de formations marines, de formations continentales meubles ou concrétionnées et de stalagmites.

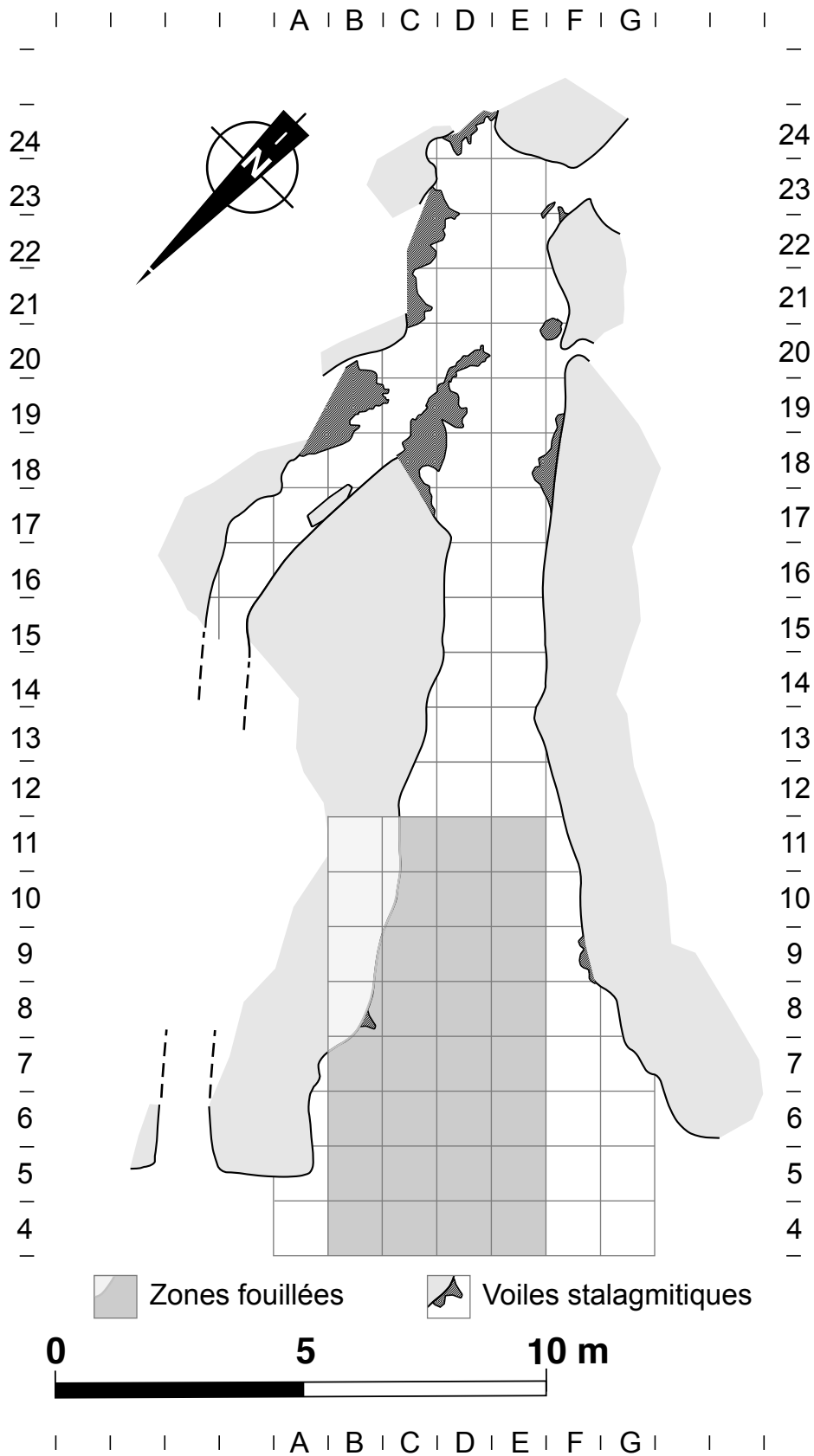


Figure 5-3 : Plan de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

A. FORMATIONS SITUÉES À L'EXTÉRIEUR DE LA GROTTTE

À proximité immédiate de la grotte, il existe un certain nombre de formations visibles remarquables. Les premier type de formation visibles sont d'âge pliocène. Ils correspondent à des brèches marines de marbre maniote emballé dans une matrice verdâtre. Ces brèches sont visibles, soit sous la forme de blocs erratiques, soit au contact direct du marbre gris maniote.

La seconde formation correspond à un épais voile stalagmitique bien cristallisé, directement sous-jacent à un calcaire coralligène blanc-jaune à algues rouges (Ensemble 0 de la grotte). Cette stalagmite, que je dénomme par convention « stalagmite β », est épaisse de 10 à 30 centimètres, se situe au niveau du replat de pied de falaise, à une quinzaine de mètres à l'ouest de la grotte et repose directement sur l'encaissant. Hormis le fait qu'elle soit antérieure au calcaire coralligène, son âge est incertain (il est possible qu'elle soit contemporaine de l'activité karstique qui a formé les grottes du Mani). Quelques autres voiles stalagmitiques similaires sont visibles aux alentours, directement déposés sur l'encaissant mais non recouverts par d'autres formations.

Le troisième type de formation est constitué de calcaire coralligène blanc-jaune à algues rouges. Ces formations ont un faciès en tout point identique à l'ensemble 0 de la grotte. Par endroits, ces formations sont perforées par des organismes lithophages et recouvertes par la calcarénite rose à galets (ensemble II de la grotte).

Le quatrième type de formation, bien visible, correspond à une calcarénite rose à galets et coquilles marines. Cette formation, identique à l'ensemble II de la grotte, est attribuée au « Tyrrhénien » du fait de la découverte de strombes dans la baie voisine de Diros [Imperatori, 1960]. Ces calcarénites à galets sont parfois recouvertes par des cônes d'éboulis de blocs.

Le cinquième type de formation correspond aux cônes d'éboulis bréchiques à matrice limono-argileuse rouge situés au pied de la falaise. Ces cônes, souvent moins bréchiques à leur base, sont en cours de démantèlement par la mer. Le plus important se situe à une cinquantaine de mètres à l'est de la grotte. D'une vingtaine de mètres de haut, il masque complètement une grande cavité karstique. Quant au cône le plus proche de la grotte, il est situé à trois mètres de la bordure sud-ouest de l'entrée de celle-ci. L'altitude et le faciès du cône sont identiques à l'éboulis qui est inclus dans l'ensemble III de la grotte (Couche III-Eb).

La succession stratigraphique du calcaire coralligène blanc-jaune à algues, recouvert par la calcarénite rose à galets et coquilles marines, a déjà été décrite, avec des faciès et altitudes identiques, au nord de la Crète par Keraudren et *al.* [2000], pour les localités de Molochos, d'Ayios Antonios, de Vlichadia, de Milatos et de Skaleta. Les deux formations correspondent respectivement, d'après les auteurs, aux transgressions marines survenues lors des épisodes isotopiques 5.5 et 5.3. La

transgression de l'épisode 5.1, pour sa part, est seulement marquée sur les sites des Charniers et de la baie de Malia. De plus, dans leur conclusion, les auteurs émettent l'hypothèse que la calcarénite rose à galets et strombes de Diros, similaire à celle de Kalamakia, serait contemporaine du sous-stade isotopique 5.3.

Sachant que les faciès observés à Kalamakia et en Crète sont identiques, il est raisonnable de penser que nous avons, à Kalamakia un équivalent des sites crétois avec un calcaire à algues contemporain de la transgression de l'épisode 5.5 (ensemble 0) et une calcarénite rose à galets contemporaine de la transgression de l'épisode 5.3. (ensemble II). Les formations qui recouvrent la calcarénite sont alors logiquement plus jeunes que l'épisode 5.3.

B. DESCRIPTION DES COUPES DE LA GROTTTE

J'ai réalisé le relevé des coupes stratigraphiques présentées ici, au fur et à mesure de l'avancement de la fouille. Cela a permis de suivre aisément les corrélations, couche à couche d'une coupe à l'autre, et donc d'établir une dénomination générale des couches. Aussi, vais-je présenter ici, de bas en haut, les couches telles que je les ai observées et définies sur le terrain, en indiquant à chaque fois les coupes stratigraphiques qui ont été observées.

1. Formations marines de la base du remplissage

La base du remplissage est constituée par deux ensembles stratigraphiques d'origine marine. Il s'agit des ensembles 0 et II de la stratigraphie de la grotte. Ces deux formations sont visibles sur les coupes stratigraphiques longitudinales C/D, D/E et E/F (pl. 5-14 à 5-16, p. 215 à 217) et sur la coupe transversale 5/4 (pl. 5-12, p. 213).

a. Calcaire coralligène à algues rouges (ensemble 0)

L'ensemble 0 n'avait pas été signalé lors de la première publication de H. de Lumley & A. Darlas [1994]. Il avait sans doute été alors considéré comme un voile stalagmitique appartenant à l'ensemble stratigraphique I. Ce n'est que plus tard, que j'ai remarqué l'existence de cette unité stratigraphique [Lecervoisier, 1996]. Elle correspond à une fine couche de calcaire blanc-jaune fortement induré, érodé en surface et épais de quelques centimètres. Cet ensemble est présent de façon localisée, sous forme de plaquages directement sur le calcaire encaissant et recouvert, par endroits, par la calcarénite rose de l'ensemble II, et par un très petit voile stalagmitique au niveau de la coupe longitudinale C/D. L'observation en lame mince nous indique qu'il s'agit d'un calcaire à algues rouges (voir ci-après).

b. Calcarénite rose à galets et coquilles (ensemble II)

L'ensemble II est constitué par une calcarénite rose, relativement poreuse, à nombreux galets et coquilles et dont l'épaisseur varie entre une dizaine de centimètres environ et 1 mètre. Cette calcarénite recouvre systématiquement le calcaire à algues rouges lorsque celui-ci est présent. Elle est recouverte par l'ensemble III au niveau de la grotte. Les galets qu'elle contient sont presque tous en marbre gris-blanc d'origine locale, mais de rares galets en calcarénite pliocène ou en calcaire à algues de l'ensemble 0 sont également présents, ainsi que de très rares pièces lithiques moustériennes en silex ou en andésite verte de Krokees (localité située au nord-est de Ghythio). La taille des galets varie de quelques centimètres à une trentaine de centimètres.

Cette formation est présente de manière épisodique tout le long de la côte ouest du Mani, à une altitude comprise entre 0 et 10 mètres. Son faciès correspond à celui d'une « plage marine » qui s'est déposée sous une tranche d'eau épaisse de 0 à 7 mètres.

2. Stalagmite I-S-1 (ex-ensemble stratigraphique I)

C'est une grande stalagmite indexée I-S-1 de près de 2 mètres de haut, localisée dans les carrés B6 et B7 de la fouille, visible sur la coupe longitudinale B/C (pl. 5-13, p. 214) et sur la coupe transversale 7/6 (pl. 5-10, p. 211).

La stalagmite I-S-1 a été considérée, au début des fouilles, comme antérieure au dépôt de la calcarénite rose à galets de l'ensemble II, d'où son ancienne appellation « Ensemble I » [de Lumley & Darlas, 1994]. Cette hypothèse était alors soutenue par deux observations : tout d'abord, la stalagmite repose, en partie, directement sur le calcaire encaissant de la grotte ; ensuite, des perforations attribuées à des organismes lithophages avaient alors été signalées. Il en découlait que la mise en place de la stalagmite était antérieure à celle de la calcarénite rose à galets de l'ensemble II. Les « perforations » par des organismes lithophages s'étant produites lors de l'épisode marin correspondant (je rappelle que l'ensemble 0 n'avait pas encore été remarqué).

Mes observations ont montré que, si la stalagmite repose bien en partie directement sur le calcaire maniote, ce qui avait alors été considéré comme des perforations par des organismes lithophages, ne correspond en fait, qu'à des dissolutions naturelles de surface de la stalagmite.

L'observation de la base de la stalagmite n'est actuellement pas possible, car elle est recouverte par une partie des dépôts de l'ensemble III. Il est impossible à l'heure actuelle de savoir si sa formation est antérieure ou postérieure au dépôt de la calcarénite rose à galets de l'ensemble II. Il n'est donc pas envisageable, dans l'état actuel de la fouille, de préciser la position stratigraphique exacte de cette stalagmite par rapport aux formations marines des ensembles 0 et II.

La seule certitude stratigraphique dont je dispose est que ce pilier stalagmitique est au moins antérieur à la partie supérieure de l'ensemble III. Après examen de sa position par rapport à celles des stalagmites III-S-2 et III-S-1 (voir ci-dessous), je considère comme probable, que cet important pilier stalagmitique (ou au moins ses plus récentes lamines) leur est contemporain.

Quoi qu'il en soit, en attendant que la fouille précise la position stratigraphique exacte de cette formation et afin d'éviter tout malentendu, je préfère la dénommer « Stalagmite I-S-1 » plutôt que « Ensemble I ».

3. Formations continentales

a. Limons sableux rose-orangé (ensemble III)

Les limons sableux rose-orangé de l'ensemble stratigraphique III recouvrent la calcarénite rose à galets de l'ensemble II et partiellement la stalagmite I-S-1. La stratigraphie de l'ensemble III est observable sur les coupes longitudinales B/C, C/D, D/E et E/F (pl. 5-13, 5-14, 5-15 et 5-16, p. 214 à 219) et sur les coupes transversales 9/8, 8/7, 7/6, 6/5 et 5/4 (pl. 5-8, 5-9, 5-10, 5-11 et 5-12, p. 209 à 213). On observe de bas en haut les 8 unités stratigraphiques suivantes :

Couche III-1. – Couche de 10 à 15 centimètres d'épaisseur constituée par de gros blocs et des galets emballés dans une matrice limono-sableuse brun-rouge concrétionnée postérieurement au dépôt. La couche III-1 recouvre directement la calcarénite rose à galets de l'ensemble II. Le rapport estimé (en %) de la fraction grossière sur la fraction fine est de 80/20.

Couche III-2. – Couche de 12 à 16 centimètres d'épaisseur constituée par un limon sableux brun-rouge. La couche a été localement concrétionnée par des infiltrations de carbonates. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine est de 5/95.

Couche III-3. – Couche de 12 à 14 centimètres d'épaisseur constituée par un limon argileux rouge foncé plastique. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 5/95.

Couche III-4. – Couche de 20 centimètres à un mètre d'épaisseur constituée par un limon sableux rose-orangé en partie fortement concrétionné (brun-rouge). Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine est de 15/85.

Couche III-5. – Couche de 30 à 80 centimètres d'épaisseur dont la matrice, constituée par un limon argilo-sableux rose-orangé est en partie fortement concrétionnée (brun-rouge). La fraction grossière sur la fraction fine est de 10/90. On note la présence en son sein de nombreux petits lits anastomosés de croûtes blanchâtres sub-horizontales de 2 à 3 centimètres d'épaisseur.

Couche III-Eb. – Éboulis de blocs de 50 centimètres à 1 mètre d'épaisseur à matrice limono-argilo-sableuse fortement indurée de couleur brun rouge. Cest éboulis est localisé à l'entrée de de la grotte au niveau des bandes F et G. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine de 85/15. Cette couche présente un faciès identique à celui des cônes d'éboulis bréchiqes pléistocènes de pied de falaise. Elle leur est probablement contemporaine. La couche III-Eb est en partie superposée à la couche III-4 et elle est en contact latéral graduel avec la couche III-5 qu'elle semble recouvrir au niveau de la bande F. De fait, il est difficile d'établir une limite de stratification nette entre les couches III-5 et III-Eb. Il est cependant probable que ces deux couches se soient déposées dans un intervalle de temps très proche.

Stalagmite III-S-1. – Petite stalagmite située au dessus de la couche III-5, près de la grande stalagmite I-S-1 (ensemble I) à laquelle elle est en partie reliée par de petits voiles stalagmitiques. Cette petite stalagmite enrobe des pierres et du sédiment de surface de la couche III-5.

Stalagmite III-S-2. – Stalagmite de taille moyenne dont la base recouvre les sédiments de la couche III-5 et qui contient quelques pierres.

Couche III-6. – Couche de 8 à 10 centimètres d'épaisseur constituée par un limon argileux brun-rouge fortement concrétionné à nombreuses pierres et rares blocs. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine est de 30/70. Le concrétionnement est postérieur au dépôt de la couche, mais antérieur au dépôt de l'ensemble IV sus-jacent (arrêt de sédimentation), car ce dernier est beaucoup moins concrétionné.

Les limites de stratification entre les couches III-4, III-5, III-Eb et III-6 se révèlent, par endroits, difficiles à établir du fait du concrétionnement (brun-rouge) parfois intense de la matrice (rose-orangé). Lequel concrétionnement est postérieur à la sédimentation de ces trois couches.

b. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble IV)

Les argiles limoneuses brun-rouge de l'ensemble stratigraphique IV recouvrent directement les limons sableux orangés de l'ensemble III. La stratigraphie de l'ensemble IV est observable sur les coupes transversales 12/11, 11/10, 10/9 et 9/8 (pl. 5-1, p. 202 ; pl. 5-2, p. 203 ; 5-3, p. 204 et 5-8, p. 209) et sur les coupes longitudinales B/C, C/D, D/E et E/F (pl. 5-4, 5-5, 5-6 et 5-7, p. 205 à 208). On observe de bas en haut les 9 unités stratigraphiques suivantes :

Couche IV-1. – Couche d'argile limoneuse plastique brun-rouge foncé, de 8 à 12 centimètres d'épaisseur, reposant directement sur la couche III-6. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine estimé est de 5/95. Le fait que la couche IV-1 soit plastique, alors que la couche III-6, qui lui est superposée, est fortement concrétionnée, me permet d'émettre l'hypothèse qu'il y a eu un arrêt de sédimentation relativement long entre le dépôt des deux couches.

Couche IV-2. – Couche de 12 à 16 centimètres d'épaisseur constituée par un limon argileux brun-rouge à petit cailloutis et pierres. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine est de 15/85.

Couche IV-3. – Couche de 22 centimètres d'épaisseur constituée par un limon argileux tendre, brun-rouge clair, à petit cailloutis et très riche en matériel archéologique (non encore fouillé). De nombreux foyers et artefacts sont visibles au niveau de la coupe transversale 9/8. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine est de 15/85.

Stalagmite IV-S-1. – Petite stalagmite riche en argile et incluse dans la couche IV-3.

Couche IV-4. – Couche de 18 centimètres d'épaisseur constituée par une argile limoneuse rouge à petit cailloutis et pierres. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine est de 15/85.

Couche IV-5. – Couche de 8 centimètres d'épaisseur constituée par une argile limoneuse rouge-jaune plastique. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine est de 5/95.

Couche IV-6. – Couche de 30 centimètres d'épaisseur constituée par une argile limoneuse tendre, brun-rouge clair, à petit cailloutis et pierres. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine est de 15/85.

Couche IV-7. – Couche de 8 à 15 centimètres d'épaisseur constituée par une argile limoneuse plastique, brun-rouge foncé, à petit cailloutis. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine est de 10/90.

Couche IV-8. – Couche de 8 à 15 centimètres d'épaisseur constituée par un limon argileux brun-rouge riche en petit cailloutis et pierres. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine est de 30/70.

c. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble V)

L'ensemble V se distingue de l'ensemble IV sous-jacent par une proportion de blocs et de pierres relativement plus importante. Cela est particulièrement bien visible au niveau de la coupe transversale 9/8 (pl. 5-8, p. 209). Néanmoins, la nature de la matrice limono-argileuse change peu, et il est donc peu probable qu'il y ait eu arrêt de la sédimentation entre le dépôt de ces deux ensembles stratigraphiques. On observe de bas en haut les 6 unités stratigraphiques suivantes :

Couche V-1. – Couche de 1 à 10 centimètres d'épaisseur constituée par des cendres gris-rose et de sédiments rubéfiés riches en restes archéologiques. La couche V-1 correspond au foyer anthropique le plus grand qui ait été dégagé à Kalamakia.

Couche V-2. – Couche de 1 à 18 centimètres d'épaisseur constituée par de l'argile limoneuse brun-rouge riche en blocs, pierres et petit cailloutis. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine est de 30/70.

Couche V-3. – Couche de 10 à 14 centimètres d'épaisseur constituée par des limons argileux rouge-jaune, plastiques, à petites pierres. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine est de 5/95.

Couche V-4. – Couche de 10 à 12 centimètres d'épaisseur constituée par des limons brun-rouge, très argileux, riche en petit cailloutis et granules. Le rapport de la fraction grossière sur la fraction fine est de 20/80.

Couche V-5. – Couche de 2 à 10 centimètres d'épaisseur constituée par des limons brun-rouge très argileux riches en petit cailloutis et granules. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine est de 20/80.

Couche V-6. – Couche de 10 centimètres d'épaisseur possédant un léger pendage vers le nord et disparaissant au nord de la bande 11. Cette couche est constituée par des limons brun-rouge très argileux et concrétionnés. Elle est riche en petit cailloutis et en granules. Le rapport estimé de la fraction grossière sur la fraction fine est de 20/80. La couche V-6 correspond à un concrétionnement localisé de la surface de la couche V-5 à l'est de la grotte.

d. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble VI)

L'ensemble VI, constitué par des alternances de couches plus ou moins plastiques, se distingue de l'ensemble V par une quasi-absence de pierres et d'artefacts. La stratigraphie de l'ensemble VI est observable sur la coupe transversale 12/11 (pl. 5-1, p. 202) et sur la coupe longitudinale E/F (pl. 5-7, p. 208). On observe de bas en haut les 4 unités stratigraphiques suivantes :

Couche VI-1. – Couche de 5 à 12 centimètres d'épaisseur constituée par une argile limoneuse, brun-rouge, très plastique, sans pierres ni blocs et présentant un pendage vers le nord.

Couche VI-2. – Couche de 5 à 15 centimètres d'épaisseur constituée par une argile limoneuse brun-rouge, plastique, sans pierres ni blocs et présentant un pendage vers le nord.

Couche VI-3. – Couche discontinue de 0 à 8 centimètres d'épaisseur constituée par une argile limoneuse brun-rouge, très plastique, sans pierres ni blocs et présentant un pendage vers le nord.

Couche VI-4. – Couche épaisse d'au minimum 35 centimètres d'épaisseur érodée en surface. Elle est constituée par une argile limoneuse brun-rouge, plastique, sans pierres ni blocs et présentant localement de petites concrétions stratifiées.

Les couches supérieures de l'ensemble VI n'ont pas été fouillées. Elles s'élèvent jusqu'à environ 1 mètre au-dessus du plan 0 dans le fond de la grotte.

e. Stalagmites supérieures (ensemble VII)

Un ensemble de petites stalagmites encore en formation et quelques éléments de planchers stalagmitiques recouvrent en partie l'ensemble VI au niveau des bandes 18 à 24 (fig. 5-3, p. 119). Il est également possible d'observer les témoins d'un plancher stalagmitique au niveau des parois de l'entrée de la grotte, à environ 1 mètre en dessous du plafond (1 mètre environ au-dessus du niveau de référence). Au moment de sa formation, ce plancher devait recouvrir des sédiments qui ont été érodés depuis.

C. DONNÉES DE LA SÉDIMENTOLOGIE

J'ai réalisé les analyses sédimentologiques pour les ensembles stratigraphiques III, IV, V et VI [Lecervoisière, 1996]. Je vous en présente ici sous forme de diagraphies, les résultats les plus significatifs et les plus utiles à la validation de la lithostratigraphie. Les analyses, dont je tiens compte, pour cette validation sont :

- la granulométrie des éléments fins inférieurs à 2 millimètres (fig. 5-4 p. 128 et 5-5, p. 129),
- La calcimétrie (fig. 5-6, p. 130).

Les analyses sédimentologiques permettent de confirmer certaines limites de stratification entre les ensembles stratigraphiques et quelques-unes des couches définies à partir des coupes.

1. Limons sableux rose-orangé (Ensemble III)

Les analyses sédimentologiques montrent que la matrice de l'ensemble III est constituée par un mélange de sables, de limons et d'argiles. Le taux de carbonate élevé, entre 70 à 80 %, indique qu'une grande partie de cette matrice est carbonatée. L'analyse des sédiments carbonatés indique que l'ensemble III est constitué par un limon sableux relativement bien calibré (autour de 60 μm) associé à des limons argileux plus fins alors que les sédiments décarbonatés ne contiennent plus que des limons fins et des argiles. L'existence d'un tri favorisant les sables fins permet de penser que les sables fins de l'ensemble III ont une origine primaire. La matrice de l'ensemble III est donc constituée par une matrice limono-argileuse calcaire et relativement bien calibrée associée à des limons-argileux phylo-silicatés plus fins. L'ensemble III correspond donc, pour l'essentiel, à une dune, formée par des éléments calcaires arrachés à l'environnement et associés à des limons argileux issus de la dissolution de l'encaissant.

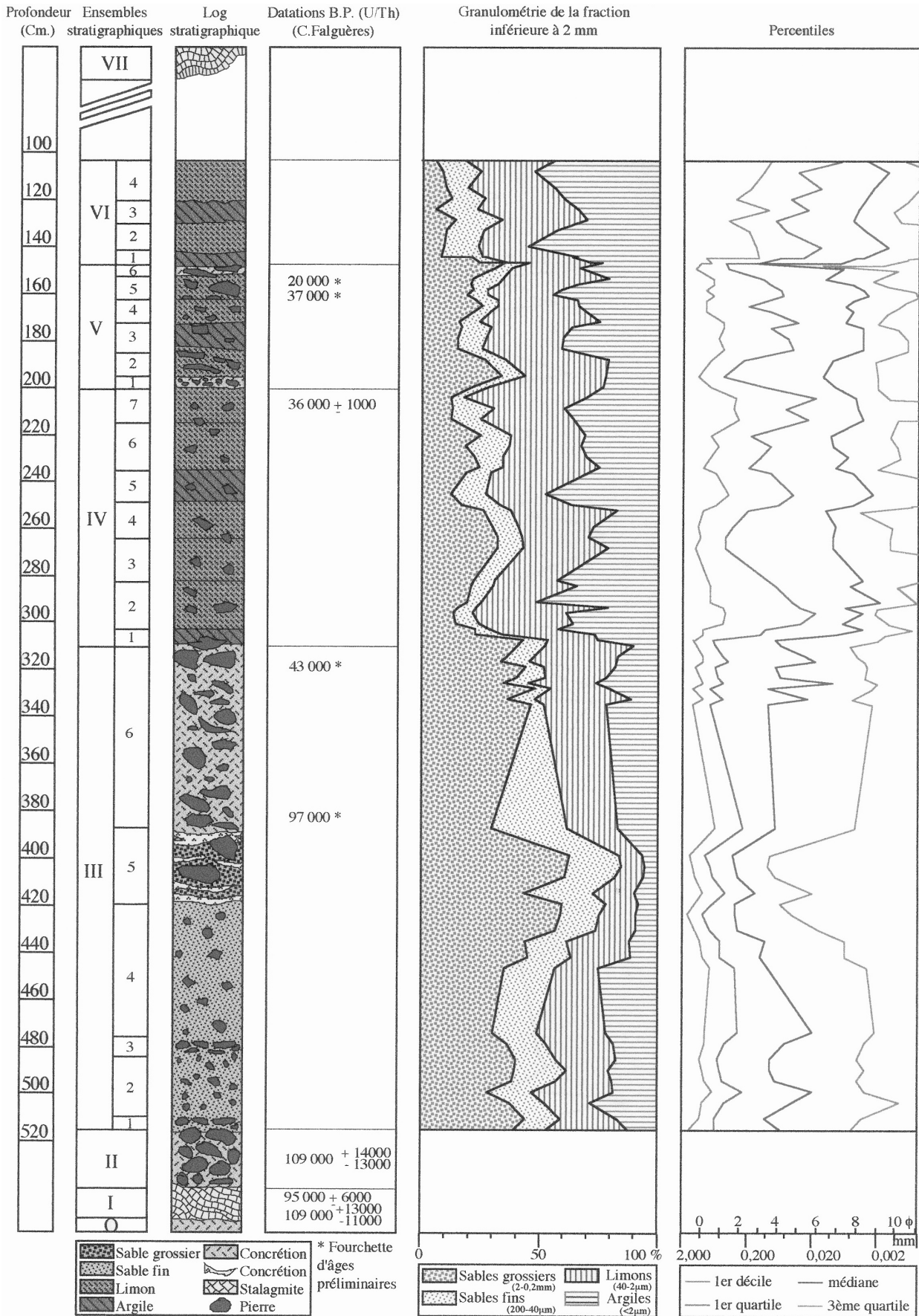


Figure 5-4 : Diagraphie de la granulométrie des éléments fins inférieurs à 2 millimètres de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia).

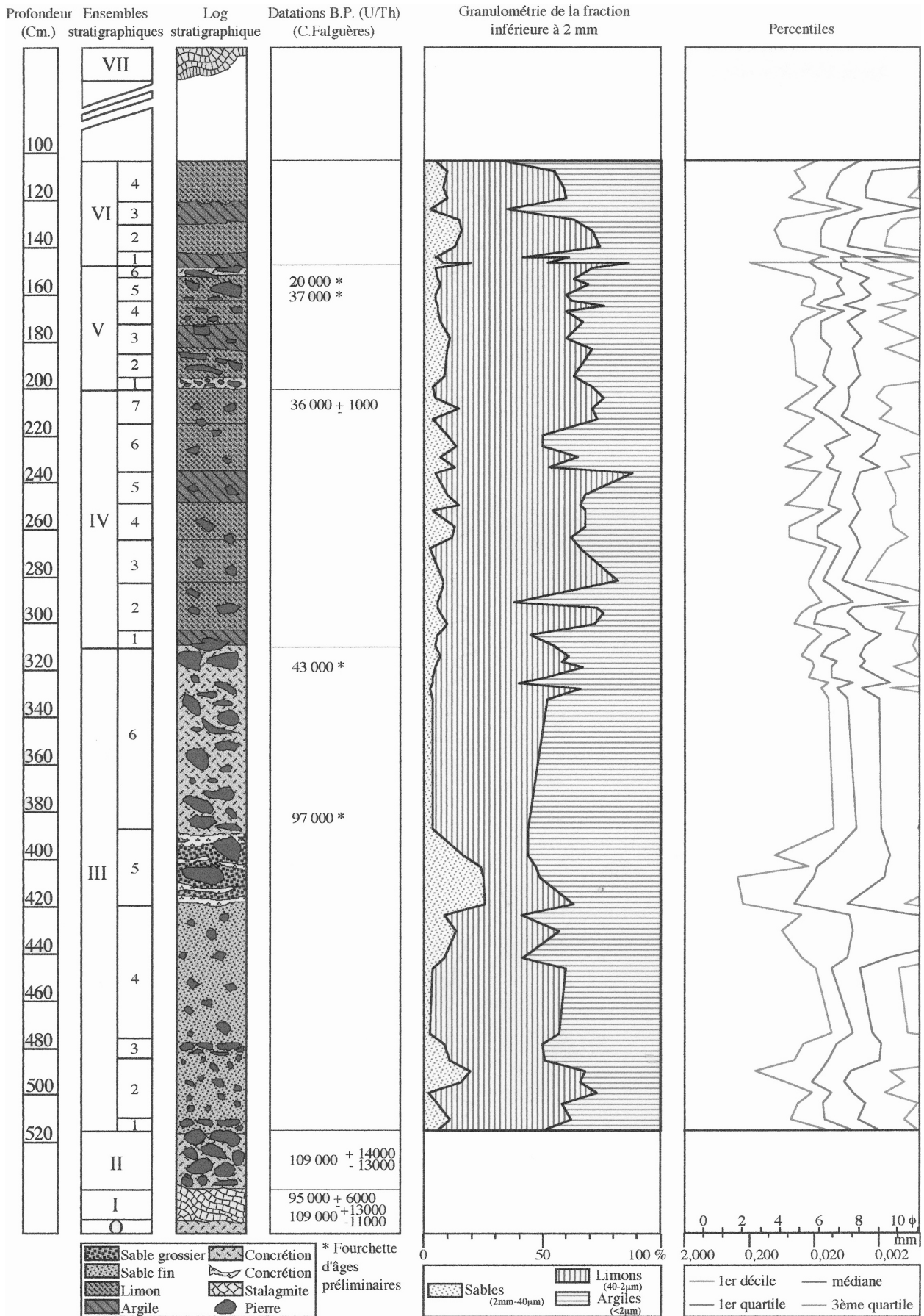


Figure 5-5 : Diagraphie de la granulométrie décalcifiée des éléments fins inférieurs à 2 millimètres de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

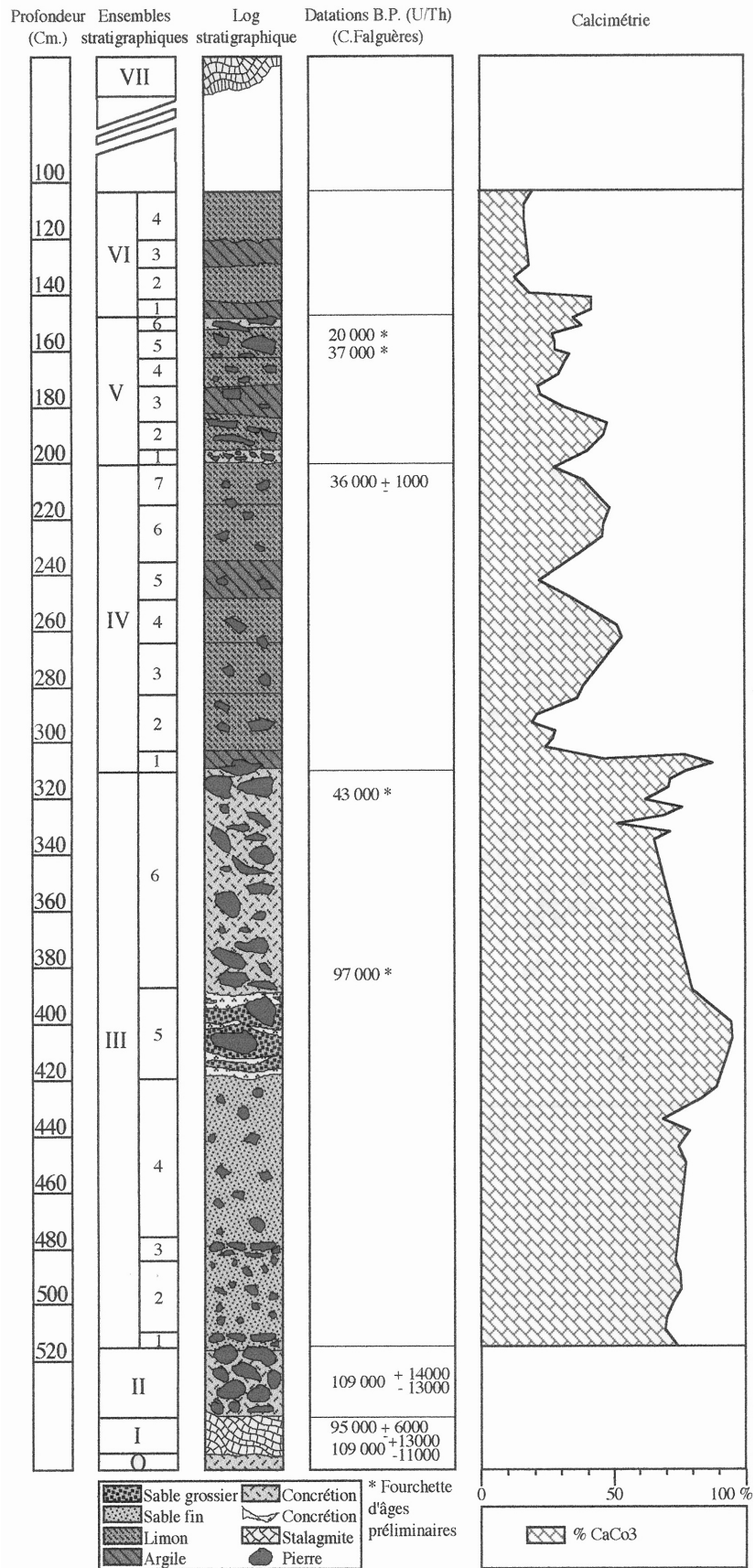


Figure 5-6 : Diagraphie de la calcimétrie de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia).

La limite stratigraphique entre l'ensemble III et l'ensemble IV est bien marquée, notamment par une nette diminution du taux de carbonate des sédiments et par une quantité plus importante de sables carbonatés. Les principales couches définies dans l'ensemble III se différencient bien les unes des autres par des variations de la teneur en éléments grossiers (supérieur à 2 mm). Néanmoins la couche III-5 se détache nettement du reste, par une plus grande richesse en sables carbonatés (25 % du total des éléments inférieurs à 2 mm). Une brusque augmentation puis une brusque diminution de la teneur en sables carbonatés correspondent respectivement aux limites de stratification définies entre la couche III-5 et les couches III-4 et III-6.

2. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble IV)

La matrice de l'ensemble IV est constituée par un limon argileux et sableux, cependant moins sableux que l'ensemble III. Les sédiments ne sont pas triés et sont nettement moins carbonatés. L'analyse des échantillons carbonatés indique que les sables sont directement associés à la présence de carbonates. Du fait de l'absence de tri, il n'est pas possible d'utiliser la granulométrie pour préciser si ces sables ont une origine primaire comme pour l'ensemble III. Au contraire, l'observation visuelle directe des sables montre qu'ils sont en fait, constitués par de petits granules de limons argileux concrétionnés par de la calcite secondaire d'infiltration.

La couche IV-5 se distingue des autres couches de l'ensemble IV-5 par sa facture plus argileuse (50 % du total des éléments inférieurs à 2 mm). Les autres couches ont une matrice relativement homogène.

3. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble V)

La matrice des couches de l'ensemble V est très proche de celle de l'ensemble IV. Elle est constituée par un limon argileux un peu plus riche en sables que celui de l'ensemble IV. Les sables présents dans les sédiments sont, eux aussi, constitués par des granules de matrice limono-argileuse indurés postérieurement par des infiltrations de calcite. La couche V-3 s'individualise relativement bien des autres couches de l'ensemble V par sa relative pauvreté en carbonates. Cependant, il reste que ces couches sont dans l'ensemble assez proches sédimentologiquement.

4. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble VI)

La matrice de l'ensemble VI est relativement proche de celle de l'ensemble V, mais s'en distingue nettement par une faible teneur en carbonates (20 %). De plus, les niveaux argileux (VI-1 et V-3) sont plus fréquents que dans l'ensemble précédent et très bien individualisés.

D. DONNÉES DE LA MICROMORPHOLOGIE

La micromorphologie apporte des données essentielles à la compréhension de la stratigraphie des ensembles 0, II et III.

1. Calcaire coralligène à algues rouges (ensemble 0)

L'ensemble 0 a été observé sur la lame mince Kal-94-ME-13. Il est principalement constitué par des organismes calcaires fossiles, entiers ou en débris et de rares particules détritiques de calcaire maniote (moins de 1 % de l'assemblage). La matrice est micritique à 60 % et sparitique à 40 %.

Les restes d'organismes marins sont de divers types mais sont principalement représentés par des rhodophycées (algues rouges), parmi lesquelles dominent les corallinées, les mélobésiées laminaires et les mélobésiées encroûtantes. Les autres organismes marins représentés sont des foraminifères, des annélides polychètes sédentaires, des bryozoaires, des lamellibranches et plus rarement des échinodermes (spicules d'oursins). Ces restes fossiles sont cimentés dans une matrice carbonatée, micritique pour l'essentiel.

Le contact entre le calcaire à algues de l'ensemble 0 et la calcarénite rose de l'ensemble II est visible sur la lame mince. L'observation de ce contact montre un dépôt localisé de foraminifères encroûtants associés à quelques golfes de dissolutions partielles de l'ensemble 0 sous-jacent. Ces foraminifères et dissolutions sont recouvertes par de la calcite palissadique appartenant à l'ensemble II et suivant la limite du contact. Cette disposition confirme l'antériorité de l'ensemble 0 par rapport à l'ensemble II.

2. Calcarénite rose à galets (ensemble II)

L'ensemble II a été observé sur la lame mince Kal-94-ME-13. Les éléments figurés sont principalement constitués par des particules arrondies de calcaire maniote et de calcaire à algues rouges (ensemble 0), associées à de nombreux restes de gastéropodes et de lamellibranches. Certains bioclastes présents sont en fait des éléments repris de l'ensemble 0 (rhodophycées, bryozoaires, etc.) La calcarénite possède une importante porosité parfois comblée par de la calcite sparitique et micritique.

La présence d'éléments figurés et de bioclastes issus de l'ensemble 0 confirme que la calcarénite à galets de l'ensemble II s'est mise en place postérieurement au calcaire à algues de l'ensemble 0.

3. Limons sableux rose-orangé de l'ensemble III

Les principales observations qui ont été faites sur l'ensemble III concernent les petits lits blanchâtres et anastomosés observables au niveau de la couche III-5.

Les dépôts observables sur les lames (Kal 93-M1 ; Kal 94-M3 ; Kal 94-M2 ; Kal 95-M3) sont formés par un sédiment de couleur orange et par des inclusions anastomosées blanchâtres sub-horizontales de 2 millimètres à 3 centimètres d'épaisseur (fig. 5-7, p. 133).

Le sédiment orange

Le sédiment orange présente une microstructure granulaire, il est constitué d'environ 95 % de granules et 5 % d'agrégats sub-angulaires. Sa porosité moyenne est estimée à 8,63 % ($\pm 1,52$ %) à partir de l'analyse d'image [Lecervoisière, 1999]. Les vides sont constitués, en grande majorité, de vides d'entassement (95 %) associés à de rares chenaux d'origine animale et racinaire (2,5 %), et à quelques fissures (2,5 %). Les chenaux racinaires contiennent des revêtements de calcite sparitique formés au contact des racines.

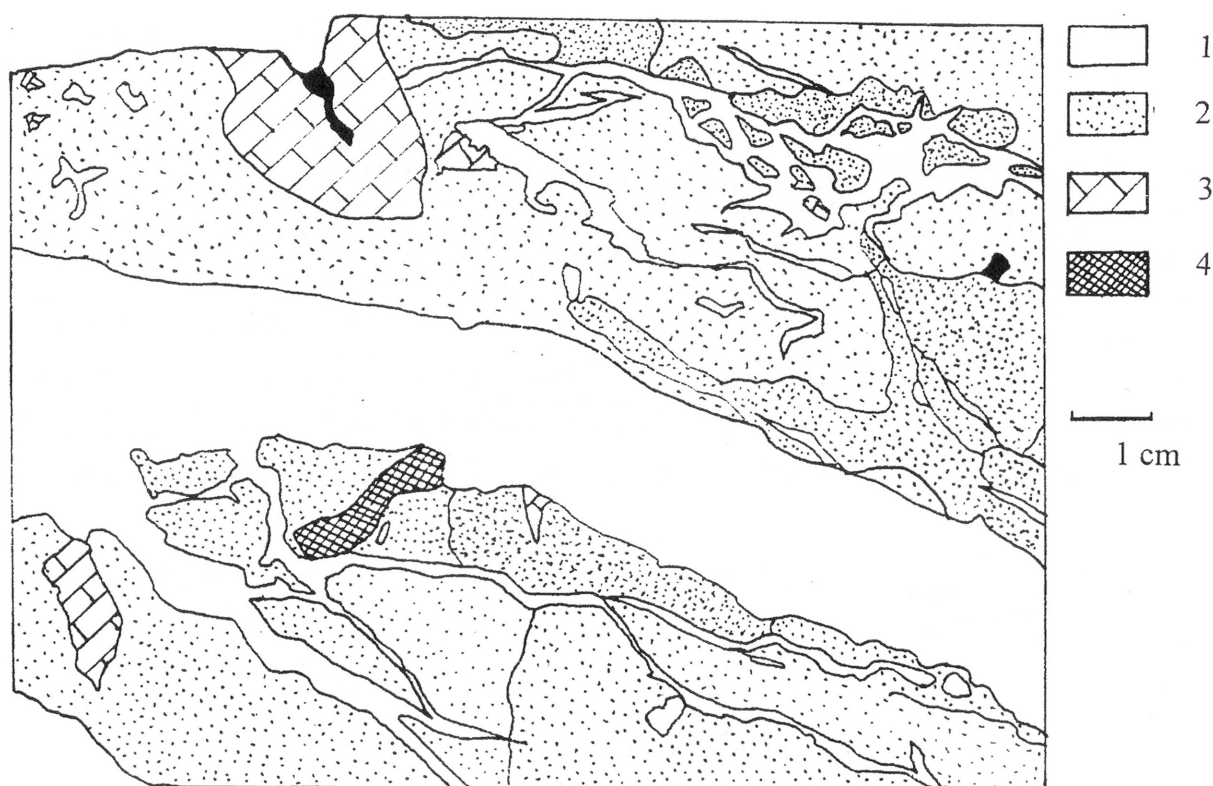


Figure 5-7 : Détail de l'échantillon micromorphologique Kal. 93-M₁ de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia). 1 – Niveaux blanchâtres. 2 – Limon sableux rose-orangé. 3 – Pierres. 4 – Ossement.

Le sédiment orange contient environ 10 % d'éléments grossiers (2mm-40 μm) pour environ 90 % d'éléments fins (< à 40 μm). Les principaux minéraux détritiques de la fraction grossière sont le quartz (75 %) et la calcite (25 %). Ils ont une distribution relative de type porphyrique ouvert. Ces minéraux sont associés à quelques charbons, ossements, dents et coquilles. La fraction fine est, quant à elle, constituée d'un mélange de limons et d'argiles de couleur brun jaune.

Les phénomènes syn-sédimentaires visibles correspondent à de rares indices de stratification et à une homogénéisation provoquée par la bioturbation d'origine végétale et animale. Les phénomènes post-sédimentaires visibles sont l'imprégnation de la masse basale par de la calcite et par des éléments ferro-magnésiens ainsi que le développement de revêtements de calcite dans les pores. Ces revêtements représentent 4,46 % ($\pm 1,39$ %) de la surface totale [Lecervoisière, 1999].

Les croûtes blanches

Les croûtes blanches observées sont constituées par une microstructure labyrinthique comprenant 95 % de granules et 5 % d'agrégats sub-angulaires. La porosité moyenne est estimée à 9 % ($\pm 1,39$ %) à partir de l'analyse d'image [Lecervoisière, 1999]. Les vides sont constitués, en grande majorité, de chenaux et de chambres d'origine animale et racinaire (94 %), associés à de rares vides d'entassement (5 %) et à quelques fissures (1 %).

Ces croûtes blanches contiennent environ 2 % d'éléments grossiers (2mm-40 μm) pour environ 98 % d'éléments fins (< à 40 μm). Les principaux minéraux détritiques de la fraction grossière sont le quartz (75 %) et la calcite (25 %). Ils ont une distribution relative de type porphyrique ouvert. La fraction fine est, quant à elle, constituée par un mélange de limons et d'argiles carbonatés de couleur blanchâtre de nature organo-minérale.

L'élément remarquable des croûtes blanches est la présence de quelques débris de réseaux vasculaires végétaux (fig. 5-8, p. 135). Il s'agit probablement d'anciennes racines minéralisées par de la calcite.

Les phénomènes syn-sédimentaires visibles correspondent à de rares indices de stratification et à une homogénéisation provoquée par bioturbation végétale et animale. Les phénomènes post-sédimentaires visibles sont l'imprégnation de la masse basale par de la calcite et par des éléments ferro-magnésiens ainsi que le développement de revêtements de calcite dans les pores. Ces revêtements représentent 1,75 % ($\pm 0,37$ %) de la surface totale [Lecervoisière, 1999].

D'après les observations microstructurales, les croûtes blanches de l'ensemble stratigraphique III se sont probablement formées par précipitation de calcite au sein d'un milieu humide au contact avec un tapis végétal. Les alternances de croûtes blanches et de sédiments

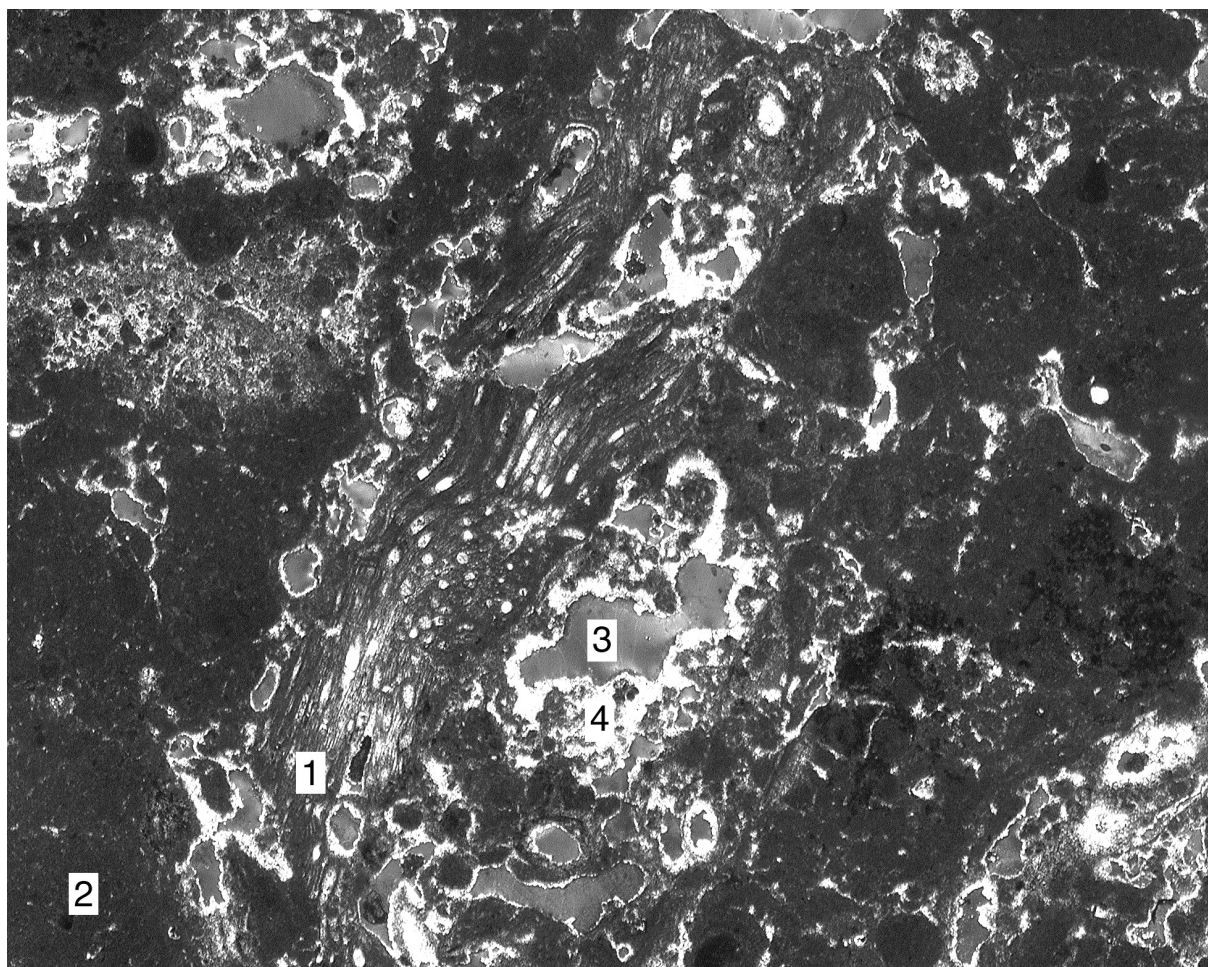


Figure 5-8 : Photographie de la lame mince Kal. 93-M₁ de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia). 1 – Élément vasculaire d'un végétal minéralisé par de la calcite. 2 – Masse basale. 3 – Vides. 4 – Manteau de calcite.

oranges peuvent s'expliquer par une alternance contemporaine des phénomènes de précipitation et de sédimentation.

E. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE LA LITHOSTRATIGRAPHIE

L'étude de la lithostratigraphie a permis de valider les principales subdivisions stratigraphiques du site de Kalamakia établies dès le début des fouilles. La dénomination et la numérotation de ces subdivisions ou « Ensembles Stratigraphiques » ont été conservées, hormis pour le pilier stalagmitique de l'entrée de la grotte, à cause du manque d'informations stratigraphiques disponibles pour la base de celui-ci. Ces ensembles sont présentés ici de bas en haut.

1. Ensemble 0

L'ensemble stratigraphique 0, à la base du remplissage, correspond à une fine couche de calcaire à Rhodophycées blanc-jaune fortement indurée, érodée en surface et épaisse de quelques

centimètres. Ce calcaire à algues rouges, présente un faciès similaire à celui des formations du nord de la Crète et, comme elles, s'est probablement mis en place en place lors de la transgression marine du sous-stade isotopique 5.5 (120 ka).

2. Ensemble II

L'ensemble II est constitué par une calcarénite rose, à nombreux galets et coquilles. Son épaisseur varie entre une dizaine de centimètres et 1 mètre. Cette calcarénite recouvre systématiquement le calcaire à algues rouges lorsque celui-ci est présent. Elle possède un faciès similaire à celui des formations de Laconie (Diros) et du nord de la Crète. Cet ensemble, s'est probablement mis en place lors de la transgression marine du sous-stade isotopique 5.3 (95 ka).

