



HAL
open science

Caractérisation de l'anthropisation à l'Holocène en Provence et en Languedoc oriental, par les mollusques terrestres

Sophie Martin

► **To cite this version:**

Sophie Martin. Caractérisation de l'anthropisation à l'Holocène en Provence et en Languedoc oriental, par les mollusques terrestres. Archéologie et Préhistoire. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2004. Français. NNT: . tel-00747922

HAL Id: tel-00747922

<https://theses.hal.science/tel-00747922>

Submitted on 2 Nov 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.

UNIVERSITE PARIS 1 – PANTHEON-SORBONNE
UFR D'ART ET D'ARCHEOLOGIE

Année : 2004

N°

THESE

pour obtenir le grade de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITE PARIS 1
Discipline : Environnement et archéologie
Présentée et soutenue publiquement

par
Sophie Martin

Le 11 mai 2004

**Caractérisation de l'anthropisation à l'Holocène en Provence et en
Languedoc oriental, par les mollusques terrestres**

Directeurs de thèse : **Sander Van der Leeuw**
Frédéric Magnin

JURY

Jean-Denis Vigne, Directeur de Recherche, CNRS	Rapporteur
Jacques-Louis de Beaulieu, Directeur de Recherche, CNRS	Rapporteur
Nicole Limondin-Lozouet, Chargée de Recherche, CNRS	Examineur
Jacques-Elie Brochier, Chargé de Recherche, CNRS	Examineur

UNIVERSITE PARIS 1 – PANTHEON-SORBONNE
UFR D'ART ET D'ARCHEOLOGIE

Année : 2004

N°

THESE

pour obtenir le grade de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITE PARIS 1
Discipline : Environnement et archéologie
Présentée et soutenue publiquement

par
Sophie Martin

Le 11 mai 2004

**Caractérisation de l'anthropisation à l'Holocène en Provence et en
Languedoc oriental, par les mollusques terrestres**

Directeurs de thèse : **Sander Van der Leeuw**
Frédéric Magnin

JURY

Jean-Denis Vigne, Directeur de Recherche, CNRS	Rapporteur
Jacques-Louis de Beaulieu, Directeur de Recherche, CNRS	Rapporteur
Nicole Limondin-Lozouet, Chargée de Recherche, CNRS	Examineur
Jacques-Elie Brochier, Chargé de Recherche, CNRS	Examineur

Cette thèse a bénéficié du soutien financier de l'association Paul-Albert Février, dont je voudrais ici remercier vivement le président, Jean Guyon, le secrétaire, Michel Fixot, ainsi que tous les membres.

Ce travail n'aurait en aucun cas pu aboutir sans l'aide précieuse, et de tout instant, de Frédéric Magnin, tant du point de vue scientifique que du point de vue humain. La liste est longue de tout ce qu'il a pu m'apporter au cours de cette thèse, entre les conseils purement malacologiques, les réflexions scientifiques, les débats d'idées au sens plus large, les instants de "blagues", les relectures acharnées, "little turtle", ... Pour tout cela, je tiens à lui exprimer ma plus profonde reconnaissance.

Je suis très reconnaissante envers Sander Van der Leeuw qui a accepté de diriger ma thèse, comme je tiens à remercier les membres du jury d'avoir accepté de juger mon travail de thèse : Jean-Denis Vigne, Jacques-Louis de Beaulieu, Nicole Limondin-Lozouet et Jacques-Elie Brochier.

Dans le cadre de cette thèse, j'ai été amenée à travailler avec différents archéologues et paléoenvironnementalistes de l'INRAP et notamment Luc Jallot, Julia Wattez, Laurent Fabre, Hervé Pommarèdes et Gilles Loison. Qu'ils soient très sincèrement remerciés du temps qu'ils m'ont chacun consacré. Mes remerciements vont encore plus spécialement à Pascale Chevillot, Jean-Yves Breuil, Pierre Séjalon, Anne Hasler et Christophe Jorda, avec qui la collaboration fut particulièrement réjouissante tant du point de vue scientifique qu'humain.

J'exprime également ma reconnaissance envers les archéologues, hors INRAP, avec lesquels j'ai travaillé : Gilles Durrenmath (UMR 6636-ESEP, Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme), Xavier Margarit (UMR 6636-ESEP, Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme), André Müller (Service Régional de l'Archéologie de Provence-Alpes-Côte d'Azur), Lucien-François Gantès (Service Archéologique de la ville de Marseille), Gérard Sauzade (Service Régional de l'Archéologie de Provence-Alpes-Côte d'Azur), Jacques Buisson-Catil (Service Régional de l'Archéologie de Provence-Alpes-Côte d'Azur), Samuel Van Willigen (UMR 6636-ESEP, Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme) et Stéphane Renault (UMR 6636-ESEP, Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme).

J'ai pu nouer différentes collaborations avec certains membres de l'IMEP, que ce soit Cécile Miramont, Vincent Ollivier et Brigitte Talon, que je tiens à remercier particulièrement.

Danièle Larcena (Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales) m'a gentiment accueillie et fourni les clés de la compréhension du somptueux village de Saumane-de-Vaucluse. Qu'elle en soit ici très sincèrement remerciée.

Je remercie particulièrement l'ensemble de l'IMEP pour l'accueil que chacun m'a réservé pendant tout le temps de la durée de ma thèse. Ce sont les membres de ce laboratoire, permanents et étudiants, qui m'ont fait découvrir la "Méditerranéité" dans toutes ces composantes. Merci pour cela à tous et à chacun.

C'est également au sein de ce laboratoire que j'ai pu nouer des amitiés sincères, avec d'abord mes fameux malacollègues qui m'ont largement devancé à la course à l'escargot : dans l'ordre chronologique, Corinne, Laurence et Sébastien, que je remercie pour leurs encouragements, leur patience et tous les bons moments que l'on a passé ensemble devant un escargot, un café ou une cigarette. Je n'oublierai pas non plus les célèbres triplètes de Marseille, Véronique, Estelle et Lidwine (et son inséparable Joseph), que je remercie pour les balades à la plage, à la montagne, en voiture dans les rues de Marseille, les cinés et le reste quand les différentes activités doctorales arrivaient à se faire un peu oublier.

Je tiens à remercier mes parents, qui ont exprimé de manière variée leur intérêt pour le monde étrange des escargots. Un grand merci à mon père qui a eu le courage, la patience, l'abnégation de lire et relire ce mémoire à la recherche patiente d'éventuelles coquilles ... Un grand merci à ma mère qui a su me remonter le moral au bon moment. Un grand merci également à Alexandre, Anne, Anne-Sophie et Daniel, qui se sont montrés à la fois curieux et intrigués et qui ont su m'aider par leurs encouragements.

Enfin, selon son souhait, que, officiellement, Philippe, mon compagnon, ne soit absolument pas du tout remercié ici pour tout ce qu'il a fait pour moi. C'est évidemment une litote.

A Isabelle

SOMMAIRE

INTRODUCTION	13
CHAPITRE I : CADRE CONCEPTUEL, MATERIEL ET METHODE	15
1 Problématiques : gastéropodes terrestres et anthropisation	15
2 Matériel et méthode	19
2.1 Méthode d'analyse des échantillons holocènes	19
2.1.1 Le prélèvement des échantillons	19
2.1.2 Le traitement des échantillons	19
2.1.3 L'identification des taxons	19
2.1.4 Le comptage des individus	20
2.1.5 Le traitement statistique	20
2.2 Remarques sur certaines espèces	21
2.3 La nomenclature des habitats	22
CHAPITRE II : LA RESOLUTION SPATIALE ET TEMPORELLE DES ASSEMBLAGES MALACOLOGIQUES HOLOCENES	25
1 La résolution spatiale des assemblages malacologiques holocènes	25
1.1 Introduction	25
1.2 L'expérimentation sur le paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône)	28
1.2.1 Choix du site d'étude	28
1.2.2 Méthodes	30
1.2.3 Résultats et discussions	33
1.3 Conclusion	56
2 Perturbations anthropiques et résolution temporelle des assemblages malacologiques holocènes	59
2.1 Introduction	59
2.2 Réponses des escargots aux perturbations	60
2.3 Processus taphonomiques : expérimentation dans le paysage actuel du vallon de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse)	62
2.3.1 Site d'étude	63
2.3.2 Méthodes	63
2.3.3 Résultats	66
2.4 Discussion	77
2.5 Conclusion	79
3 Conclusion sur le problème de la résolution spatiale et de la résolution temporelle des assemblages de gastéropodes terrestres	81
CHAPITRE III : CARACTERISATION DE L'ANTHROPISATION DANS LES SEQUENCES HOLOCENES	83
1 Les sites archéologiques de la plaine de la Vistrenque (Nîmes, Gard)	85
1.1 Introduction générale	85
1.1.1 Aire d'étude	85