3. Stalagmite I-S-1

C'est une grande stalagmite de près de 2 mètres de haut, localisée dans les carrés B6 et B7. Sa position stratigraphique est mal connue, mais elle est au moins antérieure aux couches supérieures de l'ensemble III. La formation de ses lamines supérieures est très probablement contemporaine de celles des stalagmites incluses dans l'ensemble III (III-S-1 et III-S-2). Du fait de l'imprécision stratigraphique liée à la base de cette stalagmite, je préfère ne plus utiliser la dénomination « ensemble I » utilisée lors des premières publications.

4. Ensemble III

L'ensemble III est constitué par des limons sableux rose-orangé riches en matériel archéologique. Il a été subdivisé en 8 couches. Les couches III-1 à III-4 ont une origine majoritairement éolienne. La couche III-5 contient des petits lits de calcaire blanchâtre et des piliers stalagmitiques alternés aux sédiments éoliens. La présence de stalagmites et de lits calcaires évoque clairement un épisode plus tempéré et humide lors du dépôt de la couche III-5. Latéralement, la couche III-Eb correspond à un éboulis de blocs, de faciès similaire à celui des cônes d'éboulis situés au pied des falaises. La couche III-6 reprend un faciès éolien, sans petits lits calcaires. Cette dernière couche est fortement concrétionnée, ce qui indique un arrêt de sédimentation avant le dépôt de l'ensemble IV.

5. Ensemble IV

L'ensemble IV est constitué par des limons argileux et sableux brun-rouge, moins sableux que l'ensemble III. Cet ensemble, riche en matériel archéologique, a été subdivisé en 8 couches.

6. Ensemble V

L'ensemble V est constitué par des argiles limono-sableuses brun-rouge relativement similaires à celles de l'ensemble IV. Il s'en distingue toutefois par une proportion de blocs et de pierres relativement plus importante et par une plus grande richesse en sables. Cet ensemble, riche en matériel archéologique, a été subdivisé en 6 couches.

7. Ensemble VI

L'ensemble VI est constitué par des argiles limoneuses brun-rouge presque dépourvues de pierres et de matériel archéologique. Seules les 4 couches de base de cet ensemble ont été fouillées pour l'instant.

8. Ensemble VII

C'est un petit plancher stalagmitique présent localement et qui devait recouvrir les dépôts de l'ensemble VI.

V — ARCHÉOSTRATIGRAPHIE

A. COUCHES ET SOLS D'HABITATS DÉFINIS AU COURS DES FOUILLES

À la suite des différentes campagnes de fouilles réalisées sur le site de Kalamakia, un certain nombre de sols d'habitats et de couches archéologiques ont été observés. L'ensemble des pièces lithiques découvertes appartiennent à un moustérien typique avec débitage Levallois [Darlas, 1999].

Lors des fouilles de 1993, deux sols d'habitats situés dans la partie haute de la fouille, ont été mis au jour [de Lumley & Darlas, 1994].

Niveau 1993-2. — « Niveau 2 » de la publication. Ce sol d'habitat pauvre en matériel archéologique est situé à une altitude de 150 centimètres sous le plan 0.

Niveau 1993-3. — « Niveau 3 » de la publication. Niveau situé à 155 centimètres sous le plan 0 et pauvre en matériel archéologique. Ce sol d'habitat se distingue par la présence d'un foyer constitué par une forte accumulation de cendres dans le carré de fouille E11.

Lors des fouilles de 1994, trois couches ont été mises au jour [de Lumley & Darlas, 1995].

Niveau 1994-1. — « Sol d'habitat du niveau supérieur » de la publication. Couche archéologique située à 170 centimètres sous le plan 0 dans la partie haute de la fouille (bandes 9, 10 et 11). Ce sol d'habitat est constitué par deux accumulations de cendres. Une dans le carré D11 et l'autre dans

les carrés D10, E10 et E11. Ces foyers sont délimités par des empierrements. Cette couche se caractérise par la présence de coquilles de bivalves retouchées par l'Homme.

Niveau 1994-2. – « Accumulation de cendres des zones D8 et E8 » de la publication. Il s'agit d'une petite couche de cendres, tronquée par l'érosion, et située à une altitude de 3 mètres sous le plan 0 dans la partie basse de la fouille.

Niveau 1994-3. – « Couche de pierres des zones D7, D8 et E8 » de la publication. C'est une surface d'habitat constituée de pierres de taille moyenne et située à quelques centimètres sous le niveau 1994-2.

Pendant les fouilles de 1995, un empierrement et trois sols d'habitats ont été découverts [de Lumley & Darlas, 1996].

Niveau 1995-sp. – « Structure de pierres » de la publication. Cette couche archéologique, découverte lors des fouilles de 1994, a été entièrement dégagée en 1995. Cet empierrement couvre presque toute la surface fouillée de la partie supérieure du remplissage (bandes 9, 10 et 11). Il est plus important au niveau des carrés D10, D11 et E11. Constitué de pierres de grande taille (jusqu'à 35 cm de diamètre), il contient une structure circulaire faite de pierres de 40-50 centimètres de diamètre dans la zone C11.

Niveau 1995-1. – « Premier sol d'habitat » de la publication. Ce niveau est localisé dans la partie supérieure de la fouille. Il est constitué de nombreux fragments osseux de grande taille et de petites pierres parfois retouchées. Les fragments osseux de grande taille constituent une originalité par rapport aux autres niveaux fouillés, plutôt constitués de morceaux de petites dimensions.

Niveau 1995-ca. – Petite couche d'argile stérile de deux centimètres d'épaisseur comprise entre le premier et le deuxième sol d'habitat.

Niveau 1995-2. – « Deuxième sol d'habitat » de la publication. Le contenu archéologique de ce niveau est similaire au niveau 1995-1, mais s'en distingue toutefois par la présence de pierres en plaquettes de un à deux centimètres d'épaisseur et d'une quinzaine de centimètres de largeur.

Niveau 1995-3. – « Troisième sol d'habitat » de la publication. Découvert lors de la fouille de 1995, il est constitué par une couche de cendres de quelques centimètres d'épaisseur et couvre toute la surface de la fouille de la partie haute du remplissage (bandes 11, 10 et 9).

Au cours des fouilles de 1996, deux sols d'habitats et plusieurs petites couches de cendres ont été découverts [Darlas & de Lumley, 1997].

Niveau 1996-1. – « Premier sol d'habitat » de la publication. Ce niveau de la partie supérieure du remplissage est immédiatement sous-jacent à la couche de cendres (1995-3). C'est une couche

pauvre en matériel archéologique.

Niveau 1996-ca. – Mince couche d'argile stérile séparant le premier et le deuxième sol d'habitat.

Niveau 1996-2. – « Deuxième sol d'habitat » de la publication. Cette couche est située à environ 205 centimètres sous le plan 0. Là aussi, il s'agit d'un niveau pauvre en restes archéologiques.

Niveau 1996-cc. – Plusieurs petites couches de cendres ont été découvertes dans la partie basse de la fouille à une profondeur d'environ 345 centimètres sous le plan 0.

Lors des fouilles de 1997, deux couches ont été établies dans la partie supérieure de la fouille (bandes 11/ 10 et 9). La fouille de la partie inférieure n'a pas permis de bien suivre les limites stratigraphiques du fait d'un concrétionnement important. [Darlas & de Lumley, 1998].

Niveau 1997-cp. – Cette couche de pierres, dont la surface est apparue en 1996, couvre presque la totalité de la surface de la fouille de la partie supérieure. Elle possède une épaisseur de l'ordre de 15 à 20 centimètres dans la bande E. Un cercle de pierres, similaire à celui découvert en 1995, a été dégagé dans la zone C11.

Niveau 1997-ca. – Mince couche d'argile stérile séparant la couche de pierres du premier sol d'habitat.

Niveau 1997-1. – Couche située dans la partie supérieure du remplissage. Cette surface d'occupation se distingue de toutes les précédentes par la présence d'ossements de grande taille et relativement peu fragmentés.

Au cours de fouilles de 1999, deux niveaux ont été dégagés dans la partie haute du remplissage. La partie basse est trop concrétionnée pour pouvoir suivre correctement les limites de stratification des couches [Darlas & de Lumley, 2000].

Niveau 1999-ca. – Un niveau d'argile de 10 centimètres d'épaisseur environ, stérile en reste archéologique, séparaît les sols d'habitats 1997-1 et 1999-1.

Niveau 1999-1. – Petit niveau, pauvre en matériel archéologique, se distinguant par la présence relativement importante de carapaces de tortues. Les quelques ossements présents sont de nouveau très fragmentés, contrairement à ce qui s'observe dans le sol 1997-1.

Au cours des fouilles de 2000, deux sols d'habitats ont été dégagés dans la partie supérieure de la fouille et un petit niveau de pierres a été repéré sur la coupe 8/9. [Darlas & de Lumley, 2001].

Niveau 2000-1. – Couche pauvre en matériel archéologique directement sous-jacente au niveau 1999-1. Ce sol d'habitat se caractérise par quelques grands fragments d'os compacts dispersés sur la surface de la fouille de la partie supérieure.

Niveau 2000-2. – Sol d'occupation contenant des traces de combustion sous forme de deux taches cendreuse de 15 à 20 centimètres de diamètre. Hormis le nombre relativement important de restes de carapaces de tortues brûlées, le niveau ne contient que quelques outils et ossements.

Niveau 2000-cp. – Cette petite couche de pierres a été repérée sur la coupe transversale 8/9 à une altitude de 315 centimètres sous le plan 0. Ce petit lit de pierres pourrait correspondre au niveau 1994-3 relevé lors de la fouille de 1994.

B. COUCHES OBSERVÉES SUR LES PROFILS

L'observation des profils d'objets coordonnés a permis de retrouver et de valider les couches fouillées initialement définies à partir de la lithostratigraphie. Certaines de ces couches ont parfois pu être subdivisées à partir des profils archéostratigraphiques. Afin de conserver la cohérence des subdivisions stratigraphiques de la grotte, la numérotation des couches, établie pour la lithostratigraphie, est conservée ici et précisée quand cela est nécessaire.

Les corrélations couche à couche, entre les profils sont conservés, aussi les couches sont elles décrites de bas en haut en indiquant les profils où elles ont été observées.

1. Couches archéostratigraphiques de l'ensemble III

Seule la partie supérieure de l'ensemble stratigraphique III a été fouillée. Les couches sont observables sur les profils transversaux des bandes 8, 7, 6, 5 et 4 (pl. 5-27, 5-28, 5-29, 5-30, 5-31, 5-32, 5-33, 5-34, 5-35 et 5-35, p. 230 à 233) et sur les profils longitudinaux des bandes B, D et E (pl. 5-36, 5-37, 5-38, 5-39 et 5-40, p. 239 à 243). On observe de bas en haut les 9 unités archéostratigraphiques suivantes :

Couche III-3. – Couche d'au moins 30 centimètres d'épaisseur, uniquement fouillée dans la bande transversale 4. Cette couche possède une importante densité d'objets archéologiques, principalement représentés par des ossements, des charbons et des os brûlés, associés à de rares pierres. La base de la couche n'a pas été fouillée.

Couche III-4-1. – Couche d'environ 30 centimètres d'épaisseur uniquement fouillée dans la bande transversale 4. La couche possède une faible densité d'objets, hormis quelques pierres.

Couche III-4-2. – Couche de 30 à 40 centimètres d'épaisseur uniquement fouillée dans la bande transversale 4 et la bande longitudinale B. La couche possède une densité faible d'objets.

Couche III-5-1. – Couche de 30 à 50 centimètres d'épaisseur et partiellement fouillée. La couche est mal définie et devrait être mieux précisée à l'avenir. Par différenciation, elle est beaucoup plus riche en objets que la couche III-4-2, et surtout en stalagmites.

Couche III-5-2. – Couche de 10 à 15 centimètres d'épaisseur avec une densité d'objets relativement importante. La principale caractéristique de cette couche est la quasi-absence d'industrie et d'éléments brûlés alors qu'on y relève de nombreuses pierres associées à des ossements. La base de la couche est définie par la présence de stalagmites dans la bande B.

Couche III-5-3. – Couche de 10 à 15 centimètres d'épaisseur, relativement plus riche en objets que les autres couches fouillées de l'ensemble III. La couche se caractérise par la forte présence de pierres associées à des ossements, industries, charbons, os brûlés et stalagmites.

Couche III-5-4. – Couche de 10 à 15 centimètres d'épaisseur, à faible densité d'objets archéologiques. La couche contient presque seulement des pierres et des ossements et pratiquement aucune industrie lithique.

Couche III-6-1. – Couche de 10 à 15 centimètres d'épaisseur, relativement riche en objets archéologiques. La base de la couche est très bien différenciée dans la bande 8. Cette couche contient principalement des pierres, des industries et des ossements.

Couche III-6-2. – Couche de 2 à 5 centimètres d'épaisseur, à faible densité d'objets archéologiques. La couche est parfois difficile à distinguer de la surface de la couche III-6-1 surtout dans la bande E.

2. Couches archéostratigraphiques de l'ensemble IV

Seules les parties inférieures et supérieures de l'ensemble stratigraphique III ont été fouillées, la partie médiane ne l'ayant pas encore été. Les couches sont observables sur les profils transversaux des bandes 11, 10, 9 et 8 (pl. 5-15, 5-16, 5-17, 5-18, 5-19, 5-20 et 5-27, p. 216 à 230) et sur les profils longitudinaux des bandes B, D et E (pl. 5-36, 5-37, 5-38, 5-39 et 5-40, p. 239 à 243). On observe de bas en haut les 7 unités archéostratigraphiques suivantes :

Couche IV-1-1. – Couche de 2 à 10 centimètres d'épaisseur, relativement riche en charbons et os brûlés accompagnés de pièces lithiques et ossements.

Couche IV-1-2. – Couche de 5 à 10 centimètres d'épaisseur et à faible densité d'objets. La surface de la couche est fortement tronquée et difficile à suivre.

Les couches IV-2 à IV-6 n'ont pas encore été fouillées ou analysées.

Couche IV-7. – Couche d'au moins 10 centimètres d'épaisseur et dont la base n'est pas encore précisée. Cette couche possède une densité relativement faible d'objets hormis quelques pierres, ossements et industries.

Couche IV-8-1. – Petit lit de 1 à 5 centimètres d'épaisseur, localisé dans le carré E11 à forte densité de pierres.

Couche IV-8-2. – Petit niveau de 1 à 3 centimètres d'épaisseur, localisé dans le carré E11 à faible densité d'objets.

Couche IV-8-3. – Couche de 5 à 15 centimètres d'épaisseur, très riche en pierres associées à de rares ossements et pièces lithiques. Signalons la présence de quelques stalagmites tombées ou disposées parmi les pierres.

3. Couches archéostratigraphiques de l'ensemble V

Tout l'ensemble stratigraphique V a été fouillé. Les couches sont observables sur les profils transversaux des bandes 11, 10 et 9 (pl. 5-15, 5-16, 5-17, 5-18, 5-19 et 5-20, p. 216 à 223) et sur les profils longitudinaux des bandes C, D et E (pl. 5-21, 5-22, 5-23, 5-24, 5-25 et 5-26, p. 224 à 228). On observe de bas en haut les 9 unités archéostratigraphiques suivantes :

Couche V-1. – Couche de 5 à 10 centimètres d'épaisseur, avec une très faible densité d'objets à l'exception de quelques pierres.

Couche V-2. – Couche de 5 à 20 centimètres d'épaisseur, très riche en objets et tout particulièrement en ossements, dents et industries lithiques. L'extrême richesse en objets ne permet pas actuellement, de subdiviser cette couche uniquement à partir des objets coordonnés. Les données des remontages des objets provenant du profil C dans la bande 11 avec X compris entre 50 et 100 centimètres (pl. 5-22, p. 225) seront sans doute utiles pour affiner la stratigraphie de cette couche.

Couche V-3-1. – Petit lit bien délimité de moins de 5 centimètres d'épaisseur, à forte densité de pierres avec quelques industries lithiques.

Couche V-3-2. – Couche de 5 à 10 centimètres d'épaisseur, avec une très faible densité d'objets à l'exception de quelques pierres.

Couche V-4. – Couche de 15 à 20 centimètres d'épaisseur, à forte densité d'objets archéologiques. C'est celle qui possède la plus grande richesse en coquilles du gisement.

Couche V-5. – Couche de 5 à 10 centimètres d'épaisseur, avec une faible densité d'objets. La couche se distingue par la présence de lits de charbons. La couche V-6 ne se distingue pas de la couche V-5 dans les profils, ce qui confirme l'identité de ces deux couches.

4. Couche archéostratigraphique de l'ensemble VI

Seule la base de l'ensemble stratigraphique VI a été fouillée. L'unique couche qui s'individualise au niveau des profils est visible pour les bandes transversales 11, 10 et 9 (pl. 5-15, 5-16, 5-17, 5-18, 5-19 et 5-20, p. 218 à 223) et pour les bandes longitudinaux C, D et E (pl. 5-21, 5-22, 5-23, 5-24, 5-25 et 5-26, p. 224 à 229). La seule couche individualisée est la couche VI-1.

Couche VI-1. – La base de la couche est bien individualisée par un petit lit d'ossements, de dents et d'industrie lithique. Ce petit niveau doit correspondre à la dernière occupation du site avant le dépôt des limons argileux de l'ensemble IV.

C. CORRÉLATIONS ENTRE LES COUCHES

En se basant sur les altitudes et sur la richesse en objets (densité), des corrélations ont pu être établies entre les sols d'habitats observés lors des fouilles et les couches définies par l'archéostratigraphie. Voici la liste des correspondances établies :

- couche III-5-4 avec le niveau 2000-cp
- couche III-6-1 avec le niveau 1994-3
- couche III-6-2 avec le niveau 1994-2
- couche IV-7 avec le niveau 1999-ca
- couche V-1 avec le niveau 1995-3
- couche V-3-1 avec le niveau 1995-sp
- couche V-4 avec le niveau 1994-1
- couche V-5 et V-6 avec le niveau 1993-3
- couche VI-1 avec le niveau 1993-2.

Il semble que la précision des niveaux observés lors de la fouille soit plus grande. Il faudra attendre les études sur les remontages pour préciser les couches à partir des profils et obtenir la même résolution que les premières observations de terrain.

D. MATRICE DE HARRIS DES COUCHES DE LA GROTTTE

La matrice de Harris présentée ici (fig. 5-9, p. 144) est une synthèse de l'ensemble des couches lithologiques et archéostratigraphiques définies à Kalamakia et de leurs éventuelles correspondances. Cela comprend aussi bien les zones actuellement fouillées, en l'état actuel, que les couches définies hors fouilles. Cette matrice devra être complétée à l'avenir en fonction de l'avancement des fouilles et des éventuelles précisions fournies par l'archéostratigraphie.

| Ensembles stratigraphiques | Stalagmites | Couches | Niveaux observés lors des fouilles |
|----------------------------|--|--|--|
| VII | VII | | |
| VI | | VI-4 VI-3 VI-2 VI-1 | 1993-2 |
| V | | V-5 — V-6 V-4 V-3-2 V-3-1 V-2 V-1 | 1993-3 1994-1 1995-sp 1995-1 1995-ca 1995-2 1995-3 |
| IV | | IV-8-3 IV-8-2 IV-8-1 IV-7 IV-6 IV-5 IV-4 IV-3 IV-2 IV-1-2 IV-1-1 | 1996-1 1996-ca 1996-2 1997-cp 1997-ca 1997-1 1999-ca 1999-1 2000-1 2000-2 |
| III | IV-s-1 III-s-1 III-s-2 III-s-3 I-s-1 | III-6-2 III-6-1 III-5-4 III-5-3 III-5-2 — III-Eb III-5-1 III-4-2 III-4-1 III-3 III-2 III-1 | 1994-2 1994-3 2000-cp 1996-cc |
| II | | II | |
| 0 | | 0 | |

Figure 5-9 : Matrice de Harris des couches de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

VI – BIOSTRATIGRAPHIE

A. FORMATIONS MARINES DE LA BASE DU REMPLISSAGE

1. Calcaire coralligène à algues rouges (ensemble 0)

L'observation microscopique de l'ensemble 0 (voir plus haut) a montré que cette formation est clairement d'origine marine avec des rhodophycées, des bryozoaires, des foraminifères et des annélides. La présence d'algues rouges, et surtout des corallinées, indique un milieu de dépôt littoral, d'environ 30 mètres de profondeur. [Bignot, 2001].

2. Calcarénite rose à galets et coquilles (ensemble II)

Les mollusques de l'ensemble stratigraphique II ont été étudiés par J. Cataliotti-Valdina [de Lumley & Darlas, 1994]. L'assemblage observé présente un petit nombre d'espèces quaternaires méditerranéennes indicatrices d'un substrat solide et représentatif de l'étage infralittoral. *Strombus bubonius* n'est pas présent à Kalamakia même, mais, il est signalé dans d'autres formations similaires de Laconie : Diros [Imperator, 1951], Plytra et Kivéri [Dufaure, 1975]. C'est cette présence du strombe dans des formations similaires qui nous permet d'attribuer l'ensemble stratigraphie II au « Tyrrhénien » sens large.

B. FORMATIONS CONTINENTALES SUPÉRIEURES

2. Stalagmite I-S-1

La stalagmite I-S-1 est, à présent le seul niveau à avoir fourni des données palynologiques exploitables. Une colonne du pilier stalagmitique a été analysée sur 88 centimètres de haut par V. Lebreton [1997 ; 1999]. La base de cette stalagmite indique une végétation forestière tempérée, de type chênaie mixte, associée à du pin, du bouleau et du noisetier, végétation indicatrice d'un climat moins chaud et plus humide que l'actuel. Cette végétation a été ensuite, peu à peu remplacée par un couvert méditerranéen moins arboré et traduisant un climat plus sec.

Ces résultats indiquent donc que la stalagmite I-S-1 s'est mise en place lors d'une période interglaciaire, du fait de la présence constante du couvert arboré. Mais il n'est pas possible de préciser davantage l'âge de cette stalagmite à partir des seuls résultats palynologiques.

3. Limons sableux rose-orangé (ensemble III)

Les quelques restes de faune marine de l'ensemble III, étudiés par Cataliotti-Valdina, appartiennent au même type de milieu que ceux de l'ensemble II [de Lumley & Darlas, 1994]. Ces

restes coquilliers sont sans doute issus du démantèlement du littoral accompagnant la régression contemporaine ou antérieure au dépôt de l'ensemble III.

La faune des mammifères du sommet de l'ensemble III a été étudiée par Trantalidou et Gardeisein [de Lumley & Darlas, 1994 ; Gardeisein et al. 1999]. Cette faune est surtout représentée par des cervidés (daims) et des capridés (bouquetins), espèces majoritaires probablement en raison d'une chasse sélective. Les autres espèces représentées sont un grand bovidé (Bos ou Bison), des rhinocéros, des carnivores ainsi que des Néandertaliens (représenté par une molaire) [Darlas & de Lumley, 1998]. Cette faune, d'âge pléistocène supérieur, correspond à un milieu tempéré et boisé.

L'assemblage des micromammifères du sommet de l'ensemble III comprend principalement *Microtus thomasi* (95 %). L'association des microvertébrés indique un environnement ouvert sous climat méditerranéen assez sec avec présence de zones plus humides [Roger, 1999]

4. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble IV)

La faune des mammifères de l'ensemble IV est similaire à celle de la partie supérieure de l'ensemble III. Elle est principalement représentée par des bouquetins accompagnés de daims. Les autres espèces représentées sont des sangliers, des rhinocéros, des lagomorphes, des carnivores [de Lumley & Darlas, 1994 ; Gardeisein et al. 1999] et des tortues [Darlas & de Lumley, 2001]. Cette faune, d'âge pléistocène supérieur, correspond à un milieu tempéré et boisé.

La base de l'ensemble IV est pauvre en rongeurs. Le sommet de cet ensemble contient essentiellement *Microtus thomasi* (80 %) et *Microtus guentheri*, espèce qui habite des espaces découverts et secs [Roger, 1999].

5. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble V)

La faune des mammifères de l'ensemble V est similaire à celle des ensembles III et IV. Là aussi, les bouquetins et les daims dominent l'assemblage. Le reste de la faune est constitué par des sangliers, des éléphantidés et des carnivores. Cette faune, d'âge pléistocène supérieur correspond à un milieu tempéré et boisé.

La microfaune observée est proche de celle du sommet de l'ensemble IV. Les espèces présentes correspondent à un climat méditerranéen assez sec, associé à des zones plus humides et des zones boisées [Roger, 1999]

Des coquilles marines, collectées et utilisées par les Hommes, dont *Glycymeris violacescens* et *Cardium* sont présentes dans la partie supérieure de l'ensemble V [Darlas & de Lumley, 1995].

VII – DATATIONS ABSOLUES

1. Calcarénite rose à galets et coquilles (ensemble II)

Une coquille a été prélevée (Kal 9304) et datée par C. Falguères [de Lumley & Darlas, 1994]. L'âge EU obtenu est de $40\,000 \pm 6\,000$ ans B.P. et l'âge LU est de $109\,000 (+14\,000/-13\,000)$ ans B.P. Le second âge calculé est cohérent avec notre attribution au stade isotopique 5.3 de l'ensemble II par comparaison avec la Crète et la Laconie (fig. 5-10, p. 147), de même qu'avec son attribution au « Tyrrhénien » au sens large d'après la biostratigraphie de la formation similaire de Diros.

2. Stalagmite I-S-1

Un échantillon de la stalagmite (Kal 9302) a été daté par C. Falguères [de Lumley & Darlas, 1994]. Il donne un âge U/Th de $95\,000 \pm 6\,000$ ans B.P. Un autre échantillon (Kal 9122) de « l'ensemble stratigraphique I » issu d'une stalagmite tombée, donne un âge proche de $109\,000 (+13\,000/-11\,000)$ ans B.P. Malheureusement cet échantillon n'est pas en position primaire, son

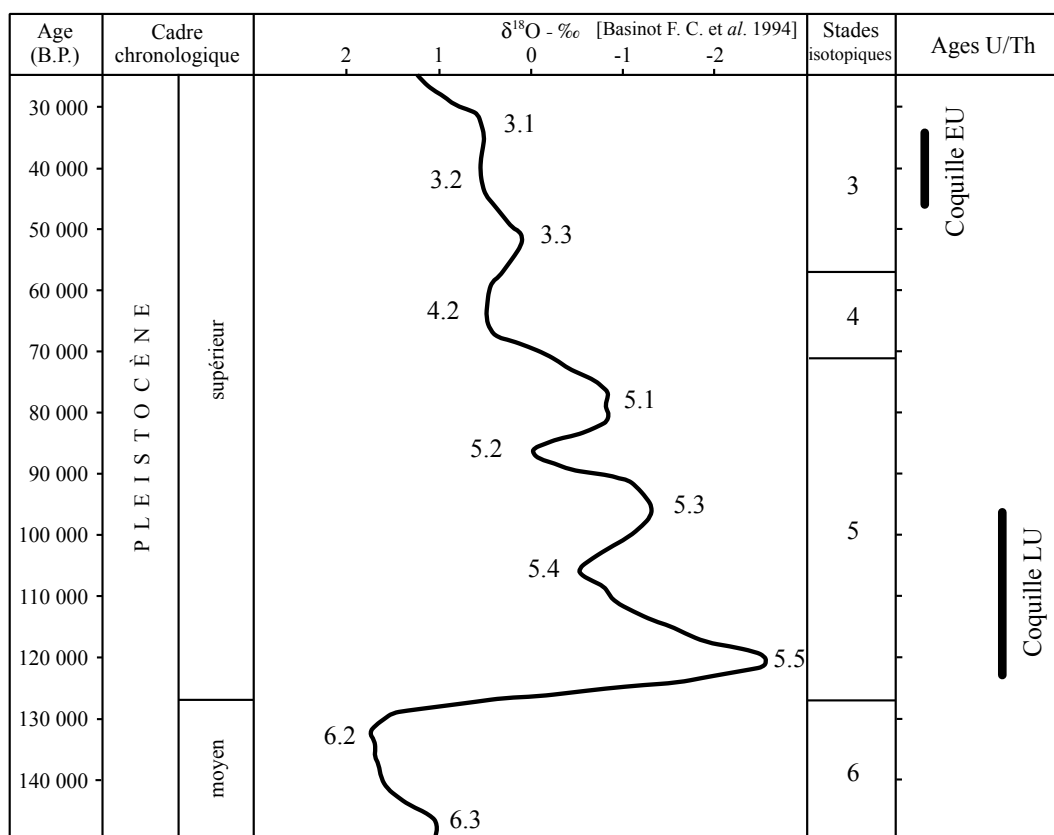


Figure 5-10 : Données radiométriques disponibles pour l'ensemble stratigraphique II de la grotte de Kalamakia (Laconie, Grèce).

âge n'est donc qu'indicatif. Les deux dates obtenues sont des âges maximum, du fait de la présence de thorium exogène qui augmente le rapport $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$

D'autres tentatives par U/Th et ESR pour dater cette stalagmite ont été réalisées [Voinchet, 1999] mais elles n'ont pas donné de résultats exploitables du fait de la trop grande quantité d'argiles infiltrées dans les échantillons.

3. Limons sableux rose-orangé (ensemble III)

C. Falguères a daté des ossements de la couche III-6 par U/Th. Il propose une fourchette d'âge comprise entre 97 000 et 43 000 B.P. sans plus de précision du fait de la mauvaise reproductibilité des âges sur ces échantillons. [Falguères com. pers. ; Voinchet & Darlas, 1999]. Cette fourchette d'âge est large, mais elle est cohérente avec un âge postérieur au sous-stade isotopique 5.3 de l'ensemble stratigraphique III (95 Ka).

4. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble IV)

Un os (Kal 9305), prélevé au sommet de l'ensemble IV (200 cm sous le niveau 0) donne un âge U/Th de $36\,000 \pm 1000$ ans B.P. [de Lumley & Darlas, 1994]. Cet âge est vraisemblablement trop jeune pour ce niveau de la fouille.

5. Argiles limoneuses brun-rouge (ensemble V)

C. Falguères a daté des ossements des couches V-4 et V-5 par U/Th, obtenant une fourchette d'âge comprise entre 37 000 et 20 000 ans B.P. sans plus de précision du fait de la mauvaise reproductibilité des âges sur ces échantillons [Falguères Com. pers. ; Voinchet & Darlas, 1999]. Là aussi, l'âge réel de la couche est probablement plus ancien.

Un échantillon de charbon prélevé au sommet a été daté par ^{14}C [Darlas & Valadas, com. pers.]. Il se situe au delà des limites de la méthode, c'est-à-dire que l'ensemble V est au moins antérieur à 40 000 ans B.P.

VII – SYNTHÈSE DE LA STRATIGRAPHIE

Les différentes données lithologiques, archéologiques et radiochronologiques, permettent d'établir un cadre stratigraphique du site de Kalamakia.

A. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE 0

L'ensemble stratigraphique 0 est constitué par une fine couche de calcaire blanc-jaune à algues rouges, fortement induré et épais de quelques centimètres. La présence de Briozoaires et

de Rhodophicées indique que cette formation est d'origine marine, et qu'elle s'est déposée à une profondeur de 30 mètres environ. La similarité de cette formation avec des formations de Crète permet de considérer qu'elle s'est déposée lors la transgression du sous-stade isotopique 5.5 (120 ka).

B. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE II

L'ensemble stratigraphique II est constitué par une calcarénite rose à galets et coquilles, d'une épaisseur variant entre une dizaine de centimètres et 1 mètre. Cette calcarénite est présente dans la grotte mais aussi dans l'environnement immédiat du site. Elle correspond à une plage marine fossile sub-littorale qui s'est mise en place à une profondeur comprise entre 0 et 7 mètres. La présence de *Strombus bubonius* dans une formation similaire de la baie voisine de Diros permet d'attribuer cette plage marine au « Tyrrhénien » au sens large. Plus précisément, la comparaison de cette formation avec celles de faciès similaires de Crète permet de considérer qu'elle s'est déposée lors la transgression du sous-stade isotopique 5.3 (95 ka).

C. STALAGMITE I-S-1

Grand pilier stalagmitique situé à l'entrée de la grotte et dont la position stratigraphique de la base n'est pas connue. Cette stalagmite est datée de $95\ 000 \pm 6000$ ans B.P. et au moins antérieure au dépôt de la partie supérieure de l'ensemble III. Selon les données de la palynologie, elle s'est déposée lors d'une période tempérée moins chaude et plus humide que l'actuel. Du fait de sa disposition, il est probable qu'elle soit en partie contemporaine des stalagmites III-S-1, III-S-2 et III-S-3 incluses dans les couches III-5 et III-6 de l'ensemble III. Si la date U/Th retenue est valide, elle se serait donc déposée lors des périodes tempérées des sous-stades 5.3 et/ou 5.1.

D. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE III

L'ensemble stratigraphique III est constitué, pour ses couches inférieures (III-1 à III-4), par des sables limono-argileux bruns à jaunâtres riches en matériel archéologique moustérien « typique » sur une épaisseur d'environ 2 mètres 40. Le bon classement des sables limoneux autour de $60\ \mu\text{m}$ permet d'établir l'origine majoritairement éolienne de la base de l'ensemble III (éolianite).

Les couches supérieures de l'ensemble III présentent une évolution par rapport à la base de l'ensemble. Elles contiennent, en plus des dépôts sableux, des stalagmites (III-S-1 ; III-S-2 ; III-S-3) et des niveaux carbonatés liés à une relative humidité. Les données biostratigraphiques indiquent d'une part, un milieu tempéré et boisé d'après la présence des grands mammifères et d'autre part un climat méditerranéen assez sec avec présence de zones plus humides d'après la présence des microvertébrés.

Localement, l'ensemble III est en partie recouvert par un dépôt de gros blocs anguleux (couche III-Eb) identiques à ceux situés au pied des falaises. Ce dépôt peut traduire, soit une importante série de tremblements de terre, soit une érosion plus intense des falaises, érosion probablement liée à des alternances de gel-dégel, c'est-à-dire un retour à un climat nettement plus frais.

Par ailleurs, d'après les dates obtenues, l'ensemble III se serait déposé lors de la fourchette d'âge de 97 000 à 43 000 ans B.P. Ces âges sont cohérents d'une part, avec un dépôt de l'ensemble III postérieur à l'épisode marin du sous-stade 5.3 et d'autre part, avec l'âge de la stalagmite I-S-1 en partie contemporaine de l'ensemble III.

En se basant sur ces âges et sur la succession des indices climatiques observés, on peut émettre l'hypothèse suivante concernant la mise en place des couches observées :

- Dépôt des couches inférieures lors d'une période fraîche et ventée postérieure au stade isotopique 5.3., très probablement le sous-stade isotopique 5.2.
- Dépôt des couches supérieures de l'ensemble III et des stalagmites incluses dans celles-ci (dont une partie de la stalagmite I-S-1) lors d'une période tempérée et humide, logiquement le sous-stade isotopique 5.1.
- Dépôt de l'éboulis III-Eb lors d'une période de nouveau plus fraîche, logiquement le stade isotopique 4.

E. ENSEMBLES STRATIGRAPHIQUES IV ET V

Les ensembles stratigraphiques IV et V sont constitués par des argiles limoneuses brun-rouge riches en matériel archéologique moustérien « typique ». Le concrétionnement intense de la partie terminale de l'ensemble III (Couche III-6) comparé au relativement faible concrétionnement de l'ensemble IV, indique qu'il y a eu sans doute un arrêt de sédimentation entre le dépôt des deux ensembles. Les ensembles IV et V sont très proches lithologiquement. Leur principale différence consiste en la plus grande quantité de pierres présentes dans l'ensemble V. Ces deux ensembles sont au moins antérieurs à 40 000 ans d'après le ^{14}C . Ils ont donc dû se mettre en place lors de la première moitié du stade isotopique 3. Cette attribution à une période tempérée paraît être cohérente avec les données de la biostratigraphie, à savoir, un milieu tempéré et boisé selon l'étude des grands mammifères et un climat méditerranéen assez sec associé à des zones plus humides et des zones boisées selon l'étude des micromammifères.

F. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE VI

L'ensemble stratigraphique VI est constitué d'alternances de limons argileux plus ou moins riches en argiles et presque exempts de matériel archéologique. Ces argiles ont dû se déposer alors que l'entrée de la grotte était obturée, empêchant alors les Hommes d'habiter la grotte. Il est difficile de donner un âge précis à cet ensemble. La seule certitude est que la fermeture de la grotte est antérieure à l'arrivée des Hommes Modernes, du fait de l'absence d'artefacts du Paléolithique supérieur dans la grotte. Cela donne une fourchette comprise entre environ 40 000 ans B.P. et le sub-actuel.

G. ENSEMBLE STRATIGRAPHIQUE VII

L'ensemble stratigraphique VII correspond à des fragments de planchers stalagmitiques qui avaient recouvert l'ensemble VI. Ces planchers traduisent le retour d'un climat tempéré, probablement sub-actuel (S.I. 1). L'érosion de la surface du remplissage par la mer est intervenue depuis le dépôt de la stalagmite de l'ensemble VII.

IX — CONCLUSION

À partir des données de la stratigraphie, nous pouvons proposer le schéma de mise en place suivant pour les sédiments du site de Kalamakia :

1. - Épisode de transgression marine du stade isotopique 5.5 (120 000 ans B.P. environ) avec dépôt du calcaire à algues de l'ensemble stratigraphique 0, à une profondeur d'environ 30 mètres.

2. - Régression marine et rafraîchissement du climat lors du stade isotopique 5.4. et absence de dépôts dans la grotte dans l'état actuel des connaissances.

3. - Nouvel épisode de transgression marine du stade isotopique 5.3 (95 000 ans B.P.) et dépôt de la calcarénite à galets et coquilles de l'ensemble stratigraphique II. Cette plage s'est mise en place dans la zone sub-littorale à une profondeur de 0 à 7 mètres.

4. - Dépôt de l'éolianite de la base de l'ensemble III lors du sous-stade isotopique 5.2 (autour de 85 000 ans B.P.). Présence d'occupants moustériens.

5. - Retour d'un climat tempéré et humide lors du sous-stade isotopique 5.1 (autour de 80 000 ans B.P.) et dépôt des stalagmites et des lits calcitiques blanchâtres alternés avec les sédiments éoliens. Présence d'occupants moustériens. La stalagmite I-S-1 est en partie contemporaine des stalagmites qui se sont déposées au sein de la couche III-5.

6. - Rafraîchissement lors du stade isotopique 4 et dépôt de l'éboulis III-Eb puis arrêt de la

sédimentation. Présence d'occupants moustériens.

7. - Retour d'un climat tempéré et humide durant le début du stade isotopique 3 avec dépôt des ensembles IV et V. Présence d'occupants moustériens.

8. - Fermeture probable de la grotte avant le Paléolithique supérieur et dépôt des argiles limoneuses de l'ensemble VI.

9. - Formation récente de la stalagmite de l'ensemble VII (Stade isotopique 1).

10. - Érosion récente, déduite de l'absence d'occupation au Néolithique, à l'Âge du Bronze, et dans l'Antiquité, etc. puis nouvelle ouverture de la grotte.

Ce schéma est relativement précis. La seule grande imprécision qui demeure concerne la position stratigraphique de la base de la stalagmite I-S-1. En outre, il serait souhaitable d'obtenir des âges radiométriques supplémentaires pour les ensembles III, IV et V.

CHAPITRE 6

CONCLUSION



L'analyse que j'ai effectuée sur les sites du *Boquete de Zafarraya*, de *Madonna dell'Arma* et de *Kalamakia* a permis d'affiner leur stratigraphie, mais aussi d'accomplir une synthèse de leur architecture stratigraphique générale. L'observation précise de la lithostratigraphie, de l'archéostratigraphie, de la biostratigraphie et des datations, s'est révélée primordiale pour préciser l'âge de ces trois sites et pour tester ainsi certaines hypothèses préétablies.

I - BOQUETE DE ZAFARRAYA

La grotte du Boquete de Zafarraya (Málaga, Andalousie, Espagne) est un site majeur du Pléistocène supérieur espagnol. J'en présente ici les principales subdivisions stratigraphiques.

La base de la stratigraphie est représentée par le complexe inférieur. Constitué d'argiles et de limons, il témoigne de l'activité karstique du gisement au Pléistocène, il y a moins de 780 000 ans B.P. Il est recouvert par le complexe moyen, formé par un cailloutis à matrice limono-sableuse, et subdivisé en deux ensembles stratigraphiques, indexés *II* et *I* de la base vers le sommet. L'âge de la base de l'ensemble *II* n'est actuellement pas connu mais sa partie supérieure s'est mise en place durant les stades isotopiques 4 et/ou 3.3, antérieurement à 45 000 ans B.P. L'ensemble *I* a, pour sa part, été subdivisé en quatre sous-ensembles indexés *Id* à *Ia*. Les sous-ensembles *Id*, *Ic*, et *Ib* se sont mis en place entre 45 000 et 30 000 ans B.P., et *Ia* entre 35 000 et 25 000 ans B.P. Le complexe supérieur, constitué de limons et de sables fins noirâtres, s'est déposé en discordance, durant l'Holocène, il y a moins de 12 000 ans.

D'un point de vue archéologique, les complexes moyen et supérieur présentent des traces d'occupation du Paléolithique moyen, du Paléolithique supérieur, du Néolithique et de l'Âge du Bronze. De plus, des restes de Néandertaliens et d'Hommes modernes ont été découverts dans l'ensemble *I*.

L'un des principaux apports de cette étude est l'invalidation de l'hypothèse d'une occupation néandertalienne « tardive » du Boquete de Zafarraya, il y a environ 27 000 ans B.P. Cette hypothèse s'appuyait en effet sur des datations radiométriques obtenues sur la partie supérieure du remplissage (sous-ensemble *Ia*), partie considérée jusqu'alors comme ne contenant que des industries du Paléolithique moyen. Or, si les nouvelles datations du sous-ensemble *Ia* sont proches ou légèrement plus anciennes que celles obtenues précédemment, les observations archéostratigraphiques de ce mémoire démontrent que ce sous-ensemble contient aussi des artefacts liés à une occupation du site par les Hommes modernes (restes humains et pièces lithiques du Paléolithique supérieur). Les âges observés pourraient donc tout aussi bien correspondre à des occupations du site par des Néandertaliens ou par des Hommes modernes. À mon avis, cela invalide clairement la base même de l'hypothèse d'une occupation néandertalienne très tardive.

Rappelons aussi que les industries du Paléolithique supérieur retrouvées appartiennent aux cultures du Proto-aurignacien, du Gravettien et du Solutréen [Barroso Ruíz et *al.*, chap. 34, à paraître]. La présence de Proto-aurignacien tend à indiquer une occupation relativement précoce du site par les Hommes modernes. Par comparaison, le Proto-aurignacien du site proche de *Gorham's Cave* (Gibraltar) est plus ancien que $28\,700 \pm 200$ ans B.P. [Waechter, 1954], période très contemporaine des dates obtenues à Zafarraya.

L'âge de la transition entre le Paléolithique moyen et le Paléolithique supérieur ne peut donc plus être évalué avec précision. Il n'est plus possible d'affirmer que les Néandertaliens étaient présents sur le site tardivement (27 000 ans B.P.), mais les nouvelles dates obtenues permettent toutefois de penser que la transition Paléolithique moyen / Paléolithique supérieur est intervenue autour de 35 000 à 30 000 ans B.P.

II - MADONNA DELL'ARMA

La nouvelle stratigraphie de Madonna dell'Arma (San Remo, Ligurie, Italie) comprend quatre grands ensembles.

Dans la grotte, la base du remplissage est représentée par une formation marine (ensemble *I*) qui s'est mise en place lors de la transgression contemporaine du sous-stade isotopique 5.5, il y a 120 000 ans B.P. Une éolianite (ensemble *II*) s'est ensuite déposée lors d'un des épisodes frais du stade isotopique 5, (5.4 ou 5.2). L'ensemble *III* est constitué de sables limono-argileux déposés lors de l'un des sous-stades isotopiques chauds du stade 5 (5.3 ou 5.1).

La majeure partie du talus extérieur correspond à l'ensemble *IV*. Il est formé de sables limoneux qui se sont déposés à partir de 90 000 ans B.P. et antérieurement au Paléolithique supérieur,

daté de 38 000 ans B.P. dans cette zone. La base de cet ensemble pourrait être contemporaine d'une partie de l'ensemble *III*, mais il n'y a pas encore suffisamment d'informations pour l'affirmer. Enfin, l'ensemble *V* correspond à la partie supérieure du talus extérieur, comprenant une villa romaine recouverte de sables limoneux plus récents.

Les traces d'occupations du Paléolithique moyen sont visibles dans les ensembles stratigraphiques *II*, *III* et *IV*. Les datations obtenues pour l'ensemble du site indiquent que le site a été occupé par des populations moustériennes entre 120 000 et 38 000 ans B.P.

Un des éléments stratigraphiques majeur est la présence de traces d'occupations durant une partie du stade isotopique 5 (Ensemble *III*). Cela rend ce site particulièrement intéressant au regard des autres sites moustériens contemporains de Ligurie, telles les grottes des *Balzji Rossi* (Grimaldi).

Par ailleurs, l'indice de la présence de la transgression marine contemporaine du sous-stade isotopique 5.5 à la base du site (Ensemble *I*) est, de ce point de vue, un élément stratigraphique primordial, puisqu'il donne un âge relativement précis pour la base du remplissage. De même, il peut être corrélé avec d'autres gisements méditerranéens, qui présentent également des traces de cette transgression, comme les grottes des *Balzji Rossi*, ou celle de Kalamakia.

III - KALAMAKIA

La grotte de Kalamakia (Aréopolis, Laconie, Grèce) se révèle particulièrement intéressante de part le très faible nombre de sites moustériens fouillés en Grèce. Elle présente de nombreuses traces d'occupations attribuées au Moustérien. La stratigraphie fine de la grotte a permis de définir de nombreux sols d'habitats et de les corrélés avec les grandes subdivisions stratigraphiques qui ont pu être précisées et caractérisées.

La base du remplissage est représentée par une concrétion marine (ensemble *0*) qui s'est formée lors de la transgression contemporaine du stade isotopique 5.5, soit autour de 120 000 ans B.P. Elle est recouverte par une calcarénite marine (ensemble *II*) mise en place pendant la phase de transgression du stade isotopique 5.3, il y a environ 95 000 ans B.P. La base de l'ensemble *III*, est formée par une éolianite qui s'est déposée lors du sous-stade isotopique 5.2 (85 000 ans B.P.). La partie supérieure de l'ensemble *III* contient, au sein de l'éolianite, des croûtes blanchâtres et des stalagmites datées du sous-stade isotopique 5.1 (80 000 ans B.P.). L'éboulis *III-Eb* s'est mis en place durant une période fraîche contemporaine du stade isotopique 4 (autour de 65 000 ans B.P.) puis les limons argileux des ensembles *IV* et *V* se sont déposés lors du stade isotopique 3. Les argiles limoneuses de l'ensemble *VI*, très pauvres en restes archéologiques, sont probablement d'âge

holocène. Enfin, l'ensemble *VII* correspond à une stalagmite sub-actuelle.

L'ensemble des datations indiquent une occupation du site par les populations moustériennes entre 120 000 et environ 40 000 ans B.P. Cela fait du site de Kalamakia une des séquences de référence pour le Moustérien grec avec les sites d'Asprochaliko, de Lakkopetra, de Kalamaki et d'Apidima.

Rappelons enfin que la partie supérieure du site (ensembles *IV* et *V*) contient des informations archéologiques originales pour le Moustérien avec, d'une part, une industrie sur coquilles comparable à ce qui a été retrouvé en Italie dans le gisement de *la Grotta dei Moscerini*, et d'autre part, de grandes surfaces d'empierrement d'origine anthropique.

IV - COMPARAISONS ET PERSPECTIVES

Les trois sites étudiés sont relativement bien datés, il est donc possible de mettre en vis-à-vis leurs principales subdivisions stratigraphiques (fig. 6-1, p. 157). Il s'en détache quelques éléments communs.

Premièrement, les sites de Madonna dell'Arma et de Kalamakia possèdent tous deux à leur base, des formations issues de la transgression marine contemporaine du stade isotopique 5.5 (ensemble I de Madonna et ensemble 0 de Kalamakia). Cet événement paléoclimatique permet de très bien caler la base de la stratigraphie de ces deux gisements. Ce calage induit à terme la possibilité de comparer précisément leurs assemblages pendant la deuxième partie du stade isotopique 5. De même, il sera possible de mettre en correspondance stratigraphique tous les autres sites côtiers connus ayant eux aussi enregistré la transgression marine de l'épisode 5.5. C'est le cas par exemple, d'une partie des grottes des *Balzi Rossi* ou de la grotte d'*Apidima*.

Deuxièmement, ces trois sites présentent une occupation moustérienne durant une petite période commune correspondant à la transition entre les stades isotopiques 4 et 3. Certes, cette période est encore assez peu fouillée pour ces trois sites, mais il pourrait être intéressant à terme, de pouvoir comparer les différents assemblages (paléontologiques, archéologiques, etc.) de ces trois sites de référence pour cette période. Ceci serait à mon avis particulièrement utile d'un point de vue paléoclimatique.

À côté de cela, il serait souhaitable à l'avenir de lever le doute sur certaines incertitudes concernant ces trois sites.

Le site du Boquete de Zafarraya est désormais mieux connu du point de vue stratigraphique. La seule imprécision concerne la transition Paléolithique moyen - Paléolithique supérieur, qui

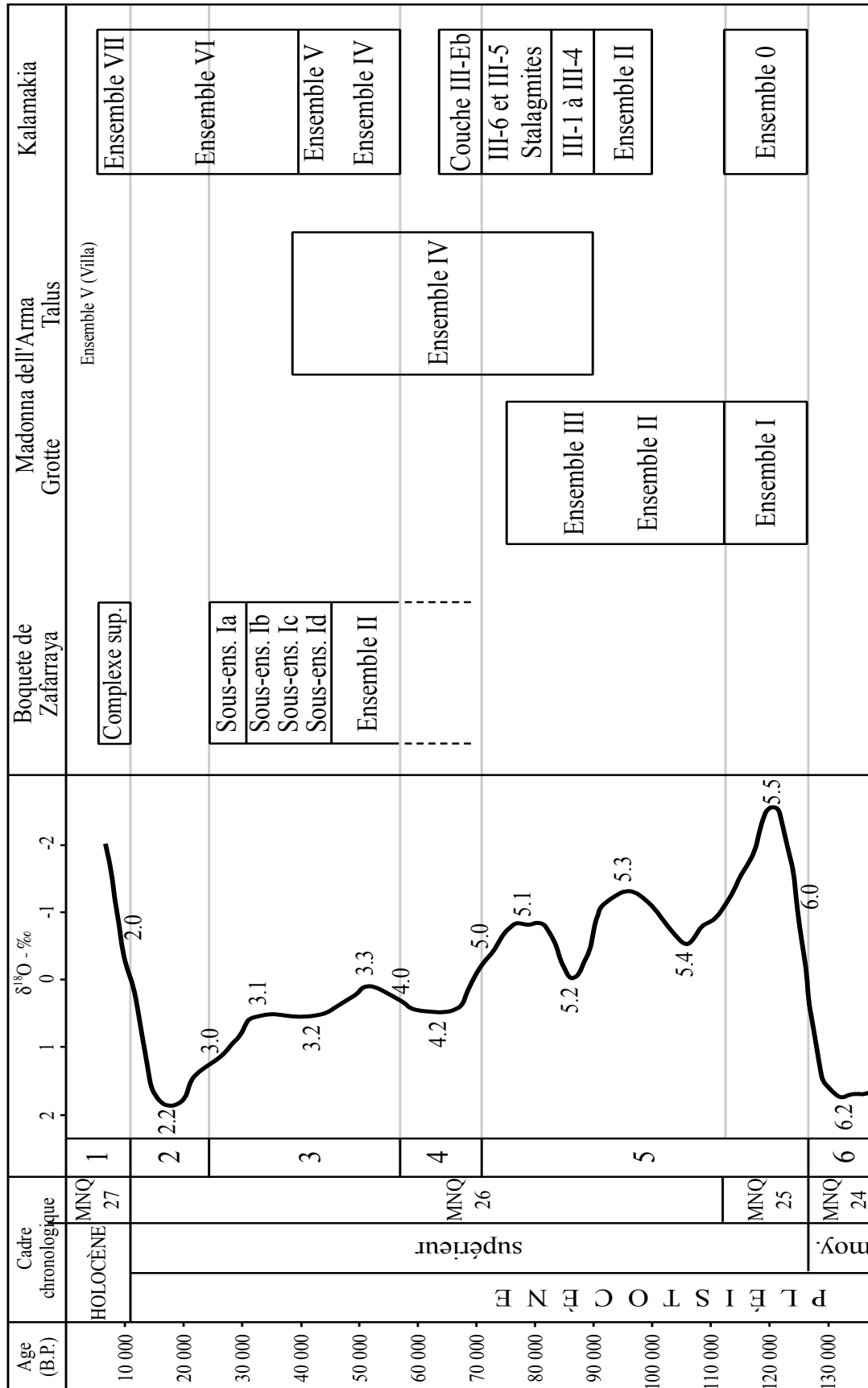


Figure 6-1 : Stratigraphies relatives des gisements Paléolithiques du Boquete de Zafarraya (Andalousie, Espagne), de Madonna dell'Arma (Ligurie, Italie) et de Kalamakia (Laconie, Grèce).

est sensiblement plus ancienne que ce qui a été auparavant proposé dans la littérature. J'ai ainsi réévalué l'âge de cette transition entre 35 000 et 30 000 ans B.P. d'après les nouvelles données de l'archéostratigraphie et des datations absolues. Les prélèvements réalisés pour ces datations dans le sous-ensemble Ia n'avaient en effet pas tenu compte de cette limite archéostratigraphique entre Paléolithique moyen et supérieur. Aussi, il serait à mon avis nécessaire de réaliser une courte campagne dans ce sens afin de préciser définitivement l'âge de cette transition, si cela est possible.

Concernant le site de Madonna dell'Arma, la stratigraphie de la grotte est désormais bien connue, et les différentes fouilles réalisées dans celle-ci ont pu être précisément recalées. En revanche, la stratigraphie de l'ensemble IV (talus extérieur) est encore incertaine. Les fouilles à venir devraient la préciser, notamment en ce qui concerne la délimitation exacte des couches archéostratigraphiques, leurs relations avec les sédiments de la grotte et l'âge de ces couches.

Le site de Kalamakia présente la stratigraphie la plus étendue des trois gisements étudiés. Sa principale lacune concerne le manque de datations radiométriques, qui permettraient de tester le schéma que je propose. Il serait souhaitable tout particulièrement d'obtenir des âges pour les stalagmites de la partie supérieure de l'ensemble III que je considère comme probablement contemporaines du sous-stade isotopique 5.1. De même, davantage de données radiométriques au sein des ensembles IV et V seraient nécessaires au vu du nombre important de couches archéostratigraphiques définies.

Je prévois aussi de travailler à une meilleure précision de la définition des couches archéostratigraphiques des ensembles IV et V à l'aide des remontages d'objets. Par ailleurs, la réalisation des plans des sols d'habitats, dont j'ai déjà entrepris une partie, devrait permettre de connaître la structure d'habitat et les aires d'activités.

Concernant la Grèce, je compte étendre à de nouveaux gisements le travail déjà entrepris à Kalamakia avec l'aide des équipes présentes sur place. En effet, très rares sont les stratigraphies de référence déjà établies et, excepté à Kalamakia, moins d'une dizaine d'autres sites possèdent une stratigraphie relativement bien détaillée. À ces exceptions près, le Moustérien grec manque cruellement de stratigraphies de référence. Aussi est-il indispensable de bien définir les stratigraphies des fouilles à venir si l'on veut mieux comprendre l'histoire des populations néandertaliennes dans cette région, de même que leurs relations probables avec les régions avoisinantes.

En dernier lieu, j'insiste sur l'intérêt de l'utilisation des matrices de Harris pour présenter précisément la stratigraphie d'un gisement. Cet outil méthodologique mérite une utilisation plus fréquente au sein des recherches stratigraphiques relatives à la Préhistoire, en raison du grand nombre de couches définies par les fouilles modernes. De plus, il permet de recalculer les résultats de

fouilles anciennes avec ceux de fouilles récentes ce qui se révèle extrêmement utile pour les autres disciplines de la Préhistoire.

Son application à d'autres gisements préhistoriques en prenant notamment en compte l'évolution des données paléoenvironnementales devrait fournir des informations très intéressantes à l'avenir.

R É F É R E N C E S B I B L I O G R A P H I Q U E S

-
- Aguirre E. & Pasini G. [1985]** – The Pliocene-Pleistocene boundary, *Episodes*, 8, pp. 116-120.
- Andreikos A. [1980]** – Η παλαιοθική εποχή στη Μάνη. *Άνθρωπος*, 7, pp. 95-285.
- Arellano-Moullé A. [1998]** – Les cervidés des niveaux moustériens de la grotte du Prince (Grimadi, Vintimille, Italie). Étude paléontologique. *Bull. Mus. Anthropol. prehist. Monaco*, 39, pp. 53-58.
- Arellano-Moullé A. [1999]** – *Madonna dell'Arma, fouilles de septembre 1999*. Musée de Préhistoire régionale de Menton, Menton, p. 5.
- Babinot J-F., Tronchetti G., Ruíz Muños F., Belkebir L. & Janz H. [à paraître]** – Chapitre 25. La microfaune (foraminifères et ostracodes) des limons argileux plastiques du complexe stratigraphique inférieur de la grotte du Boquete de Zafarraya.
- Barroso Ruíz C., Garcia Sanchez M., Ruiz Bustos A., Medina Lara F. & Sanchidrian Torti J. L. [1983]** – Avance al estudio cultural, antropologico y paleontológico de la cueva del «Boquete de Zafarraya» (Alcaucín, Málaga). *Antropología y Paleoecología humana*, 3, pp. 3-6.
- Barroso Ruíz C., Medina Lara F., Sanchidrian Torti J. L., Ruiz Bustos A. & Garcia Sanchez M. [1984]** – Le gisement moustérien de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Andalousie). *L'Anthropologie*, 88, 1, pp. 133-134.
- Barroso Ruíz C., Hublin J.-J. et Medina Lara F. [1993]** – Proyecto : Zafarraya y el remplazamiento de los Neandertales por el hombre moderno : Anatómicamente en Europa Occidental (Objetivos del Proyecto General de Investigación y resumen de los resultados obtenidos en las campañas 1990-1993). In : *Investigaciones Arqueológicas en Andalucía. Proyectos 1985-1992*, Huelva, pp. 229-238.
- Barroso Ruíz C. & Hublin J.-J. [1994]** – The late neanderthal site of Zafarraya (Andalucía, Spain). In : *Gibraltar during the Quaternary*, AEQUA Monografías, 2, pp. 61-70.
- Barroso Ruíz C., Rodríguez-Vidal J., Caraballo A., Perrenoud C., Saos T., Abdessadok S., Lecervoisier B., Martin-Granel G. & Clément P. [à paraître]** – Chapitre 7. Étude

stratigraphique, sédimentologique et micromorphologique du remplissage de la grotte du Boquete de Zafarraya.

Barroso Ruíz C., Rodríguez-Vidal J., Djerrab A., Lecervoier B. & Hedley I. [à paraître] – Chapitre 9. Paléomagnétisme et susceptibilité magnétique du remplissage de la grotte du Boquete de Zafarraya.

Barroso Ruíz C., Medina Lara F., Barsky D., Boutié P., Deguillaume S., Moigne A.-M. & Perrenoud C. [à paraître] – Chapitre 12. La fouille et le traitement des données de la grotte du Boquete de Zafarraya : Méthode de fouille, plan 0, carroyage, numérotation des couches, prélèvements, élaboration des fiches du matériel archéologique, saisie et traitement des données, analyse des échantillons..

Barroso Ruíz C., Medina Lara F., Deguillaume S., Barsky D., Boutié P., Grégoire S., Moigne A.-M., Perrenoud C. & Riquelme Cantal J. A. [à paraître] – Chapitre 13. Individualisation des niveaux archéologiques et des niveaux de repaires de carnivores dans le remplissage de la grotte du Boquete de Zafarraya.

Barroso Ruíz C., Riquelme Cantal J. A., Moigne A.-M. & Banes L. [à paraître] – Chapitre 16. Les faunes de grands mammifères du Pléistocène supérieur de la grotte du Boquete de Zafarraya. Étude paléontologique, paléoécologique et archéozoologique.

Barroso Ruíz C., Galvez de Toro M. A., Desclaux E. & Abbassi M. [à paraître] – Chapitre 18. Les rongeurs (*Mammalia, Rodentia*) du Pléistocène supérieur de la grotte du Boquete de Zafarraya.

Barroso Ruíz C., Lumley de M.A., Caparros M. & Verdu Bermejo L. [à paraître] – Chapitre 28. Les restes humains néanderthaliens et *Homo sapiens* de la grotte du Boquete de Zafarraya.

Barroso Ruíz C., Medina Lara F., Onoratini G. & Joris C. [à paraître] – Chapitre 34. Les industries du Paléolithique supérieur (Protoaurignacien, Gravettien et Solutréen) de la grotte du Boquete de Zafarraya.

Barroso Ruíz C., Carmen Castillo Rivas M. Del & Joris C. [à paraître] – Chapitre 36. Les industries néolithiques de la grotte du Boquete de Zafarraya.

Bassinot F. C., D. Labeyrie L., Vincent E., Quidelleur X., Shackleton N. J. & Lancelot Y. [1994] – The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal, *Earth and Planetary Science Letters*, 126, pp. 91-108.

Bassett M. G. [1985] – Towards a «common language» in stratigraphy, *Episodes*, 8, pp. 87-97.

Billard A. [1987] – *Analyse critique des stratotypes quaternaires*, Éditions du CNRS édit., Paris, 144 p.

Bignot G. [2001] – *Introduction à la Micropaléontologie*, Gordon and Breach Science Publish édit., Paris, 258 p.

Blanchin B. [1999] – Datation des niveaux supérieurs du remplissage de la grotte de Madonna

dell'Arma : Application des méthodes du déséquilibre dans les familles de l'uranium (U-Th) et de la résonance de spin électronique (ESR). *Mémoire de D.E.A.*, Institut de paléontologie Humaine, *Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, 38 p.

Bordes F. [1953] – Essai de classification des industries « moustériennes », *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 50, pp. 457-466.

Bouchez R., Ma J.-L., Amossé J., Bruandet J.-F. et Piboule M. [1987] – Résonance paramagnétique électronique (R.P.E). In : Miskovsky J.-C. (Ed), *Géologie de la Préhistoire*, GéoPré édit., Paris, pp. 1111-1123.

Bullock P., Fedoroff N., Jongerius A., Stoops G. & Tursina T. [1985] – *Handbook for the soil thin section description*, Waine research publications, Wolverhampton, 152 p.

Calvini N. [1987] – Bussana nella storia. In : *Bussana. Rinascita di una città morta*, Comune di San Remo, Istituto Geographico De Agostini, Novara, pp. 56-57.

Canals i Salomo A. [1993] – Méthode et techniques archéo-stratigraphiques pour l'étude des gisements archéologiques en sédiment homogène : Application au complexe CIII de la grotte du Lazaret, Nice (Alpes Maritimes), *Thèse de 3ème cycle*, Institut de Paléontologie Humaine, *Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, 124 p.

Cande S. C. & Kent D. V. [1995] – Revised calibration of the geomagnetic polarity timescale for the Late Cretaceous and Cenozoic., *Journ. Geophys. Res.*, 100, pp. 6093-6095.

Cardini L. [1961] – Segnalazione e sopralluogo al nuovo giacimento musteriano della Grotta di Bussana presso Taggia. *Quaternaria*, 5, 1958-1691, pp. 336-337.

Chappell J. et Shackleton N. J. [1986] – Oxygen isotopes and sea level, *Nature*, 324, pp. 137-140.

Chavaillon N., Chavaillon J. & Hours F. [1964] – Une industrie paléolithique du Péloponnèse : le Moustérien de Vassilaki, *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 88, pp. 616-622.

Chavaillon N., Chavaillon J. & Hours F. [1967] – Industries paléolithiques de l'Élide. I - Région d'Amalias, *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 91, pp. 616-622.

Chavaillon N., Chavaillon J. & Hours F. [1969] – Industries paléolithiques de l'Élide. II - Région du Kastro, *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 93, pp. 97-151.

Chevallier-Renaud M.-C. [1982] – Granulométrie des fractions limono-argileuses. In : Miskovsky J.-C. (Ed), *Géologie de la Préhistoire*, GéoPré édit., Paris, pp. 427-437.

Courtin J. & Villa, P. [1987] – [1982] – Une expérience de piétinement. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 79, 4, pp. 116-123.

Courty M.-A., Fédoroff, N. & Guilloré, P. [1987] – Micromorphologie des sédiments

archéologiques. In : Miskovsky J.-C. (Ed), *Géologie de la Préhistoire*, Géoprédit., Paris, pp. 439-477.

Dansgaard W., Johnsen S.J., Clausen H.B., Dahl-Jensen D., Gundestrup N.S., Hammer C.U., Hvidberg C.S., Steffensen J.P., Sveinbjörnsdottir A.E., Jouzel J. & Bond G. [1993] – Evidence for a general instability of past climate from 250-kyr ice-core record, *Nature*, 364, pp. 218-220.

Dansgaard W., Johnsen S.J., Clausen H.B., Dahl-Jensen D., Hammer N. & Oeschger C.U. [1984] – North Atlantic climate oscillation revealed by deep Greenland ice cores. In : Hansenand J. E. & Takahashi T. (Eds), *Climate processes and climate sensitivity*, American Geophysical Union Geophysical Monograph, 29, pp. 288-298.

Darlas A. [1999] – Le Paléolithique de Grèce. In : A.R. Cruz, S. Milliken, L. Oosterbeeck & C. Peretto (Eds) *Human Population Origins in the Circum-Mediterranean Area: Adaptations of the Hunter-Gatherer Groups to Environmental Modifications* *Arkeos*, 5, pp. 19-27.

Darlas A. & Lumley H. de [1995] – Fouilles franco-helléniques de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Péloponnèse), *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 119, pp. 793-798.

Darlas A. & Lumley H. de [1997] – Fouilles franco-helléniques de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Péloponnèse), *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 121, pp. 883-889.

Darlas A. & Lumley H. de [1998] – Fouilles franco-helléniques de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Péloponnèse), *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 122, pp. 655-661.

Darlas A. & Lumley H. de [1999] – Palaeolithic research in Kalamakia Cave, Aréopolis, Peloponnese, in : Bailey G. N., Adam E., Panagopoulou E., Perlès C. & Zachos K. (Eds), *The Palaeolithic Archaeology of Greece and Adjacent Areas, Proceedings of the ICOPAG conference, Ioannina, September 1994*, British School at Athens édit, London, Studies 3, pp. 293-302.

Darlas A. & Lumley H. de [2000] – Fouilles franco-helléniques de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Péloponnèse), *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 124, pp. 659-663.

Darlas A. et Lumley H. de [sous presse] – Fouilles franco-helléniques de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, péloponnèse), *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 125.

Davis, O. K. [consulté le 25/03/2001] – History of Pleistocene study, [*en ligne*], <URL : <http://www.geo.arizona.edu/palynology/geos462/01histplist.html>>.

Debaene G. [1999] – Sedimentologie et stratigraphie du site de la Madonna dell'Arma. *Mémoire de D.E.A.*, Institut de Paléontologie Humaine, *Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, 68 p.

Djerrab A. [2001] – Étude des propriétés magnétiques du remplissage de sites préhistoriques pléistocènes. Contribution à l'étude stratigraphique de leurs dépôts et à leur évolution géochimique post-dépositionnelle., *Thèse de 3ème cycle*, Centre européen de recherches préhistoriques de Tautavel, *Université de Perpignan*, 667 p.

- Djindjian F. [1991]** – *Méthodes pour l'archéologie*, Armand Colin édit., Paris, 406 p.
- Djindjian F. [1999]** – L'extinction tardive des Néandertaliens et l'art rupestre paléolithique. Colloque de Villa Nova de Foz Côa, Portugal (22-24 octobre 1998), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 96, 1, pp. 85-88.
- Dufaure J.-J. [1975]** – *Le relief du Péloponnèse*, Thèse d'État (Université Paris I), 5 vol., 1422 p.
- Elorza J. J., García-Dueña V., González-Donoso J. M., L. Martín-García & Matas González J. [1978]** – *Carte géologique d'Espagne au 1:50 000, feuille de Zafarraya*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Emiliani C. [1955]** – Pleistocene temperatures. *Journal of Geology*, 63, pp. 538-578.
- Evin J. [1987]** – Carbone 14. In : Miskovsky J.-C. (Ed), *Géologie de la Préhistoire*, GéoPré édit., Paris, pp. 1041-1060.
- Farizy [1988]** – Moustérien. In : Leroi-Gourhan A. (Ed), *Dictionnaire de la Préhistoire*, Presses Universitaires de France édit., Paris, pp. 749-750.
- Fitzpatrick E. A. [1993]** – *Soil microscopy and micromorphology*, John Wiley & Sons édit., Chichester, 304 p.
- Franchi S. & Cozzolino F. [1928]** – *Carte géologique d'Italie au 1:50 000, feuille de San Remo (102)*. R. Ufficio Geologico d'Italia.
- Gardeisein A., Trantalidou K. & Darlas A. [1999]** *Faunal remains from Kalamakia cave (Peloponnese, Greece)*. In : A.R. Cruz, S. Milliken, L. Oosterbeeck & C. Peretto (Eds) *Human Population Origins in the Circum-Mediterranean Area: Adaptations of the Hunter-Gatherer Groups to Environmental Modifications* *Arkeos*, 5, pp. 111-120.
- Geraads D. [1997]** – La grande faune associée aux derniers Néanderthaliens de Zafarraya (Andalousie, Espagne). Systématique et essai d'interprétation. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, pp. 725-731.
- Girard D. [1987]** – Pollens, spores. In : Miskovsky J.-C. (Ed), *Géologie de la Préhistoire*, GéoPré édit., Paris, pp. 587-617.
- Grousset F. [2001]** – Les changements abrupts du climat depuis 60.000 ans, *Quaternaire*, 12, 4, pp. 203-211.
- Guérin C. [1982]** – Première biozonation du Pléistocène européen, principal résultat biostratigraphique de l'étude des Rhinocerotidae (*Mammalia, Perissodactyla*) du Miocène terminal au Pléistocène supérieur d'Europe occidentale, *Geobios*, 15, 4, pp. 593-598.
- Guérin C., Mourer-Chauviré C., Ballesio R., Faure M. & Debard E. [1983]** – Biostratigraphie comparée des faunes de grands mammifères et d'oiseaux du Pléistocène moyen et supérieur en

Europe occidentale et en URSS d'Europe, *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 2/3, pp. 133-144.

Guérin C. & Patou-Mathis M. Eds [1996] – *Les grands mammifères Plio-Pleistocènes d'Europe*. Collection *Préhistoire*, Masson édit., Paris, 291 p.

Guilloré P. [1985] – *Méthode de fabrication mécanique et en série de lames minces*, Département des Sols, Institut National Agronomique, p. 22.

Hadjouis A. [1987] – Granulométrie des fractions sableuses. In : Miskovsky J.-C. (Ed), *Géologie de la Préhistoire*, GéoPré édit., pp. 413-426.

Harris E. C. [1975] – The stratigraphic sequence : A question of time. *World Archaeology*, 11, pp. 109-121.

Harris E. C. [1979] – *Principles of Archaeological Stratigraphy*, *Studies in archaeological science*, Academic Press édit., London and San Diego, 13, 136 p.

Harvati K. & Delson E. [1999] – Conference report : Paleoanthropology of the Mani Peninsula (Greece), *Journal of Human Evolution*, 36, pp. 343-348.

Heinrich H. [1988] – Origin and consequences of cyclic ice rafting in the northeast Atlantic ocean during the past 130,000 years, *Quaternary Research*, 29, pp. 142-152.

Hilaire-Marcel C., Carro C., Causse C., Goy J. L. & Zazo C. [1986] – Th/U dating of *Strombus bubonius*-bearing marine terraces in southeastern Spain. *Geology*, 14, pp. 613-616.

Holtzapffel T. [1986] – Minéraux argileux lattés : les smectites du domaine atlantique, *Thèse de 3ème cycle*, Université d'Angers, 74 p.

Hublin J.-J. [1994] – The Zafarraya Mousterian Site. New Evidence on the Comparaneity of Modern Humans and Neanderthals in Southwestern Europe. *Palaeoanthropology Society. 3rd Annual Meeting*, Anaheim, California (april, 19-20), Abstracts, pp. 7-8.

Hublin J.-J., Barroso Ruíz C., Medina Lara P., Fontugne M. & Reyss J.-L. [1995] – The Mousterian site of Zafarraya (Andalucía, Spain) : dating and implications on the palaeolithic peopling processes of Western Europe. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 321, série IIa, pp. 931-937.

Hublin J.-J. & Barroso Ruíz C. [1997] – De Néandertal à Cro-Magnon. Des Hommes de Néandertal vivaient encore en Espagne il y a 30 000 ans. *Pour la Science*, 231bis, pp. 14.

Imperatori L. [1960] – Le gisement tyrrhénien de Portarakia dans le Péloponnèse méridional, *PAA*, 40, pp. 315-329.

Isetti G., Lumley H. de & Miskovsky J.-C. [1962] – Il giacimento musteriano della grotta dell'Arma presso Bussana (San Remo). *Rivista di Studi Ligures*, 28, 1-4, pp. 5-116.

- Issel A. [1908]** – Liguria preistorica, *Atti della Soc. Ligure di Storia Patria*, 40, pp. 765.
- Issel A. [1914]** – Lembi fossiliferi quaternari e recenti nella Sardegna meridionale. *R.C. Acad. Lincei*, 5, 23, pp. 759-770.
- Keraudren B. [1970]** – Les formations quaternaires marines de la Grèce, *Bulletin du Musée d'Anthropologie préhistorique de Monaco*, 16 (1970), pp. 1-153 ; 17 (1971), pp. 87-169 ; 18 (1972), pp. 245-279.
- Keraudren B., Dalongeville R., Bernier P., Caron V. & Renault-Miskovsky J. [2000]** – Le Pléistocène supérieur marin (Tyrrhénien) en Crète nord-orientale (Grèce). *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 3, pp. 177-190
- Kourtessi-Philippakis G. [1986]** – *Le Paléolithique de la Grèce continentale*, Publications de la Sorbonne édit., Paris, p. 268.
- Lalou C. [1987]** – Déséquilibres radioactifs dans la famille de l'uranium. In : Miskovsky J.-C. (Ed), *Géologie de la Préhistoire*, GéoPré édit., Paris, pp. 1073-1085.
- Laplace-Jauretche G. & Méroc L. [1954]** – Application des coordonnées cartésiennes à la fouille d'un gisement, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 51, 1-2, pp. 58-66.
- Larqué P. [1987]** – Diffractométrie, minéralogie de la fraction argileuse. In : Miskovsky J.-C. (Ed), *Géologie de la Préhistoire*, GéoPré édit., Paris, pp. 519-540.
- Laurent M. [1993]** – Datation par résonance de spin électronique (ESR) de quartz de formations quaternaires : Comparaison avec le paléomagnétisme, *Thèse de 3ème cycle*, Institut de Paléontologie Humaine, *Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, 104 p.
- Lebreton V. [1997]** – Étude palynologique des remplissages Pléistocène supérieur de l'Abri Mochi (Baoussé Rousse - Grimaldi - Ligurie italienne) et de la grotte de Kalamakia (Aréopolis - Grèce), *Mémoire de D.E.A., Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, 60 p.
- Lebreton V. [1999]** – Palynological analyses from Kalamakia Cave (Greece) and Ca' Beveldere di Monte Pogiolo (Italy). In : A.R. Cruz, S. Milliken, L. Oosterbeeck & C. Peretto (Eds) *Human Population Origins in the Circum-Mediterranean Area: Adaptations of the Hunter-Gatherer Groups to Environmental Modifications* *Arkeos*, 5, pp. 85-100.
- Lecervoisièr B. [1996]** – Contribution à l'étude stratigraphique et sédimentologique de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Grèce), *Mémoire de D.E.A., Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, 30 p.
- Lecervoisièr B. [1999]** – Micromorphology and geochemical analysis of units I & III of kalamakia Cave (Laconia, Greece). In : A.R. Cruz, S. Milliken, L. Oosterbeeck & C. Peretto (Eds) *Human Population Origins in the Circum-Mediterranean Area: Adaptations of the Hunter-Gatherer Groups to Environmental Modifications* *Arkeos*, 5, pp. 53-62.
- Leroi-Gourhan A., Chavaillon N. & Chavaillon J. [1963a]** – Premiers résultats d'une prospection

de divers sites préhistoriques en Élide occidentale, *Annales Géologiques des Pays Helléniques*, 14, pp. 324—329.

Leroi-Gourhan A., Chavaillon N. et Chavaillon J. [1963b] – Paléolithique du Péloponnèse, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 60, pp. 249-265.

Lumley H. de & Darlas A. [1994] – Grotte de Kalamakia (Aréopolis, Péloponnèse), *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 118, pp. 535-558.

Lumley H. de & Darlas A. [1996] – Fouilles Franco-Helléniques de la grotte de Kalamakia en 1995, *Bulletin de Correspondance Hellénique*, 120, pp. 1041-1047.

Lumley H. de [1976] – Cadre chronologique absolu, paléomagnétisme, chronologie paléontologique et botanique, esquisse paléoclimatique, séquences culturelles. In : Lumley H. de (Ed), *La Préhistoire française*, Éditions du CNRS édit., Paris, t. 1, pp. 5-23.

Lumley-Woodyear H. de [1969] – Le Paléolithique inférieur et moyen du Midi méditerranéen dans son cadre géologique. V^e supplément à *Gallia Préhistoire*, t. 1, Ligurie-Provence, p. 463.

Lupi A. [1894] – Nota preliminare sopra una nuova caverna della Liguria, *Atti della Soc. Liguria di Sc. Nat. e Geog.*, 5, 5, pp. 3-12.

Medina Lara F. [1984] – Los niveles musterienses de la cueva del Boquete de Zafarraya. *Memoria de Licenciatura*, Departamento de Prehistoria y Arqueología, *Universidad de Málaga*, 316 p.

Mange M. A. & Maurer F.W. [1992] – *Heavy Minerals in Colour*, Chapman & Hall édit., London, 147 p.

Medina Lara F., Barroso Ruíz C., Sanchidrian Torti J. L. & Ruiz Bustos A. [1986] – Avance al estudio de los niveles musterienses de la cueva del Boquete de Zafarraya, Alcaucín, Málaga (Excavaciones de 1981-83). In : *Homenaje a Luis Siret (1934-1984)*, Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía. Dirección General de Bellas Artes édit., 9, pp. 94-105.

Meignen L. [1989] – L'évolution buissonnante des industries selon François Bordes. In : Mohen J.-P. (Ed), *Le Temps de la Préhistoire t. 1.*, Archeologia édit., Dijon, pp. 28-30.

Mercier J.-L., Sorel D., Lalechos S. & Keraudren B. [1993] – The tectonic regimes along the convergent border of the aegean arc from the late Miocene to the present ; Southern Peloponnesus as an example. In : Boschi E., Mantovani E. & Morelli A. (Eds), *Recent evolution and seismicity of the mediterranean region*, NATO ASI Series édit., s. C, 402, pp. 141-160.

Michel V., Bard E., Delanghe D., El Mansouri M., C. Falgueres, P. Pettit, Yokoyama Y. & Barroso Ruíz C. [à paraître] – Chapitre 10. Géochronologie du remplissage de la grotte du Boquete de Zafarraya.

Milankovitch M. [1938] – Die chronologie des pleistozans, *Bull. Acad. Nat. Sci. Math.*, Belgrade,

4, pp. 49.

Miskovsky J.-C. [1972] – *Le quaternaire du midi méditerranéen*. Études quaternaires 3, Université de Provence édit., p. 332.

Miskovsky J.-C. [1987] – Le cadre de vie de l'Homme conditionné par les phénomènes géologiques. In : Miskovsky J.-C. (Ed), *Géologie de la Préhistoire*, GéoPré édit., Paris, pp. 73-85.

Mohen J.-P. Ed. [1989] – *Le Temps de la Préhistoire t.1*, Archeologia édit., Dijon, 520 p.

Papadea [1997] – Contribution à l'étude de l'industrie lithique de la grotte de Madonna dell'Arma (Ligurie-Italie). *Mémoire de D.E.A.*, Institut de Paléontologie Humaine, *Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris, 66 p.

Papavassiliou C. [1984] – *Geological Map of Greece, 1:50.000, Mavrovounion-Aréopolis-Yerolimion Sheet.*, Intitute of Geology and Mineral Exploration édit.

Parfenoff A., Pomerol C. & Tourenq J. [1970] – *Les minéraux en grains. Méthodes d'étude et détermination*, Masson et Cie. édit., Paris, 578 p.

Pasini G. & Calalongo M. L. [1997] – The Pliocene-Pleistocene boundary-stratotype at Vrica, Italy. In : Van Couvering J. A. (Ed), *The Pleistocene boundary and the beginning of the Quaternary*, Cambridge University Press édit., Cambridge, pp. 15-45.

Penck A & Brückner E. [1906] – *Les Alpes françaises à l'époque glaciaire*. In : *Die alpen im eiszeitalter*, Chr. -Herm. Tauchnitz édit., Leipzig, pp. 111-260.

Perlès C. [1987] – *Les industries lithiques taillées de Franchthi (Argolide, Grèce). Tome I, Présentation générale et industries paléolithiques*, Jacobsen T. W. (Ed), Excavations at Franchthi Cave, Greece - Fasc. 3, , Indiana University Press édit., Bloomington & Indianapolis, 355 p.

Pitsios T. K. [1979] – Παλαιοανθρωπολογικά ευρήματα της Μέσα Μάνης. *Άνθρωπος*, 6, pp. 98-105.

Reisch L. [1976] – Beobachtungen an vogelknochen aus dem spätpleistozän der höhle von Kephalaria (Argolis, Griechenland), *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 6, 4, pp. 261-265.

Richmond G. M. [1996] – *The INQUA-approved provisional Lower-Middle Pleistocene boundary*. In : Turner C. (Ed), *The early Middle-Pleistocene in Europe*, Balkema édit., Rotterdam, pp. 319-327.

Rodríguez-Vidal J., M. Cáceres L. & Rodríguez-Ramírez A. [à paraître] – Chapitre 4. Contexte géologique de la région du Boquete de Zafarraya.

Rovereto G. [1939] – Liguria Geologica. *Memorie della Societa Geologica Italiana*, Roma, 2.

Shackleton N. J. [1988] – Oxygen isotopes, ice volume and sea level. *Quat. Sci. Rev.*, 6, pp. 183-190.

- Sorel D., Melo V., Tagari D. & Keraudren B. [1992]** – Découverte de nouveaux replats littoraux transgressifs étagés d'âge pliocène-pléistocène inférieur dans le Nord-Ouest de l'arc égéen (Grèce et Albanie) : Intérêt géodynamique, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 314, série II, pp. 1074-1083.
- Stearns C.-E. & Thurber D.-L. [1967]** – *The $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ dates of late pleistocene marine fossils from the mediterranean and moroccan littorals*. In : *Progress in Oceanography*, Pergamon Press édit., Oschard & New-York, 4: The Quaternary History of the Ocean Basins, pp. 293-305.
- Straus L. G. [1994]** – Upper Paleolithic origins and radiocarbon calibration : More new evidence from Spain. *Evolutionary anthropology*, 2, 6, pp. 195-198.
- Stringer C. & Gamble C. [1993]** – *In search of the Neanderthals. Solving the puzzle of Human origins*. Thames and Hudson édit., London, 247 p.
- Thiébaud F. [1982]** – Évolution géodynamique des Hellénides externes en Péloponnèse méridional (Grèce), *Soc. géol. du Nord*, 6, pp. 574.
- Thiébaud S. & Vernet J.-L. [1987]** – *Macro-restes*. In : Miskovsky J.-C. (Ed), *Géologie de la Préhistoire*, GéoPré édit., Paris, pp. 619-635.
- Tourenq J. [2002]** – *Minéraux lourds*. In : Miskovsky J.-C. (Ed), *Géologie de la Préhistoire*, GéoPré édit., Paris, pp. 556-569.
- Underwood M. B. & Pickering K. T. [1996]** – Clay-mineral. Provenance, sediment dispersal patterns and mudrock diagenesis in the Nankai accretionary prism, southwest Japan. *Clays mineralogy*, 44, 3, pp. 339-356.
- Van Couvering J. A. (Ed) [1997]** – *The Pleistocene boundary and the beginning of the Quaternary*, World and regional geology 9, Cambridge University Press édit., Cambridge, 296 p.
- Vera J. A. [1969]** – Estudio geológico de la zona subbetica en la transversal de Loja y sectores adyacentes. *Mem. Instituto Geológico y Minero de España*, 72, 191 p.
- Voinchet P. & Darlas A. [1999]** *Dating stratigraphic levels in Kalamakia cave (Greece) by the uranium series and electron spin resonance methods*. In : A.R. Cruz, S. Milliken, L. Oosterbeeck & C. Peretto (Eds) *Human Population Origins in the Circum-Mediterranean Area: Adaptations of the Hunter-Gatherer Groups to Environmental Modifications*, *Arkeos*, 5, pp. 45-51.
- Waechter J. d'A [1964]** – The excavation of Gorham's Cave, 1951-54. *Bull. of Institute of Archaeology*, 4, pp. 189-221.
- Wattez J. [1992]** – Dynamique de formation des structures de combustion de la fin du Paléolithique au Néolithique moyen. Approche méthodologique et implications culturelles, *Thèse de 3ème cycle, Université Paris I*, 438 p.

P L A N C H E S



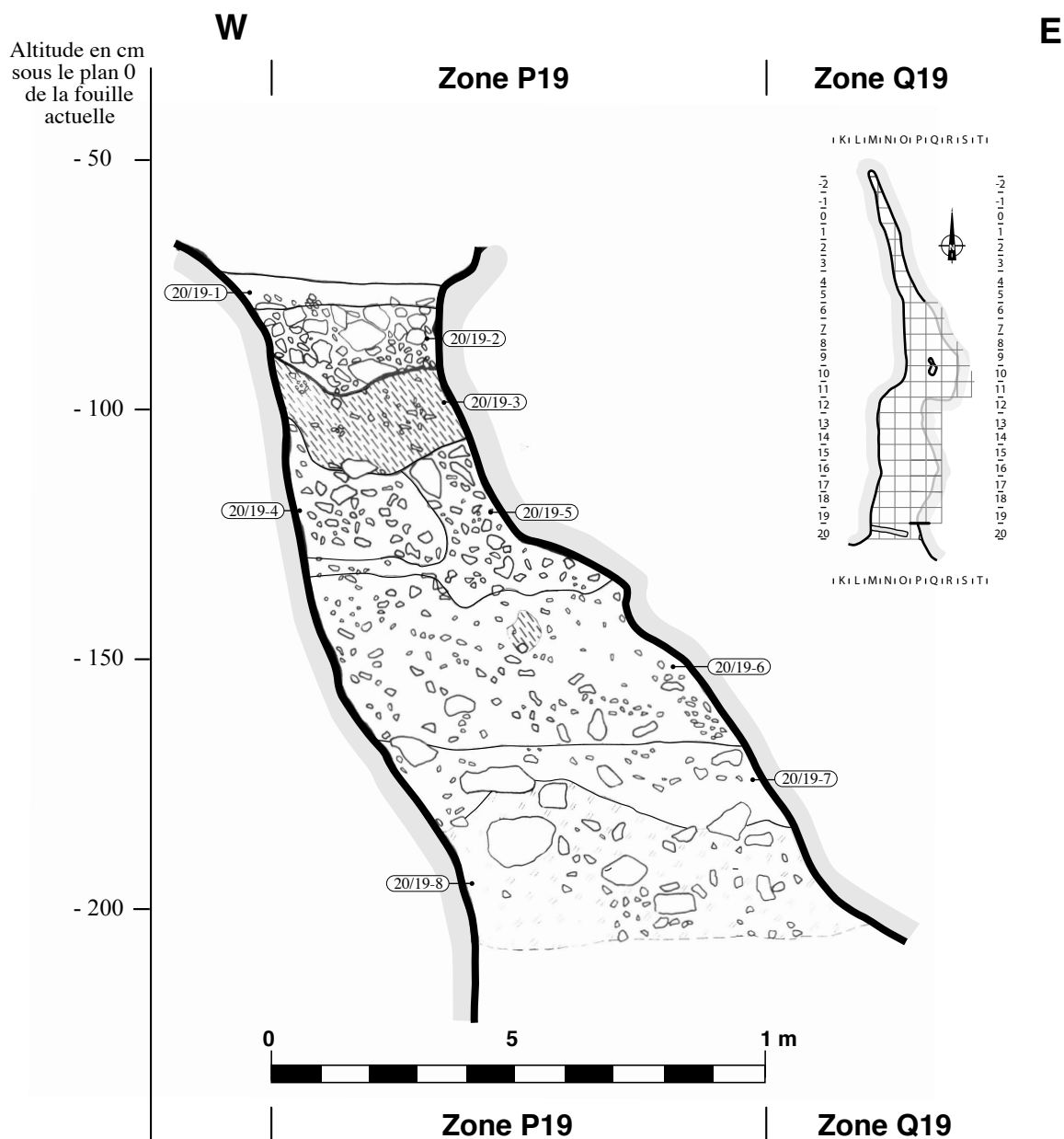


Planche 3-1 : Coupe stratigraphique transversale 20/19 dans les bandes O, P et Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

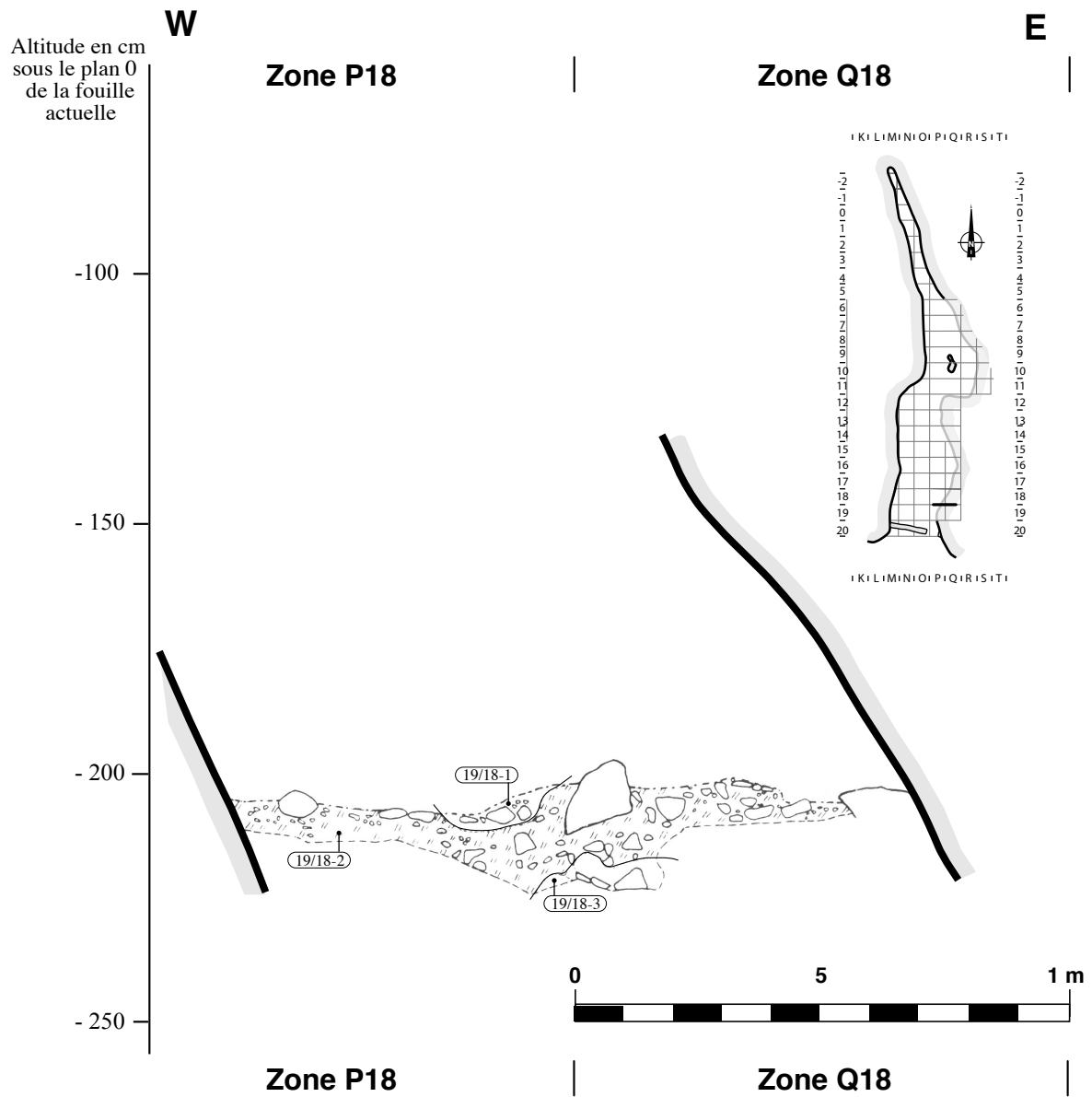


Planche 3-2 : Coupe stratigraphique transversale 19/18 dans les bandes P et Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

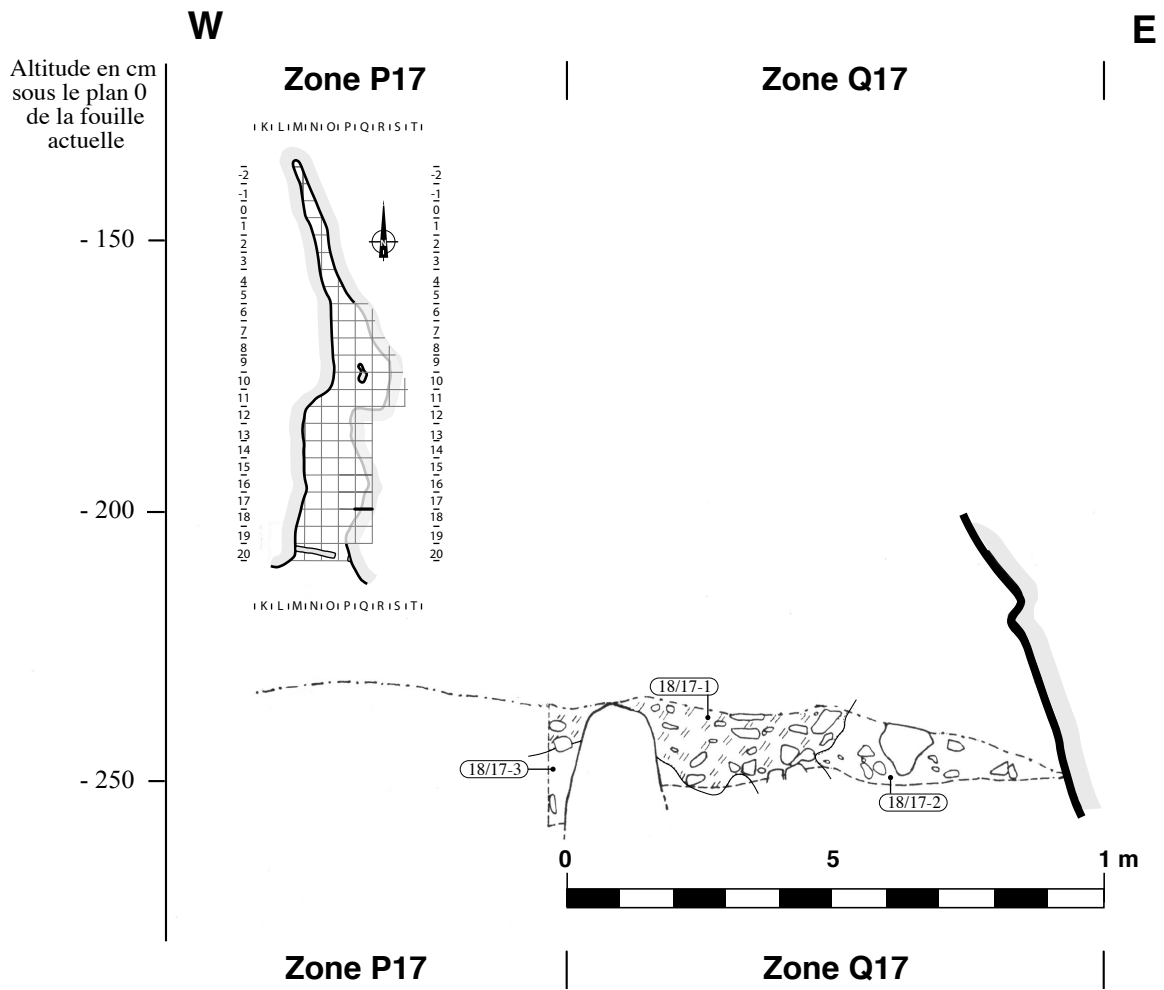


Planche 3-3 : Coupe stratigraphique transversale 18/17 dans la bandes Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

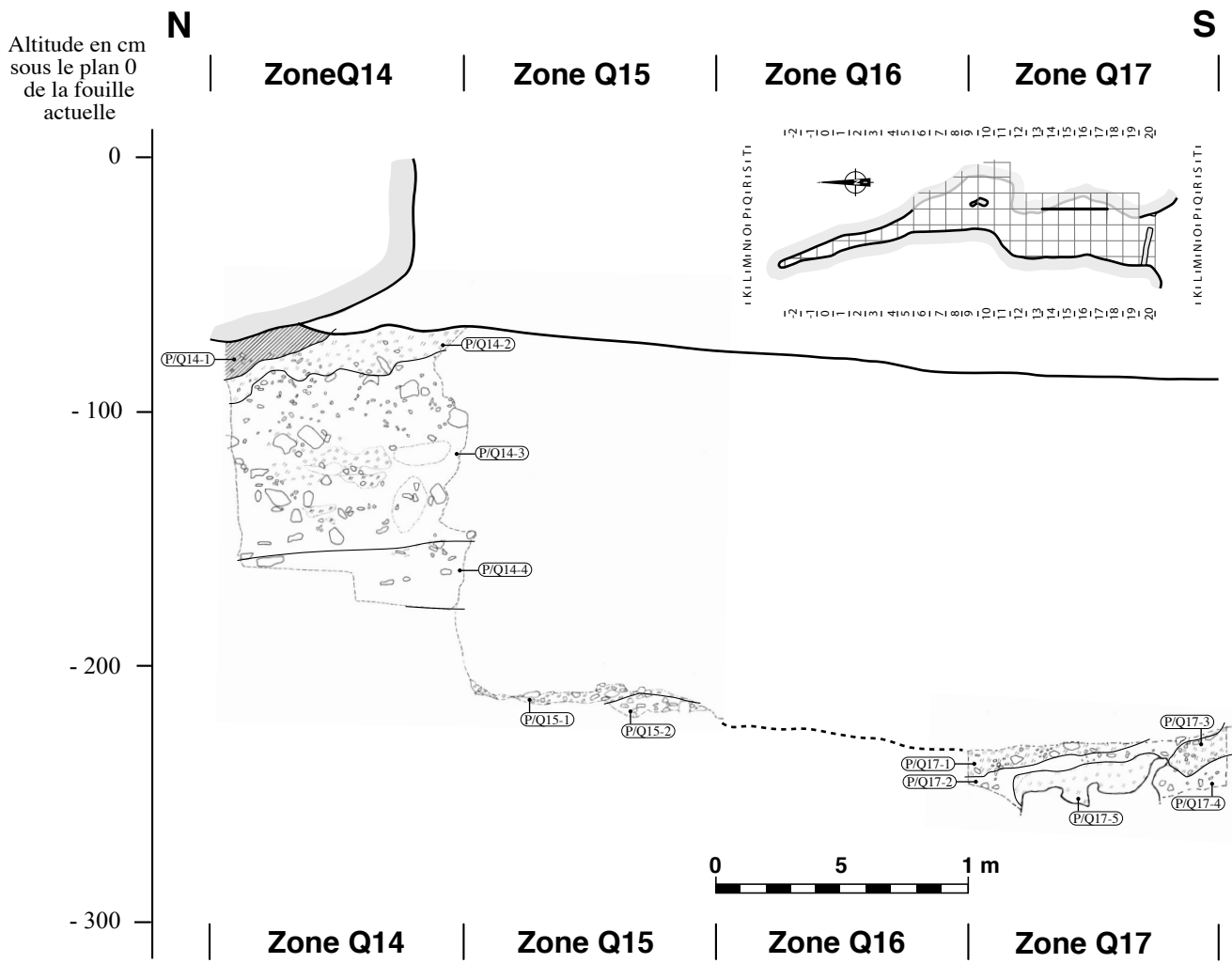


Planche 3-4 : Coupe stratigraphique transversale P/Q dans les bandes 14, 15, 16 et 17 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

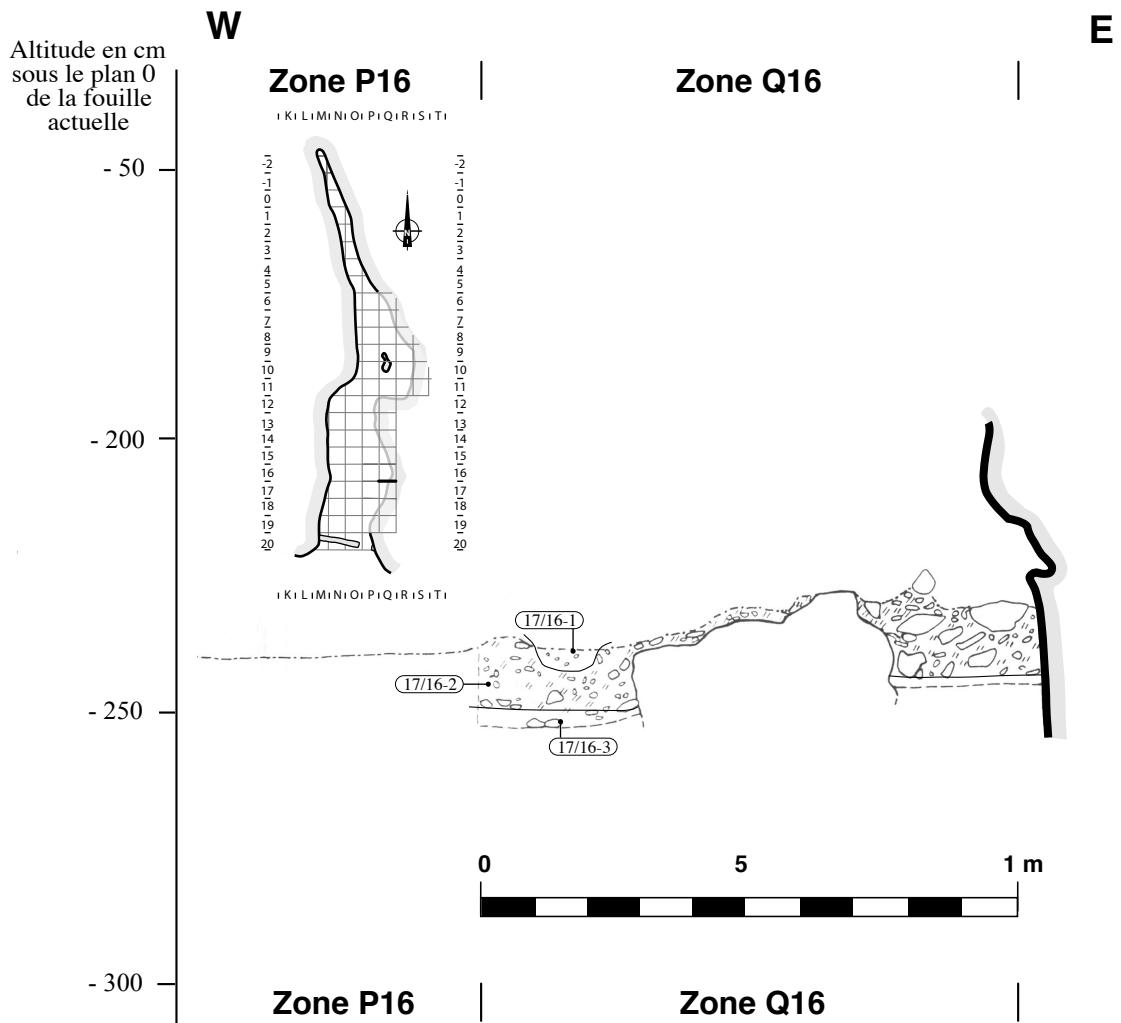


Planche 3-5 : Coupe stratigraphique transversale 17/16 dans la bande Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

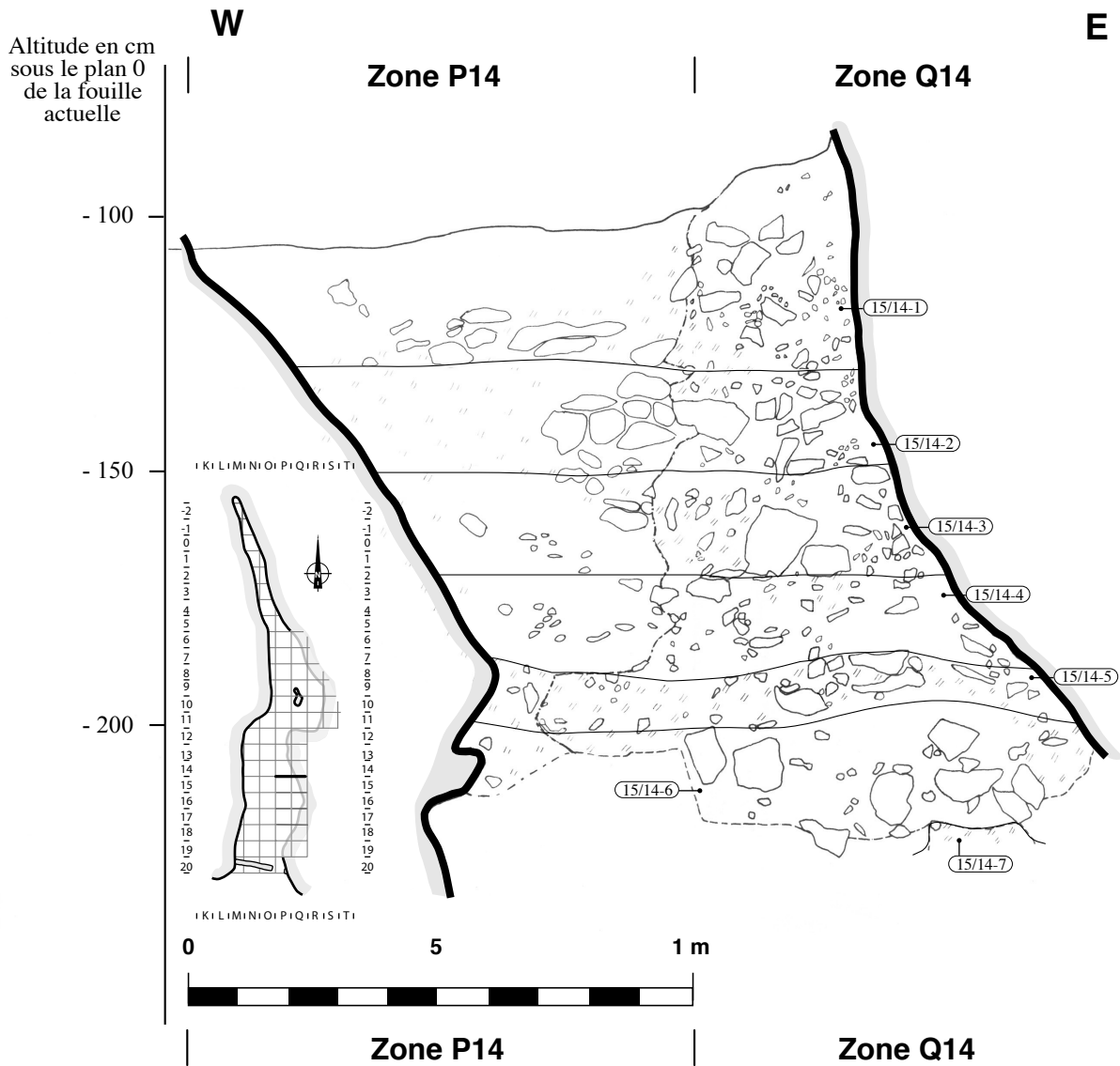


Planche 3-6 : Coupe stratigraphique transversale 15/14 dans les bandes P et Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