1.1.2	Un contexte sédimentaire difficile pour les études environnementales : la séquence sédimentaire globale	89
1.2	Le site de Mas de Mayan	91
1.2.1	Les structures archéologiques	91
1.2.2	Description de la séquence prélevée	91
1.2.3	Résultats malacologiques	92
1.2.4	Conclusion	99
1.3	Le site de Mas de Vignoles IV	99
1.3.1	Les structures archéologiques	99
1.3.2	Description des séquences prélevées	100
1.3.3	Résultats malacologiques	101
1.3.4	Conclusion	117
1.4	Le site du Cadereau d'Alès	119
1.4.1	Les structures archéologiques	119
1.4.2	Description des séquences prélevées	119
1.4.3	Résultats malacologiques	121
1.4.4	Conclusion	128
1.5	Le site de Fossé de Haute Magaille	129
1.5.1	Les structures archéologiques	129
1.5.2	Description des échantillons prélevés	129
1.5.3	Résultats malacologiques	131
1.5.4	Conclusion	133
1.6	Le site de Mas de Vignoles VI	133
1.6.1	Les structures archéologiques	133
1.6.2	Description des séquences prélevées	134
1.6.3	Résultats malacologiques	135
1.6.4	Conclusion	139
1.7	Le site de Bassin Magaille Est	140
1.7.1	Les structures archéologiques	140
1.7.2	Description de la séquence et des échantillons archéologiques prélevés	140
1.7.3	Résultats malacologiques	141
1.7.4	Conclusion	148
1.8	Le site de Mas de Vignoles VII	148
1.8.1	Les structures archéologiques	148
1.8.2	Description de la séquence analysée	149
1.8.3	Résultats malacologiques	151
1.8.4	Conclusion	155
1.9	L'évolution paléoenvironnementale de la plaine de la Vistrenque	156
1.9.1	Méthodologie	156
1.9.2	Le Tardiglaciaire	160
1.9.3	Le début de l'Holocène et le problème de l'absence de niveaux forestiers	160
1.9.4	Le maintien d'une forte anthropisation depuis le Néolithique moyen et le peu de changement des modes de gestion du paysage	162
1.9.5	Le passage du Fontbouisse au Campaniforme	166
1.9.6	La Protohistoire et l'épisode palustre de la transition âge du Fer/époque romaine	167
1.9.7	La forêt à l'Antiquité ?	170
1.9.8	Une permanence des cultures à l'époque historique ?	171
1.9.9	Anthropisation ou climat ?	172
1.10	Conclusion	173

2	La séquence holocène de La Céreirède (Lattes, Hérault)	175
2.1	Le site d'étude	175
2.1.1	Situation géographique et cadre géomorphologique	175
2.1.2	Contexte environnemental actuel	176
2.1.3	Contexte archéologique	177
2.2	Les occupations archéologiques	178
2.3	Description de la séquence prélevée	178
2.4	Résultats malacologiques	180
2.4.1	Analyse Factorielle des Correspondances	180
2.4.2	Diagramme malacologique et comparaison avec la sédimentologie	188
2.5	Discussion	195
2.5.1	Comparaison avec les données malacologiques régionales	195
2.5.2	Comparaison avec les données palynologiques et anthracologiques régionales	196
2.6	Conclusion	199
3	Les sites couronniers de Martigues (Bouches-du-Rhône) : Collet-Redon et Ponteau-Gare	201
3.1	L'aire d'étude	201
3.1.1	Situation géographique et cadre géomorphologique	201
3.1.2	Contexte environnemental actuel	203
3.1.3	Contexte archéologique	203
3.2	Le site de Collet-Redon	204
3.2.1	Les structures archéologiques	204
3.2.2	Description de la séquence prélevée	205
3.2.3	Résultats malacologiques	206
3.2.4	Conclusion	209
3.3	Le site de Ponteau-Gare	210
3.3.1	Les structures archéologiques	210
3.3.2	Description de la séquence prélevée	211
3.3.3	Résultats malacologiques	213
3.3.4	Conclusion	215
3.4	Comparaison entre les deux sites de Collet-Redon et Ponteau-Gare	216
3.5	Conclusion	219
4	La séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône)	221
4.1	Le site d'étude	221
4.1.1	Situation géographique et cadre géomorphologique	221
4.1.2	Contexte environnemental actuel	222
4.1.3	Contexte archéologique	222
4.2	Les occupations archéologiques au sein de la séquence prélevée	224
4.3	Résultats malacologiques	226
4.3.1	Analyse Factorielle des Correspondances	227
4.3.2	Diagramme malacologique	231
4.4	Discussion	235
4.5	Conclusion	239
5	Les sites de la vallée du Calavon : le dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse) et la séquence de Lymes (Robion, Vaucluse)	241
5.1	L'aire d'étude	241
5.1.1	Situation géographique et cadre géomorphologique	241

5.1.2	Contexte environnemental actuel	241
5.1.3	Contexte archéologique	243
5.2	Le site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse)	243
5.2.1	Les structures archéologiques	243
5.2.2	Description des séquences prélevées	244
5.2.3	Résultats de l'analyse malacologique	247
5.2.4	Conclusion	261
5.3	La séquence de Lymes (Robion, Vaucluse)	262
5.3.1	Description de la séquence prélevée	262
5.3.2	Résultats de l'analyse malacologique	263
5.3.3	Conclusion	269
5.4	Comparaison entre le site du dolmen de l'Ubac et de la séquence de Lymes : l'évolution du paysage à l'échelle de la micro-région	269
5.5	Conclusion	272
6	La séquence travertineuse du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse)	273
6.1	Le site d'étude	273
6.1.1	Situation géographique et cadre géomorphologique	273
6.1.2	Contexte environnemental actuel	274
6.1.3	Contexte archéologique	275
6.2	Description de la séquence prélevée	275
6.3	Résultats malacologiques	279
6.3.1	Analyse Factorielle des Correspondances	279
6.3.2	Diagramme malacologique	284
6.4	Discussion	292
6.4.1	Comparaison avec les données sédimentologiques et anthracologiques	292
6.4.2	L'impact anthropique	297
6.4.3	L'impact climatique	298
6.4.4	L'évolution de la travertinisation dans le ravin du Mirail	299
6.5	Conclusion	301
7	La grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône)	303
7.1	Le site d'étude	303
7.1.1	Situation géographique et cadre géomorphologique	303
7.1.2	Contexte environnemental actuel	304
7.1.3	Contexte archéologique	305
7.2	Les structures archéologiques	305
7.3	Description de la séquence prélevée	306
7.4	Résultats malacologiques	308
7.4.1	Composition des assemblages malacologiques	308
7.4.2	Analyse Factorielle des Correspondances	310
7.4.3	Diagramme malacologique	314
7.5	Discussion	320
7.5.1	Comparaison avec les données archéozoologiques et anthracologiques	320
7.5.2	L'impact anthropique	321
7.6	Conclusion	324

CHAPITRE IV : SYNTHÈSE ET DISCUSSION GÉNÉRALE	325
1 L'évolution des peuplements malacologiques au cours de l'Holocène en réponse à l'anthropisation : une synthèse régionale pour un marqueur local ?	327
2 Les assemblages malacologiques de milieu forestier ouvert de la première moitié de l'Holocène	335
3 L'apparition et le développement des espèces méditerranéennes est-elle la conséquence de l'anthropisation ?	345
4 Les gastéropodes terrestres enregistrent-ils les variations climatiques de l'Holocène ?	349
CONCLUSION GÉNÉRALE	353
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	355
LISTE DES FIGURES	383
LISTE DES TABLEAUX	388
LISTE DES ANNEXES	389
ANNEXES	391