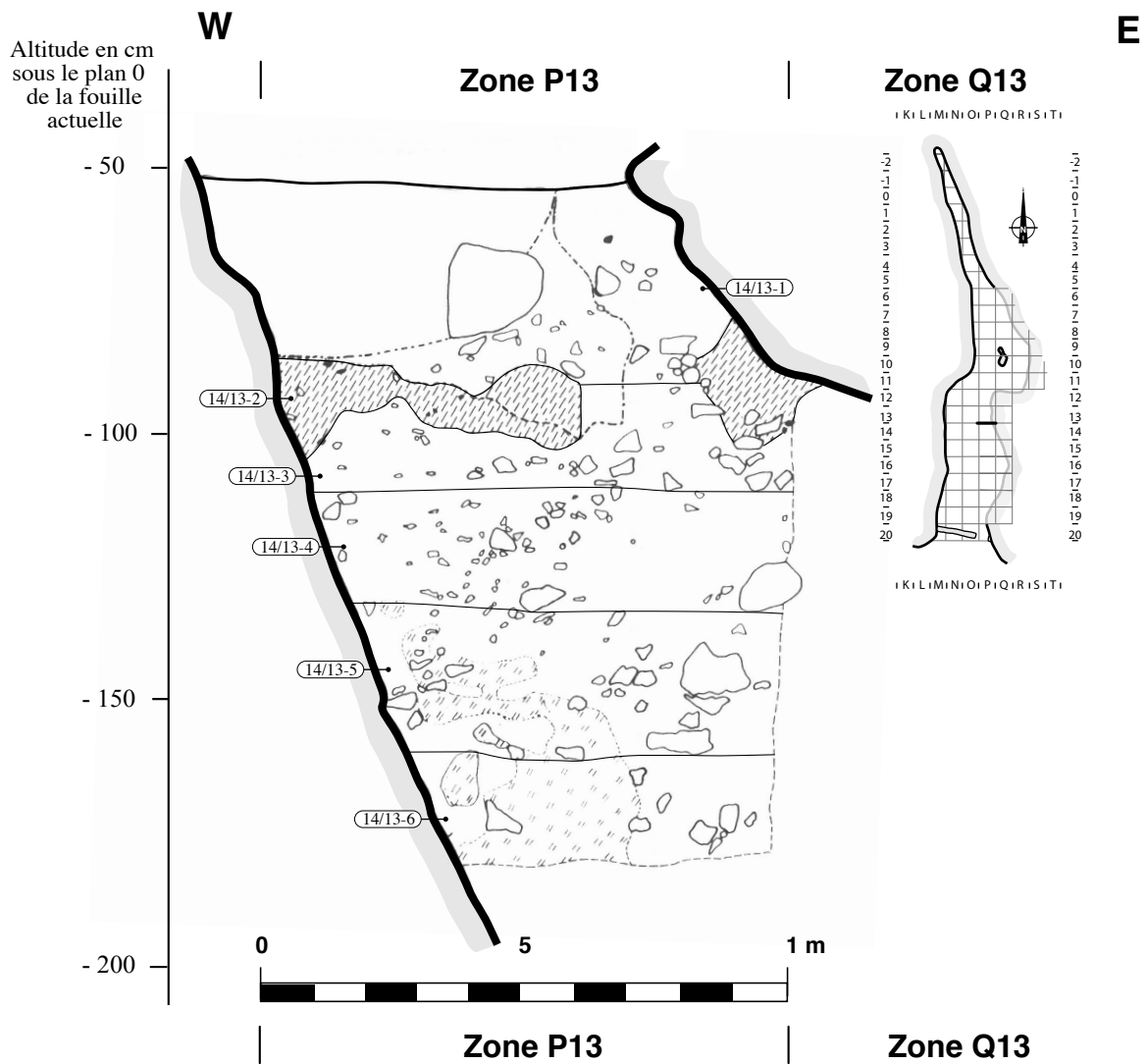


Planche 3-7 : Coupe stratigraphique transversale 14/13 dans la bande P de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

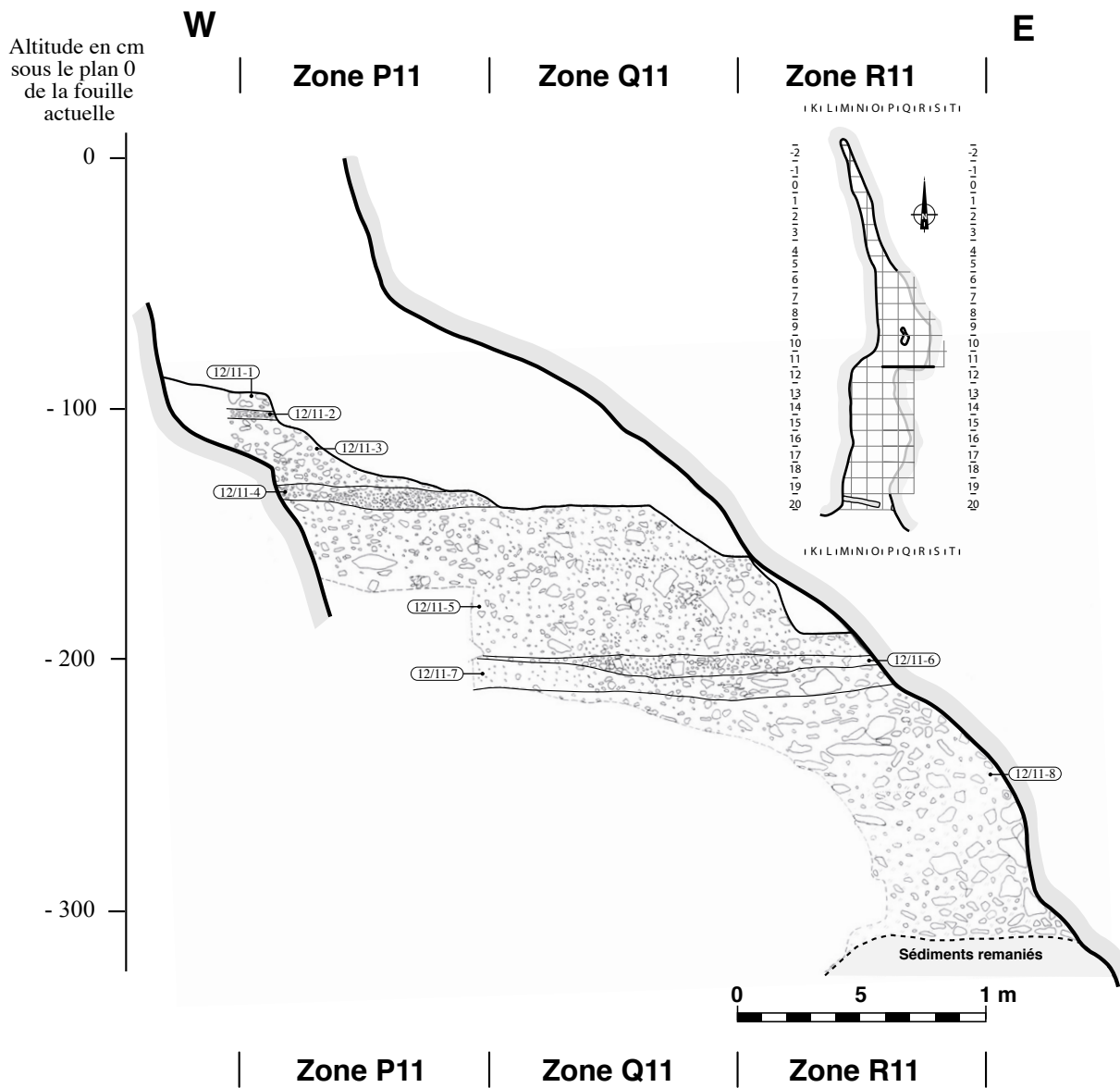


Planche 3-8 : Coupe stratigraphique transversale 12/11 dans les bandes P, Q et R de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

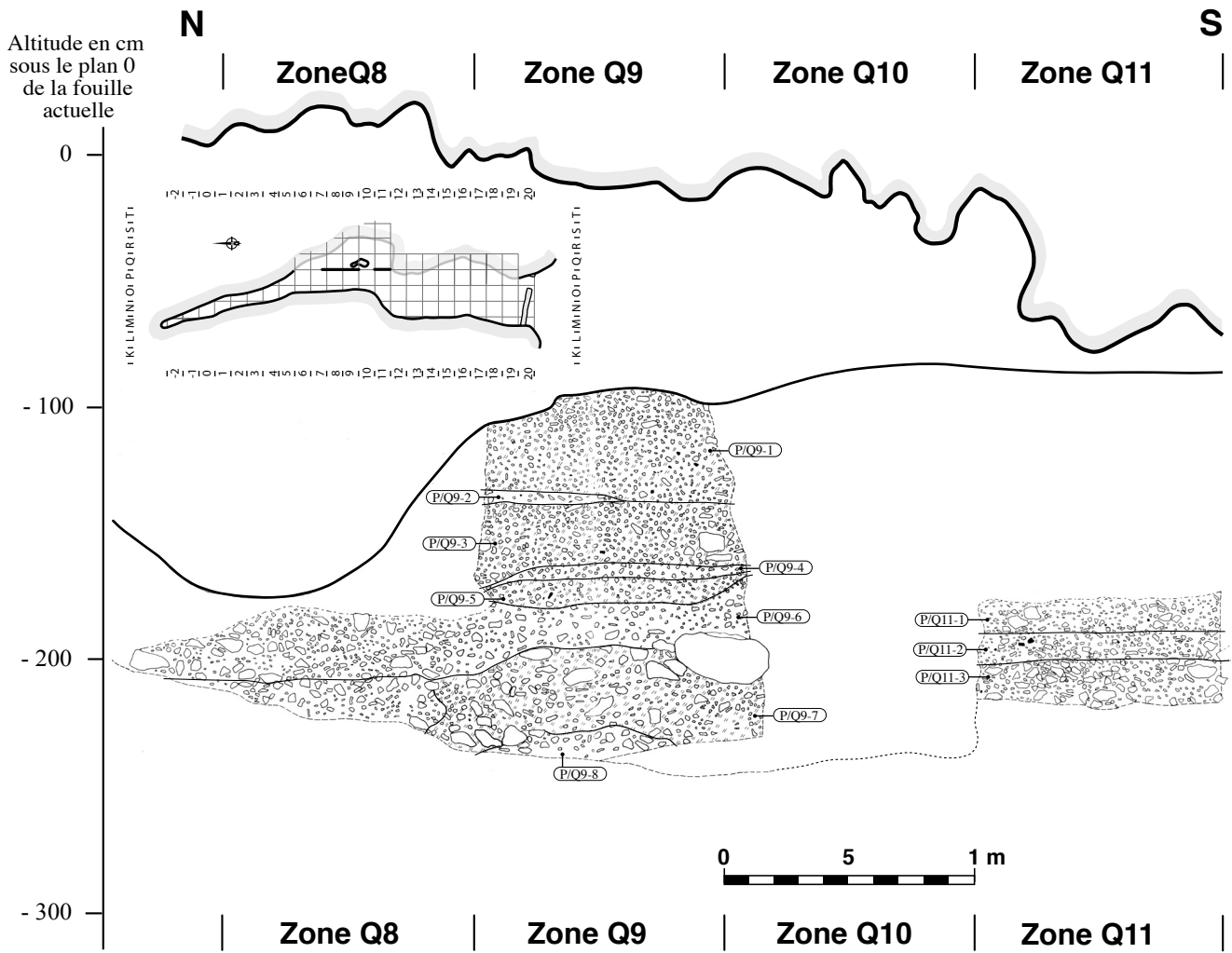


Planche 3-9 : Coupe stratigraphique transversale P/Q dans les bandes 8, 9, 10 et 11 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

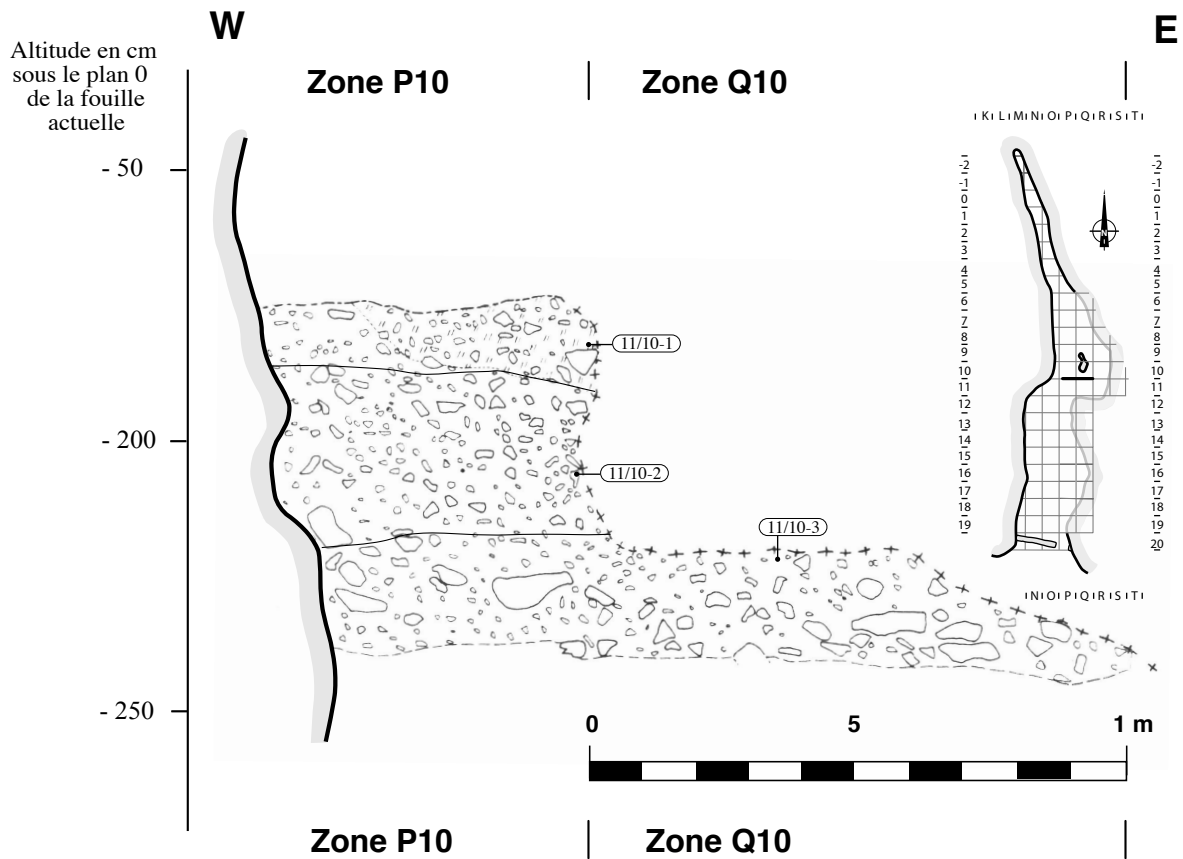


Planche 3-10 : Coupe stratigraphique transversale 11/10 dans les bandes P et Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

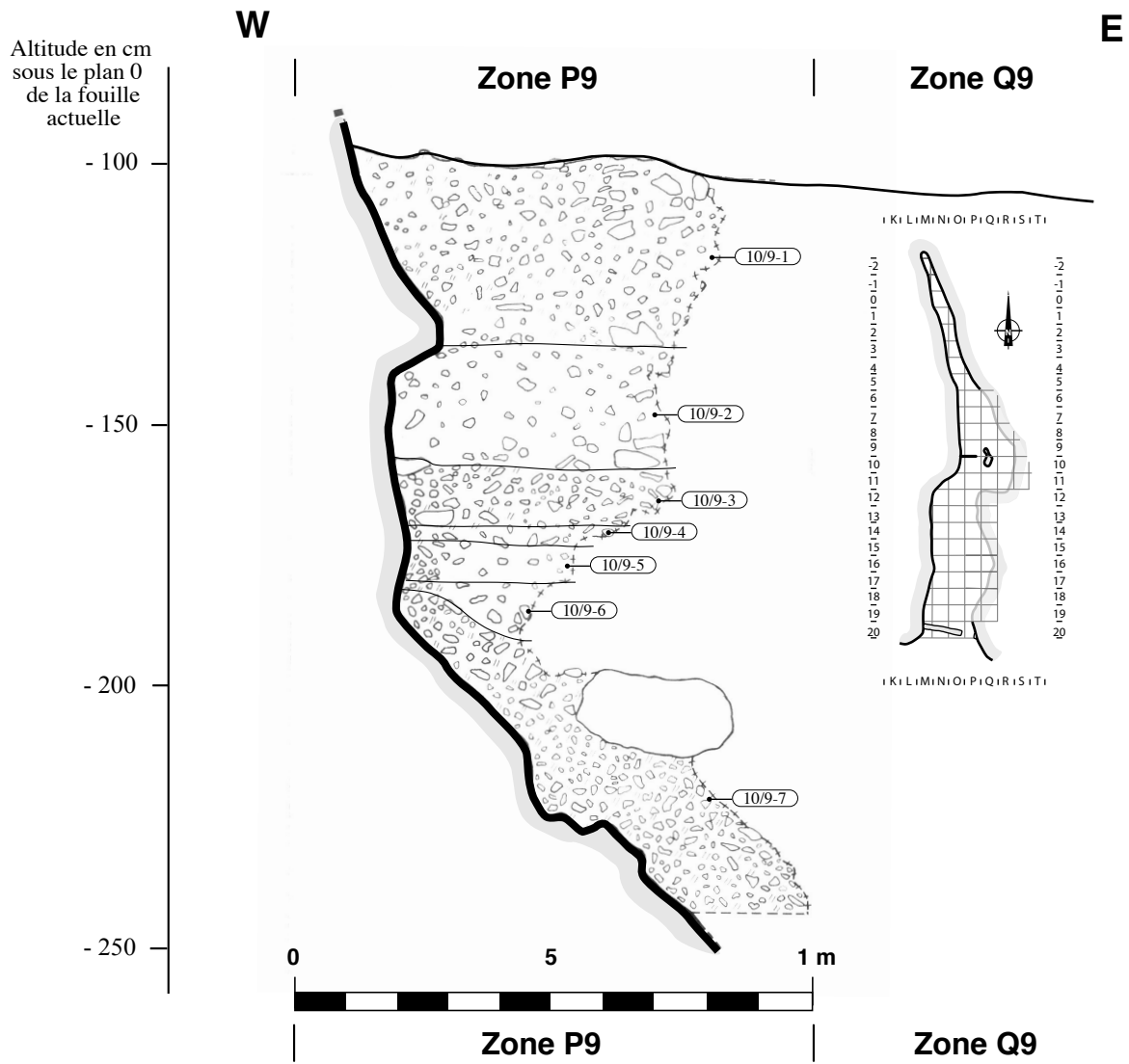


Planche 3-11 : Coupe stratigraphique transversale 10/9 dans la bannes P et Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

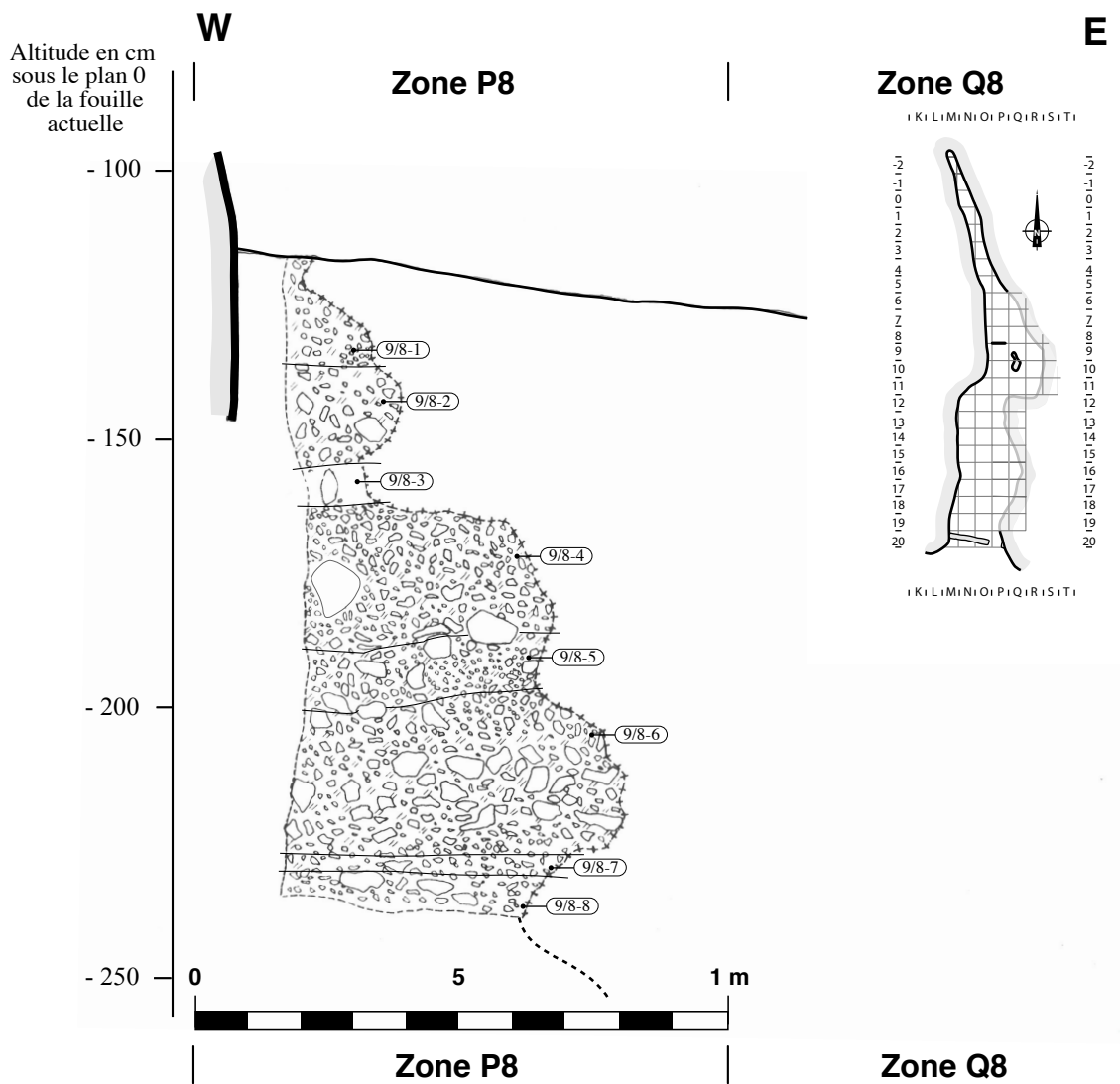


Planche 3-12 : Coupe stratigraphique transversale 9/8 dans la bande P de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

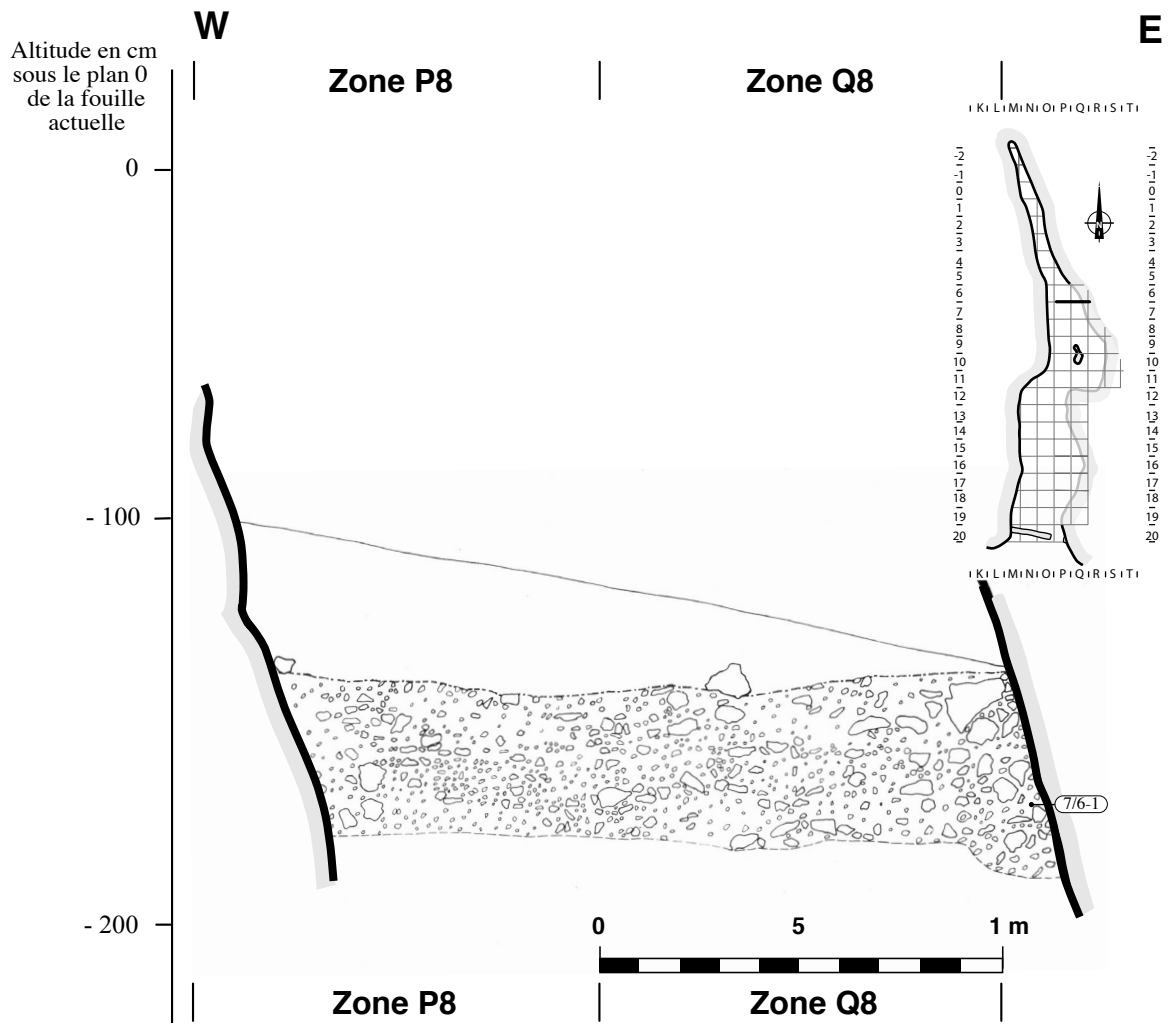


Planche 3-13 : Coupe stratigraphique transversale 7/6 dans les bandes P et Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

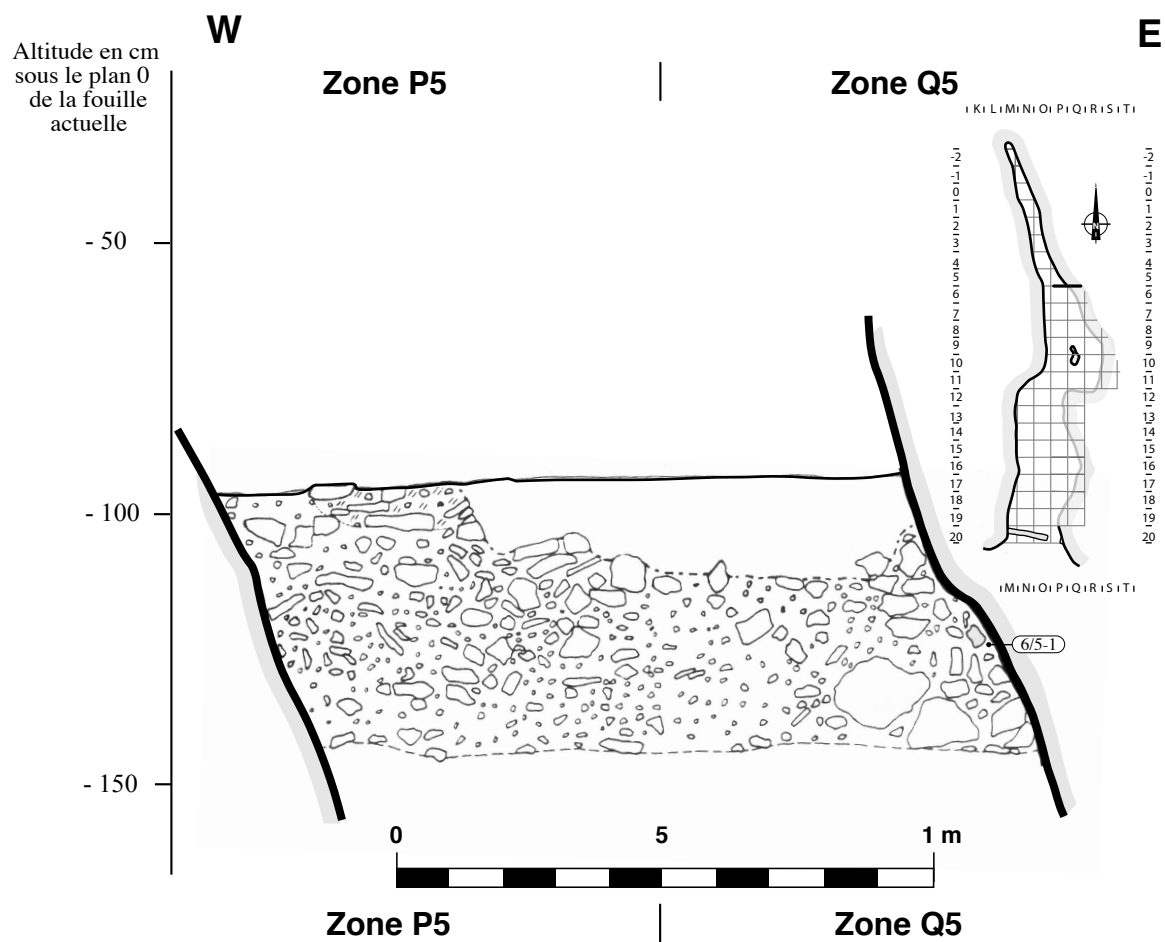


Planche 3-14 : Coupe stratigraphique transversale 6/5 dans les bandes P et Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

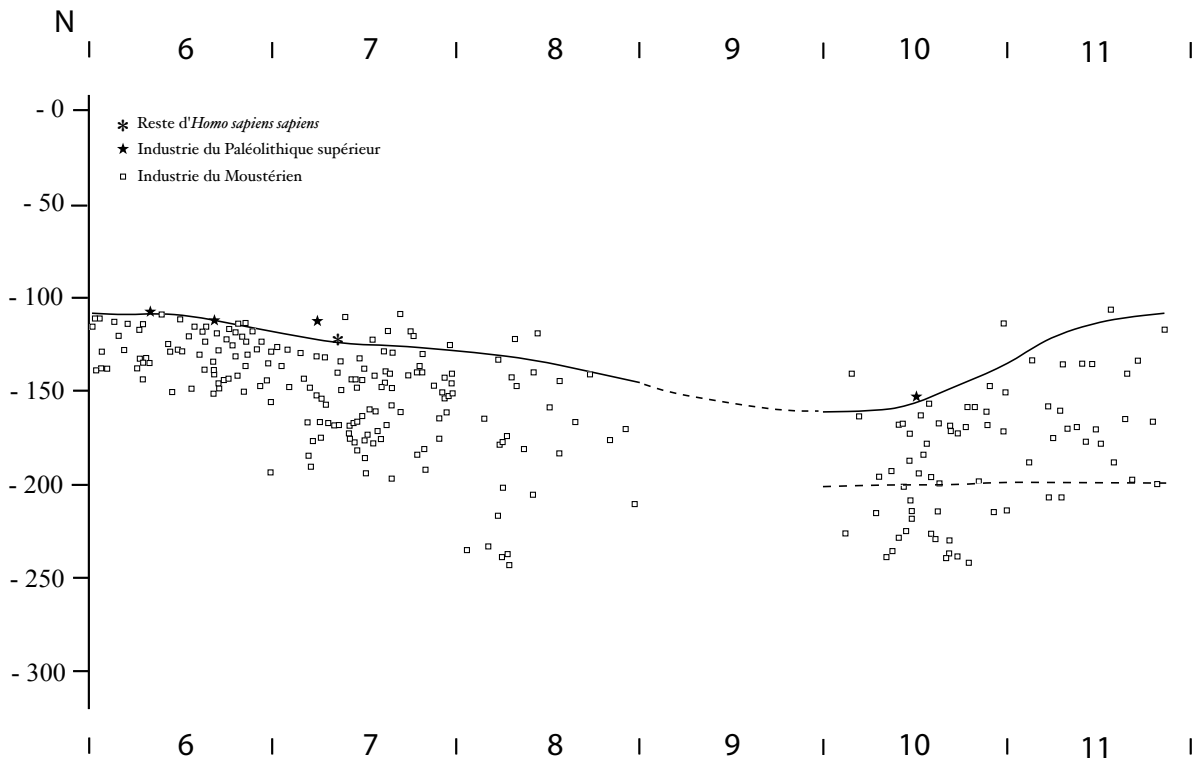


Planche 3-15 : Profil archéostratigraphique longitudinal des pièces lithiques et des restes d'*Homo sapiens sapiens* des bandes 6 à 11 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

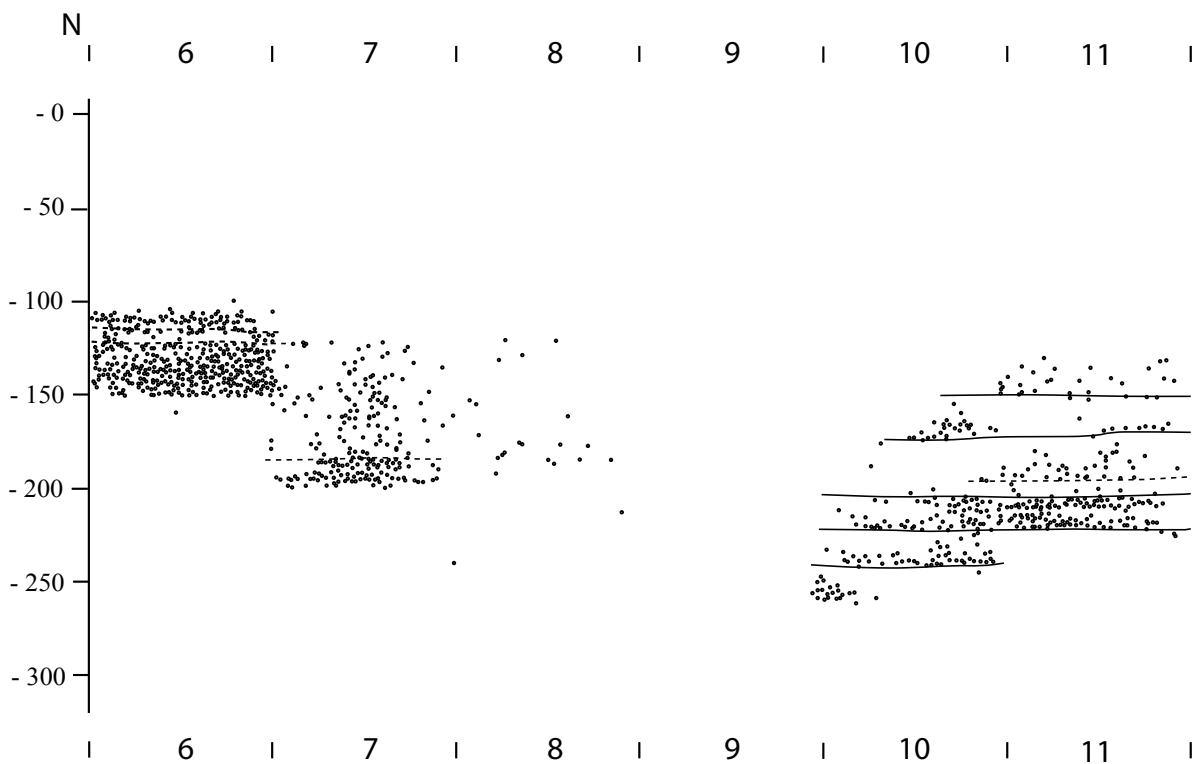


Planche 3-16 : Profil archéostratigraphique longitudinal des pierres des bandes 6 à 11 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)

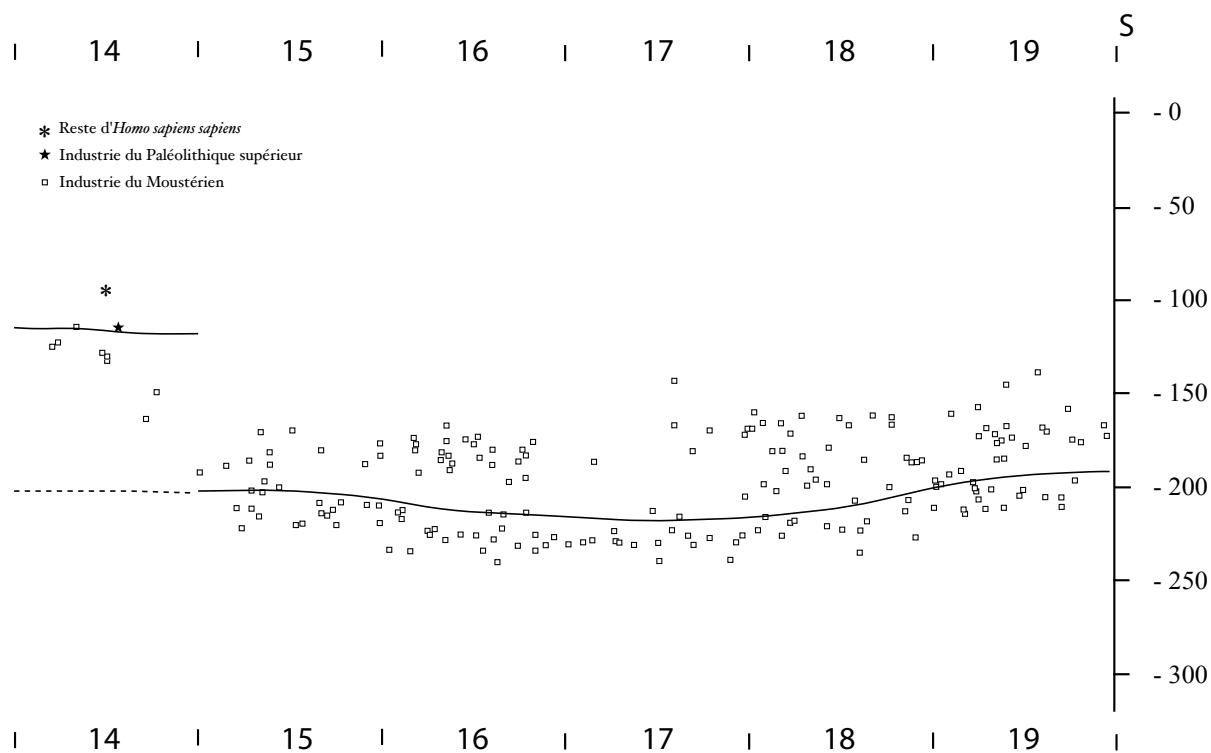


Planche 3-17 : Profil archéostratigraphique longitudinal des pièces lithiques et des restes d'*Homo sapiens sapiens* des bandes 14 à 19 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

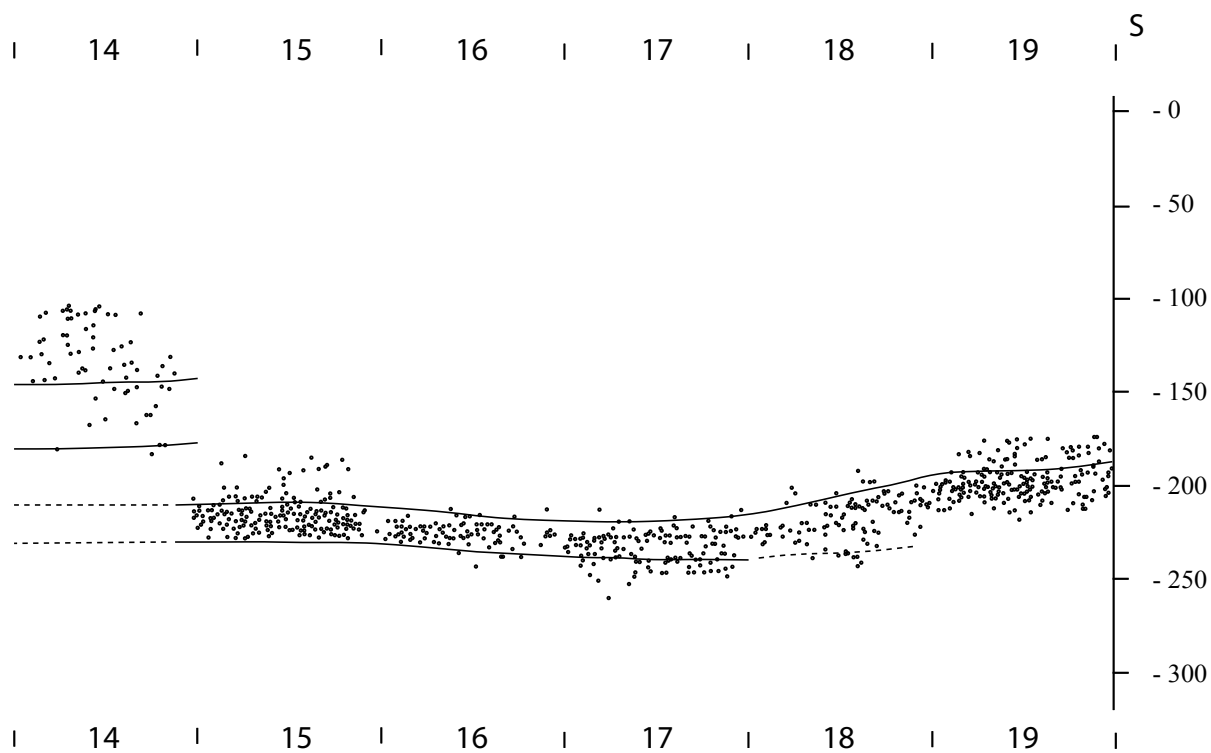


Planche 3-18 : Profil archéostratigraphique longitudinal des pierres des bandes 14 à 19 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

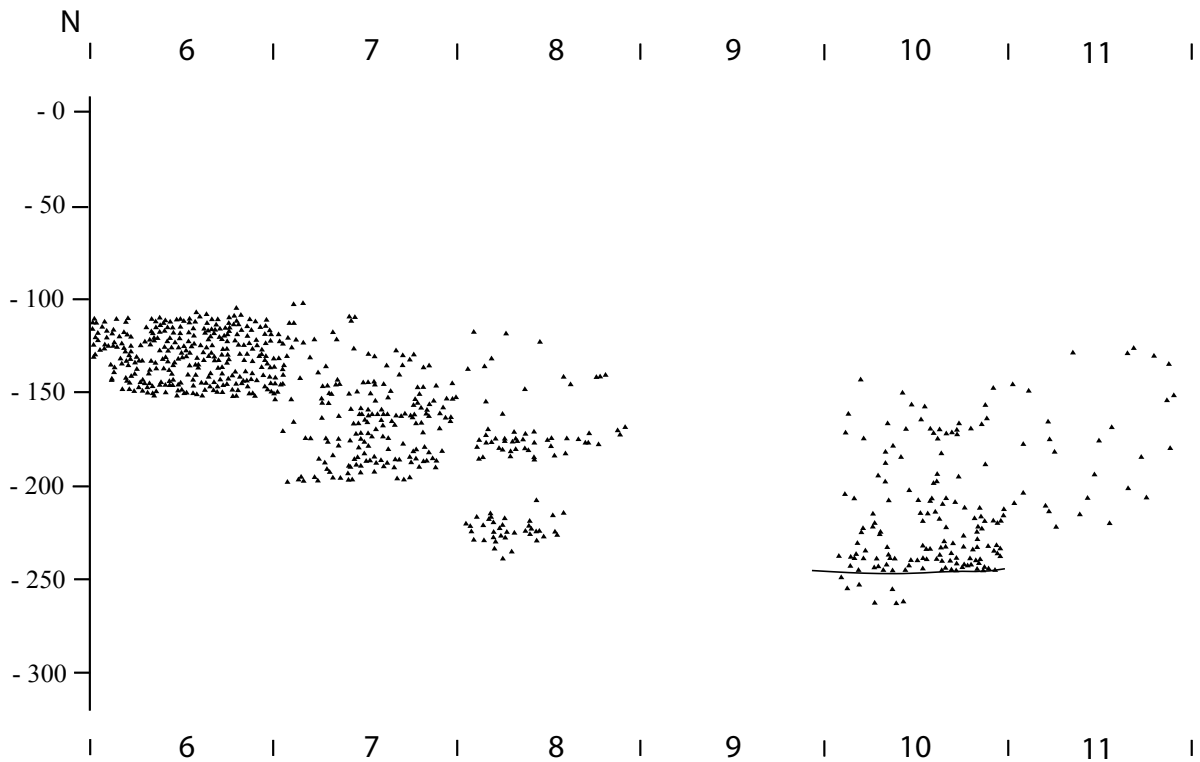


Planche 3-19 : Profil archéostratigraphique longitudinal des restes de *Capra pyrenaïca* des bandes 6 à 11 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

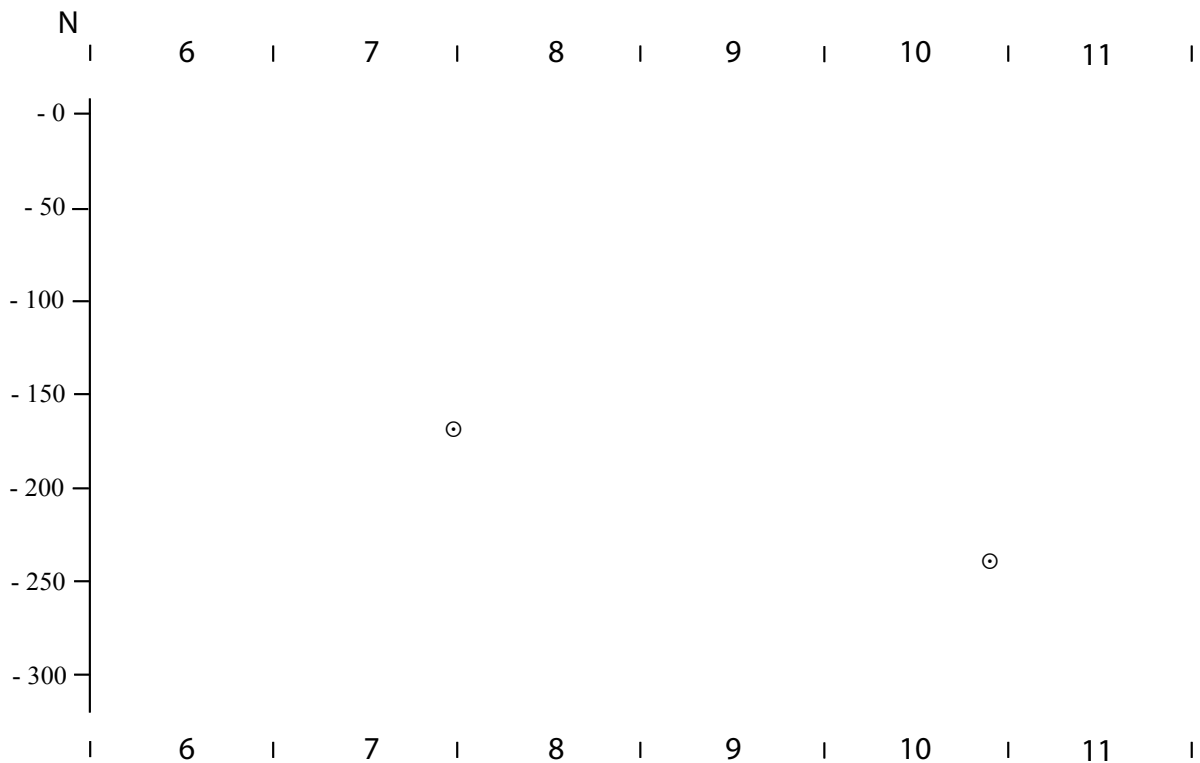


Planche 3-20 : Profil archéostratigraphique longitudinal des restes d'*Homo sapiens neanderthalensis* des bandes 6 à 11 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

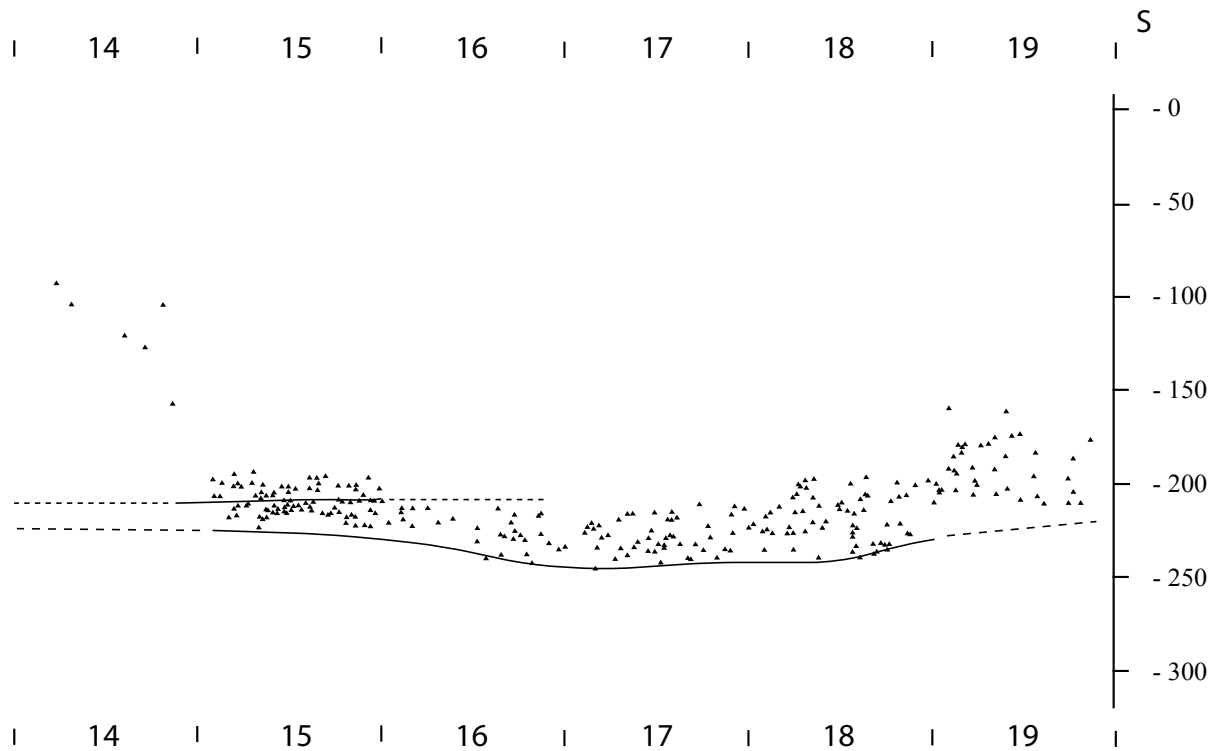


Planche 3-21 : Profil archéostratigraphique longitudinal des restes de *Capra pyrenaïca* des bandes 14 à 19 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