INTRODUCTION

L'anthropisation doit être, selon Bertrand (2000), "érigée en théorie générale qui fait des sociétés humaines les acteurs "incontournables", essentiels et parfois dominants de l'environnement". Pour les paysages du passé, ce concept d'anthropisation est peu envisagé selon l'idée de Bertrand, alors qu'au contraire un certain déterminisme environnemental est souvent présenté comme l'aspect le plus important pour comprendre l'évolution des rapports entre les sociétés humaines et leur environnement (par exemple Jalut *et al.*, 2000 ; Van Geel et Magny, 2002 ; Arbogast *et al.*, 1995 ; Berger, 1995), et ce parfois jusqu'aux périodes historiques (Salvador *et al.*, 2002). Si, ces dernières années, le débat scientifique a avancé et si nous n'en sommes plus au constat que faisait Thiébault (1988) à propos de la compréhension de l'impact humain par ses collègues historiens et archéologues qui considéraient les groupes humains préhistoriques "incapables de modifier sensiblement leur environnement" et n'ayant qu'une action "négligeable" sur "l'équilibre écologique naturel", nous observons pourtant, à l'instar de Galop (1998), que les études paléoenvironnementales (la palynologie dans cet exemple) placent "au deuxième plan le facteur humain ou ne lui donne qu'une place accessoire, subordonnée aux phénomènes naturels". De plus, si l'anthropisation est décelée à partir de la néolithisation, elle est généralement présentée dans les reconstitutions environnementales comme un phénomène souvent linéaire et relativement simple traduisant une action humaine de plus en plus intense jusqu'au présent (par exemple, Vernet, 1991 ; Thiébault, 1995 ; Triat-Laval, 1978 ; Magnin, 1991). Or, dans le domaine méditerranéen français notamment, nous nous trouvons rapidement confrontés à plusieurs contradictions : une extrême densité de sites archéologiques et, d'après les études paléoenvironnementales (par exemple Chabal, 1997 ; Vernet, 1995), un impact humain réversible et modéré sur le paysage, au moins jusqu'à l'Antiquité ; un déphasage entre des évolutions locales plus contrastées et une évolution linéaire de l'anthropisation au niveau régional, conséquence d'une médiocre prise en compte de la notion d'échelles d'observation (Van der Leeuw, 1995) ; une inadéquation entre la simplicité des modèles paléoécologiques et la complexité constatée par les écologues travaillant sur les écosystèmes actuels (Magnin et Martin, 2004, à paraître).

C'est dans le but de mieux comprendre et de caractériser cette anthropisation (l'action de l'homme sur son environnement) au cours du temps dans des écosystèmes particulièrement sensibles du domaine méditerranéen que nous avons entrepris ce mémoire. Or les études paléobotaniques prennent mieux en compte "l'écologie des essences en présence et

l'importance relative de chaque formation végétale, que leur localisation, leur forme ou leur importance absolue dans le paysage" (Chabal, 1997). Parce que le phénomène anthropique induit essentiellement des modifications de la végétation, les gastéropodes terrestres, très sensibles à la structure du couvert végétal et très inféodés à leur habitat, nous ont semblé constituer un objet d'étude particulièrement approprié.

Nous examinerons dans un premier temps le cadre conceptuel de cette étude. Puis, nous analyserons la fiabilité de notre outil pour reconstituer l'anthropisation au cours du temps. Il s'agira de tester la résolution spatiale et la résolution temporelle des assemblages de gastéropodes terrestres, au moyen d'observations dans le paysage actuel, afin de vérifier s'ils enregistrent bien les perturbations anthropiques et pour quelle portion du paysage ils peuvent donner une information. Ensuite, nous examinerons des séquences holocènes de la Provence calcaire et du Languedoc oriental, associées ou non à des sites archéologiques, afin de caractériser l'impact humain dans différents contextes biogéographiques, géomorphologiques et archéologiques. Enfin, nous présenterons une synthèse et une discussion générale de nos résultats.

CHAPITRE I : CADRE CONCEPTUEL, MATERIEL ET METHODE

1 Problématiques : gastéropodes terrestres et anthropisation

L'utilisation des mollusques continentaux pour reconstruire les paléoenvironnements quaternaires remonte au moins au milieu du XIX^{ème} siècle (Magnin et Martin, 2004, à paraître). Pendant une première période, qui peut être datée de 1850 à 1927, les premiers auteurs procèdent en comparant la liste des espèces présentes dans une couche géologique ou archéologique, avec celle des espèces vivant toujours dans la même région (voir par exemple Germain, 1912). La seconde période, entre 1927 et 1957, correspond à la mise au point d'une méthodologie plus rigoureuse fondée sur l'analyse d'assemblages de mollusques qui sont comparés aux assemblages vivant actuellement dans différents types de milieux (Favre, 1927). Entre 1957 et 1986, la paléomalacologie connaît un essor considérable en Angleterre (par exemple Sparks, 1961 ; Sparks, 1964 ; Kerney, 1963 ; Evans, 1969 ; Evans, 1970), en Europe centrale (Ložek, 1995) et en France (Puisségur, 1976), avec une méthodologie fondée sur la notion de groupe écologique. Avec les premiers travaux de Rousseau (1986), la fin des années 1980 est marquée par le développement des analyses multivariées qui permettent des interprétations plus objectives, au cas par cas (Magnin et Martin, 2004, à paraître).

Cependant, on note rapidement une dichotomie, notamment entre les malacologues français et les malacologues britanniques. En effet, dès les premières utilisations de la malacologie pour les reconstitutions environnementales de l'Holocène de Grande-Bretagne, les malacologues ont pris en compte l'impact de l'homme (par exemple Evans, 1971 ; Evans *et al.*, 1993 ; Whittle *et al.*, 1993 ; Benson *et al.*, 1990) et se sont interrogés sur les différents modes de gestion du paysage par l'homme, parfois même dès le Mésolithique (Kerney *et al.*, 1964 ; Evans *et al.*, 1983 ; Preece *et al.*, 1986 ; Preece et Day, 1994).

En revanche, en France, la prise en compte de l'impact humain sur l'environnement est quasi-nulle quand on considère les analyses malacologiques : l'anthropisation est évoquée uniquement à partir de l'époque romaine et, dans ce cas-là, elle est considérée comme masquant le signal climatique (Rousseau *et al.*, 1993). Ainsi, la partie supérieure des séquences holocènes est généralement peu examinée car jugée inintéressante du point de vue climatique (Rousseau *et al.*, 1994).

En France méditerranéenne, qui nous intéresse particulièrement, les analyses malacologiques concernant plus particulièrement l'Holocène sont jusqu'à présent relativement rares : il s'agit d'analyses de remplissages de grotte où l'impact anthropique est nécessairement

pris en compte (Puisségur, 1979 ; André, 1980) et de quelques séquences en contexte travertineux étudiées par Magnin (1991), qui avait posé les bases de la compréhension de l'influence de l'impact humain sur les communautés de gastéropodes terrestres dans le sud de la France.

Ainsi, alors que l'anthropisation est considérée par les malacologues britanniques comme une clé de la compréhension des paysages anciens, au point qu'ils ont beaucoup réfléchi sur les aspects méthodologiques des relations "homme/milieu" par l'étude des malacofaunes de sites archéologiques (Thomas, 1985 ; Bell, 1983 ; Evans, 1972), en France, les gastéropodes terrestres sont finalement très peu utilisés pour identifier et caractériser l'influence de l'homme sur l'environnement au cours de l'Holocène.

Or, le domaine méditerranéen dans le sud de la France semble particulièrement sensible aux influences humaines car, d'une part, l'anthropisation y est précoce (la néolithisation est attestée dès 7000 BP environ à Châteauneuf-les-Martigues, avec l'introduction de l'agriculture céréalière ; Courtin, 1978 ; Courtin *et al.*, 1985) et car, d'autre part, il se caractérise par une grande fragilité des couvertures pédologiques et végétales.

En effet, le climat méditerranéen, défini principalement par la présence d'un été chaud et sec et des précipitations surtout centrées sur l'automne (Daget, 1980) qui prennent souvent un caractère orageux, induit une certaine fragilité des couvertures pédologiques (Collectif, 1984) et végétales, qui, de plus, sont soumises au stress climatique dû notamment au déficit hydrique (Quézel et Médail, 2003). La végétation méditerranéenne actuelle montre également une grande complexité et une forte hétérogénéité (Quézel et Médail, 2003), qui sont les conséquences directes de l'impact humain à plus ou moins long terme : "l'impact (humain) sur les écosystèmes est bien plus important que partout ailleurs dans le monde" (Préface de Pignati in Quézel et Médail, 2003). Elle est donc l'héritage de la gestion du paysage par l'homme dans ce contexte climatique particulier.

Les malacofaunes du domaine méditerranéen français sont également particulières, puisqu'elles incluent des espèces typiquement méditerranéennes, en plus d'un cortège important d'espèces européennes, ouest-européennes, atlantiques, sud-alpines, holarctiques et paléarctiques (Kerney *et al.*, 1999 ; Magnin, 1991 ; Kiss, 2002 ; Kabouche, 1999). Elles présentent donc une forte diversité, probablement liée à la présence des refuges dans la partie sud de l'Europe pendant les périodes glaciaires (Kerney *et al.*, 1999). Ainsi, "la richesse faunistique augmente du nord au sud. En Islande et dans le nord de la Scandinavie, 25 à 30 espèces seulement sont connues ; environ une centaine peuple la Grande-Bretagne et le nord

de l'Allemagne ; plus de 130 espèces sont présentes dans le sud de l'Allemagne, en Suisse et dans le sud de la France" (Kerney *et al.*, 1999). De plus, comme pour les oiseaux (Blondel, 1982) et contrairement à la flore, les espèces typiquement méditerranéennes sont toutes des espèces de milieux ouverts. Il semble alors que plus la végétation est forestière, moins il y a d'escargots méditerranéens, comme l'ont constaté Magnin (1991) et André (1982).

Dans ce contexte climatique, historique et écologique particulier, on doit se demander comment les malacofaunes peuvent nous renseigner sur l'impact humain au cours de l'Holocène.

L'homme peut avoir un impact direct ou indirect sur les communautés malacologiques. L'impact direct comprend principalement la dispersion passive de certaines espèces. Il s'agit parfois d'espèces introduites volontairement pour l'alimentation. Le plus souvent ce sont des escargots dispersés accidentellement (Magnin et Martin, 2004, à paraître) : leur nombre s'accroît depuis la fin du Néolithique, et de véritables invasions peuvent résulter de la multiplication des flux de personnes et de marchandises au sein d'un paysage de plus en plus ouvert (Magnin, 1991).

L'impact anthropique indirect est cependant le plus important. Ce sont surtout les nombreuses interventions qui peuvent modifier la structure des formations végétales. En effet, jusqu'aux périodes les plus récentes, l'action de l'homme sur l'environnement a principalement concerné les activités agro-pastorales et l'exploitation forestière qui ont toutes pour conséquence des modifications plus ou moins intenses de la structure des formations végétales. Les aménagements comme le drainage ou l'irrigation peuvent également jouer un rôle non négligeable. Les activités humaines contribuent enfin à structurer le paysage, et elles peuvent créer des habitats artificiels favorables à la présence de certaines espèces (Magnin et Martin, 2004, à paraître).

Or, les gastéropodes sont étroitement inféodés à la structure des formations végétales : leur organisation dans un paysage dépend de manière prédominante de cette structure, comme l'ont montré différentes analyses malacologiques récentes (Magnin et Martin, 2004, à paraître ; Magnin *et al.*, 1995 ; Magnin et Taton, 1995 ; Labaune et Magnin, 1999 ; Labaune, 2001). Cette structure des formations végétales et du paysage est la conséquence directe de l'histoire des paysages et donc de l'influence de l'impact humain.

Ainsi, comme les gastéropodes sont très étroitement inféodés à la structure des formations végétales et qu'ils la décrivent très finement, ils peuvent nous permettre de

reconnaître l'action de l'homme sur ces formations végétales et donc d'enregistrer l'évolution de l'anthropisation au cours de l'Holocène.

2 Matériel et méthode

2.1 Méthode d'analyse des échantillons holocènes

2.1.1 Le prélèvement des échantillons

Le prélèvement des échantillons malacologiques s'effectue en colonne, en fonction de la stratigraphie. Nous avons prélevé dans les unités stratigraphiques déterminées sur le terrain, en évitant les zones de transition entre deux couches afin de limiter les mélanges. Dans le cas d'ensembles sédimentaires épais, plusieurs échantillons par niveau ont été prélevés, pour pouvoir observer des variations dans ce qui semblait appartenir à une même phase de sédimentation.

Le prélèvement de chaque échantillon s'effectue sur une base de 10 litres ; cependant, certains échantillons ont pu être plus ou moins volumineux en fonction de l'abondance des coquilles détectée sur le terrain. Pour ceux-ci, les comptages des malacofaunes ont été pondérés et rétablis sur une base de 10 litres, afin que tous les échantillons soient comparables entre eux.

2.1.2 Le traitement des échantillons

Chaque échantillon est tamisé à l'eau, sur un tamis à maille de 0,5 mm, afin d'éliminer les éléments fins du sédiment. Ce tamisage s'effectue après séchage du sédiment, pour que les agrégats se dissocient bien à l'eau. Le tamisage se fait sous un jet d'eau de faible débit de telle sorte de préserver les coquilles. Certains échantillons ont nécessité de un à deux traitements avec un ajout d'eau oxygénée (à 35 %), pour éliminer les agrégats non désolidarisés par le séchage. Après un nouveau séchage à l'étuve, le refus de tamis est passé dans une colonne de tamis (5 mm, 2 mm, 1 mm et 500 μ m). On obtient quatre fractions, qui sont ensuite triées pour récolter les coquilles : les deux plus grosses fractions sont triées à l'œil nu ; les deux plus petites fractions nécessitent l'utilisation d'une loupe.

2.1.3 L'identification des taxons

Le résultat du tri des refus de tamis est ensuite examiné à la loupe binoculaire, afin de déterminer les coquilles. Chaque coquille est identifiée et comptée. La détermination des espèces est réalisée par comparaison avec une collection de référence (celle de Frédéric Magnin, de l'équipe "écologie du paysage et biologie de la conservation" de l'IMEP) et par le recours à des ouvrages de référence. Pour les espèces terrestres, ont été utilisés principalement les trois éditions du livre de Kerney et Cameron (Kerney et Cameron, 1979 ; Kerney *et al.*,

1983 ; (Kerney *et al.*, 1999), mais aussi, de manière plus occasionnelle, les ouvrages de Fechter et Falkner (1990), de Germain (1930) et de Favre (1927). Pour les espèces aquatiques, la détermination a été possible par l'examen des livres de Glöer et Meier-Brook (1998), de Giusti et Pezzoli (1980) et de Germain (1931).

2.1.4 Le comptage des individus

Le comptage constitue à dénombrer les individus entiers, les ouvertures et les apex (sommet de la coquille), pour chaque espèce. Pour certaines espèces, les ouvertures sont plus abondantes que les apex ; on a donc comptabilisé ces ouvertures. Les fragments non caractéristiques sont pris en compte uniquement s'ils sont les seuls restes d'une espèce, ce qui est fréquent pour les plus grosses espèces, particulièrement fragiles. Ils sont comptés au minimum (plusieurs fragments donnent un seul individu au comptage).

Certains malacologues (Rodriguez, 1991 ; Limondin, 1990) ont pu prendre en compte les fragments, en leur appliquant des facteurs de correction, selon notamment les critères de Puisségur (1976). Cependant, ces taux sont variables d'un auteur à l'autre et présentent des résultats variés. En effet, on appliquerait le rapport 1/5 (5 fragments pour un individu) en général, mais il peut être de 1/7, 1/10, ... en fonction de l'espèce considérée. La seule comptabilisation des coquilles entières et des fragments caractéristiques, selon la méthode de Sparks (1961), permet finalement d'obtenir un spectre des espèces complet, sans appliquer les fastidieux calculs de correction sur la globalité des fragments.