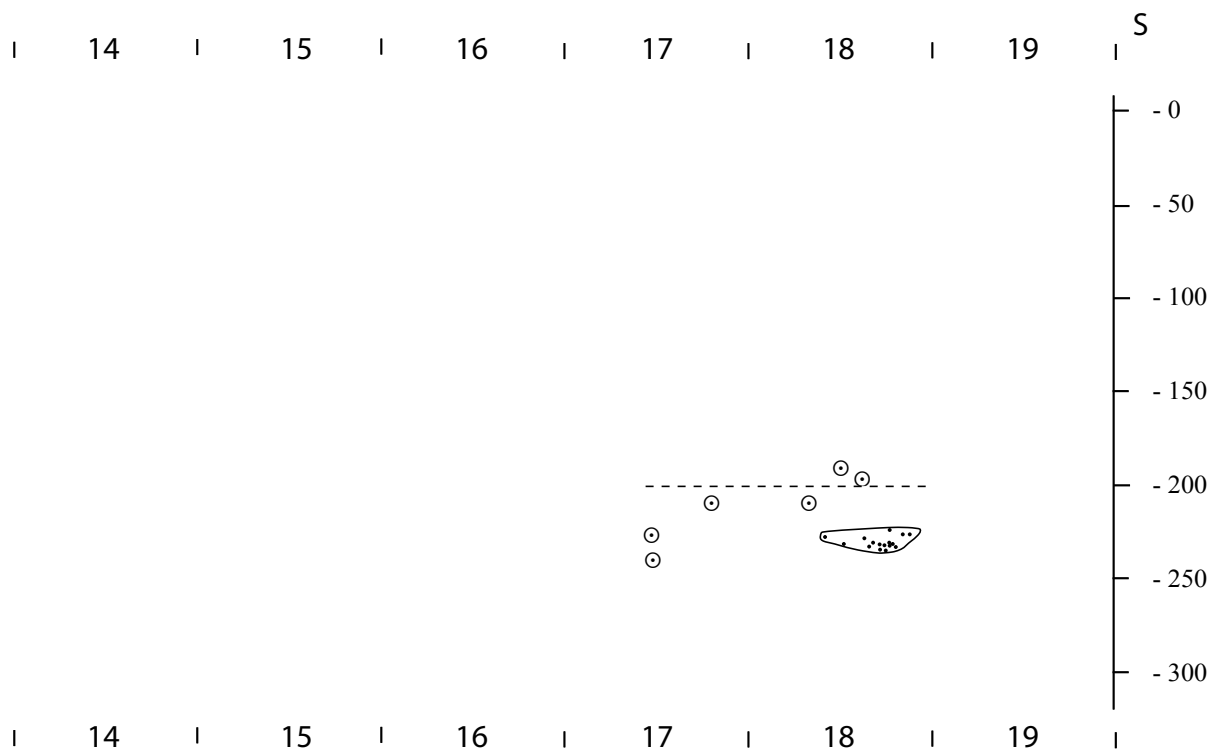


Planche 3-22 : Profil archéostratigraphique longitudinal des restes d'*Homo sapiens neanderthalensis* des bandes 14 à 19 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

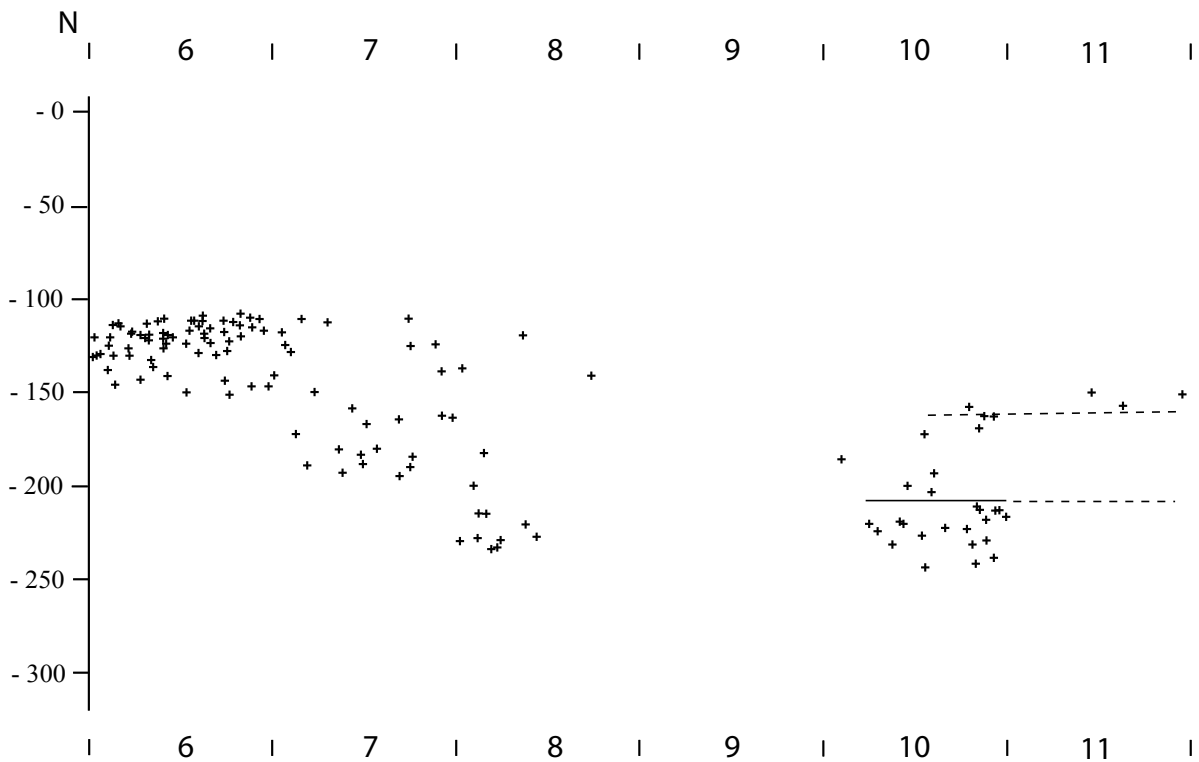


Planche 3-23 : Profil archéostratigraphique longitudinal des restes de carnivores des bandes 6 à 11 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

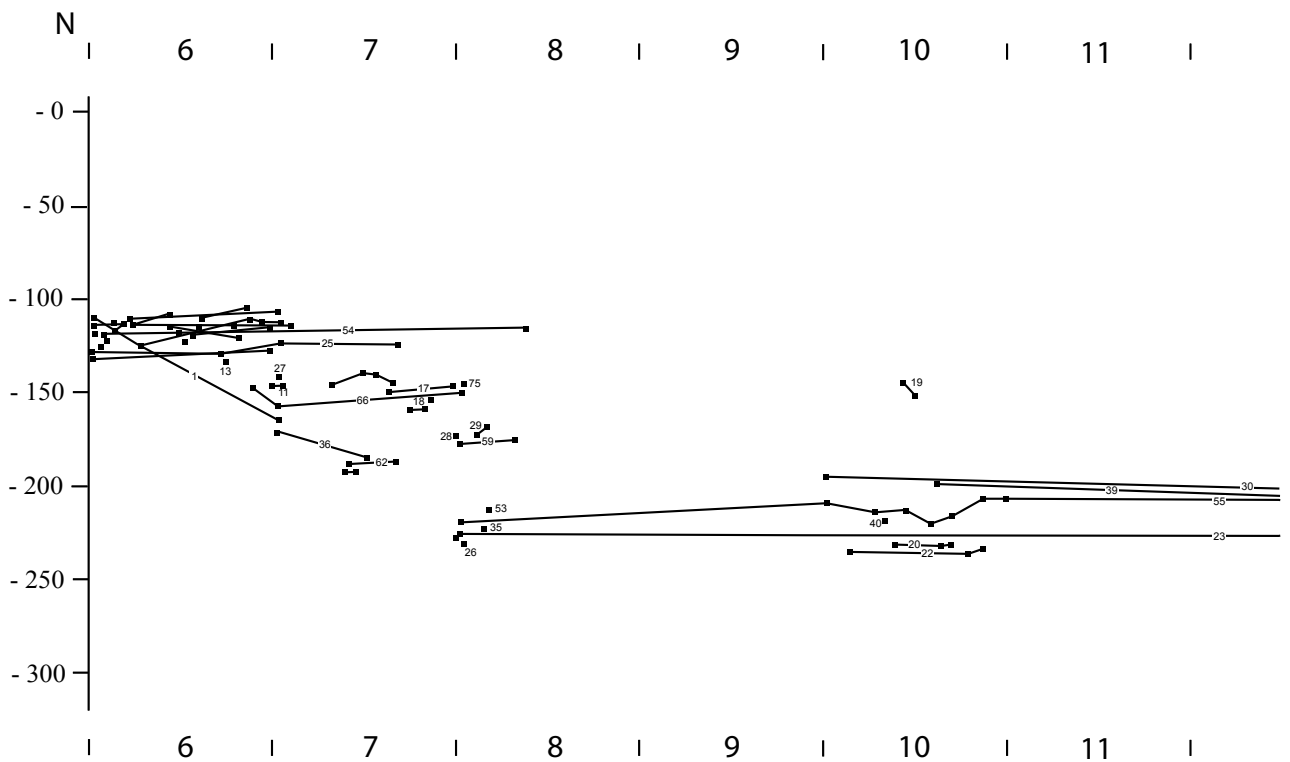


Planche 3-24 : Profil archéostratigraphique longitudinal des remontages fauniques des bandes 6 à 11 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)

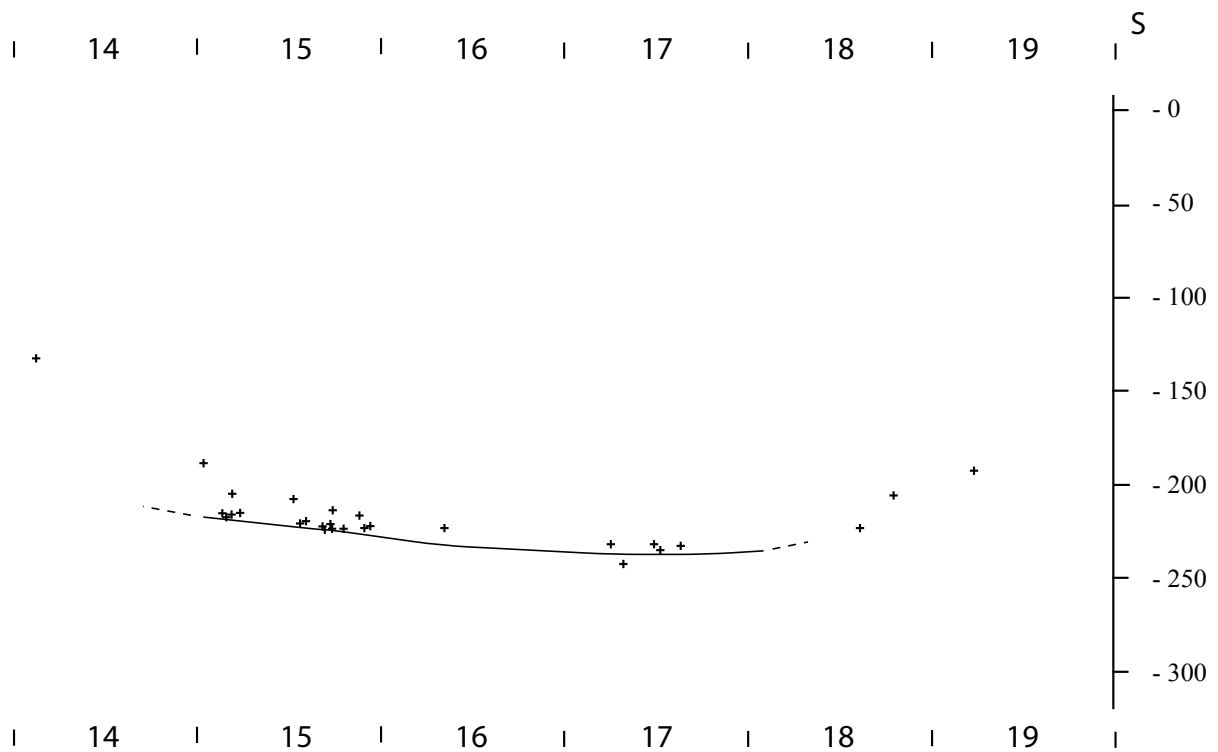


Planche 3-25 : Profil archéostratigraphique longitudinal des restes de carnivores des bandes 14 à 19 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

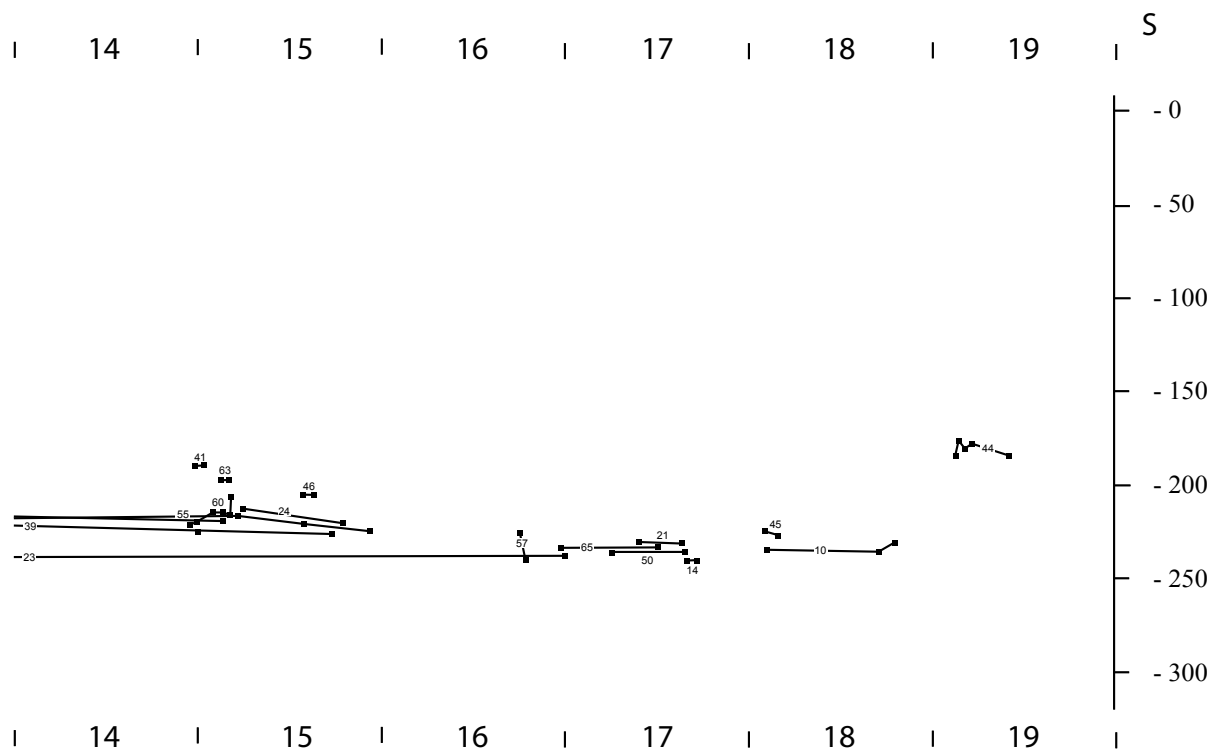


Planche 3-26 : Profil archéostratigraphique longitudinal des remontages fauniques des bandes 14 à 19 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía).

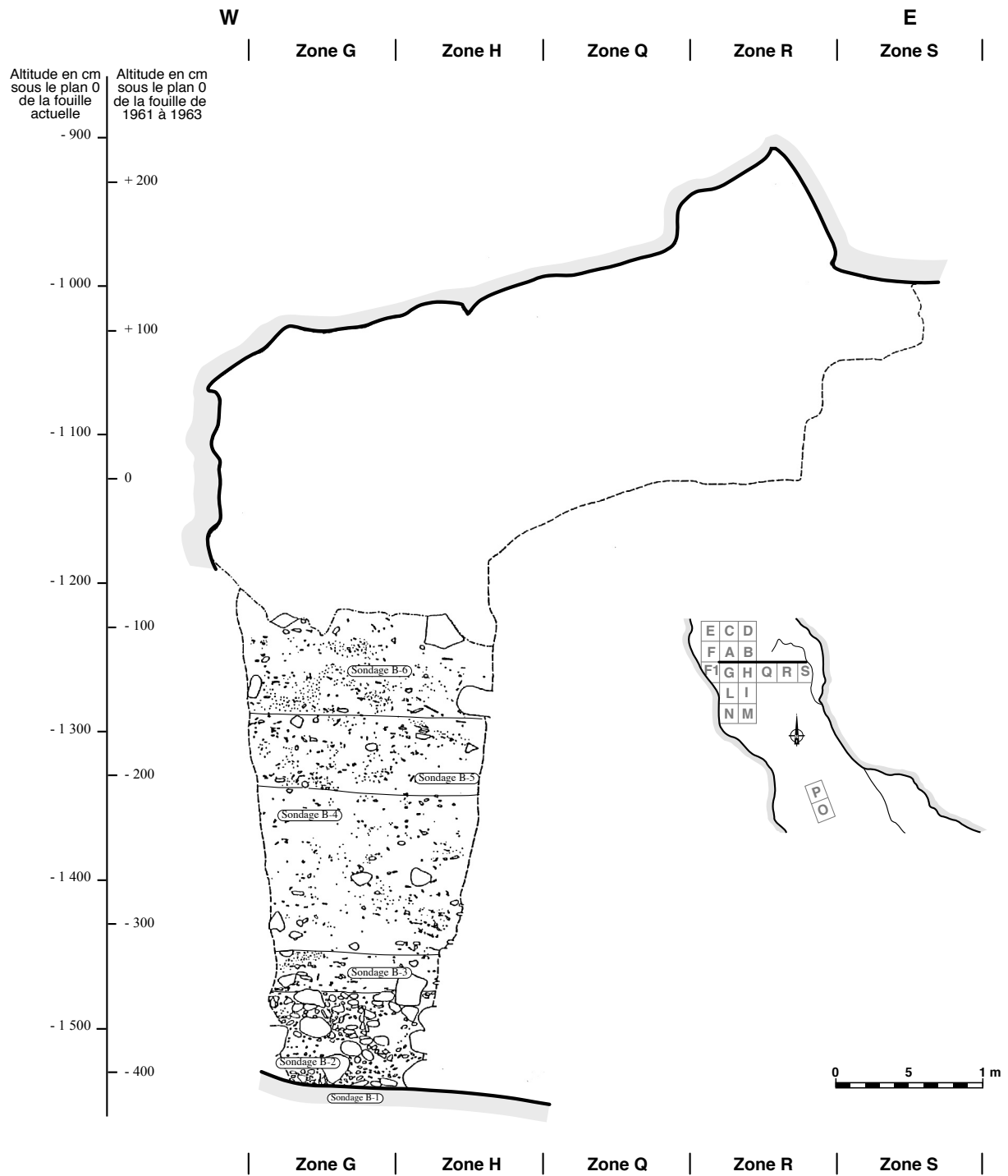


Planche 4-1 : Coupe stratigraphique transversale AB/GH de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria).

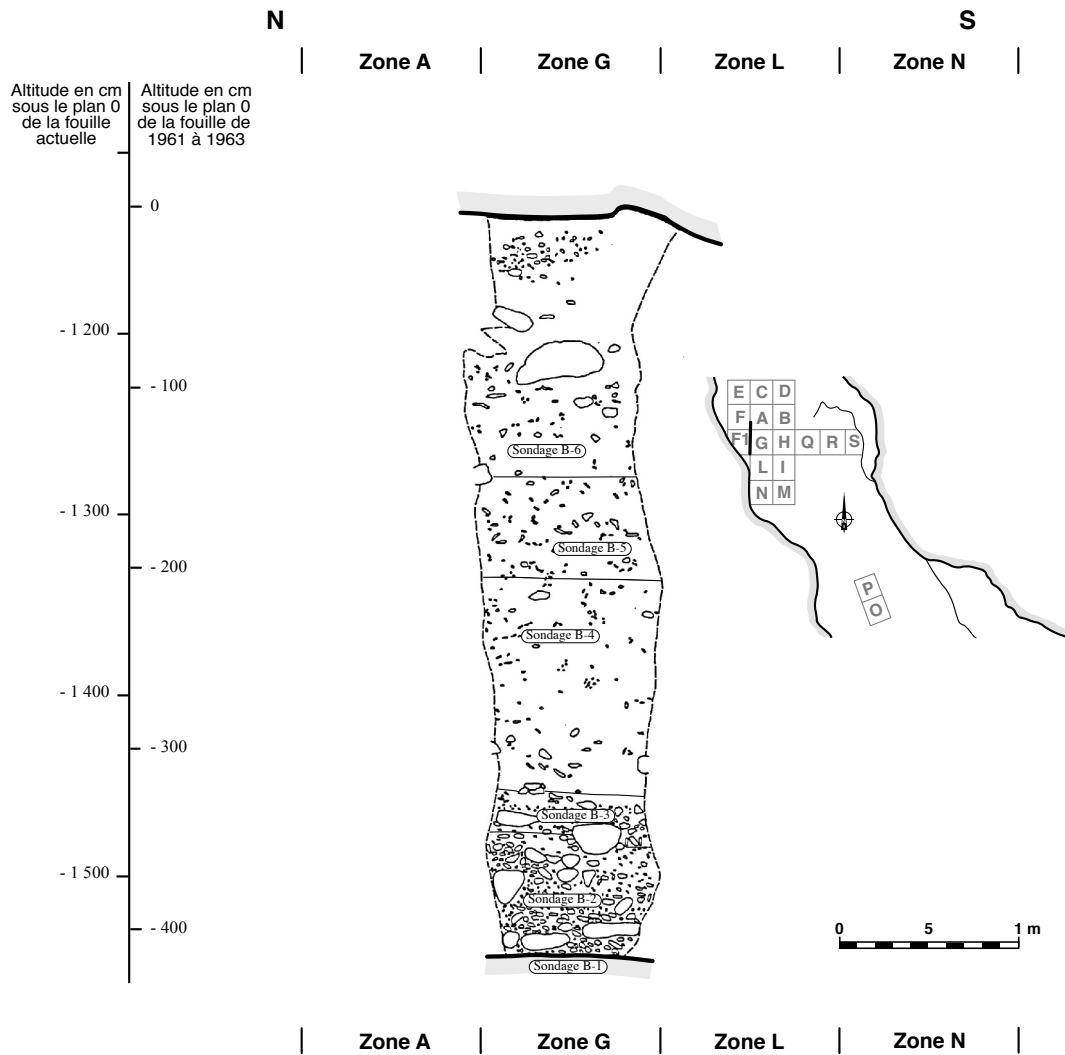


Planche 4-2 : Coupe stratigraphique longitudinale F₁/G de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria).

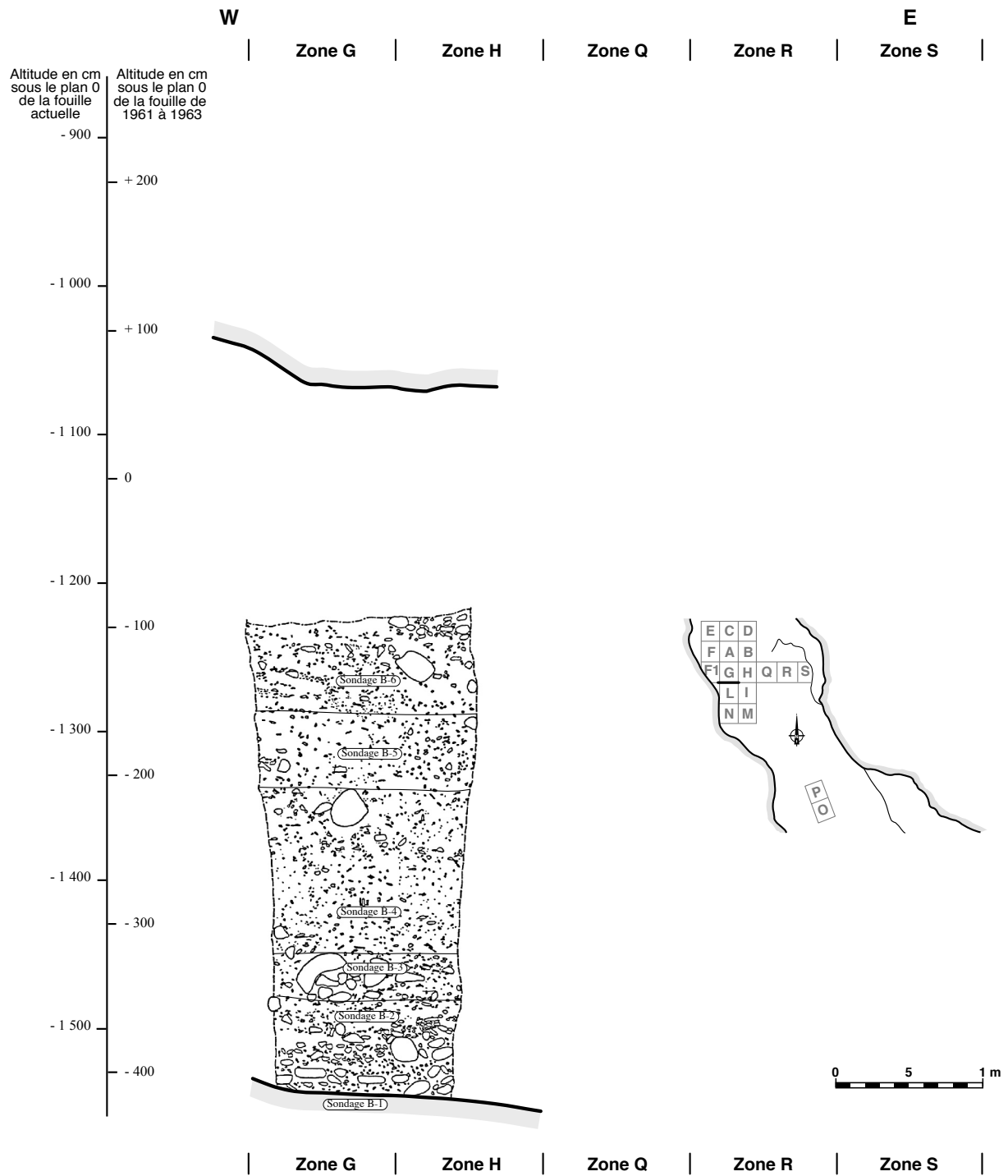


Planche 4-3 : Coupe stratigraphique transversale G/L de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)..

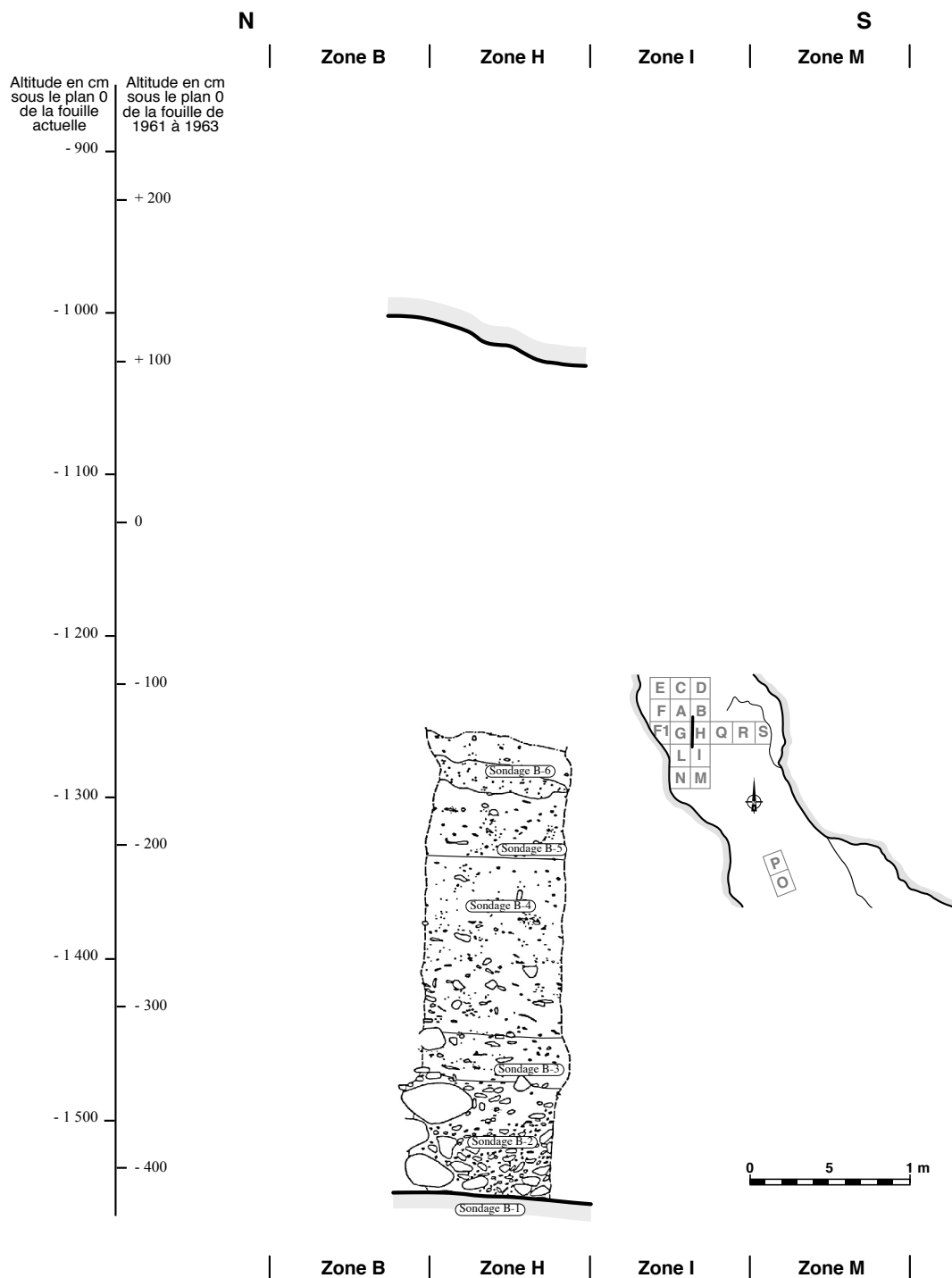


Planche 4-4 : Coupe stratigraphique longitudinale G/H de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria).



Planche 4-5 : Coupe stratigraphique longitudinale R/S de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria).

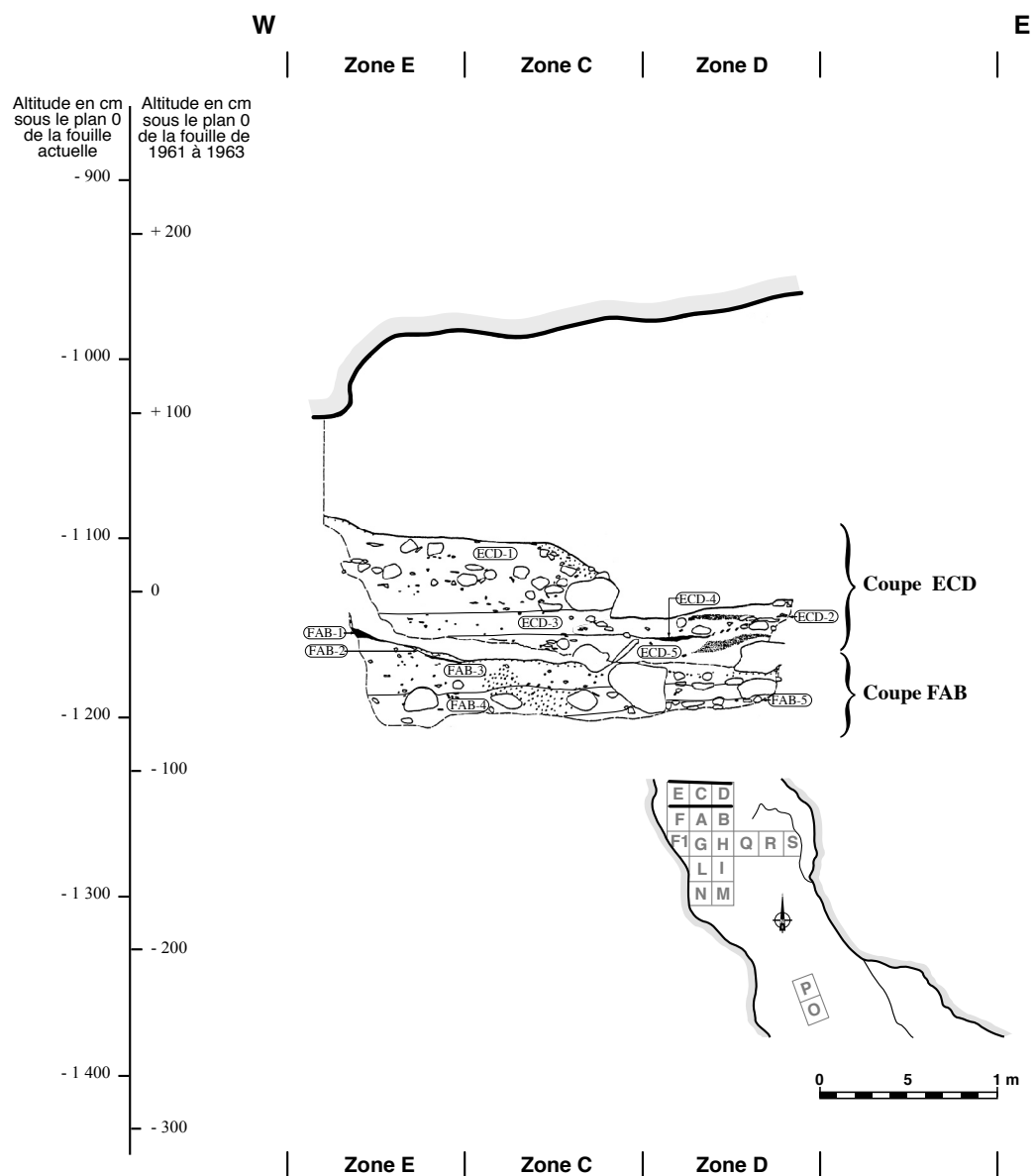


Planche 4-6 : Coupes stratigraphiques transversales ECD et FAB de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria).



Planche 4-7 : Coupe stratigraphique longitudinale K/L de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria).

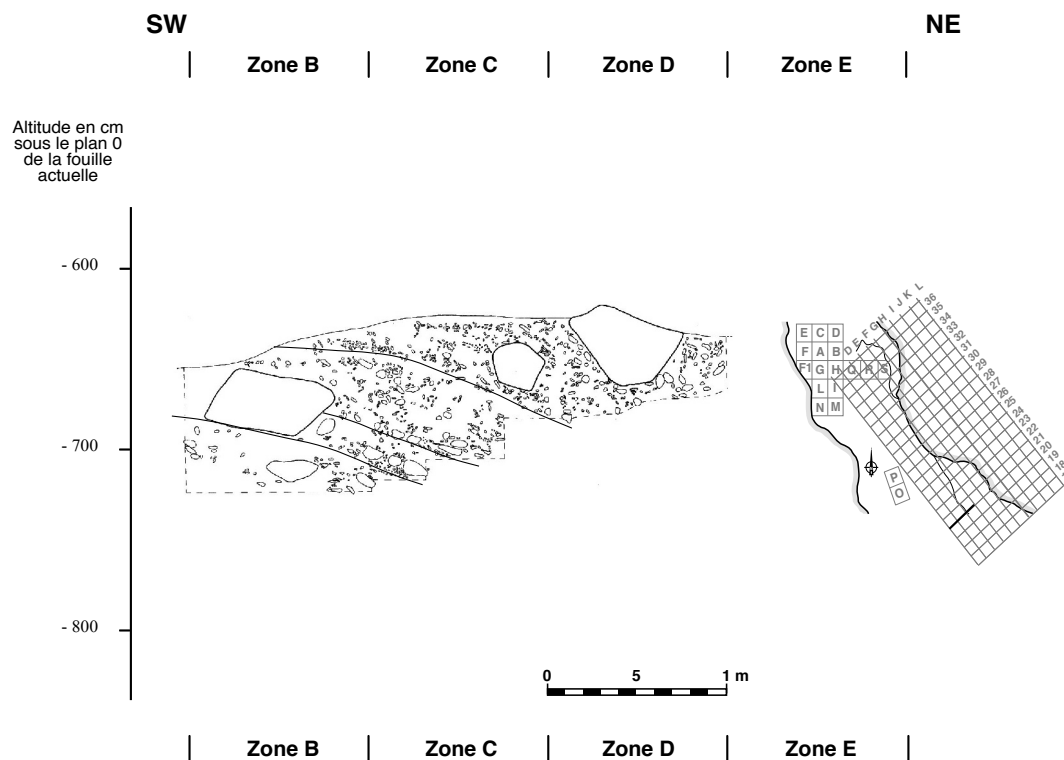


Planche 4-8 : Coupe stratigraphique transversale 20/19 de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria).

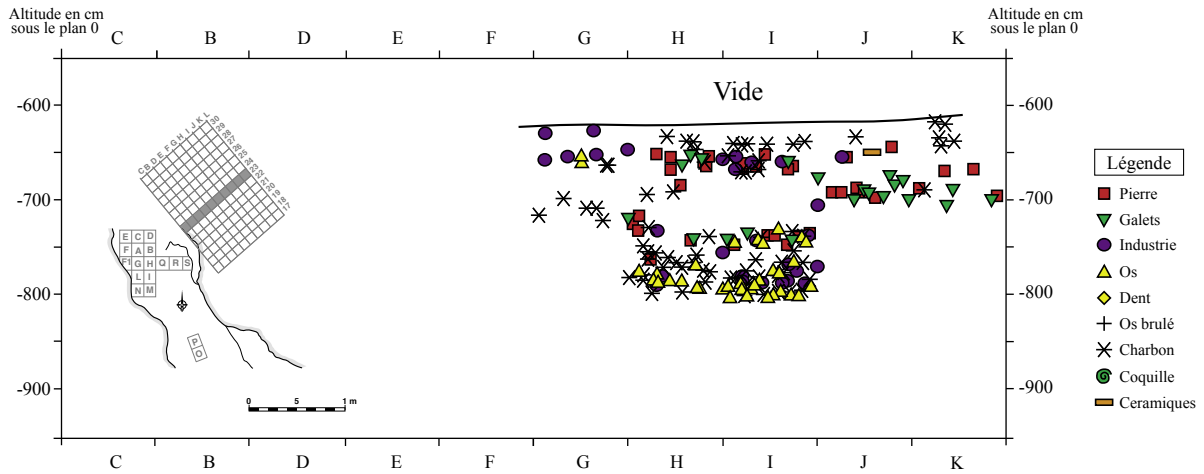


Planche 4-9 : Profil archéostratigraphique transversal de la bande 23 du talus extérieur de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria).

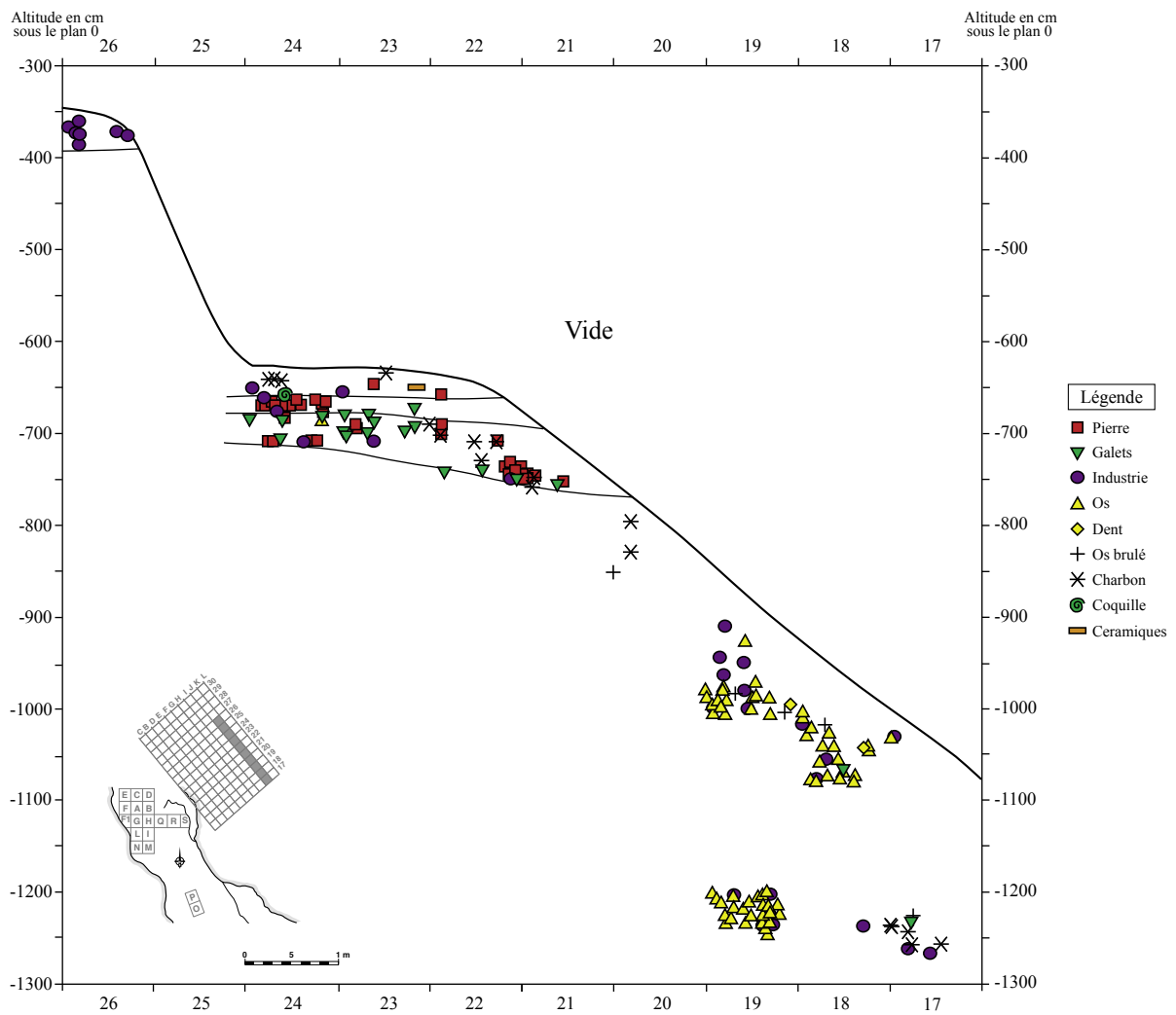


Planche 4-10 : Profil archéostratigraphique longitudinal de la bande J du talus extérieur de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria).

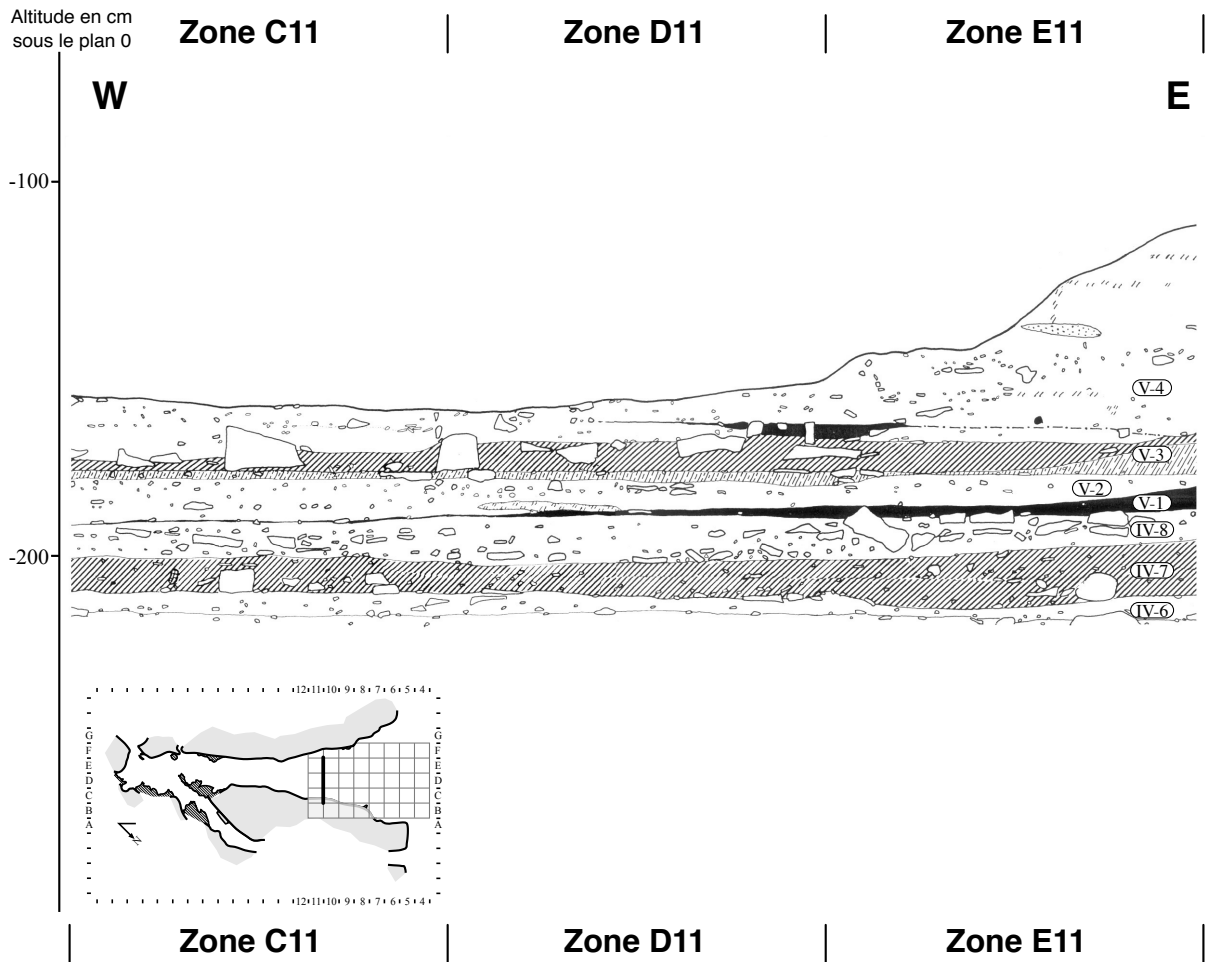


Planche 5-1 : Coupe stratigraphique transversale 12/11 de la grotte de Kalamakia (Aιείopolis, Mani, Laconia).

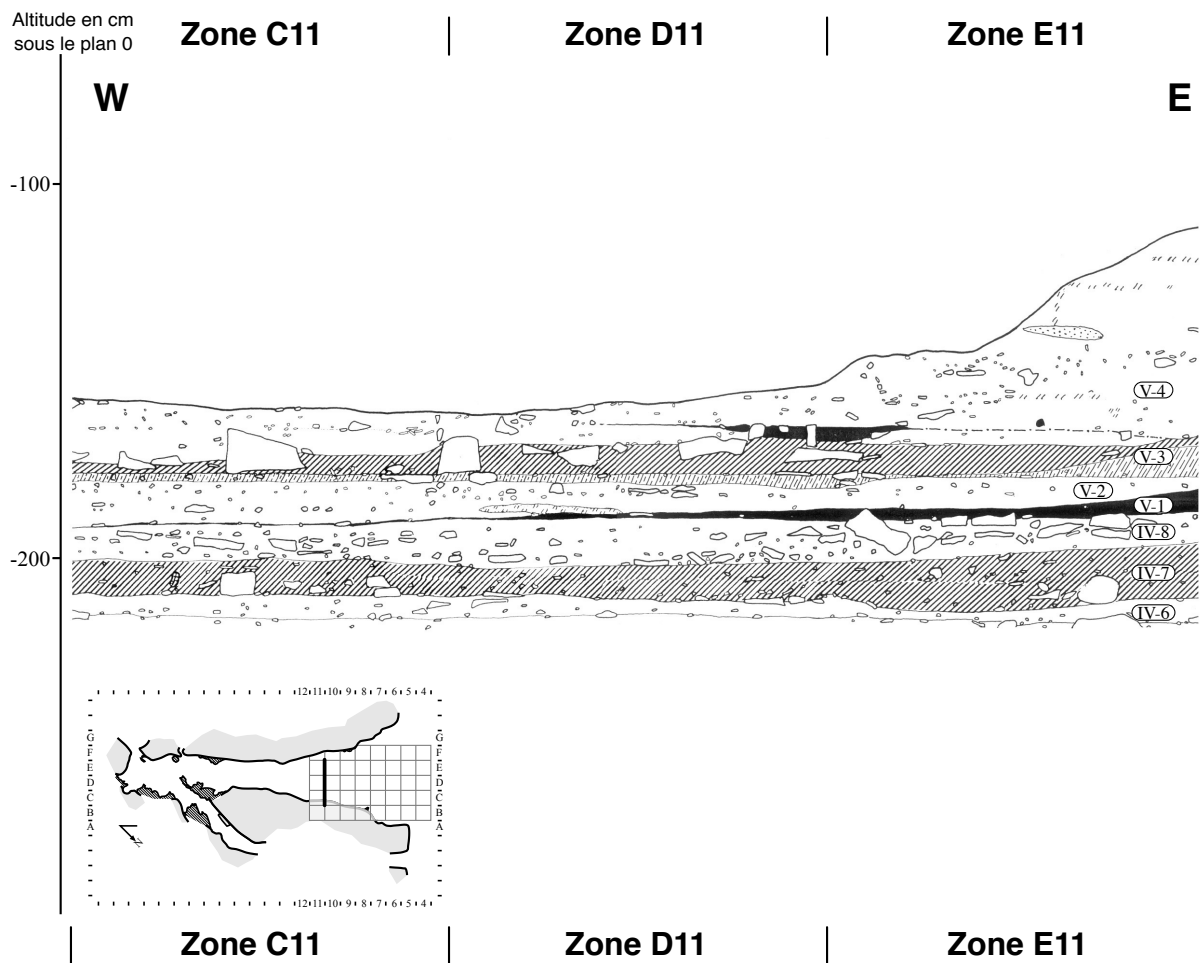


Planche 5-2 : Coupe stratigraphique transversale 11/10 de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia).

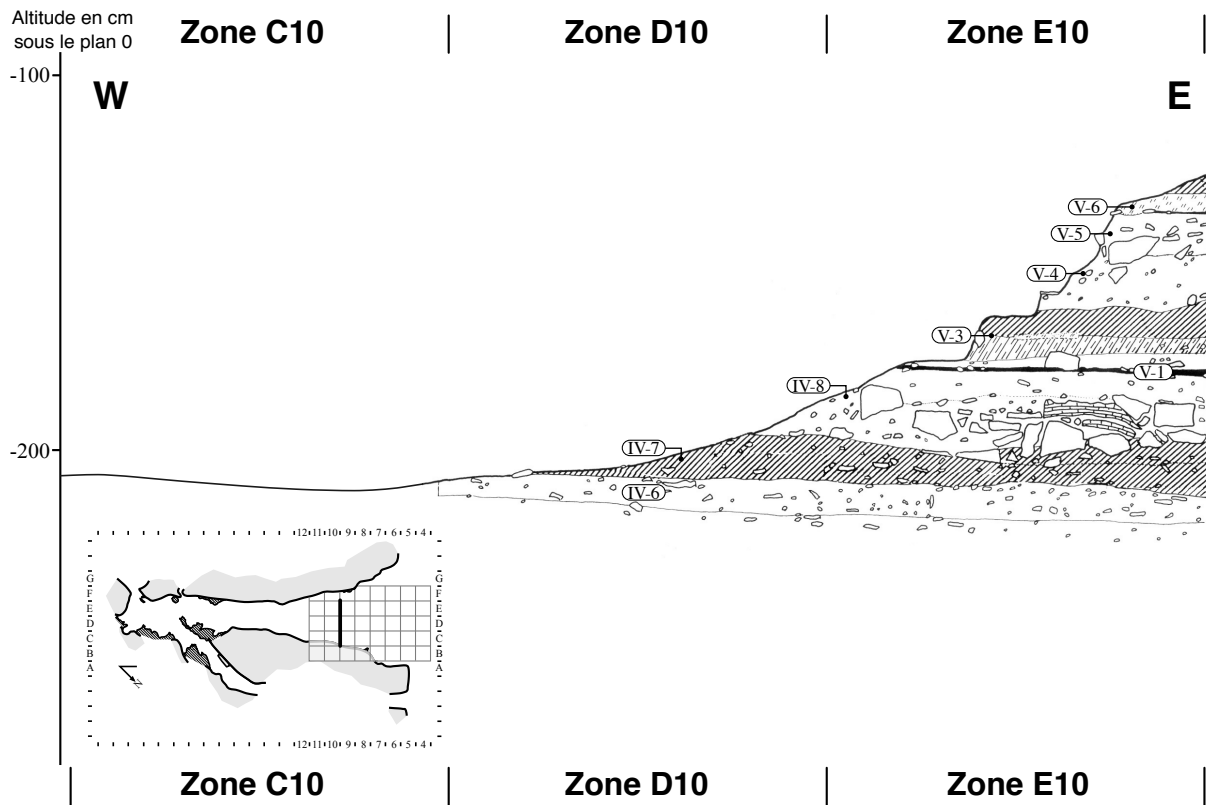


Planche 5-3 : Coupe stratigraphique transversale 10/9 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

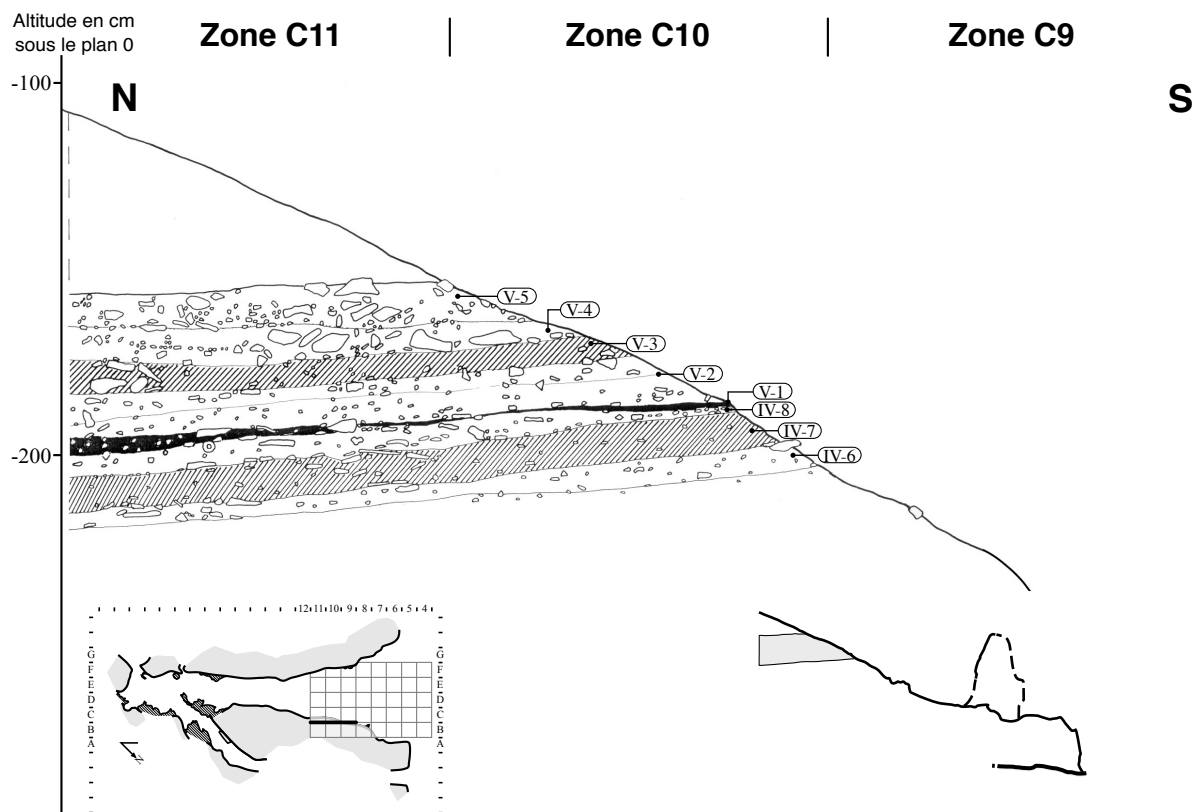


Planche 5-4 : Coupe stratigraphique longitudinale B/C des bandes 11, 10 et 9 de la grotte de Kalamakia (Agréopolis, Mani, Laconia).

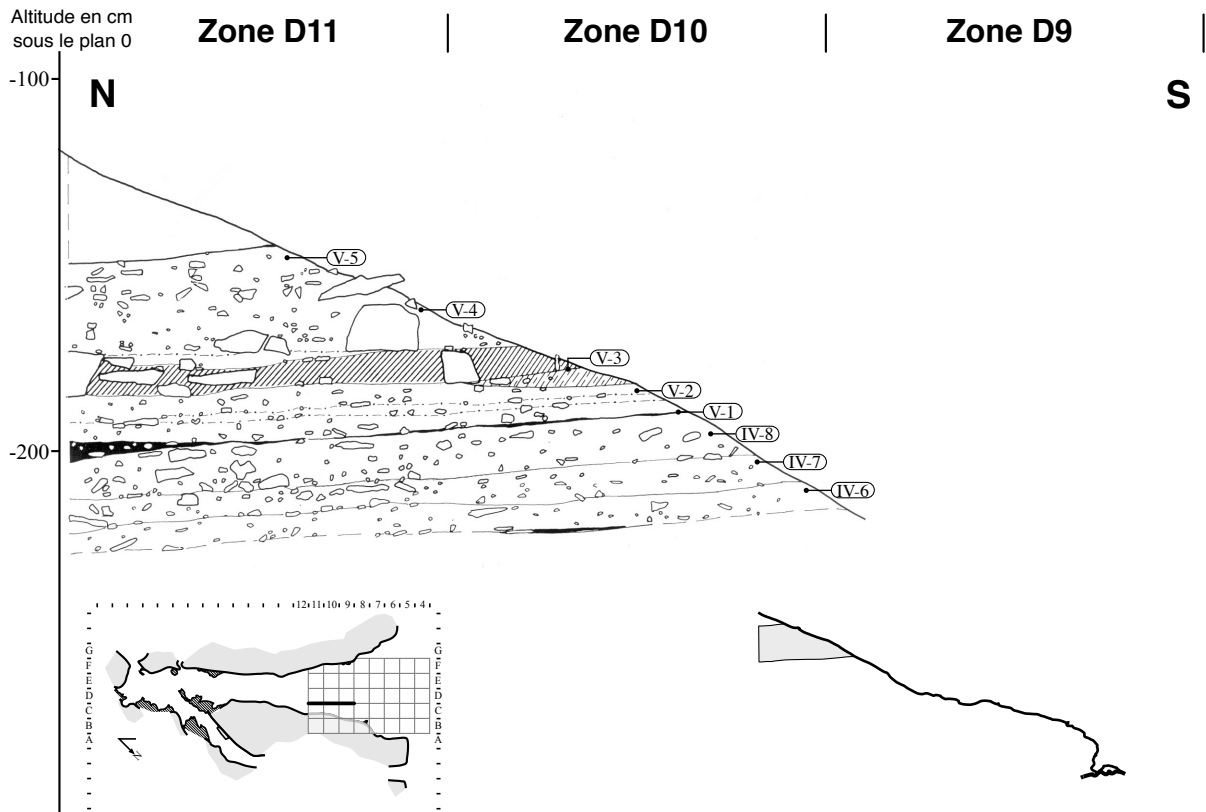


Planche 5-5 : Coupe stratigraphique longitudinale C/D des bandes 11, 10 et 9 de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia).

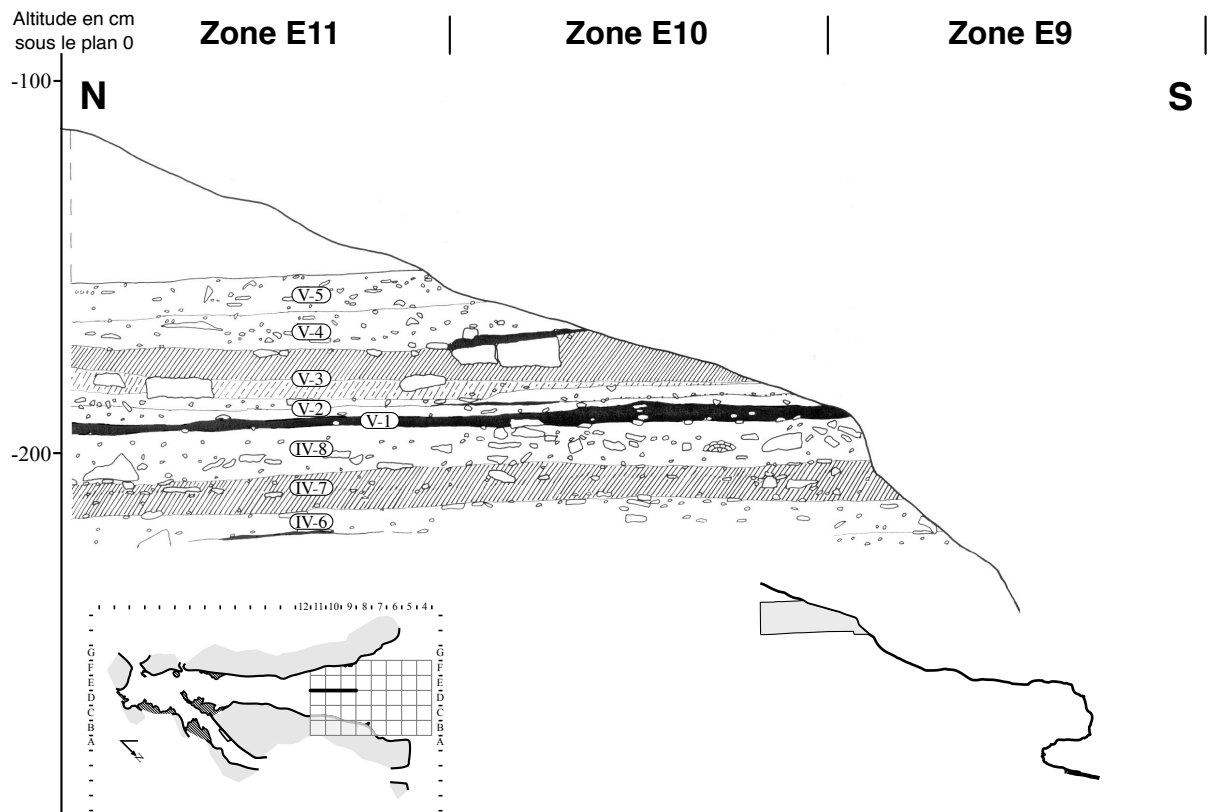


Planche 5-6 : Coupe stratigraphique longitudinale D/E des bandes 11, 10 et 9 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

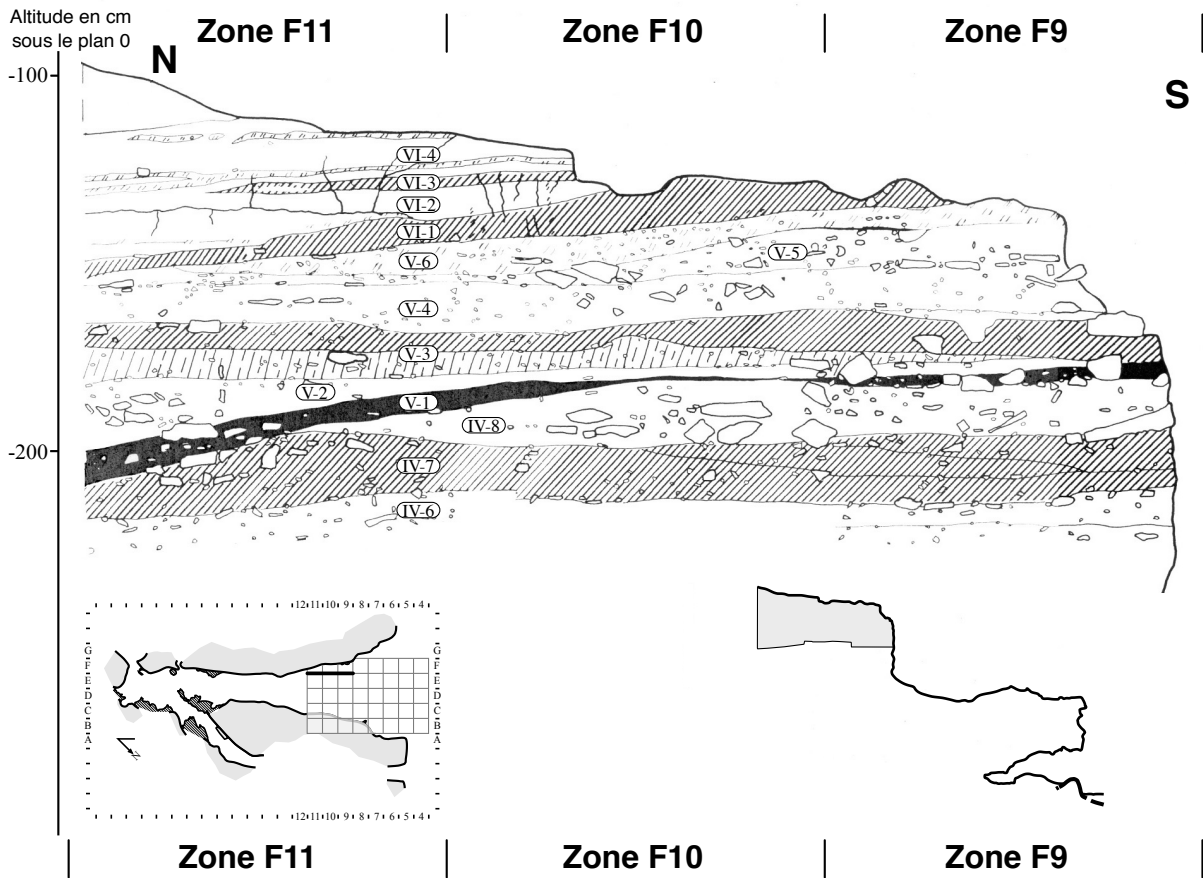


Planche 5-7 : Coupe stratigraphique longitudinale E/F des bandes 11, 10 et 9 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

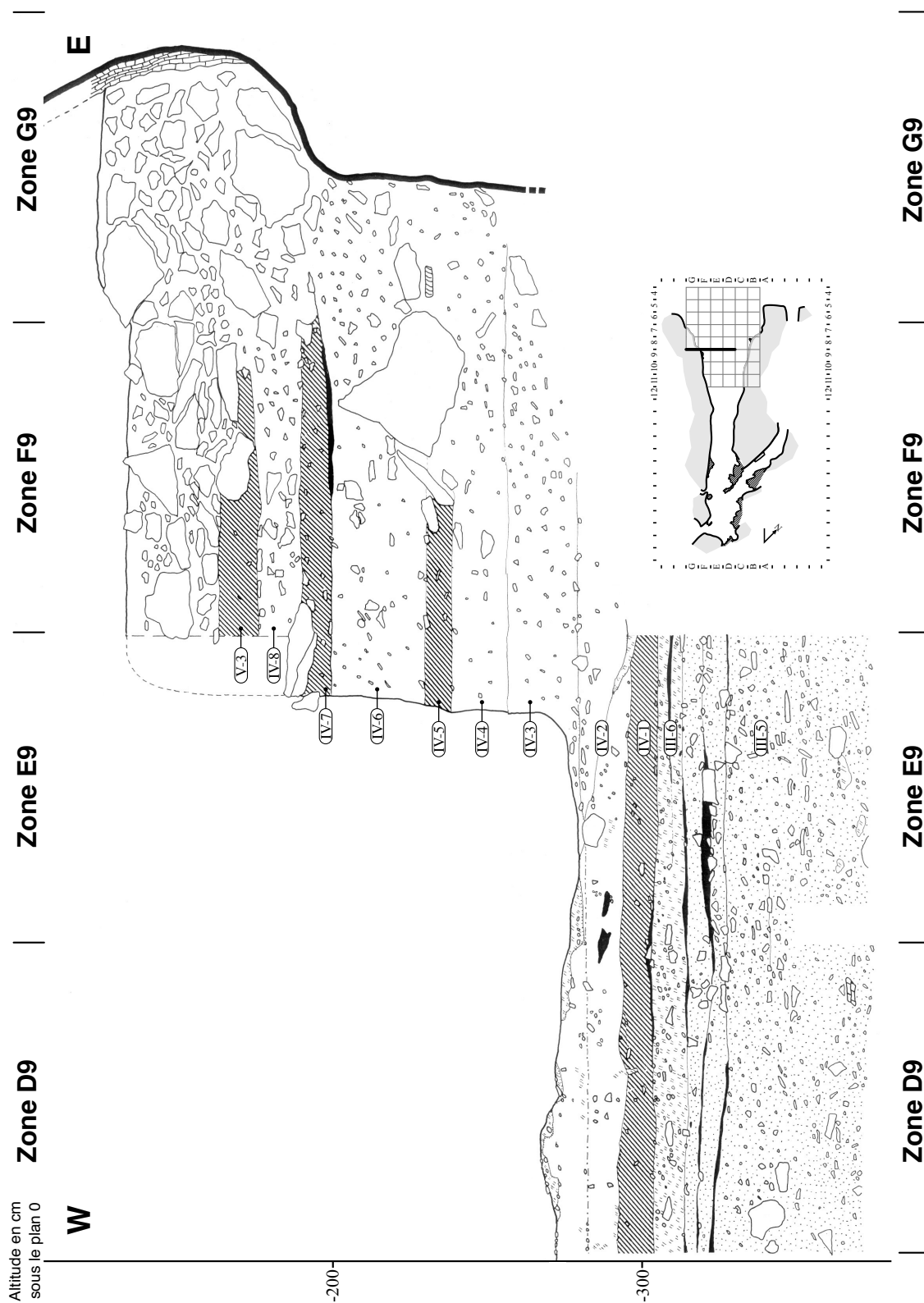


Planche 5-8 : Coupe stratigraphique transversale 9/8 de la grotte de Kalamakia (Aiéropolis, Mani, Laconia).

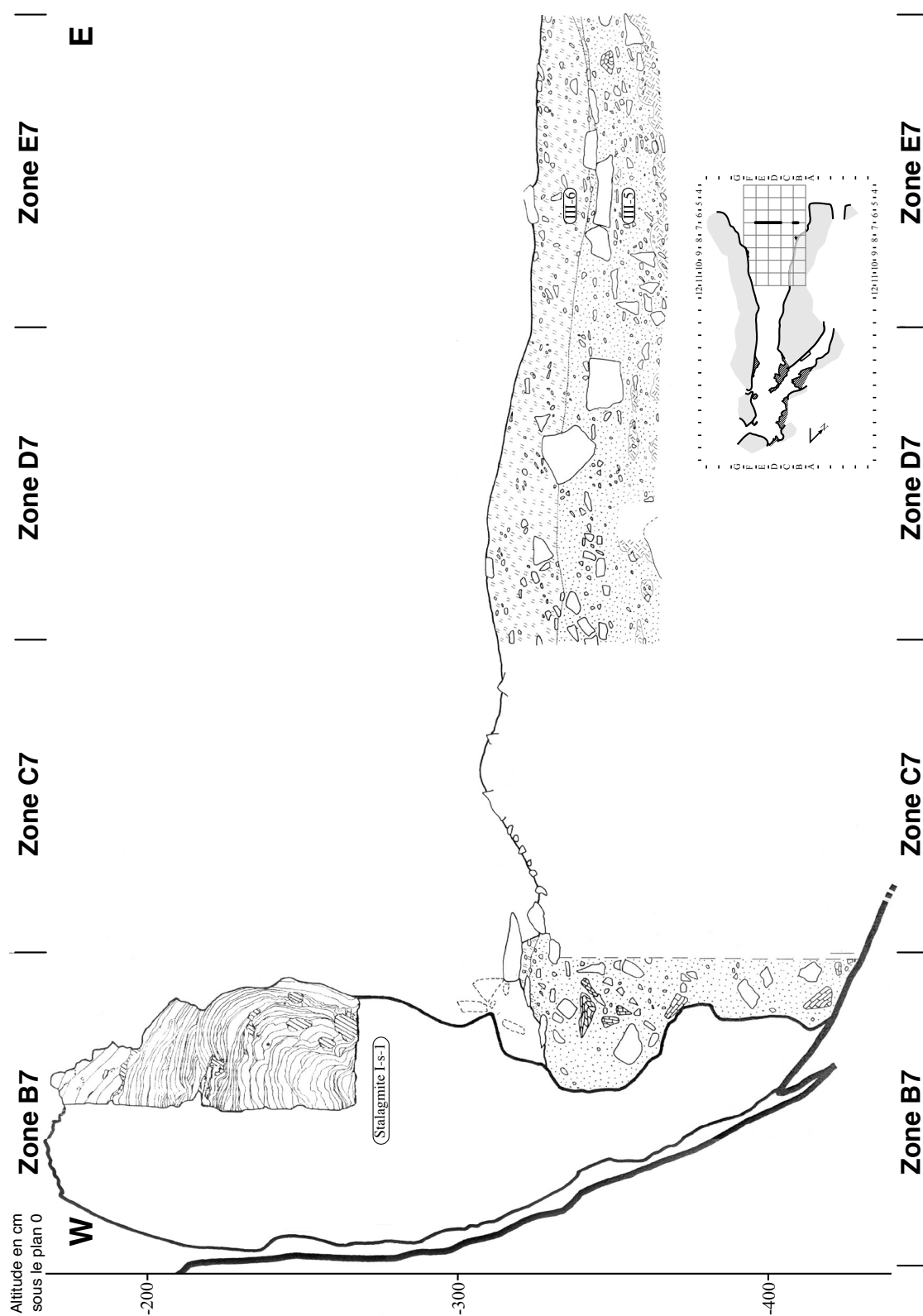


Planche 5-10 : Coupe stratigraphique transversale 7/6 de la grotte de Kalamakia (Aiéropolis, Mani, Laconia).

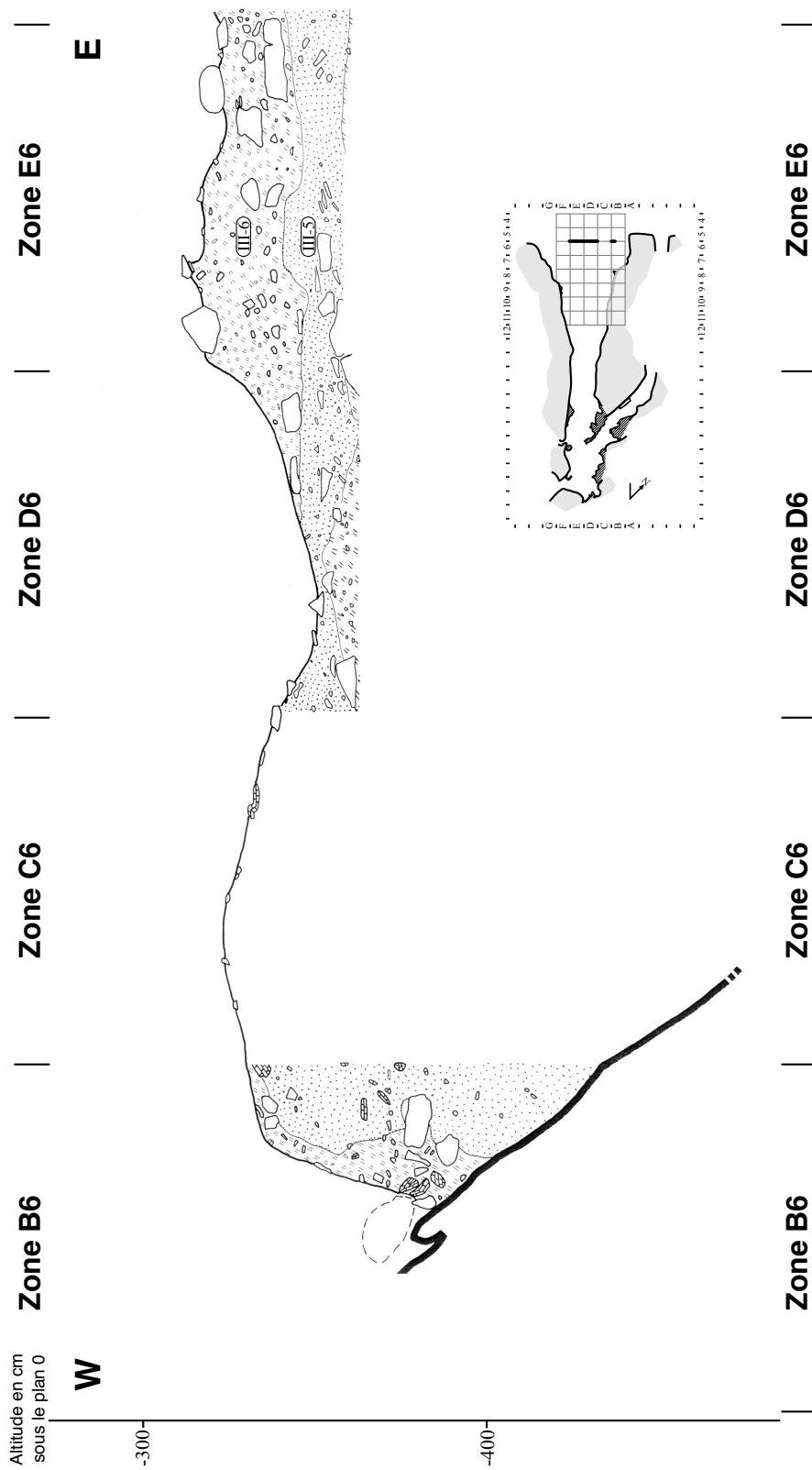


Planche 5-11 : Coupe stratigraphique transversale 6/5 de la grotte de Kalamakia (Aiéopolis, Mani, Laconia).

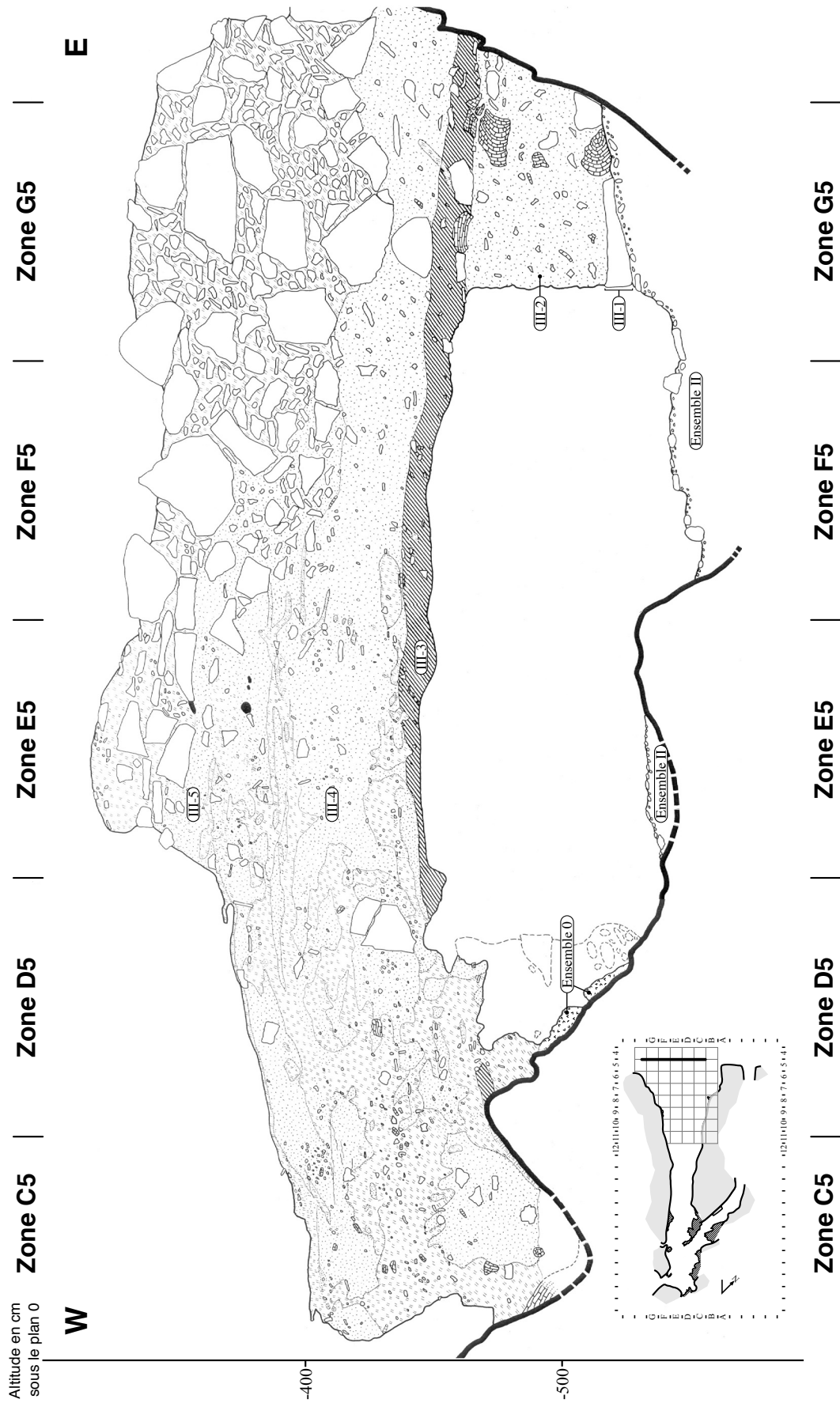


Planche 5-12 : Coupe stratigraphique transversale 5/4 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

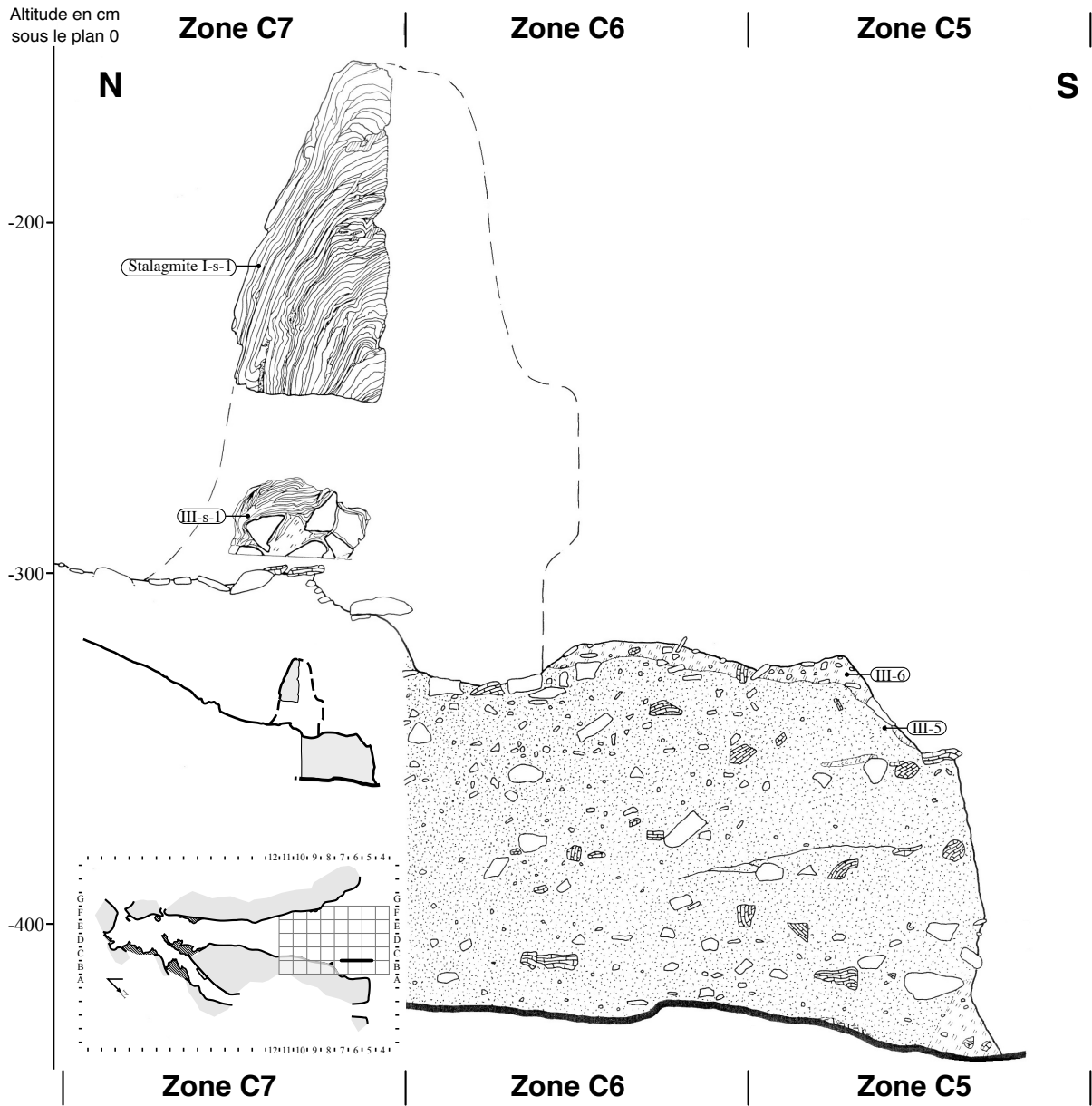


Planche 5-13 : Coupe stratigraphique longitudinale B/C des bandes 7, 6 et 5 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

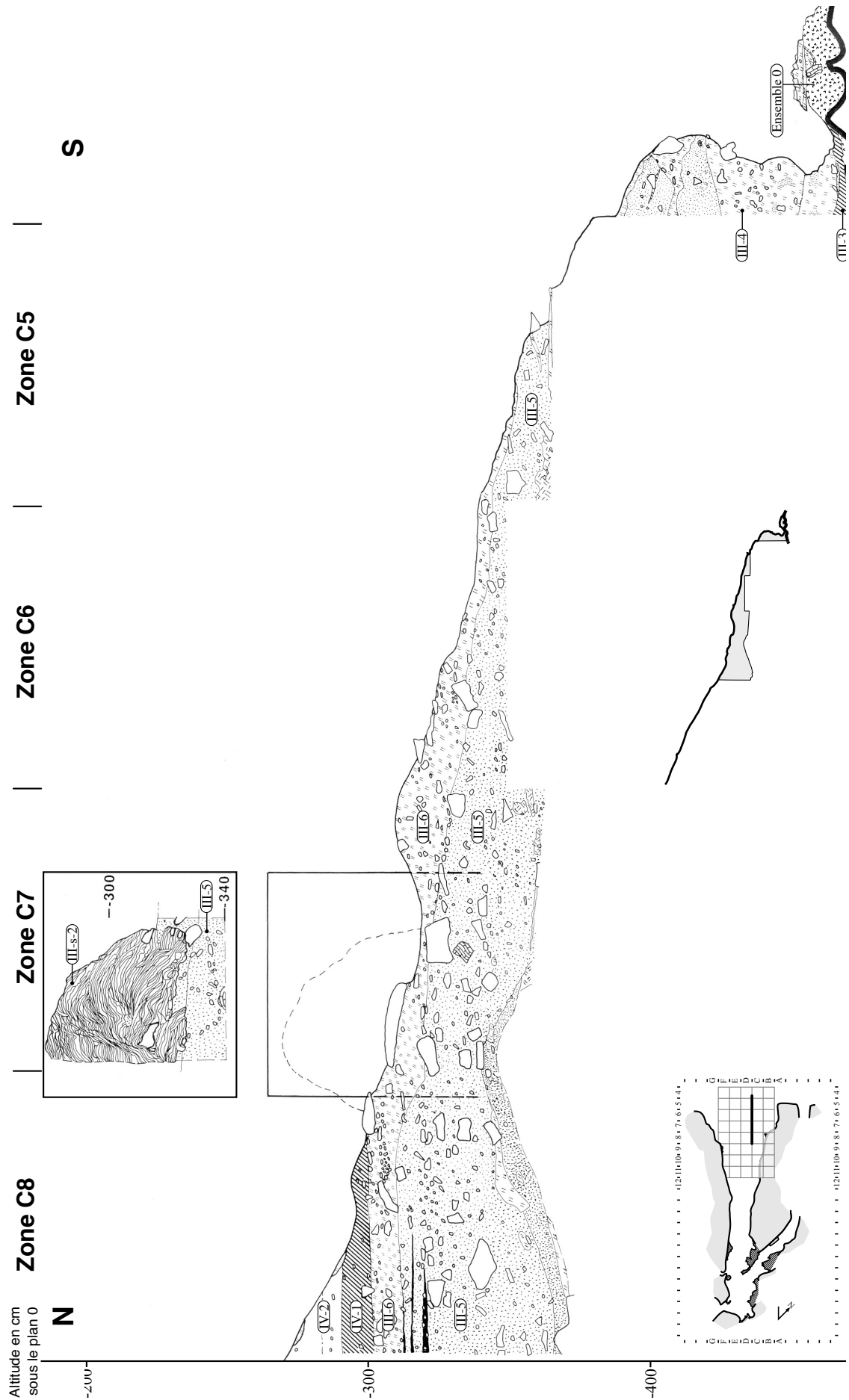


Planche 5-14 : Coupe stratigraphique longitudinale C/D des bandes 8, 7, 6, 5 et 4 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

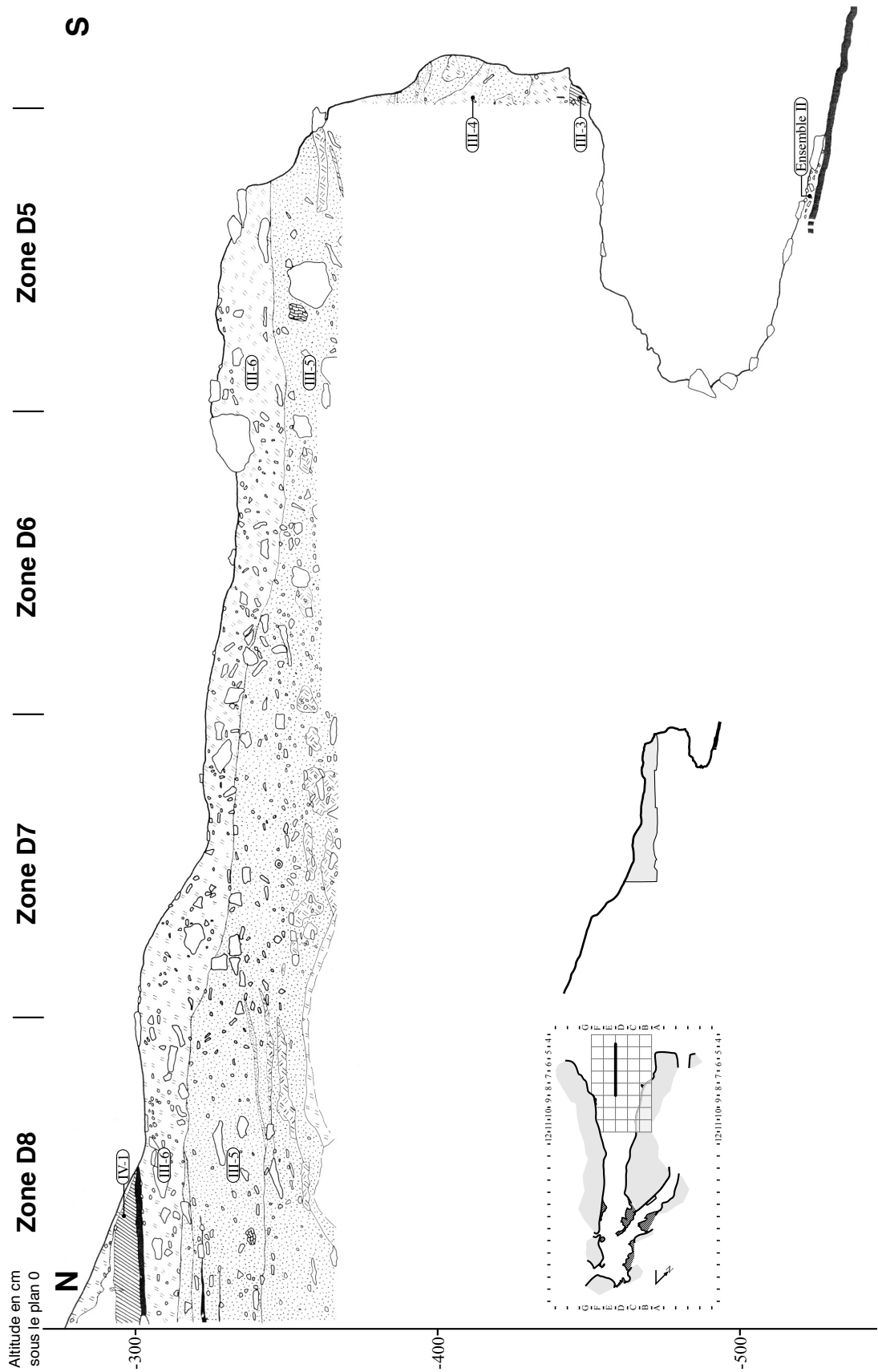


Planche 5-15 : Coupe stratigraphique longitudinale D/E des bandes 8, 7, 6, 5 et 4 de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia).

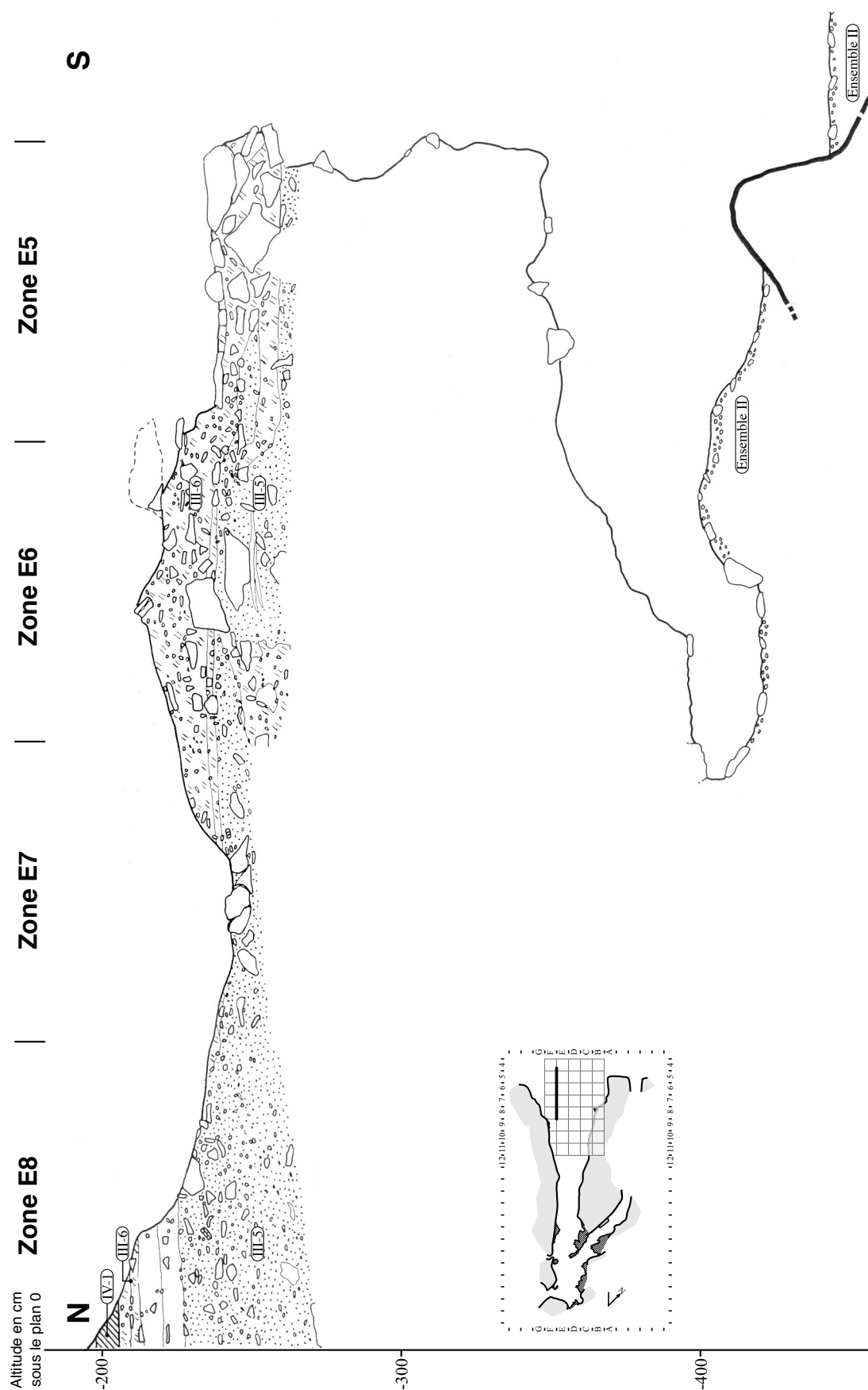


Planche 5-16 : Coupe stratigraphique longitudinale E/F des bandes 8, 7, 6, 5 et 4 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

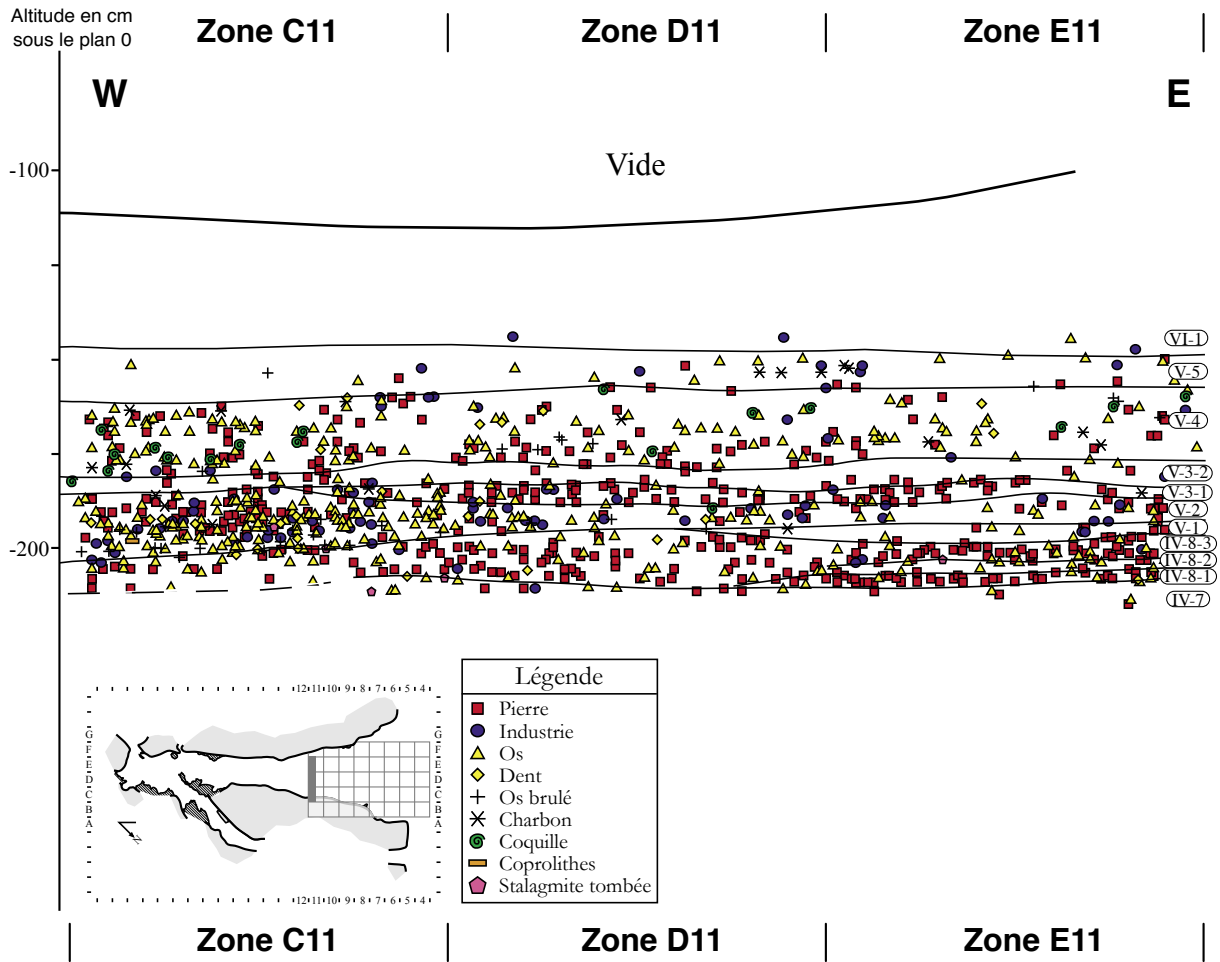


Planche 5-15 : Profil archéostratigraphique de la bande 11 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aiéropolis, Mani, Laconia).

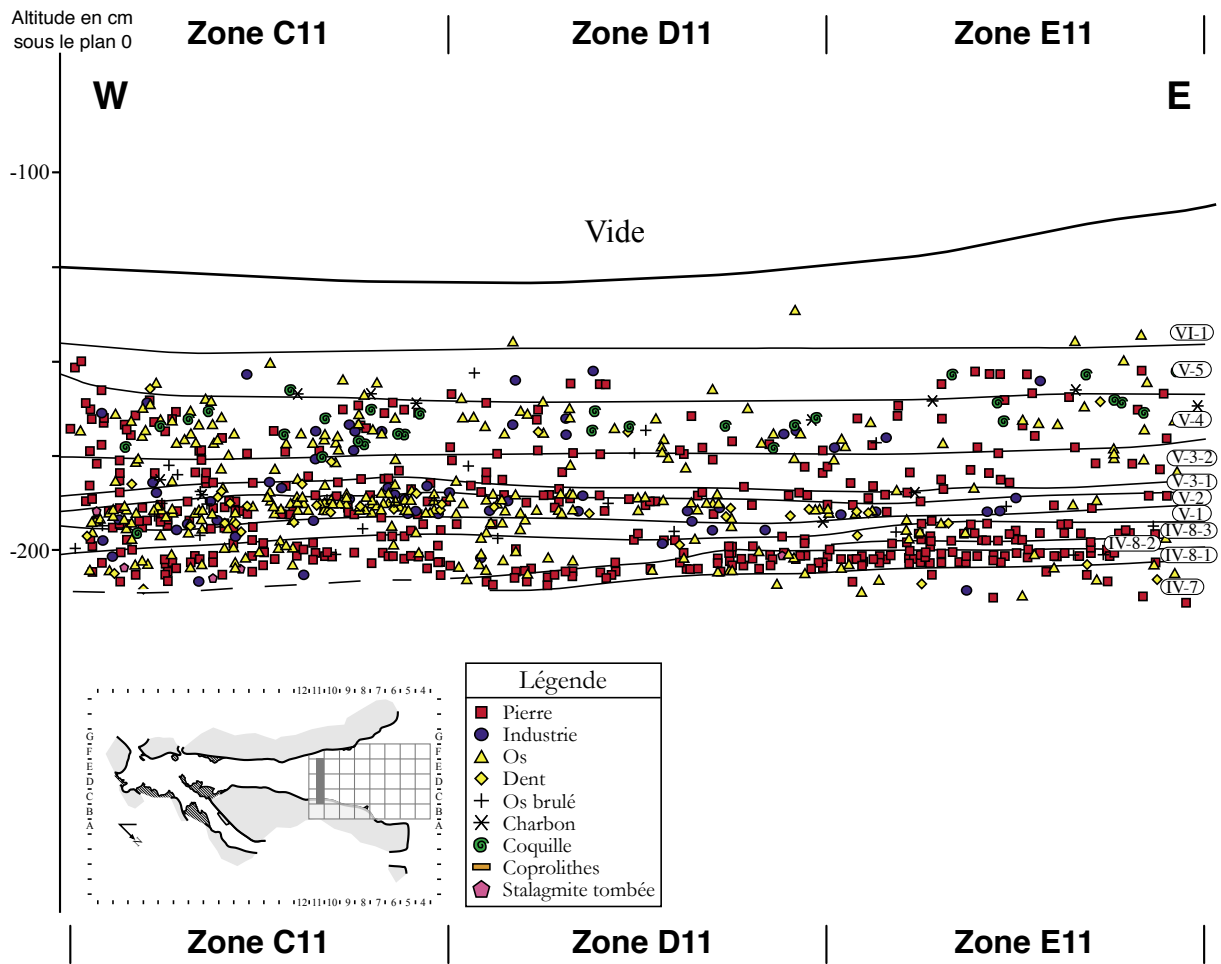


Planche 5-16 : Profil archéostratigraphique de la bande 11 (Y compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aiéropolis, Mani, Laconia).

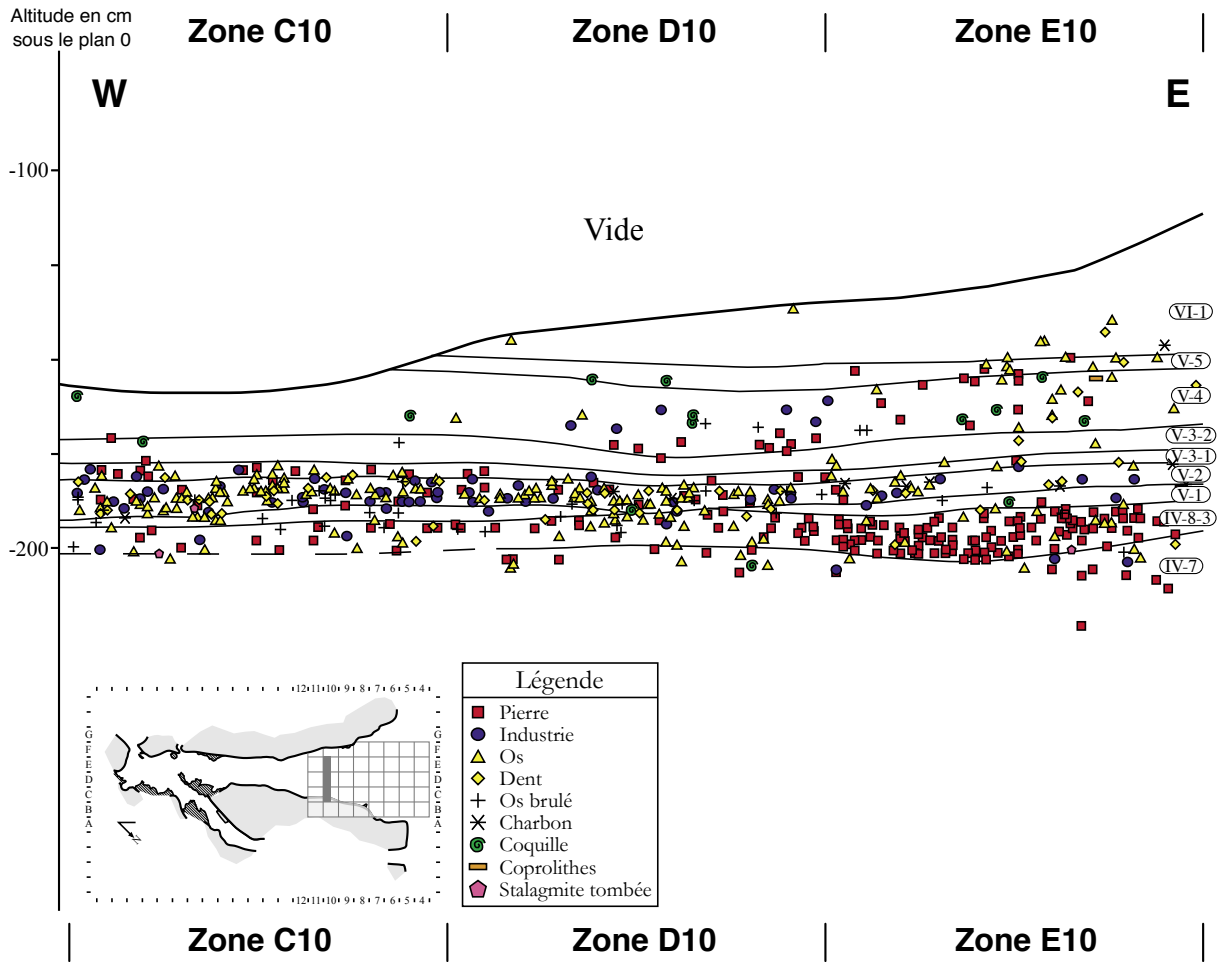


Planche 5-17 : Profil archéostratigraphique de la bande 10 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aiéropolis, Mani, Laconia).