Les opercules de *Pomatias elegans* et de *Bythinia tentaculata* ont également été comptés : il s'agit d'un élément calcaire situé sur le pied de l'escargot, et qui lui sert à fermer sa coquille, lorsqu'il est replié à l'intérieur. Ils sont moins sensibles à la dissolution que la coquille. C'est pour cette raison qu'ils ont été ramassés et comptés à part : après comparaison entre le nombre d'opercules et le nombre de coquilles récoltés pour chaque échantillon, c'est le nombre le plus important qui a alors été retenu. Cette comparaison peut également fournir un indice concernant le degré de dissolution des coquilles.

2.1.5 Le traitement statistique

Selon Evans (1972), il est nécessaire d'obtenir 150 à 200 coquilles pour que les traitements statistiques soient possibles et significatifs, ce qui est largement le cas pour la grande majorité des échantillons considérés ici (d'autant plus que le volume de sédiment

tamisé est plus important que pour Evans). Nous reviendrons dans la suite de ce mémoire sur les quelques échantillons comportant très peu de coquilles.

Les Analyses Factorielles des Correspondances (AFC) ont été effectuées sur le logiciel Statlab2, selon la méthode préconisée par Benzécri (1984).

Pour la réalisation des diagrammes, le logiciel utilisé est celui créé par Goeury pour les diagrammes polliniques (Goeury, 2000) : il s'agit de Gpalwin.

2.2 Remarques sur certaines espèces

La nomenclature est celle de Kerney *et al.* (1999), pour les espèces terrestres, et celle de Glöer et Meier-Brook (1998), pour les taxons aquatiques. Récemment, une nouvelle liste de la faune française a été publiée par Falkner *et al.* (2002). Nous ne la prenons pas en compte dans ce mémoire, car un débat scientifique et des vérifications anatomiques sur certains points développés par ces auteurs nous semblent nécessaires avant d'appliquer *in extenso* la nouvelle nomenclature proposée. Notre liste de faune pour l'ensemble des sites étudiés comprend 128 taxons (annexe 1).

Certains individus n'ont pu être déterminés au niveau spécifique, l'identification présentant des difficultés, du fait de :

- la mauvaise conservation des mollusques (dans ce cas-là, les escargots sont déterminés au genre ou au pire à la famille) ;
- la difficulté d'une identification à l'espèce à partir de la seule coquille pour certains taxons (c'est le cas par exemple des genres aquatiques, *Hauffenia* sp., *Bythiospeum* sp., *Pseudomnicola* sp. et *Moitessieria* sp., qui auraient nécessité l'examen par un spécialiste des malacofaunes d'eau douce, ce qui n'est pas paru indispensable étant donné la faible abondance de ces taxons dans nos séquences) ;
- l'existence de problèmes taxonomiques.

Les deux espèces *Microxeromagna armillata* et *Xero-tricha conspurcata* ont été regroupées en une même appellation, lorsqu'il s'agissait de coquilles vieilles, puisqu'elles ne peuvent se distinguer uniquement sur la coquille : l'examen soit de l'anatomie, soit de la taille et de la forme des excroissances du périostracum (sur coquilles très fraîches) permet seul la distinction de ces deux taxons.

Les limacelles présentes dans les échantillons archéologiques ne sont pas identifiables ni au genre, ni à l'espèce : elles appartiennent soit à la famille des *Milacidae*, soit à la famille

des *Limacidae*. Il s'agit de la plaque interne calcaire de ces deux familles de limaces. Les limacelles retrouvées sont toutes de petite taille (inférieure à 5 mm).

Il semblerait que deux espèces de *Cochlicopa* présentes en France, *Cochlicopa lubrica* et *Cochlicopa repentina*, "soient conchyliologiquement identiques et ne puissent être distinguées que par l'anatomie" (Stévanovitch, 1992a). Ainsi, Falkner (1992) a identifié ces deux types de *Cochlicopa* par l'examen des organes génitaux mâles et il a montré que *Cochlicopa repentina* était plus commune que *Cochlicopa lubrica*, contrairement à ce qu'on pensait jusqu'alors. Les biologistes ont donc décidé de garder la nomenclature actuelle, en attendant de prochaines études. Pour ma part, ne pouvant évidemment pas disséquer les *Cochlicopa*, j'ai opté pour la nomenclature suivante : *Cochlicopa lubrica* agg.

Deux espèces d'*Urticicola* sont présentes dans le sud-est de la France (Stévanovitch, 1992b) : *Urticicola glabellus* et *Urticicola ventouxianus*. On peut actuellement retrouver *Urticicola ventouxianus* sur les parties sommitales du Mont Ventoux. Sa répartition dépend des facteurs climatiques et "il est vraisemblable que sa distribution était plus vaste aux périodes plus froides du Quaternaire, et que les montagnes où elle se trouve maintenant isolée sont des zones de refuge" (Stévanovitch, 1992b). Cependant, cette espèce pose des problèmes d'identification. Stévanovitch (1992b) distingue les deux espèces sur des critères morphologiques et anatomiques. Cependant, l'étude n'a porté que sur quelques individus, et dans le cas d'escargots atypiques, il n'est pas possible de séparer les deux espèces. De plus, la possibilité d'une seule et même espèce avec des formes différentes n'est pas à exclure. Etant donné que l'étude présentée ici concerne des individus "archéologiques", moins bien conservés, la distinction entre *Urticicola glabellus* et *Urticicola ventouxianus* n'a pas été possible. L'ensemble des individus a été noté sous la forme *Urticicola glabellus/ventouxianus*.

2.3 La nomenclature des habitats

Afin de donner une cohérence à la reconstitution de l'habitat à partir des gastéropodes terrestres, nous utiliserons tout au long de ce mémoire la nomenclature suivante :

Forêt fermée : futaie dense dont l'ombre couvre la majorité de la surface du sol (créant ainsi une certaine humidité locale) et comprenant souvent une bonne épaisseur de litière ;

Forêt ouverte ou claire : forêt à futaie clairsemée avec une ombre portée qui ne couvre pas tout l'espace au sol, et comprenant souvent une faible épaisseur de litière ;

Ripisylve : "forêt riveraine, formant un rideau d'arbres plus ou moins étroit au bord des rivières et caractérisée par des essences exigeantes quant au niveau phréatique" (Chabal, 1997) ;

Taillis : formation dans laquelle les arbres sont issus de rejets, le plus souvent à la suite d'une coupe (Godron *et al.*, 1968) ;

Garrigue : formation ligneuse basse, composées de végétaux ligneux bas, supportant l'insolation et la sécheresse, dans la région méditerranéenne (Godron *et al.*, 1968) ;

Prairies et prairies humides : formations plus ou moins rases essentiellement herbacées, dont le degré d'humidité varie en fonction des conditions édaphiques et hydrologiques ;

Pelouses : formations herbacées rases et sèches ;

Friches : formations herbacées et ligneuses de reconquête sur un milieu précédemment cultivé ou habité par l'homme ;

Milieus rudéraux : milieux fortement influencés par l'homme (décombres, terrains vagues), globalement proches des habitations.

CHAPITRE II : LA RESOLUTION SPATIALE ET TEMPORELLE DES ASSEMBLAGES MALACOLOGIQUES HOLOCENES

1 La résolution spatiale des assemblages malacologiques holocènes

1.1 Introduction

L'objectif principal des études paléoenvironnementales à l'Holocène est de tenter de reconstituer l'évolution du paysage. Or le paysage est une notion écologique complexe : pour Burel et Baudry (1999), il s'agit d'une portion d'espace caractérisée par son hétérogénéité et sa dynamique gouvernées par les activités humaines. Il est défini par l'organisation, au sein d'une matrice, de taches (éléments du paysage définis par leur taille, leur forme et leur nature) et de corridors (éléments linéaires dont la physionomie diffère de l'environnement adjacent), qui peuvent avoir plusieurs rôles, dont celui de conduit qui favorise le mouvement des organismes, ou de barrière qui le limite (Burel et Baudry, 1999). Ainsi, alors qu'un environnement peut être déjà naturellement spatialement hétérogène à une fine échelle, comme c'est le cas d'un milieu forestier (Forman et Godron, 1986), l'impact de l'anthropisation à l'Holocène conduit également au morcellement du paysage et son analyse en est alors rendue beaucoup plus ardue.