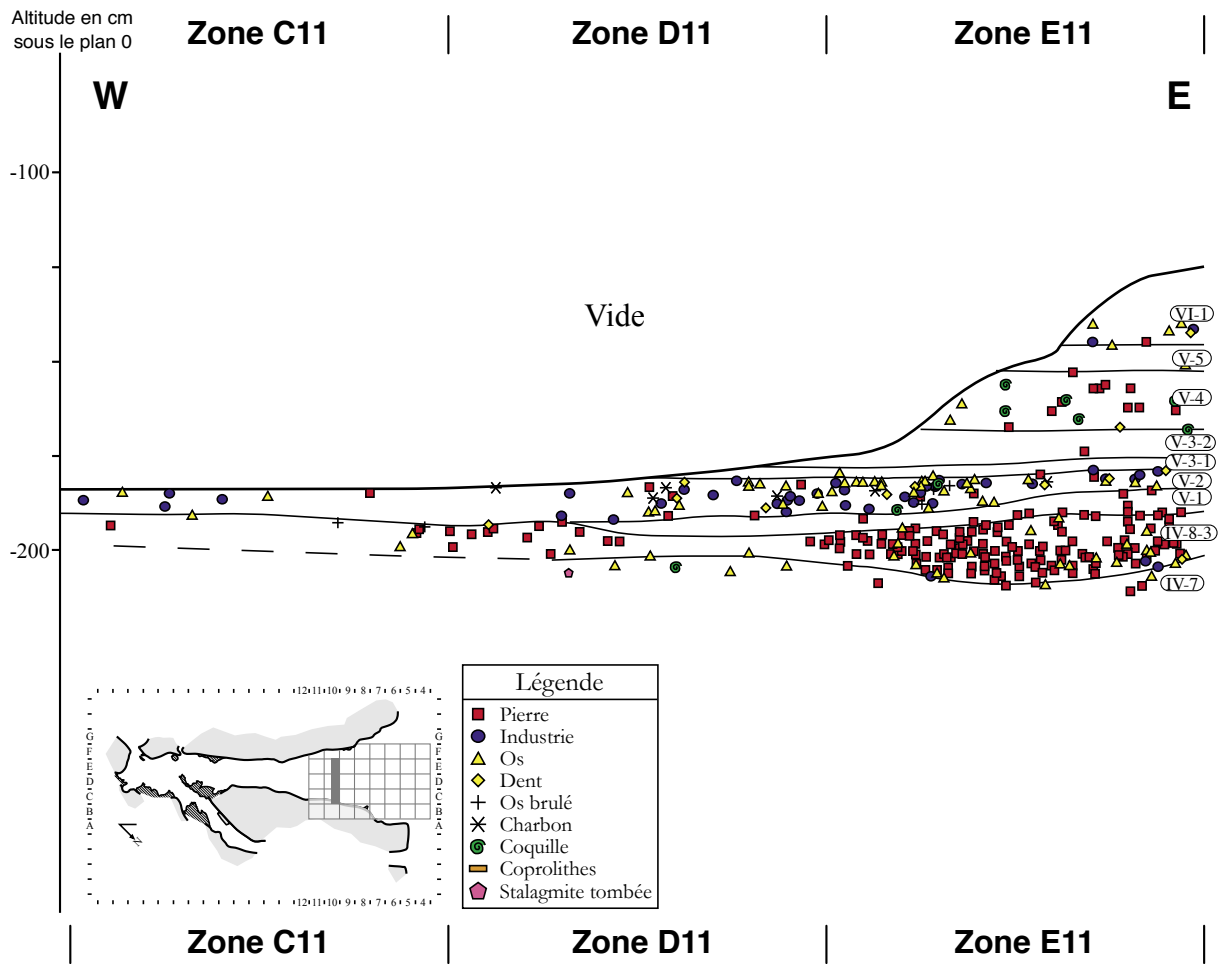


Planche 5-18 : Profil archéostratigraphique de la bande 10 (Y compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

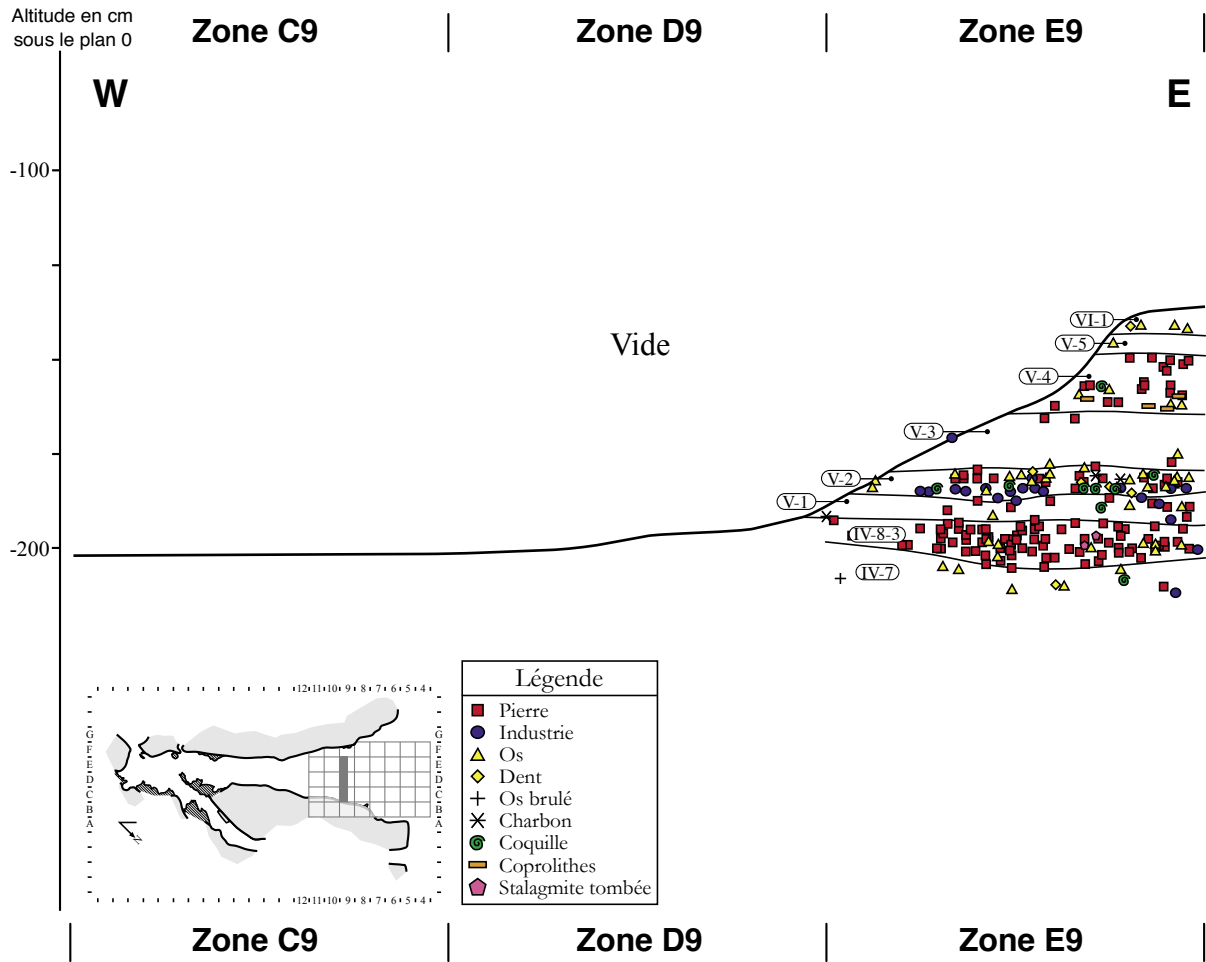


Planche 5-19 : Profil archéostratigraphique de la bande 9 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aiéropolis, Mani, Laconia).

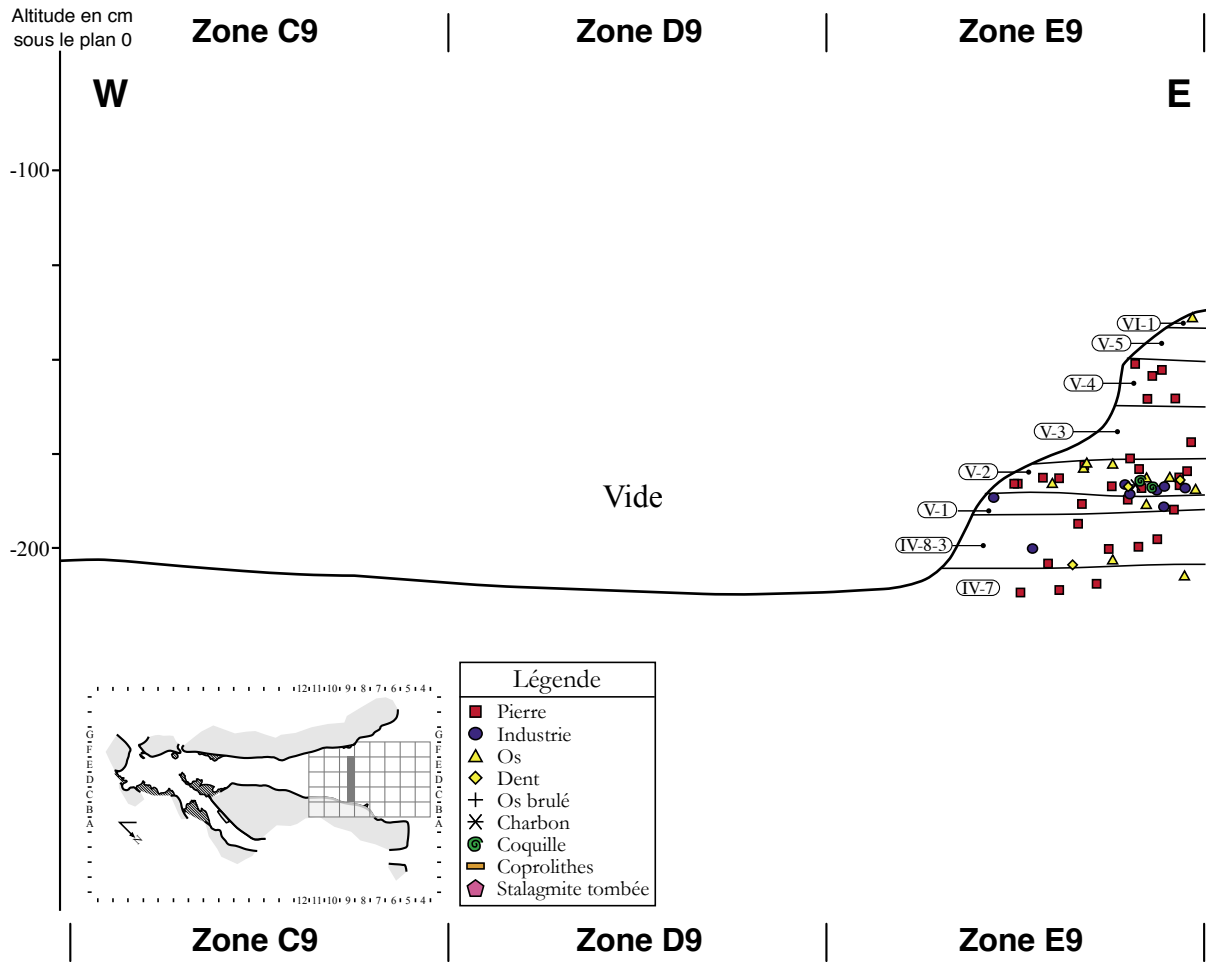


Planche 5-20 : Profil archéostratigraphique de la bande 9 (Y compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

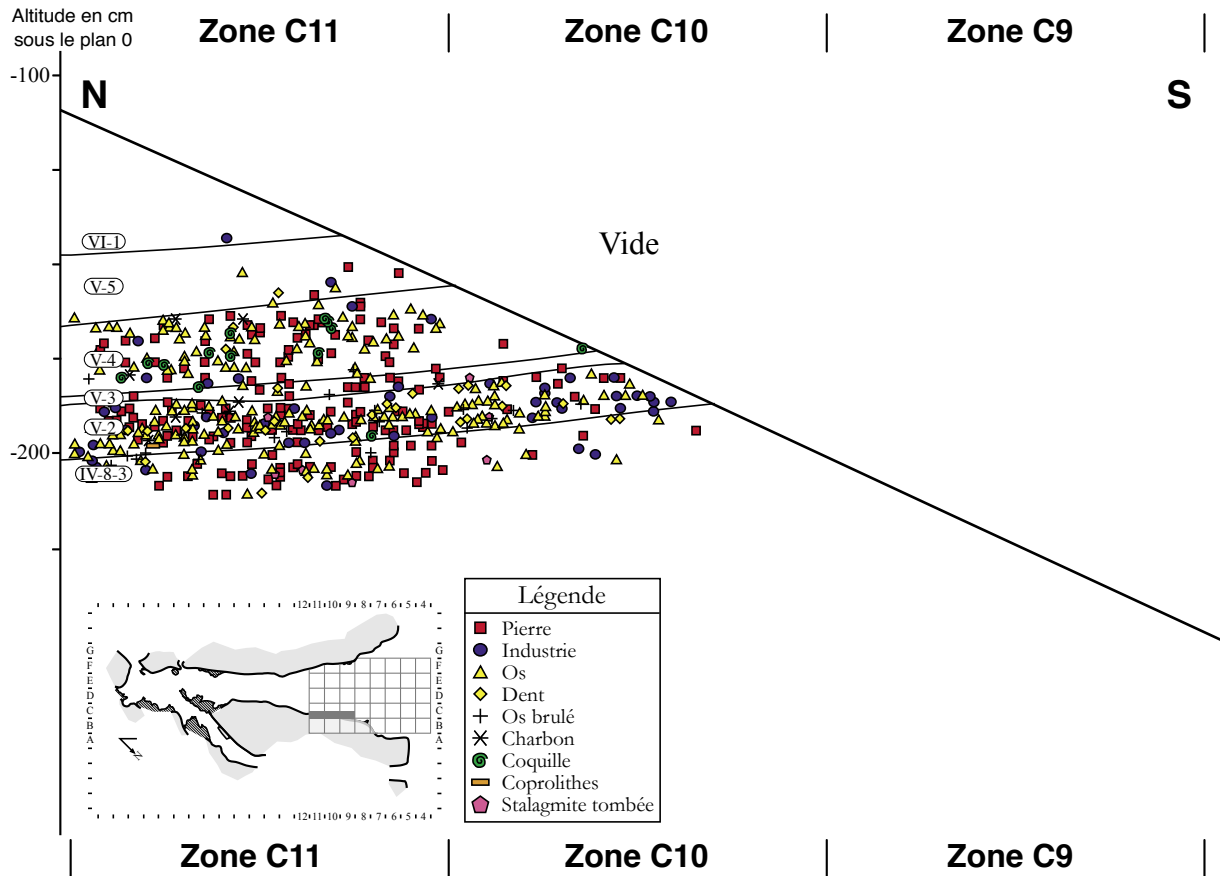


Planche 5-21 : Profil archéostratigraphique de la bande C pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

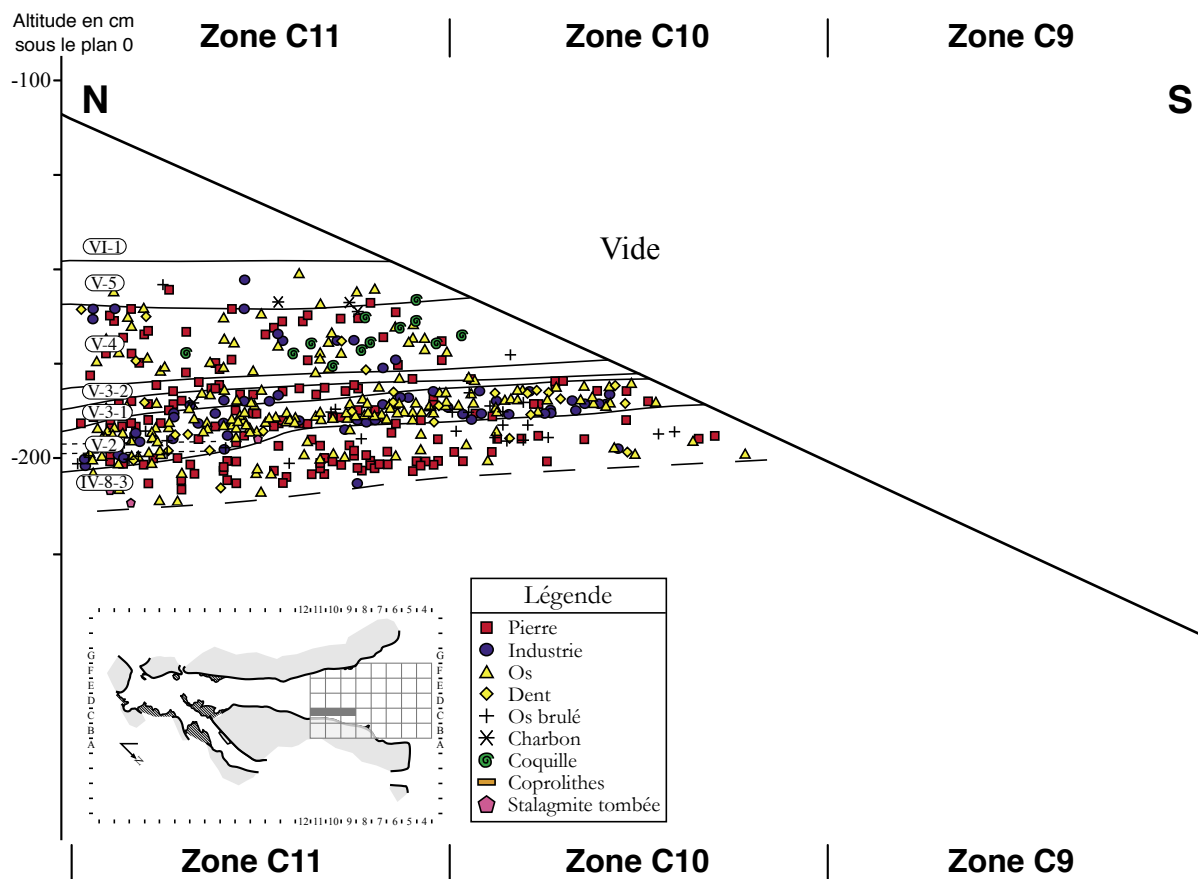


Planche 5-22 : Profil archéostratigraphique de la bande C pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

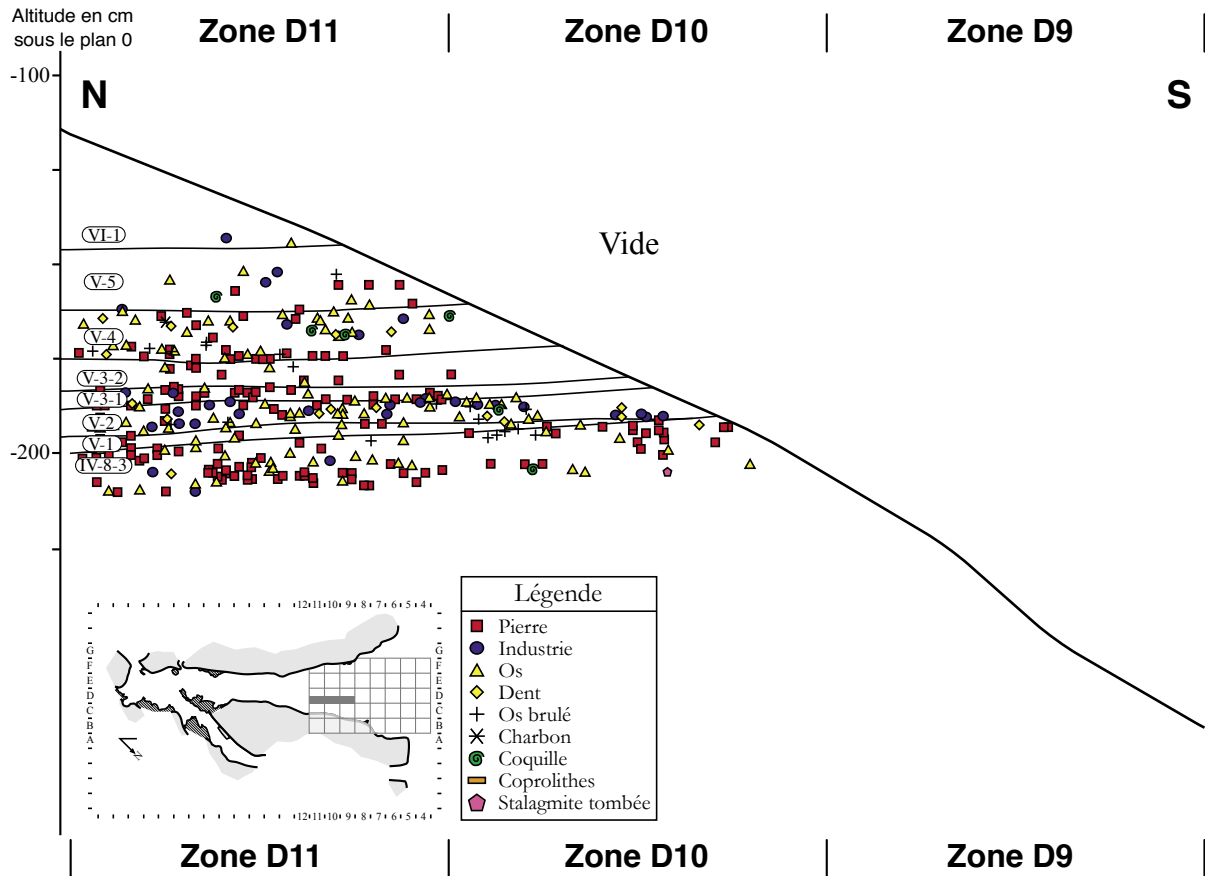


Planche 5-23 : Profil archéostratigraphique de la bande D pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

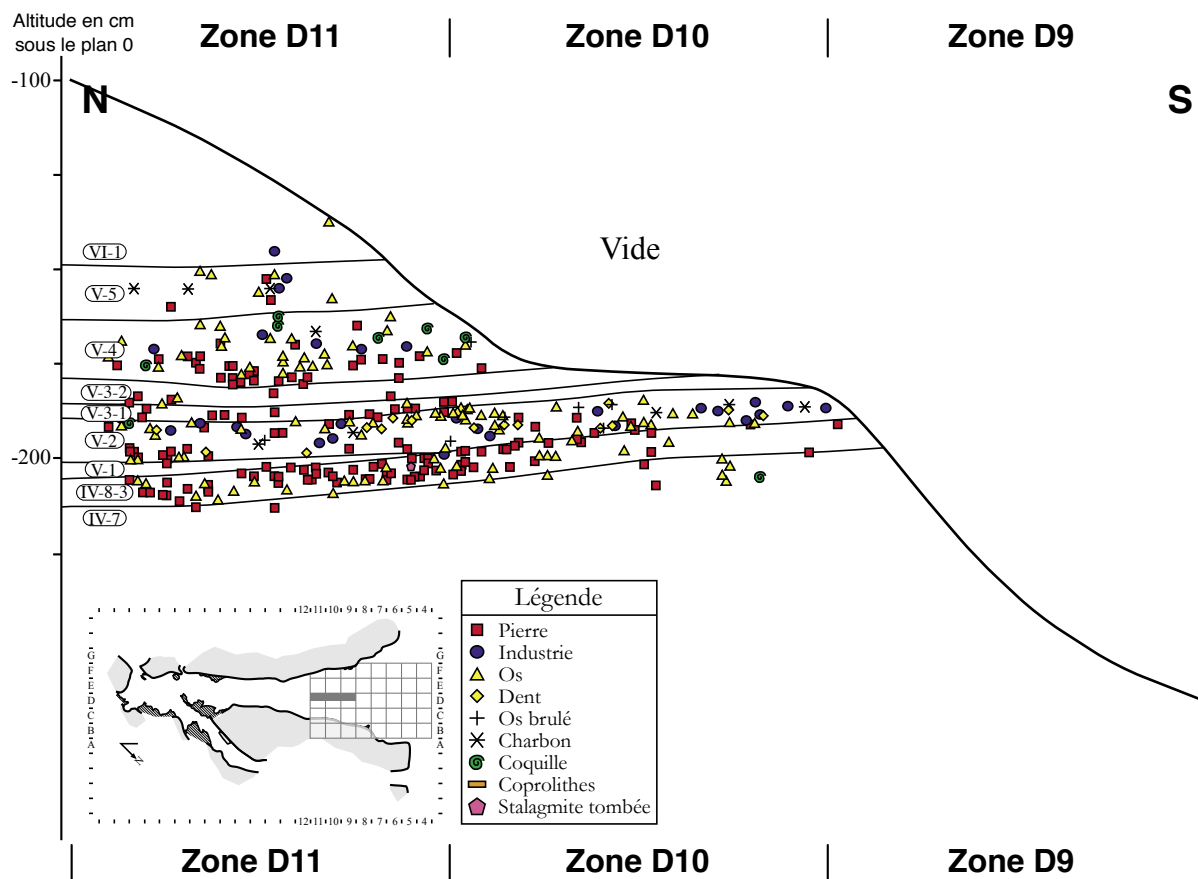


Planche 5-24 : Profil archéostratigraphique de la bande D pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia).

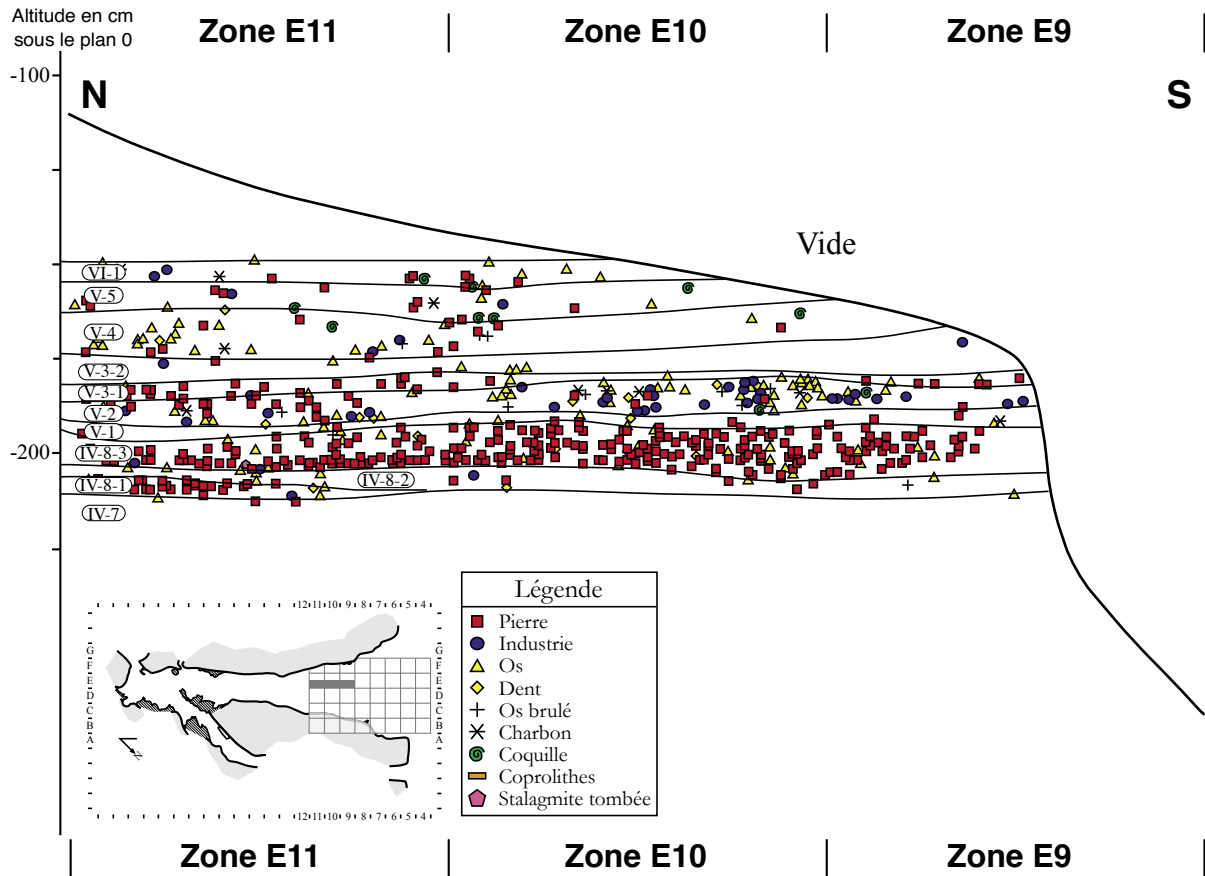


Planche 5-25 : Profil archéostratigraphique de la bande E pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

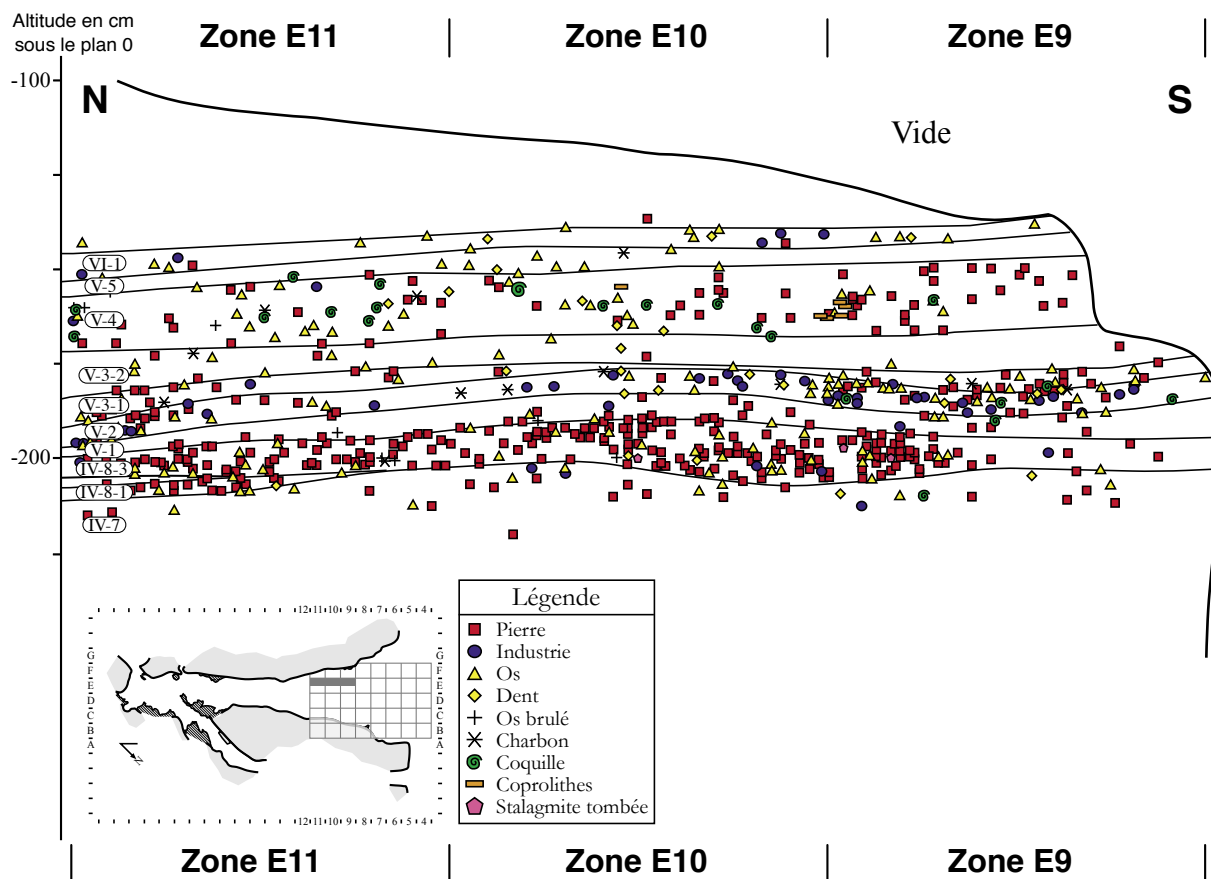


Planche 5-26 : Profil archéostratigraphique de la bande E pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

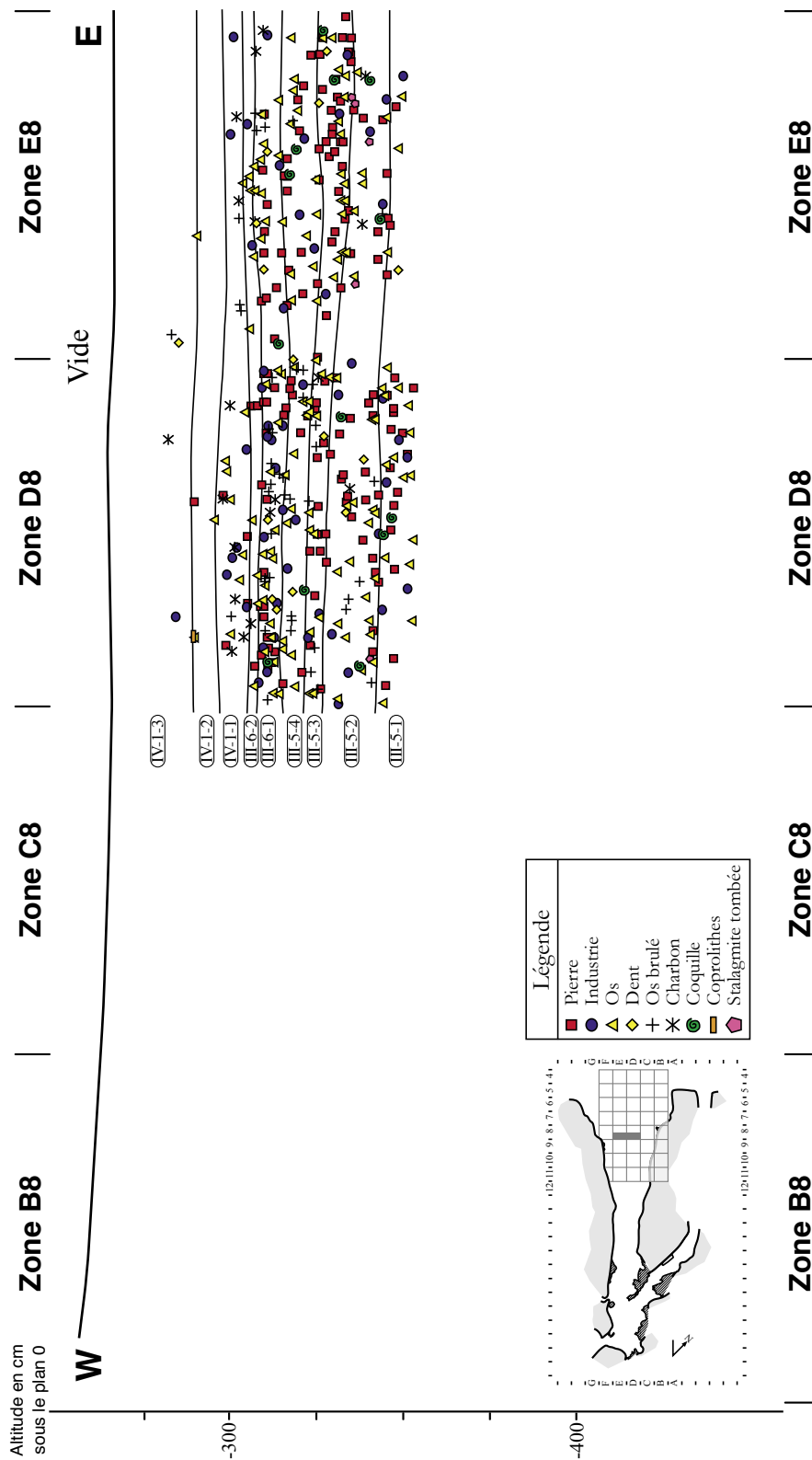


Planche 5-27 : Profil archéostratigraphique de la bande 8 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia).

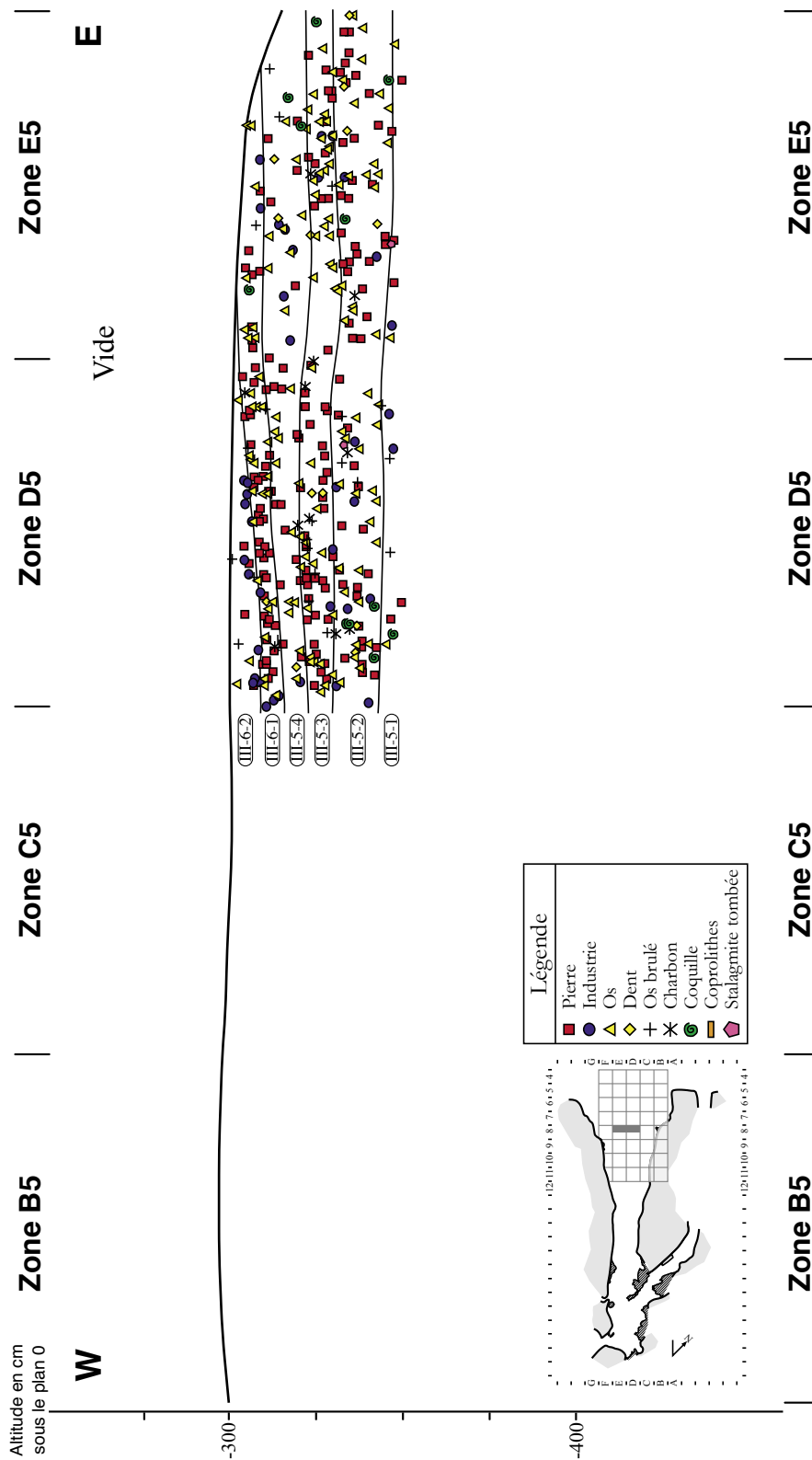


Planche 5-28 : Profil archéostratigraphique de la bande 8 (Y compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia).

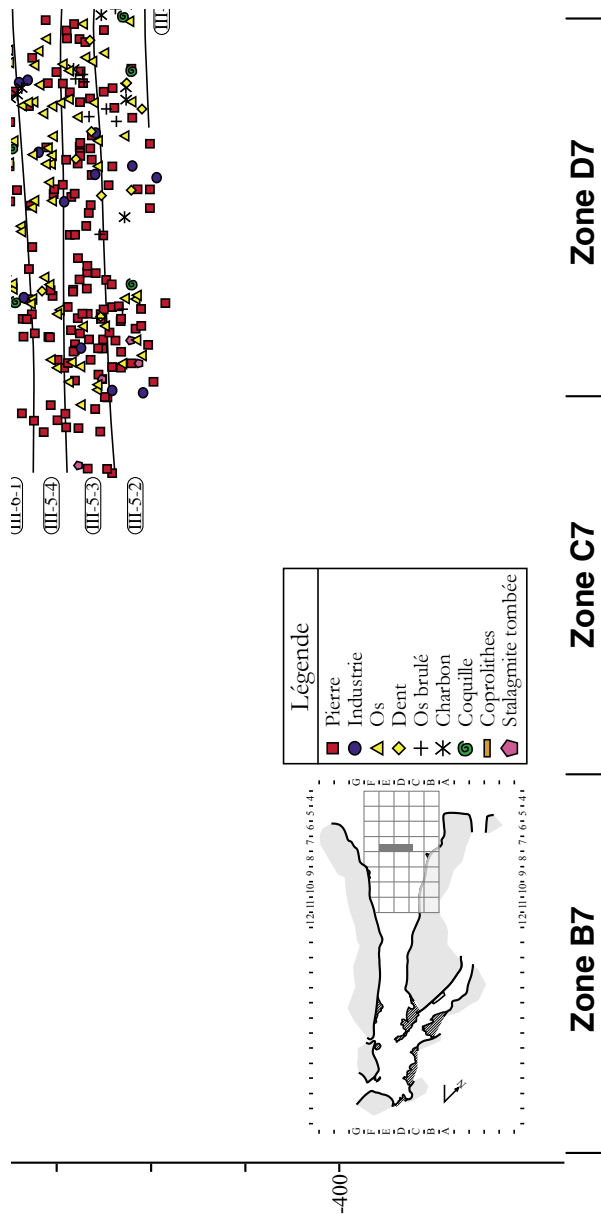


Planche 5-29 : Profil archéostratigraphique de la bande 7 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aiéropolis, Mani, Laconia).

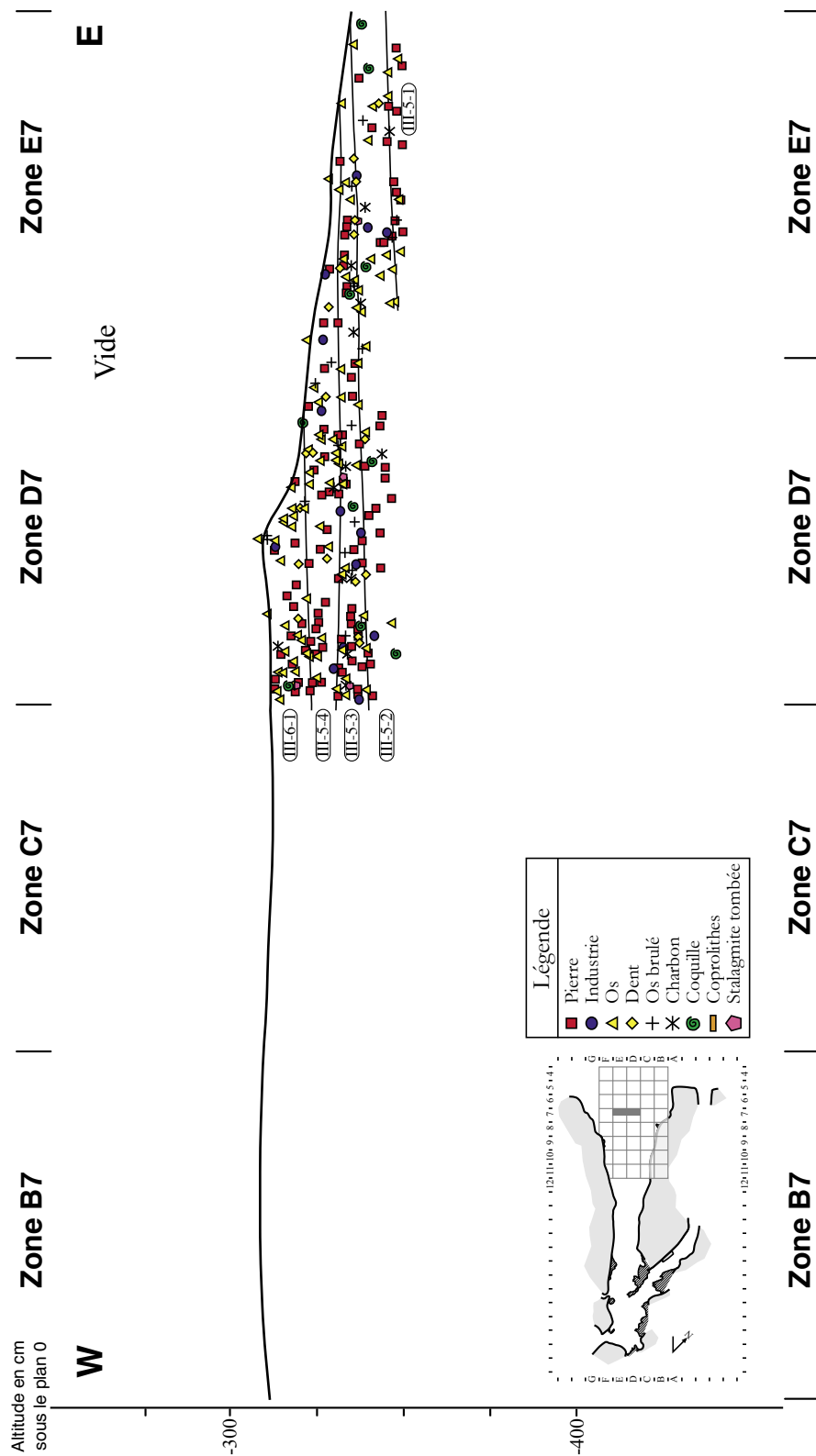


Planche 5-30 : Profil archéostratigraphique de la bande 7 (Y compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aiéropolis, Mani, Laconia).

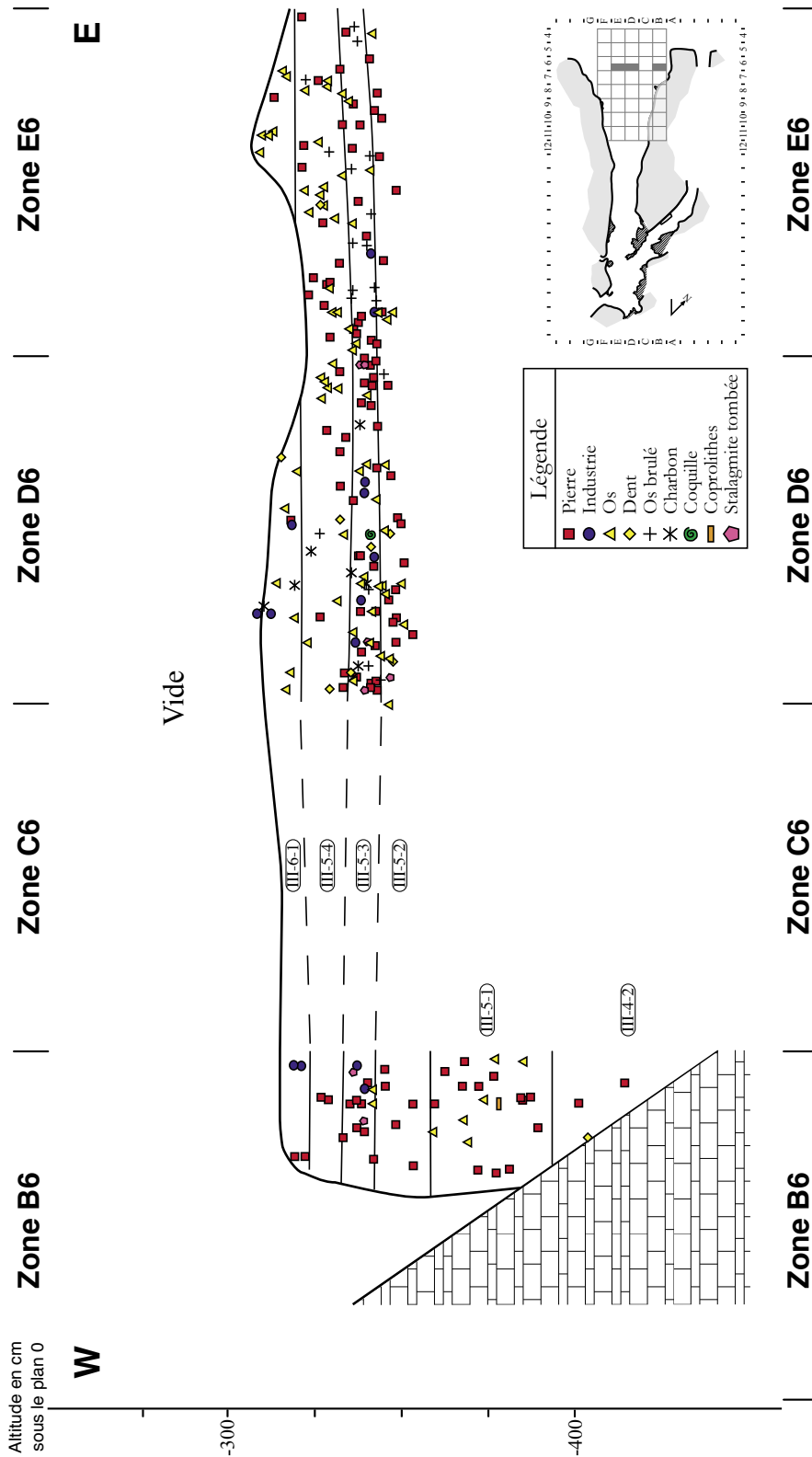


Planche 5-31 : Profil archéostratigraphique de la bande 6 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aiéropolis, Mani, Laconia).

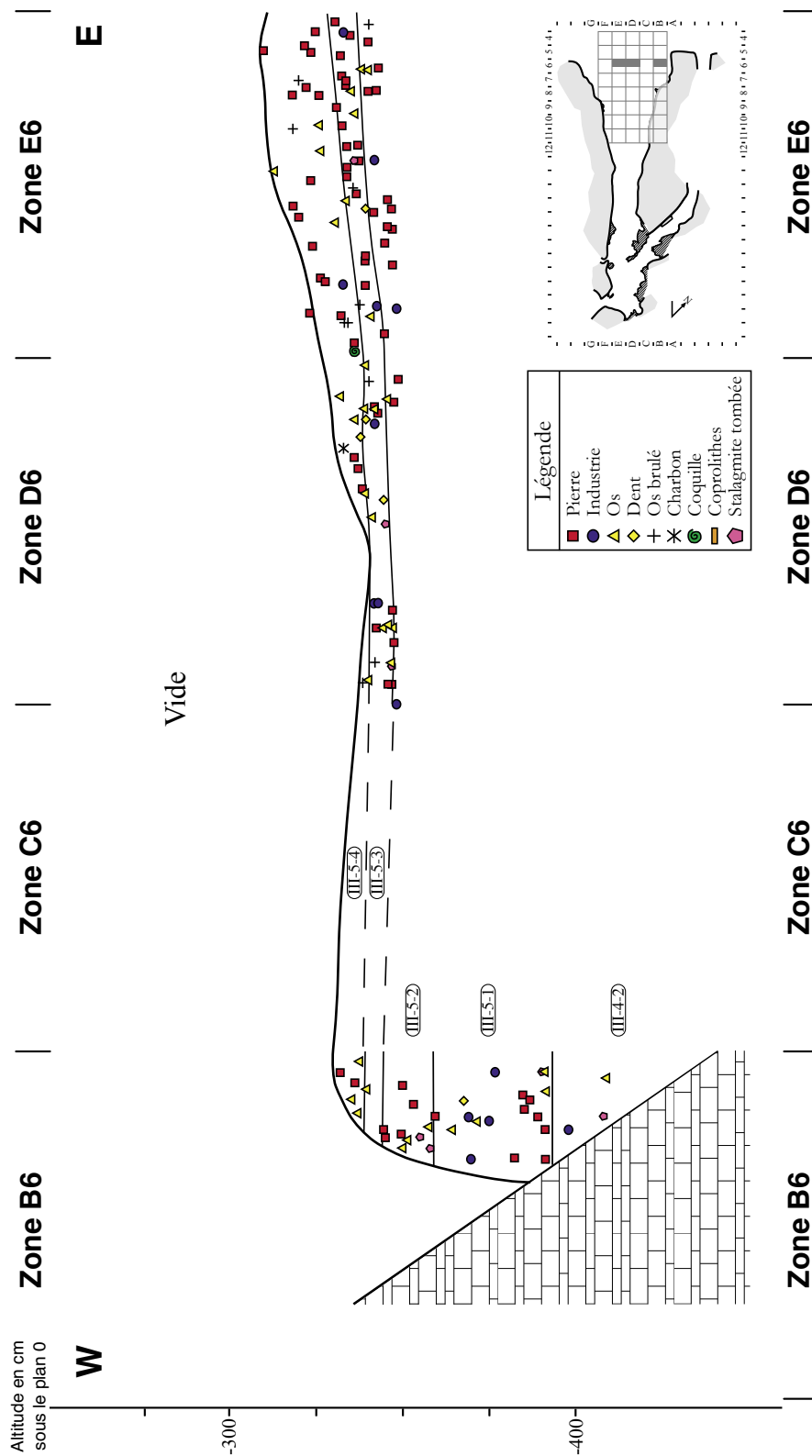


Planche 5-32 : Profil archéostratigraphique de la bande 6 (Y compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia).

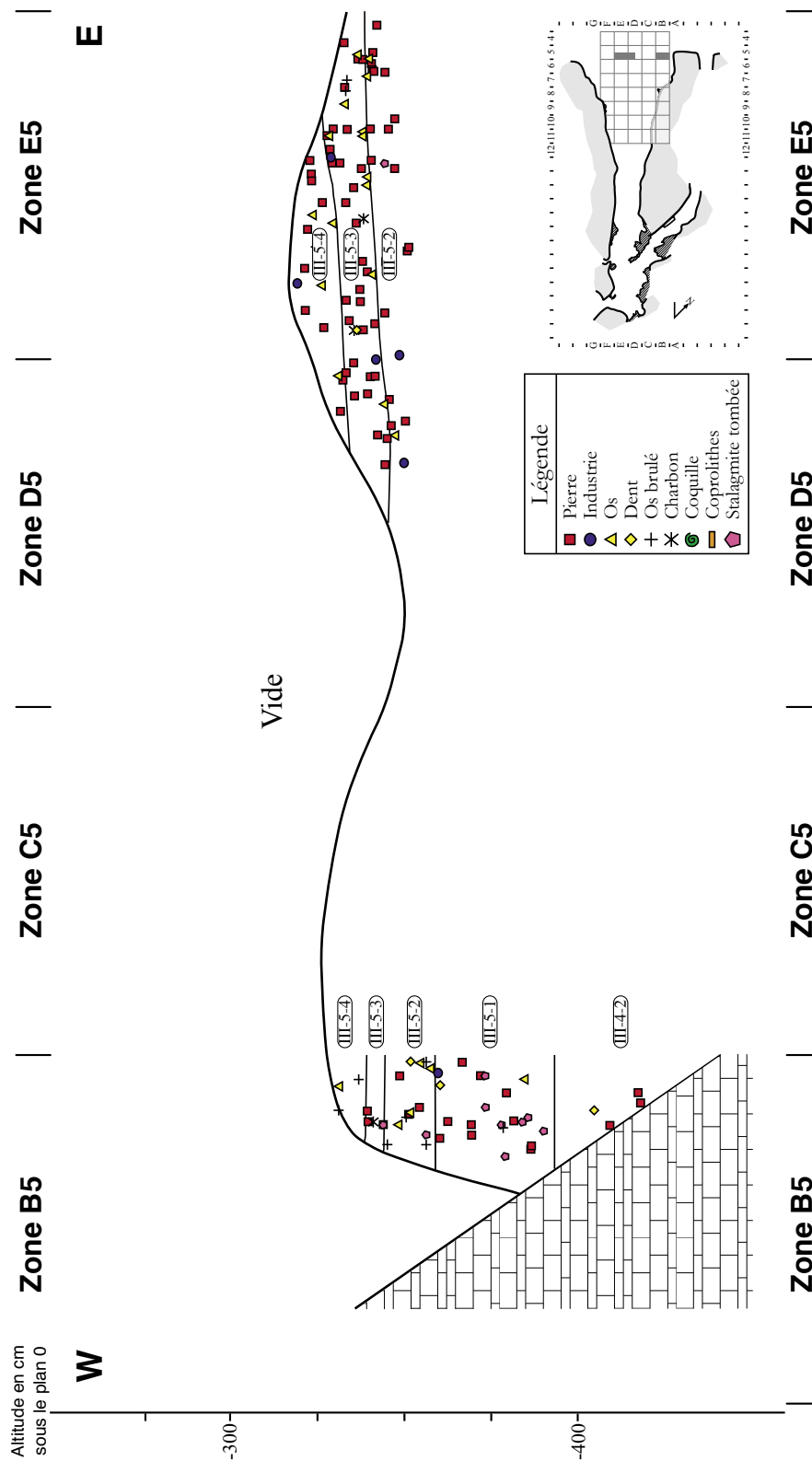


Planche 5-33 : Profil archéostratigraphique de la bande 5 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aiéropolis, Mani, Laconia).

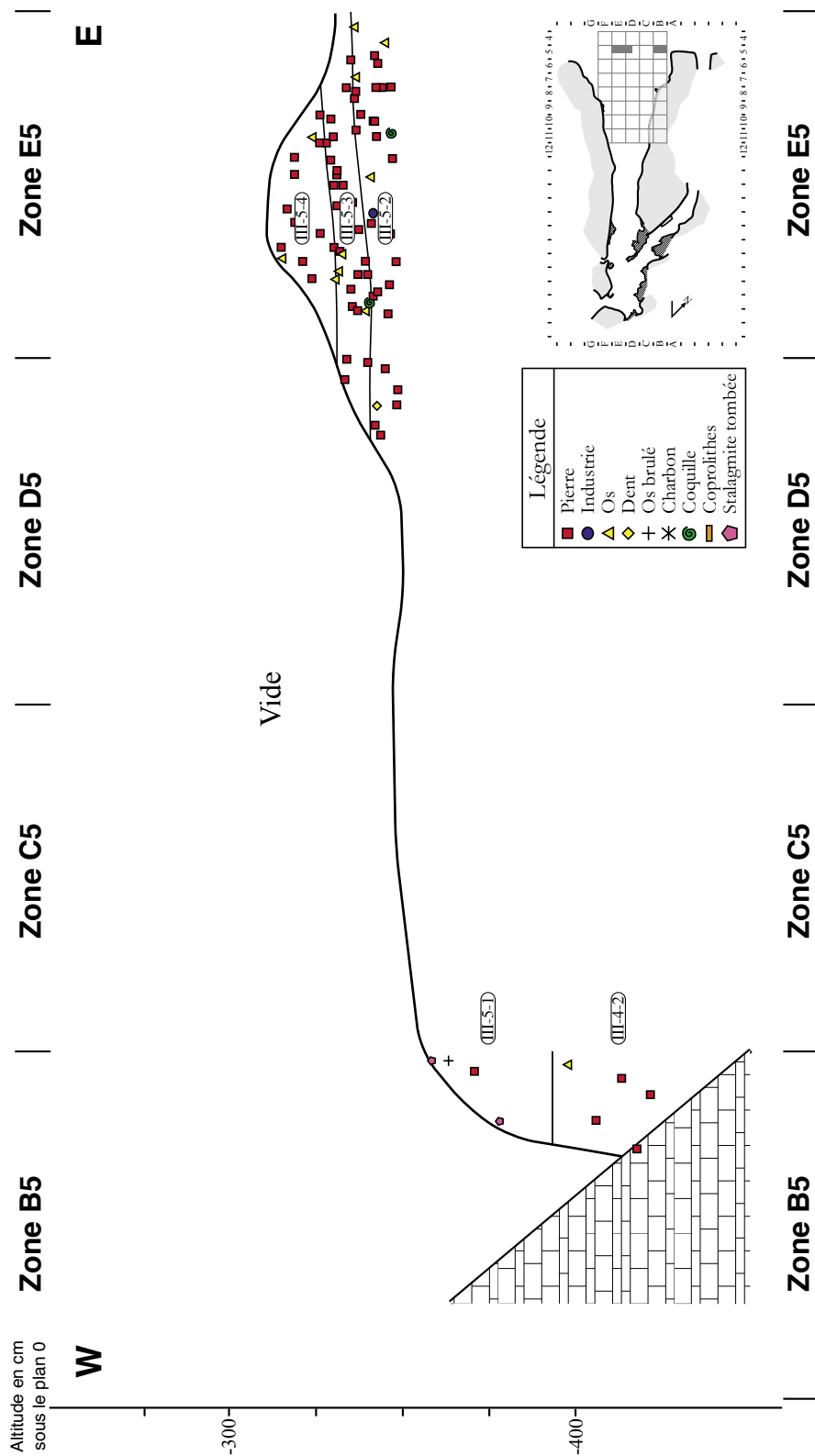


Planche 5-34 : Profil archéostratigraphique de la bande 5 (Y compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aiéropolis, Mani, Laconia).

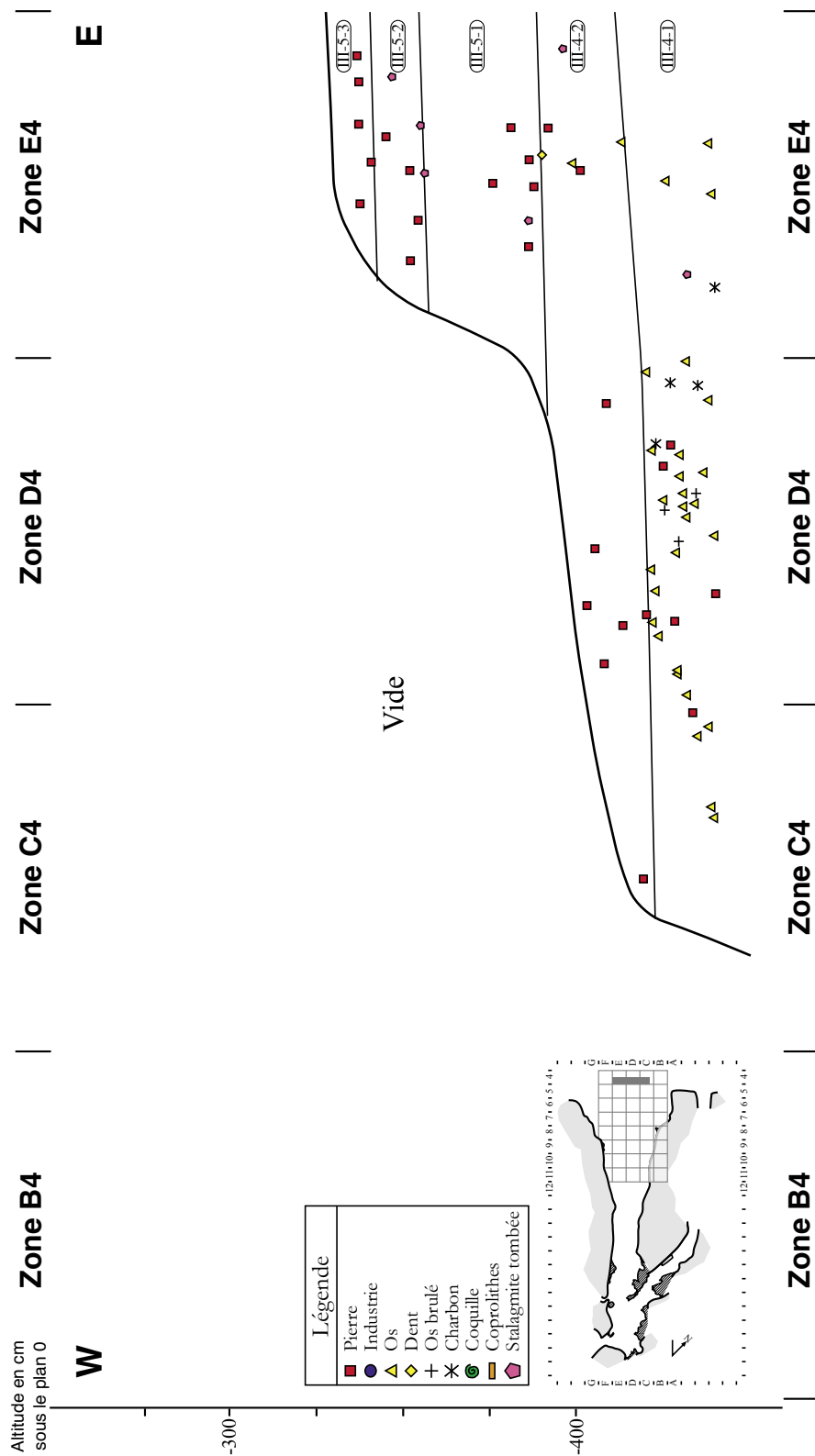


Planche 5-35 : Profil archéostratigraphique de la bande 4 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia).

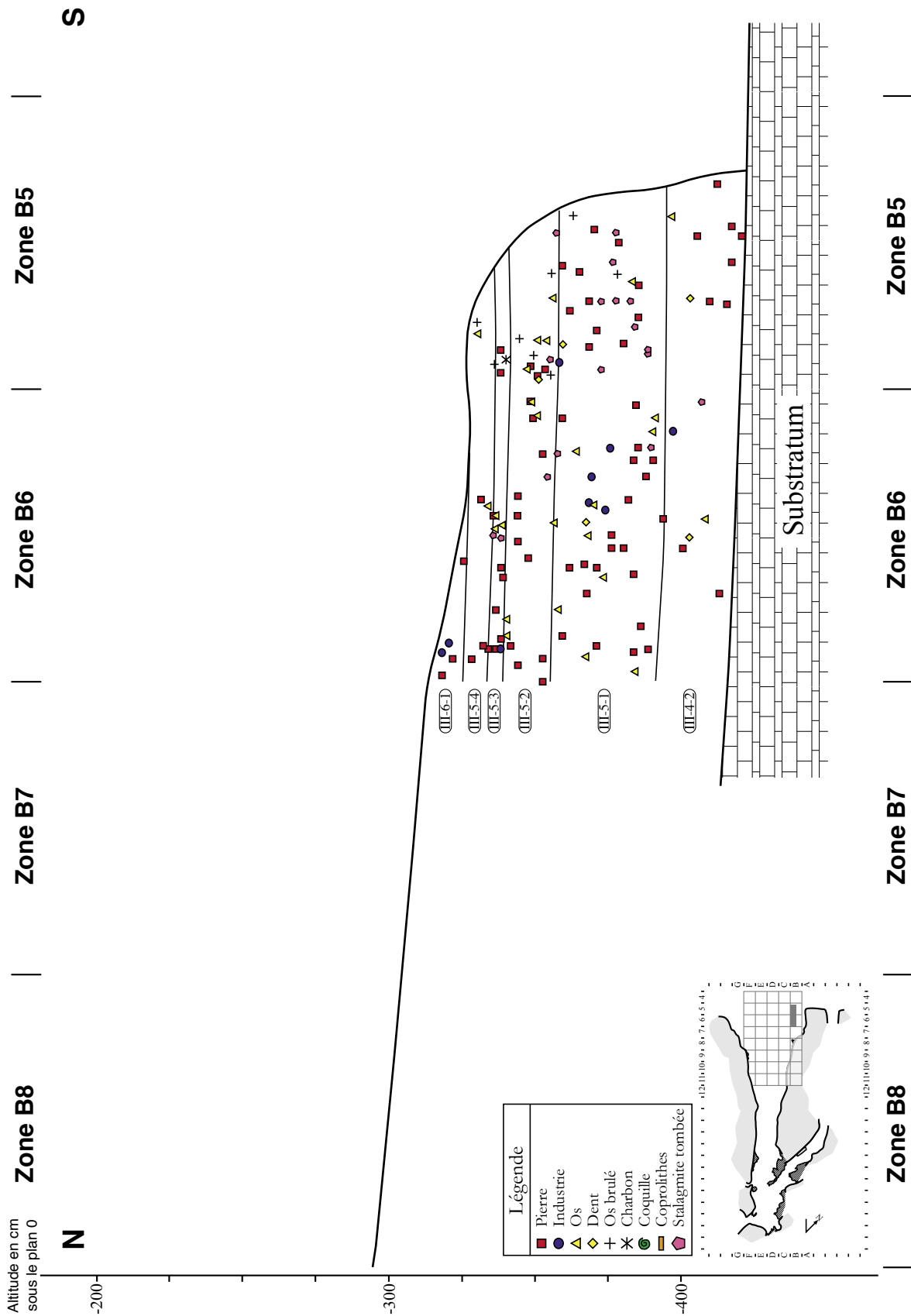


Planche 5-36 : Profil archéostratigraphique de la bande B pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

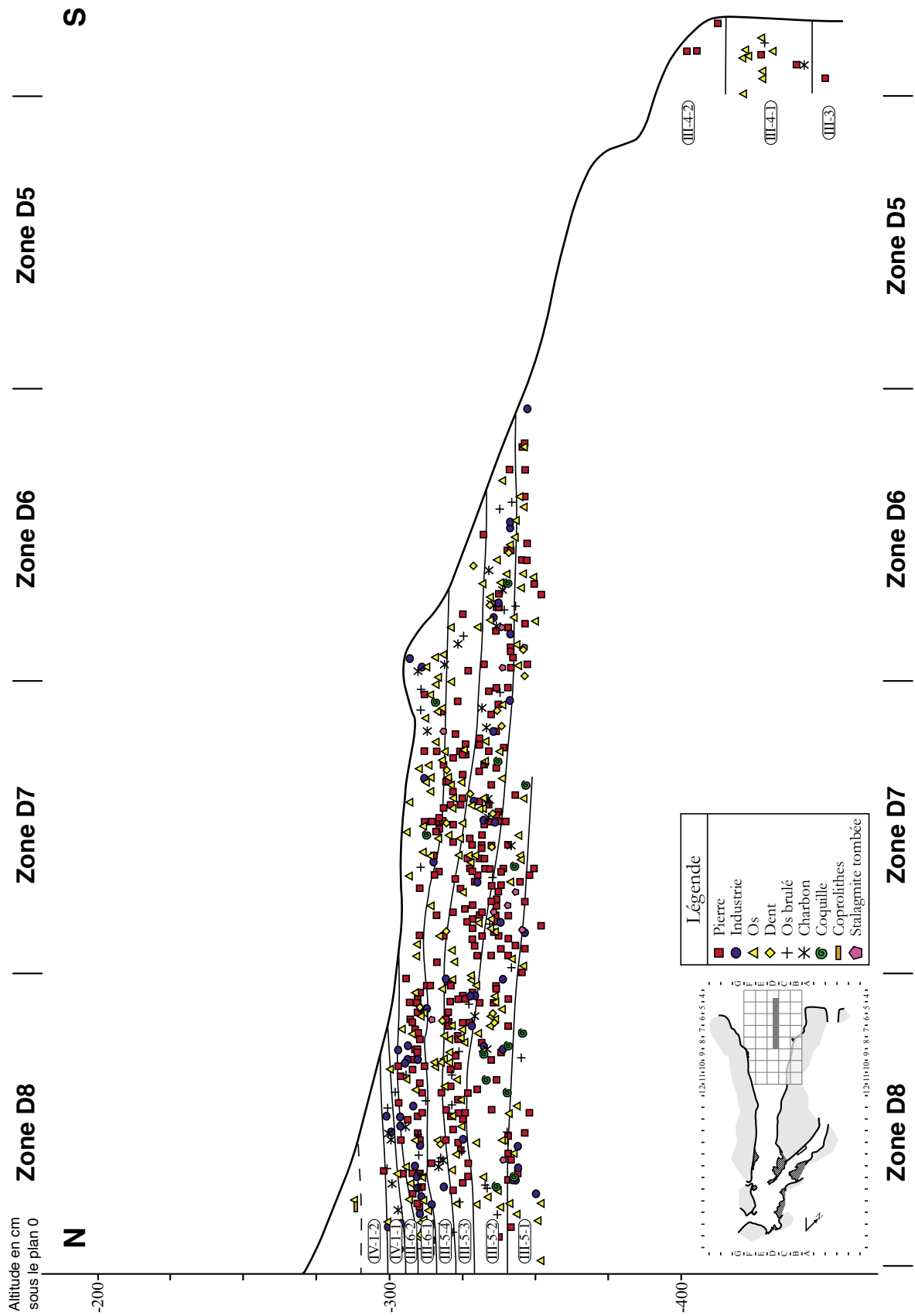


Planche 5-37 : Profil archéostratigraphique de la bande D pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

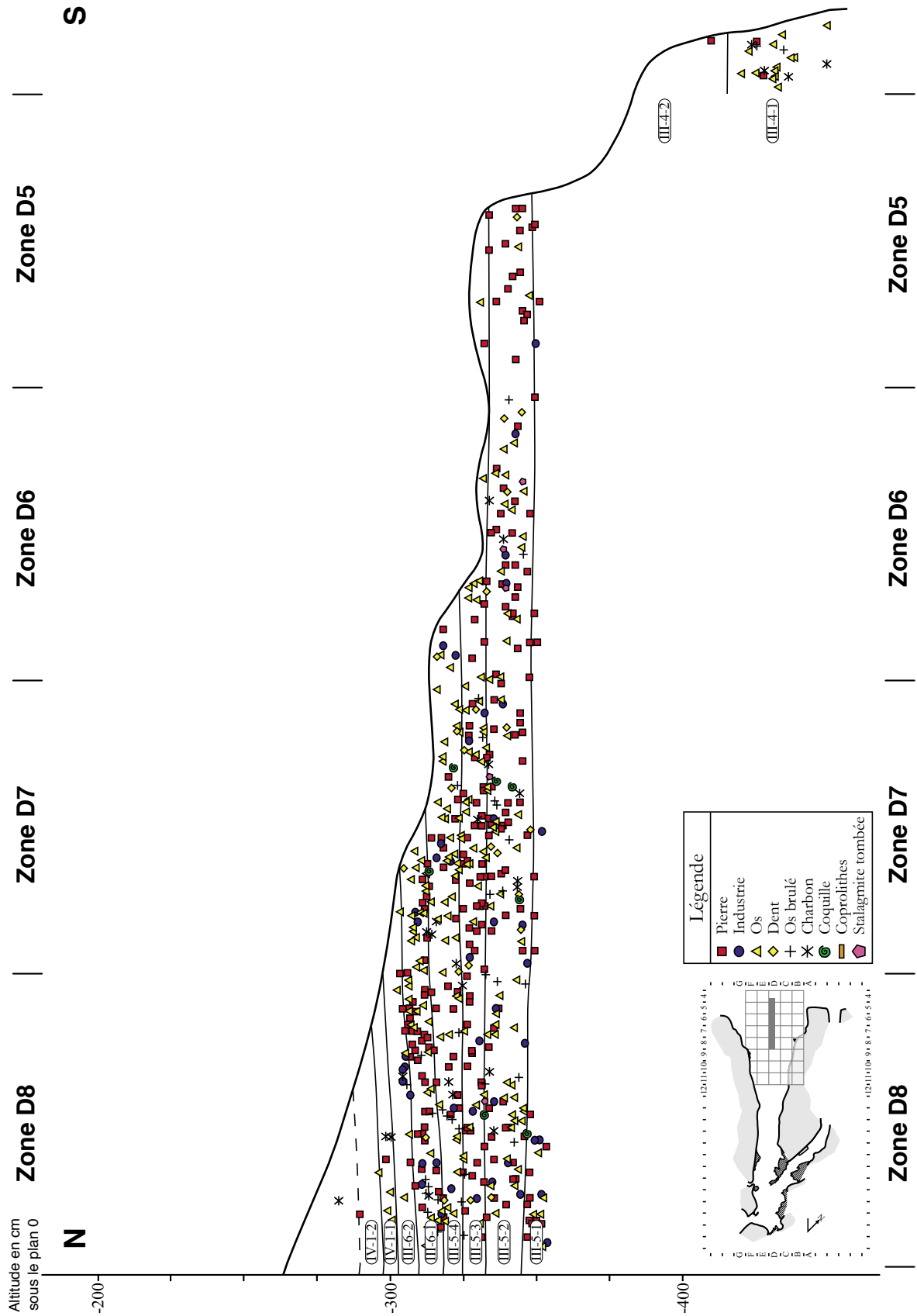


Planche 5-38 : Profil archéostratigraphique de la bande D pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia).

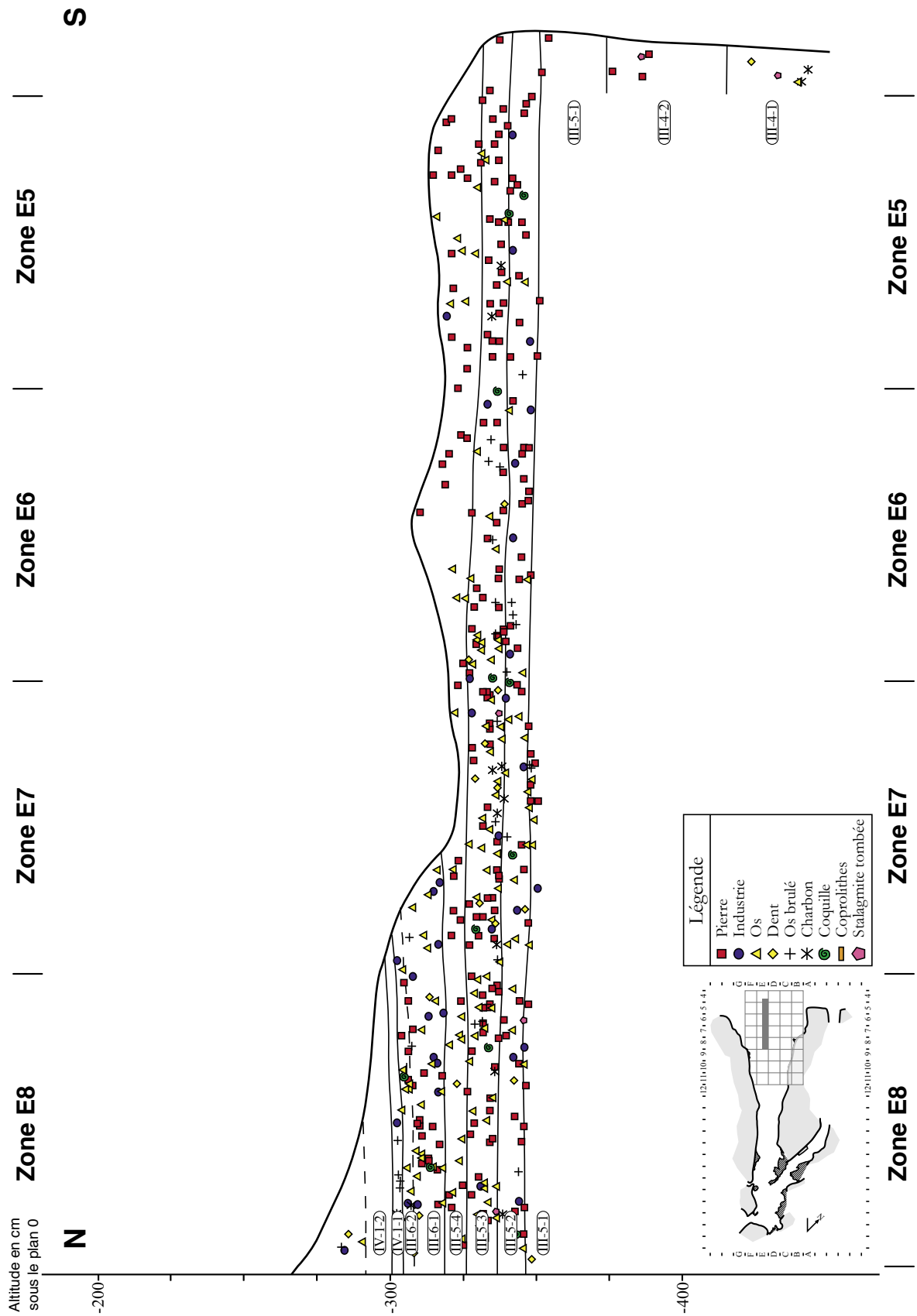


Planche 5-39 : Profil archéostratigraphique de la bande E pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia).

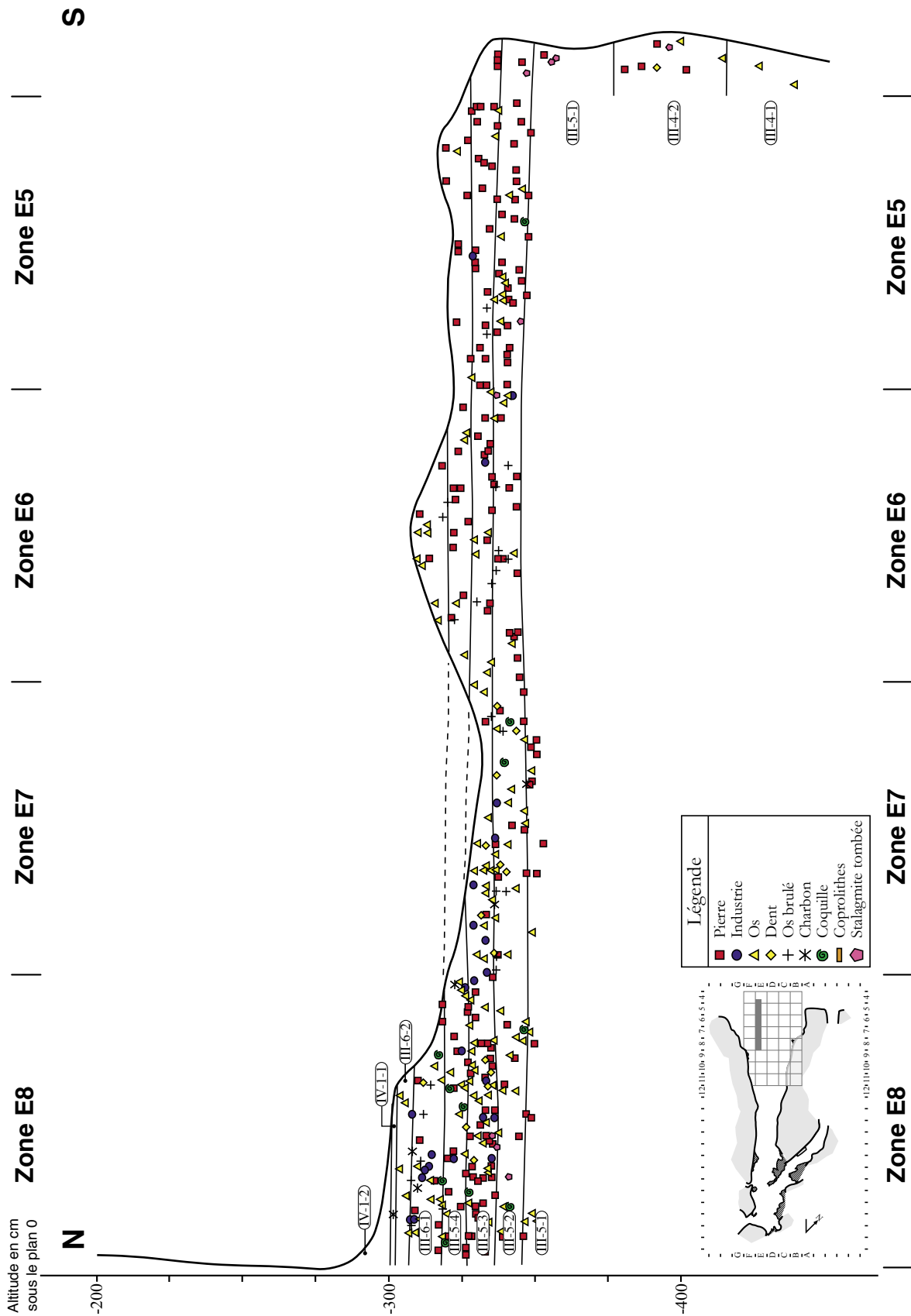


Planche 5-40 : Profil archéostratigraphique de la bande E pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia).

LISTE DES FIGURES ET PLANCHES

| | |
|---|----|
| Tableau 2-1 : Les trois standardzones du Pléistocène final d'après Guérin & Patou-Pathis, [1996] | 24 |
| Figure 2-1 : Hiérarchie des informations issues de la stratigraphie. | 16 |
| Figure 2-2 : Illustration du principe de continuité | 26 |
| Figure 2-4 : Illustration du principe de recoupement | 27 |
| Figure 2-5 : Illustration du principe d'inclusion. | 28 |
| Figure 2-6 : Les chronologies proposées par Forbes [1846] d'après Davis [2001], et par Penk & Brückner [1906] révisée par de Lumley [1976] | 31 |
| Figure 2-7 : Variations des valeurs du $\delta^{18}\text{O}$ d'après Bassinot et <i>al.</i> [1994] et variation du niveau marin d'après Chapell & Schackleton [1986] | 32 |
| Figure 2-8 : Principes utilisés pour l'établissement des matrices de Harris d'après Djindjian [1991]. | 35 |
| | |
| Tableau 3-1 : Correspondance des couches définies lors des fouilles de 1981 à 1983 et 1990 à 1994 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 43 |
| Tableau 3-2 : Industries localisées attribuées au Paléolithique supérieur. | 66 |
| Tableau 3-3 : Restes d' <i>Homo sapiens sapiens</i> localisés. | 66 |
| Tableau 3-4 : Premières datations U-Th et C ₁₄ de Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía) d'après Hublin et <i>al.</i> [1995]. | 71 |
| Tableau 3-5 : Nouvelles datations de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía), données Michel et <i>al.</i> , chap. 10, à paraître et Hublin et <i>al.</i> , 1995. | 72 |
| Figure 3-1 : Situation géographique de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 38 |
| Figure 3-2 : Contexte géologique de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía) d'après Elorza et <i>al.</i> [1978]. | 38 |
| Figure 3-3 : Plan de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 40 |
| Figure 3-4 : Diagraphie synthétique de la granulométrie des éléments fins inférieurs à 2 millimètres des ensembles supérieurs et moyens de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 55 |

| | |
|--|-------|
| Figure 3-5 : Diagraphie synthétique de la granulométrie des éléments fins inférieurs à 2 millimètres de l'ensemble inférieur de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 5 6 |
| Figure 3-6 : Diagraphie synthétique de la minéralogie des argiles des ensembles supérieurs et moyens de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 5 7 |
| Figure 3-7 : Diagraphie synthétique de la minéralogie des argiles de l'ensemble inférieur de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 5 8 |
| Figure 3-8 : Diagraphie synthétique de la morphoscopie des grains de quartz de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 5 9 |
| Figure 3-9 : Diagraphie de la granulométrie des éléments fins inférieurs à 2 millimètres de la coupe 20/19 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 6 0 |
| Figure 3-10 : Matrice de Harris des couches de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 6 2 |
| Figure 3-11 : Matrice de Harris simplifiée des couches de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 6 3 |
| Figure 3-12 : Âges obtenus pour l'ensemble II du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía), données Michel et <i>al.</i> , chap. 10, à paraître..... | 7 3 |
| Figure 3-13 : Âges obtenus pour le sous-ensemble Id du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía), données Michel et <i>al.</i> , chap. 10, à paraître..... | 7 4 |
| Figure 3-14 : Âges obtenus pour le sous-ensemble Ic du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía), données Michel et <i>al.</i> , chap. 10, à paraître..... | 7 5 |
| Figure 3-15 : Âges obtenus pour le sous-ensemble Ib du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía), données Michel et <i>al.</i> , chap. 10, à paraître..... | 7 5 |
| Figure 3-16 : Âges obtenus sur le sous-ensemble Ia du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía), données Michel et <i>al.</i> , chap. 10, à paraître et Hublin et <i>al.</i> , 1995..... | 7 6 |
| Figure 3-17 : Synthèse des données de la stratigraphie de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 7 8 |
| Planche 3-1 : Coupe stratigraphique transversale 20/19 dans les bandes O, P et Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 1 7 2 |
| Planche 3-2 : Coupe stratigraphique transversale 19/18 dans les bandes P et Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 1 7 3 |
| Planche 3-3 : Coupe stratigraphique transversale 18/17 dans la bandes Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 1 7 4 |
| Planche 3-4 : Coupe stratigraphique transversale P/Q dans les bandes 14, 15, 16 et 17 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 1 7 5 |
| Planche 3-5 : Coupe stratigraphique transversale 17/16 dans la bande Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 1 7 6 |
| Planche 3-6 : Coupe stratigraphique transversale 15/14 dans les bandes P et Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 1 7 7 |
| Planche 3-7 : Coupe stratigraphique transversale 14/13 dans la bande P de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 1 7 8 |

| | |
|--|-------|
| Planche 3-8 : Coupe stratigraphique transversale 12/11 dans les bandes P, Q et R de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 1 7 9 |
| Planche 3-9 : Coupe stratigraphique transversale P/Q dans les bandes 8, 9, 10 et 11 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 1 8 0 |
| Planche 3-10 : Coupe stratigraphique transversale 11/10 dans les bandes P et Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 1 8 1 |
| Planche 3-11 : Coupe stratigraphique transversale 10/9 dans la banddes P et Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 1 8 2 |
| Planche 3-12 : Coupe stratigraphique transversale 9/8 dans la bande P de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 1 8 3 |
| Planche 3-13 : Coupe stratigraphique transversale 7/6 dans les bandes P et Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 1 8 4 |
| Planche 3-14 : Coupe stratigraphique transversale 6/5 dans les bandes P et Q de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 1 8 5 |
| Planche 3-15 : Profil archéostratigraphique longitudinal des pièces lithiques et des restes d' <i>Homo sapiens sapiens</i> des bandes 6 à 11 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 1 8 6 |
| Planche 3-16 : Profil archéostratigraphique longitudinal des pierres des bandes 6 à 11 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía) | 1 8 6 |
| Planche 3-17 : Profil archéostratigraphique longitudinal des pièces lithiques et des restes d' <i>Homo sapiens sapiens</i> des bandes 14 à 19 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 1 8 7 |
| Planche 3-18 : Profil archéostratigraphique longitudinal des pierres des bandes 14 à 19 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 1 8 7 |
| Planche 3-19 : Profil archéostratigraphique longitudinal des restes de <i>Capra pyrenaïca</i> des bandes 6 à 11 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 1 8 8 |
| Planche 3-20 : Profil archéostratigraphique longitudinal des restes d' <i>Homo sapiens sapiens</i> des bandes 6 à 11 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 1 8 8 |
| Planche 3-21 : Profil archéostratigraphique longitudinal des restes de <i>Capra pyrenaïca</i> des bandes 14 à 19 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía)..... | 1 8 9 |
| Planche 3-22 : Profil archéostratigraphique longitudinal des restes d' <i>Homo sapiens sapiens</i> des bandes 14 à 19 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 1 8 9 |
| Planche 3-24 : Profil archéostratigraphique longitudinal des remontages fauniques des bandes 6 à 11 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía) | 1 9 0 |
| Planche 3-23 : Profil archéostratigraphique longitudinal des restes de carnivores des bandes 6 à 11 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 1 9 0 |
| Planche 3-25 : Profil archéostratigraphique longitudinal des restes de carnivores des bandes 14 à 19 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 1 9 1 |
| Planche 3-26 : Profil archéostratigraphique longitudinal des remontages fauniques des bandes 14 à 19 de la grotte du Boquete de Zafarraya (Alcaucín, Málaga, Andalucía). | 1 9 1 |

| | |
|--|-----|
| Tableau 4-1 : Subdivisions du « Würm I » de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria), d'après J.-C. Miskovsky [1974]..... | 93 |
| Tableau 4-2 : Âges U/Th et ESR de l'ensemble stratigraphique I de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) d'après B. Blanchin, [1999]..... | 109 |
| Figure 4-1 : Situation géographique de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) d'après A. Papadea [1997] | 84 |
| Figure 4-2 : Contexte géologique de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) d'après S. Franchi & F. Cozzolino [1928] | 84 |
| Figure 4-3 : Plan de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)) d'après G. Isetti <i>et al.</i> [1962]..... | 86 |
| Figure 4-4 : Coupe stratigraphique synthétique de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) proposée par G. Isetti <i>et al.</i> [1962] (modifiée)..... | 88 |
| Figure 4-5 : Stratigraphie de la partie supérieure du remplissage de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) située à l'est de la grotte, d'après G. Isetti <i>et al.</i> [1962]. | 91 |
| Figure 4-6 : Stratigraphie de la partie supérieure du remplissage de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) située à l'ouest de la grotte, d'après G. Isetti <i>et al.</i> [1962]. La flèche noire indique le foyer de la base de l'horizon | 92 |
| Figure 4-7 : Matrice de Harris des couches de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)..... | 101 |
| Figure 4-8 : Coupe stratigraphique synthétique de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)..... | 103 |
| Figure 4-9 : Âges U/Th de l'ensemble stratigraphique I de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) rapportés aux variations du $\delta^{18}\text{O}$ | 108 |
| Figure 4-10 : Âges U/Th et ESR de l'ensemble stratigraphique III de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria) d'après B. Blanchin [1999] rapportés aux variations du $\delta^{18}\text{O}$ | 110 |
| Figure 4-11 : Synthèse de la stratigraphie du site de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)..... | 112 |
| Planche 4-1 : Coupe stratigraphique transversale AB/GH de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)..... | 192 |
| Planche 4-2 : Coupe stratigraphique longitudinale F ₁ /G de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)..... | 193 |
| Planche 4-3 : Coupe stratigraphique transversale G/L de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)..... | 194 |
| Planche 4-4 : Coupe stratigraphique longitudinale G/H de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)..... | 195 |
| Planche 4-5 : Coupe stratigraphique longitudinale R/S de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)..... | 196 |
| Planche 4-6 : Coupes stratigraphiques transversales ECD et FAB de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)..... | 197 |

| | |
|--|-----|
| Planche 4-7 : Coupe stratigraphique longitudinale K/L de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)..... | 198 |
| Planche 4-8 : Coupe stratigraphique transversale 20/19 de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)..... | 199 |
| Planche 4-9 : Profil archéostratigraphique transversal de la bande 23 du talus extérieur de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)..... | 200 |
| Planche 4-10 : Profil archéostratigraphique longitudinal de la bande J du talus extérieur de la grotte de Madonna dell'Arma (Arma di Taggia, Imperia, Liguria)..... | 200 |
| | |
| Figure 5-1 : Situation géographique de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 116 |
| Figure 5-2 : Contexte géologique de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia) d'après Papavassiliou [1984] et Thiébaud [1982]..... | 117 |
| Figure 5-3 : Plan de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 119 |
| Figure 5-4 : Diagraphie de la granulométrie des éléments fins inférieurs à 2 millimètres de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 128 |
| Figure 5-5 : Diagraphie de la granulométrie décalcifiée des éléments fins inférieurs à 2 millimètres de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 129 |
| Figure 5-6 : Diagraphie de la calcimétrie de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 130 |
| Figure 5-7 : Détail de l'échantillon micromorphologique Kal. 93-M ₁ de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia). 1 – Niveaux blanchâtres. 2 – Limon sableux rose-orangé. 3 – Pierres. 4 – Ossement. | 133 |
| Figure 5-8 : Photographie de la lame mince Kal. 93-M ₁ de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia). 1 – Élément vasculaire d'un végétal minéralisé par de la calcite. 2 – Masse basale. 3 – Vides. 4 – Manteau de calcite..... | 135 |
| Figure 5-9 : Matrice de Harris des couches de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 144 |
| Figure 5-10 : Données radiométriques disponibles pour l'ensemble stratigraphique II de la grotte de Kalamakia (Laconie, Grèce)..... | 147 |
| | |
| Planche 5-1 : Coupe stratigraphique transversale 12/11 de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 202 |
| Planche 5-2 : Coupe stratigraphique transversale 11/10 de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 203 |
| Planche 5-3 : Coupe stratigraphique transversale 10/9 de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 204 |
| Planche 5-4 : Coupe stratigraphique longitudinale B/C des bandes 11, 10 et 9 de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 205 |
| Planche 5-5 : Coupe stratigraphique longitudinale C/D des bandes 11, 10 et 9 de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 206 |
| Planche 5-6 : Coupe stratigraphique longitudinale D/E des bandes 11, 10 et 9 de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 207 |

| | |
|--|-------|
| Planche 5-7 : Coupe stratigraphique longitudinale E/F des bandes 11, 10 et 9 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 0 8 |
| Planche 5-8 : Coupe stratigraphique transversale 9/8 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 0 9 |
| Planche 5-9 : Coupe stratigraphique transversale 8/7 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 1 0 |
| Planche 5-10 : Coupe stratigraphique transversale 7/6 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 1 1 |
| Planche 5-11 : Coupe stratigraphique transversale 6/5 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 1 2 |
| Planche 5-12 : Coupe stratigraphique transversale 5/4 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 1 3 |
| Planche 5-13 : Coupe stratigraphique longitudinale B/C des bandes 7, 6 et 5 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 1 4 |
| Planche 5-14 : Coupe stratigraphique longitudinale C/D des bandes 8, 7, 6, 5 et 4 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 1 5 |
| Planche 5-15 : Coupe stratigraphique longitudinale D/E des bandes 8, 7, 6, 5 et 4 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 1 6 |
| Planche 5-16 : Coupe stratigraphique longitudinale E/F des bandes 8, 7, 6, 5 et 4 de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 1 7 |
| Planche 5-15 : Profil archéostratigraphique de la bande 11 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 1 8 |
| Planche 5-16 : Profil archéostratigraphique de la bande 11 (Y compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 1 9 |
| Planche 5-17 : Profil archéostratigraphique de la bande 10 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 2 0 |
| Planche 5-18 : Profil archéostratigraphique de la bande 10 (Y compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 2 1 |
| Planche 5-19 : Profil archéostratigraphique de la bande 9 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 2 2 |
| Planche 5-20 : Profil archéostratigraphique de la bande 9 (Y compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 2 3 |
| Planche 5-21 : Profil archéostratigraphique de la bande C pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 2 4 |
| Planche 5-22 : Profil archéostratigraphique de la bande C pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 2 5 |
| Planche 5-23 : Profil archéostratigraphique de la bande D pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 2 6 |
| Planche 5-24 : Profil archéostratigraphique de la bande D pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aréopolis, Mani, Laconia)..... | 2 2 7 |

| | |
|--|-------|
| Planche 5-25 : Profil archéostratigraphique de la bande E pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 2 8 |
| Planche 5-26 : Profil archéostratigraphique de la bande E pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 2 9 |
| Planche 5-27 : Profil archéostratigraphique de la bande 8 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 3 0 |
| Planche 5-28 : Profil archéostratigraphique de la bande 8 (Y compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 3 1 |
| Planche 5-29 : Profil archéostratigraphique de la bande 7 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 3 2 |
| Planche 5-30 : Profil archéostratigraphique de la bande 7 (Y compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 3 3 |
| Planche 5-31 : Profil archéostratigraphique de la bande 6 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 3 4 |
| Planche 5-32 : Profil archéostratigraphique de la bande 6 (Y compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 3 5 |
| Planche 5-33 : Profil archéostratigraphique de la bande 5 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 3 6 |
| Planche 5-34 : Profil archéostratigraphique de la bande 5 (Y compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 3 7 |
| Planche 5-35 : Profil archéostratigraphique de la bande 4 (Y compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 3 8 |
| Planche 5-36 : Profil archéostratigraphique de la bande B pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 3 9 |
| Planche 5-37 : Profil archéostratigraphique de la bande D pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 4 0 |
| Planche 5-38 : Profil archéostratigraphique de la bande D pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 4 1 |
| Planche 5-39 : Profil archéostratigraphique de la bande E pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 0 et 50 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 4 2 |
| Planche 5-40 : Profil archéostratigraphique de la bande E pour les bandes 11, 10 et 9 (X compris entre 50 et 100 cm) de la grotte de Kalamakia (Aéropolis, Mani, Laconia)..... | 2 4 3 |
| Figure 6-1 : Stratigraphies relatives des gisements Paléolithiques du Boquete de Zafarraya (Andalousie, Espagne), de Madonna dell'Arma (Ligurie, Italie) et de Kalamakia (Laconie, Grèce)..... | 1 5 7 |

Résumé

Les trois sites archéologiques moustériens du *Boquete de Zafarraya*, de *Madonna dell'Arma* et de *Kalamakia* sont localisés respectivement en Espagne, en Italie et en Grèce. Cette étude a permis de préciser leur stratigraphie, leur archéostratigraphie et la chronologie des périodes d'occupations.

Tous les résultats archéostratigraphiques sont présentés sous forme de matrices de Harris. Cet outil méthodologique se révèle particulièrement utile dans le cadre de recherches préhistoriques afin d'améliorer la lecture des correspondances entre les couches au sein d'un site.

Le Boquete de Zafarraya a été occupé par *Homo sapiens neanderthalensis* durant les stades isotopiques 3 et 4. L'âge de la dernière occupation moustérienne est estimé entre 35 000 à 30 000 ans B.P. au plus tard. L'hypothèse d'une occupation tardive du site par l'homme de Néandertal, autour de 27 000 ans B.P., est invalidée par la présence d'artefacts du Paléolithique supérieur (Proto-aurignacien, Gravettien et Solutréen) dans les couches dont les datations ont servi de base à cette hypothèse.

La base de la stratigraphie de la grotte de la Madonna dell'Arma est marqué par une formation marine contemporaine du sous-stade isotopique 5.5 (Tyrrhénien). La grotte a ensuite été occupée par des populations du Paléolithique entre 105 000 et 80 000 ans B.P. Le talus extérieur, encore très partiellement fouillé, contient des occupations du Moustérien d'un âge maximum compris entre 90 000 et 38 000 ans B.P. Les relations stratigraphiques exactes entre les deux parties du gisement ne sont pas encore connues, mais il est possible que celles-ci soient en partie contemporaines.

La stratigraphie de Kalamakia a enregistré les épisodes paléoclimatiques des sous-stades isotopiques 5.5, 5.3, 5.2 et 5.1. Les épisodes 5.5 et 5.3 correspondent à deux formations marines du Pléistocène supérieur (Tyrrhénien) puis le site a été occupé par des Néandertaliens jusqu'au stade isotopique 3 entre 85 000 et 40 000 ans B.P. au plus tard. Cette stratigraphie nouvellement définie fait désormais du site de Kalamakia l'un des sites de référence pour le Moustérien hellène.

Mots-clés. – Préhistoire, Stratigraphie, Pléistocène supérieur, Paléolithique, Moustérien, Espagne, Italie, Grèce.

Abstract

Stratigraphical, sedimentological, micromorphological and paleoclimatical study of Late Pleistocene caves infillings from Mediterranean area: moustesian sites of Boquete de Zafarraya (Andalusiae), of Madonna dell'Arma (Liguria) and Kalamakia (Laconia, Peloponnese).

The three moustesian sites of Boquete de Zafarraya, Madonna dell'Arma and Kalamakia are localised respectively in Spain, Italy and Greece. This study had permit to precise their stratigraphy, their archaeostratigraphy and the chronology of occupational periods.

All archaeostratigraphic results are presented in the shape of Harris matrix. This methodological tool appears to be particularly useful for prehistoric researchs to improve the reading of the correspondences between the stratigraphic layers of a site.

The Boquete de Zafarraya was occupied by Homo sapiens neanderthalensis during the isotopic stages 3 and 4. The age of the last moustesian occupation is estimated between 35 000 to 30 000 years B.P. The hypothesis of late occupation of the site by Néandertal around 27 000 years B.P. is now invalidated because of new evidences of Paleolithic superior artifacts (Proto-aurignacian, Gravettian and Solutrean) in the layers in which the datings were used as a basis for this hypothesis.

The base of the stratigraphy of the cave of the Madonna dell'Arma is constituted by a marine formation contemporaneous of the isotopic under-stage 5.5 (Tyrrhenian). The cave was then occupied by paleolithic populations between 105 000 to 80 000 years B.P. The outer slope, still very partially excavated, contains moustesian occupations whith a maximum range of ages from 90 000 to 38 000 years B.P. The exact stratigraphic relationship between the cave and the outer slope is not yet known, but it is possible than they are partly contemporaneous.

The stratigraphy of Kalamakia have recorded the paleoenvironmental episodes of the isotopic under-stages 5.5, 5.3, 5.2 and 5.1. Episodes 5.5 and 5.3 correspond to two marine formations of the Late Pleistocene (Tyrrhenian) then the site was occupied by Neandertalians until isotopic stage 3 between 85 000 to 40 000 years B.P. This new stratigraphy makes of Kalamakia cave one of the reference excavation for greek Moustesian.

Key words. – Archaeology, Stratigraphy, Prehistory, Pleistocene, Palaeolithic, Moustesian, Spain, Italy, Greece.