D'autre part, les gastéropodes terrestres sont, selon la littérature (Rousseau, 1985), étroitement inféodés à leur micro-environnement. L'échelle spatiale à laquelle les escargots rendent compte de la complexité d'un paysage est donc un élément essentiel de la fiabilité des études environnementales à partir des assemblages malacologiques.

Deux niveaux doivent être distingués dans l'étude de la résolution spatiale des assemblages de gastéropodes terrestres dans un paysage anthropisé : 1) la distribution des escargots dans le paysage ; 2) la représentativité spatiale des assemblages.

1) La distribution des escargots dans le paysage anthropisé est un phénomène complexe (Cook, 2001), dans lequel de nombreux éléments sont en interaction. Elle dépend, d'une part, de la capacité de dispersion des escargots et de leur vitesse de dispersion et, d'autre part, des possibilités de dispersion au sein du paysage, c'est-à-dire, pour une bonne part, de la structure de ce paysage.

Les escargots ont globalement une faible capacité de dispersion (Cameron *et al.*, 1980), de quelques mètres à quelques dizaines de mètres par an (Labaune, 2001 ; Baur et

Baur, 1990 ; Cowie, 1980). Par exemple, selon Davies et Wolski (2001), *Punctum pygmaeum* a une vitesse de déplacement de 3,2 à 4,8 mètres par an en Grande-Bretagne. Pour les plus grosses espèces, comme *Theba pisana*, *Cermea virgata* et *Xeropicta derbentina*, la vitesse de dispersion peut atteindre plus de 50 mètres par an (Labaune, 2001 ; Baker, 1992). Mais globalement, la dispersion active des escargots est très difficile à évaluer car elle peut varier en fonction de la structure de l'habitat, des conditions abiotiques, du climat (Cameron, 1970) et de la densité des populations (Baker, 1989).

L'aptitude à la dispersion varie également d'une espèce à l'autre ; certaines, par exemple, ayant tendance au "homing" (propension à revenir dans son habitat d'origine après une période d'activité) (Cowie, 1980 ; Cook, 2001). Il semble également que certaines espèces s'aventurent peu dans les habitats non favorables (Baur et Baur, 1991), alors que d'autres semblent avoir plus d'aptitudes à la colonisation (Kiss, 2002). Globalement, cette aptitude à la dispersion dépend de la valence écologique de chaque espèce, "sa capacité à coloniser des milieux différents, c'est à dire à survivre et à proliférer sous des conditions écologiques diversifiées" (Rousseau, 1985).

Il faut également prendre en compte la dispersion passive, par le transport, volontaire ou non, par un animal ou par l'homme (Davies et Wolski, 2001). *Xeropicta derbentina* est un formidable exemple des possibilités offertes à un escargot par la dispersion passive pour augmenter considérablement son aire de distribution : en effet, cette espèce peut être transportée sur de très longues distances (des dizaines ou même des centaines de kilomètres) en se perchait sur un animal, un homme ou son véhicule (Labaune, 2001).

Les possibilités de dispersion des escargots dans le paysage dépendent, d'une part, de la structure des formations végétales, qui est, selon Magnin *et al.* (1995), le principal facteur qui contrôle la distribution des escargots, mais également de la structure du paysage, comme cela a été démontré pour *Xeropicta derbentina* (Labaune, 2001) : en effet, dans un paysage ouvert assez homogène, cette espèce colonise principalement les milieux ouverts, alors que si le paysage est plus hétérogène, on la retrouve dans des milieux plus fermés, comme les garrigues et les milieux forestiers, pour peu qu'ils soient peu étendus.

Cette structure du paysage inclut également la présence ou, *a contrario*, l'absence de corridors. La distribution de *Xeropicta derbentina* dans le Luberon est un bon exemple de l'utilisation de ces corridors : en effet, elle se disperse principalement le long des voies de communication (chemins, routes, parcours du troupeau) (Labaune, 2001). Ces mêmes voies peuvent également jouer un rôle de barrière pour d'autres espèces, comme *Arianta*

arbustorum (Baur et Baur, 1990). La présence de zones sources en individus disperseurs (Burel et Baudry, 1999) (habitat favorable aux marges d'un milieu non favorable) et d'abris ou de refuges (micro-habitats favorables au sein d'un milieu non favorable) jouent également un rôle essentiel dans la possibilité qu'ont les escargots de se disperser, comme l'a montré Kiss (2002) pour la recolonisation des zones incendiées.

L'hétérogénéité du paysage influence également la création de micro-climats qui ont un effet sur la dispersion des escargots (Labaune et Magnin, 2002). Enfin, les facteurs historiques (Boycott, 1934 ; Evans, 1969) et les conditions abiotiques (Baur, 1986 ; Berry, 1973 ; Bishop, 1977 ; Wäreborn, 1970 ; Wäreborn, 1992) sont également à prendre en compte pour comprendre la distribution des escargots dans un paysage.

Finalement, l'anthropisation agit à quasiment tous les niveaux en ce qui concerne la distribution des escargots dans le paysage : sur la structure du paysage, sur la structure des formations végétales, sur la dispersion active en favorisant les corridors et sur la dispersion passive (figure 1).

2) Pour ce qui est de la représentativité spatiale des assemblages malacologiques, toute la difficulté est de distinguer si ces assemblages correspondent à un milieu unique ou s'ils reflètent la juxtaposition de plusieurs micro-environnements contigus (Thomas, 1985). Cette discussion est d'autant plus délicate dans le cas d'assemblages mixtes comprenant, par exemple, à la fois des espèces forestières et des espèces de milieux ouverts. Cette première question induit une deuxième interrogation, souvent soulevée par les archéologues, qui est de savoir pour quelle portion du paysage un assemblage donne-t-il des informations (Thomas, 1985).

Ainsi, a) soit les assemblages malacologiques sont très dépendants de leur micro-environnement, et cela confirmerait qu'ils sont de très bons marqueurs des changements environnementaux locaux. Cependant, cette très faible résolution spatiale ne permettrait pas de reconstituer le paysage d'une façon plus large et d'étudier les changements environnementaux d'envergure mais, simplement, les variations locales de la gestion du milieu par l'homme ; b) soit les assemblages malacologiques traduisent différents micro-environnements contigus, comme le pense Evans (1972), et ils permettraient alors de pouvoir appréhender l'hétérogénéité du paysage et sa structure à une échelle plus large. Dans ce cas-là, la paléomalacologie pourrait renseigner sur les changements dans la gestion du paysage dans son ensemble. Cependant, l'information environnementale risque alors d'être lissée et finalement moins bien interprétable.

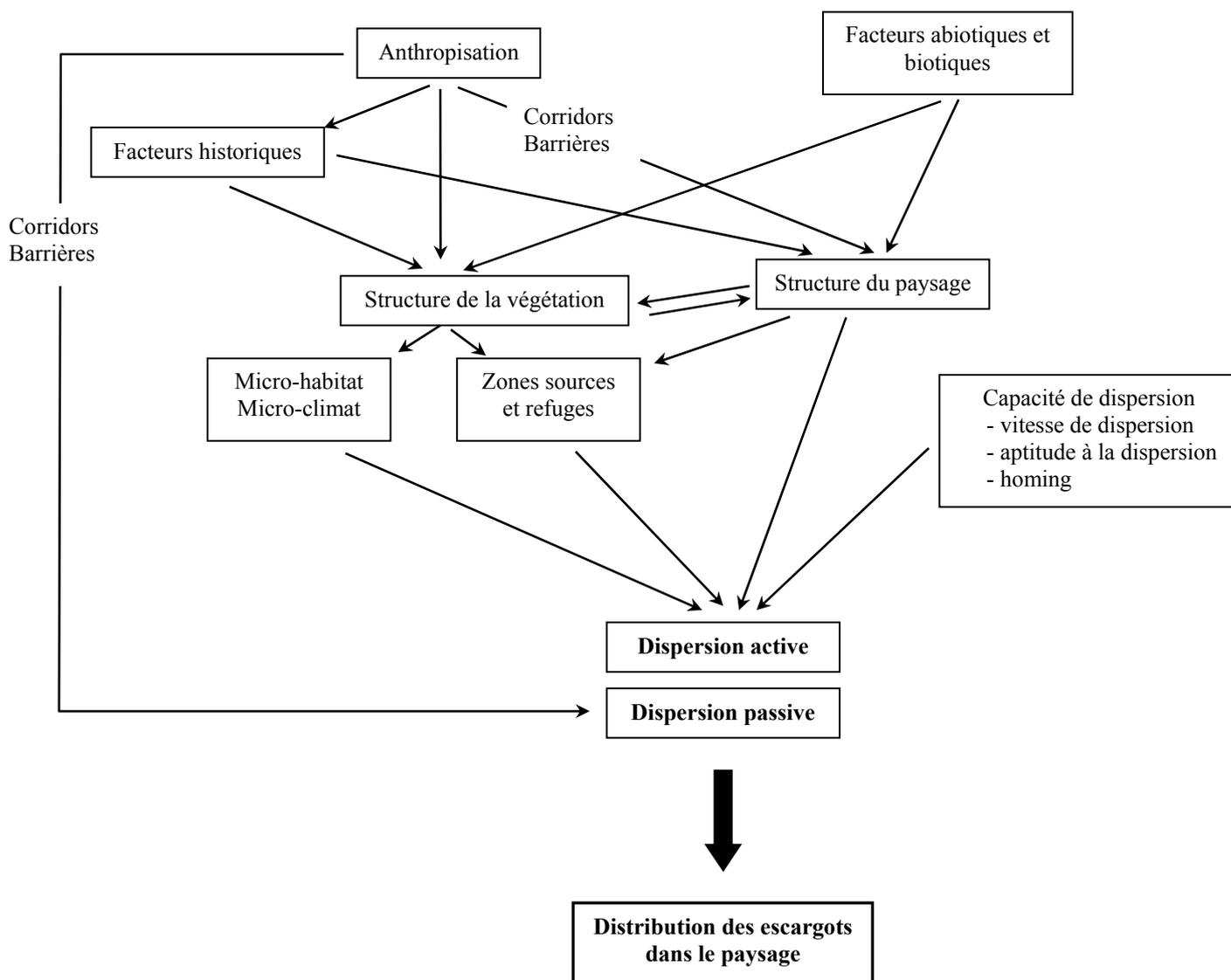


Figure 1 : Les différents facteurs intervenant dans la distribution des escargots dans le paysage.

Afin de répondre à ces questions, le meilleur terrain d'expérimentation possible semble encore être le modèle actuel, comme le préconise Thomas (1985). Ainsi, un paysage actuel présentant une forte hétérogénéité, avec différents éléments relativement tranchés sur un petit espace, a été choisi pour tenter de mener à bien cette réflexion.

1.2 L'expérimentation sur le paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône)

1.2.1 Choix du site d'étude

Le choix du site d'étude s'est porté sur la commune de Rognes dans les Bouches-du-Rhône, qui présente l'avantage d'offrir un paysage très hétérogène sur une petite surface. De plus, du point de vue pratique, l'accessibilité aux différentes parcelles était garantie.

Cependant, l'inconvénient majeur de cette zone de la Provence est la présence de populations importantes de *Xeropicta derbentina*, escargot introduit dans les années 1940 autour d'Aix-en-Provence (Labaune, 2001) et que l'on ne retrouve bien évidemment pas dans les séquences holocènes. Il semble pourtant que *Xeropicta derbentina* ne remplace aucune autre espèce et qu'elle n'a pas d'impact sur la richesse spécifique des assemblages de mollusques, à condition que localement ses populations ne soient pas trop abondantes, c'est-à-dire qu'elles comprennent moins de 200 individus par relevé (Labaune, 2001). C'est le cas de la grande majorité de nos assemblages. Nous reviendrons, dans l'exposé de nos résultats, sur les quelques cas où ce nombre est dépassé et sur les conséquences que cela peut avoir sur la composition de nos assemblages.

La commune de Rognes est située entre Salon-de-Provence et Aix-en-Provence. Le site d'étude est localisé au nord du village, dans une vallée dominée par deux petits plateaux (figure 2).

L'hétérogénéité du paysage actuel de Rognes dépend fortement des modes de gestion du milieu par l'homme et de l'intensité de l'anthropisation. Ainsi, le paysage échantillonné, sur une superficie d'environ 20 hectares, comporte des milieux cultivés (luzerne), des milieux forestiers, des friches, des prés pâturés par les bovins et des anciennes vignes reconquises récemment par le pin d'Alep.

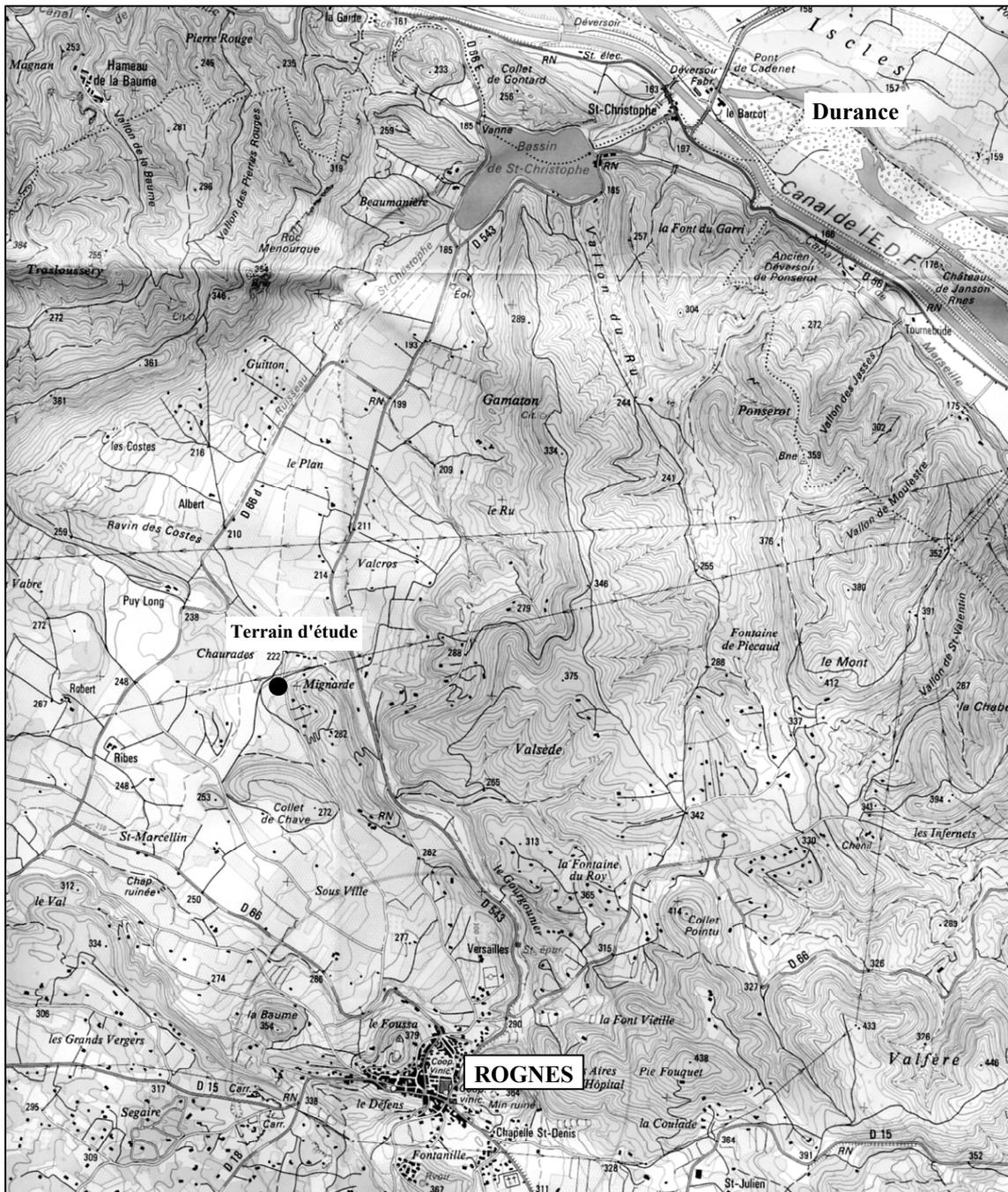


Figure 2 : Carte de localisation du terrain d'expérimentation de Rognes (Bouches-du-Rhône). Extrait de la carte IGN au 1:25000.

1.2.2 Méthodes

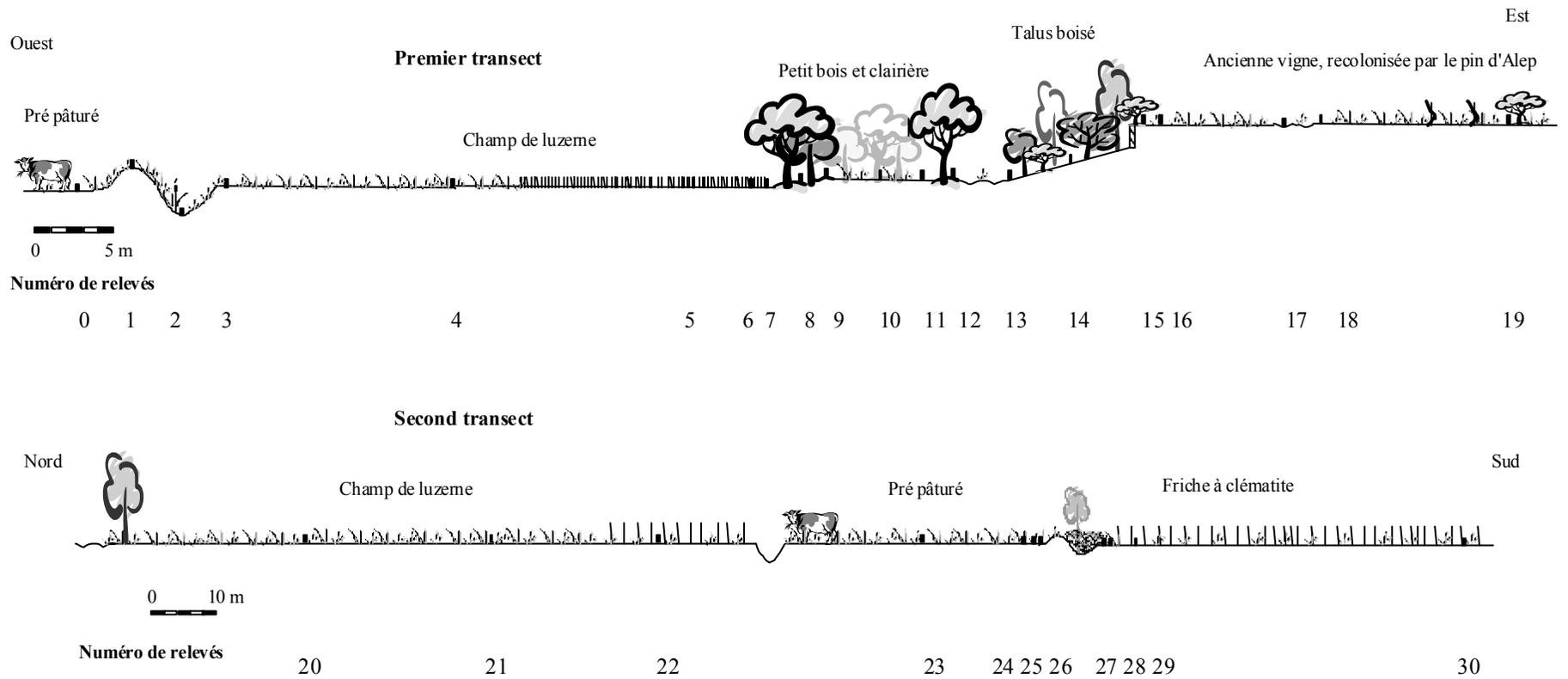
En fonction de l'hétérogénéité du paysage, deux transects ont été échantillonnés. Le premier, est-ouest, a permis le prélèvement de 20 échantillons malacologiques. Le second, nord-sud, a comporté 11 relevés, car il était moins varié. Les différents types de milieux ont été échantillonnés, en resserrant la maille de prélèvement sur les zones de lisière ou de transition entre deux types de milieux. Les micro-variations locales au sein d'un même

élément du paysage ont été prises en compte, à partir du moment où elles étaient identifiables (figure 3).

Les deux transects se croisent sur une parcelle plantée en luzerne. L'échantillon central a donc été utilisé pour les deux transects. Ainsi, quand on prend l'ensemble de l'expérimentation, 30 relevés ont été effectués, mais les deux transects comportent au total 31 relevés, puisque l'un d'entre eux est commun.

Les relevés malacologiques ont consisté en la description mésologique du milieu sur une placette de 10 m sur 0,50 m (selon Godron *et al.*, 1968 modifié), la récolte des grosses espèces (d'un diamètre supérieur à 5 mm) durant 20 minutes et la réalisation de prélèvements de la litière et de l'horizon supérieur du sol actuel, à partir de quatre quadrats de 0,25 m de côté. Le grand côté du rectangle formé par la placette était parallèle à la lisière la plus proche.

Les coquilles ont été extraites au laboratoire par tamisage à l'eau sur un tamis à maille de 500 μm , puis récoltées sous loupe binoculaire après séchage du refus de tamis, et enfin déterminées et comptées. La fraîcheur des coquilles a également été prise en compte, pour s'affranchir des éventuelles variations temporelles. Ainsi, les escargots vivants, les coquilles fraîches et les coquilles vieilles ont été séparés.



1.2.3 Résultats et discussions

Les trente relevés effectués (tableau 1 et annexe 2, annexe 3 et annexe 4) ont livré 58240 coquilles, réparties en 49 espèces terrestres et une espèce aquatique (annexe 5, annexe 6 et annexe 7). Sur l'ensemble des escargots récoltés, 18042 sont vivants ou frais, soit 31 %.

Rognes 0	Rognes 1	Rognes 2	Rognes 3	Rognes 4 / Rognes 21	Rognes 5	Rognes 6	Rognes 7	Rognes 8	Rognes 9
Bord du pré pâturé	Petit talus herbeux	Fond de fossé	Bord du champ de luzerne	Milieu du champ de luzerne	Bord du champ de luzerne	Lisière champ luzerne / petit bois	Lisière champ luzerne / petit bois	Petit bois	Bord de la petite clairière
Rognes 10	Rognes 11	Rognes 12	Rognes 13	Rognes 14	Rognes 15	Rognes 16	Rognes 17	Rognes 18	Rognes 19
Milieu de la petite clairière	Bord de la petite clairière	Rangée d'arbres	Bord du chemin	Talus boisé	Talus boisé	Lisière talus boisé et ancienne vigne	Ancien chemin	Ancienne vigne	Ancienne vigne
Rognes 20	Rognes 22	Rognes 23	Rognes 24	Rognes 25	Rognes 26	Rognes 27	Rognes 28	Rognes 29	Rognes 30
Champ de luzerne	Friche au bout du champ de luzerne	Pré pâturé	Pré pâturé	Pré pâturé	Pré pâturé	Friche à clématite	Friche à clématite	Friche à clématite	Friche à clématite

Tableau 1 : Type de relevés effectués dans le paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône).

L'enregistrement par les escargots de l'hétérogénéité spatiale du paysage de Rognes

Afin d'observer si les gastéropodes terrestres enregistrent bien l'hétérogénéité du paysage considéré, des Analyses Factorielles des Correspondances (AFC) ont été réalisées, d'une part, sur les individus vivants et frais et, d'autre part, sur l'ensemble des escargots récoltés. Etant donné que les deux AFC traduisent les mêmes résultats, quel que soit l'état de fraîcheur des coquilles, nous avons choisi de considérer finalement, pour la suite de cet exposé, la totalité des individus récoltés. En outre, le fait que l'on ne constate pas de grande différence, lorsque l'on considère soit uniquement les individus vivants et frais soit toutes les coquilles, y compris les vieilles, indique que les prélèvements effectués correspondent bien à l'état actuel d'utilisation du paysage, ce qui permet d'écarter le risque que ces assemblages malacologiques aient également enregistré les modes antérieurs d'utilisation du sol. Cette ressemblance entre les deux AFC montre également une certaine stabilité dans la gestion du paysage pour les dernières années.

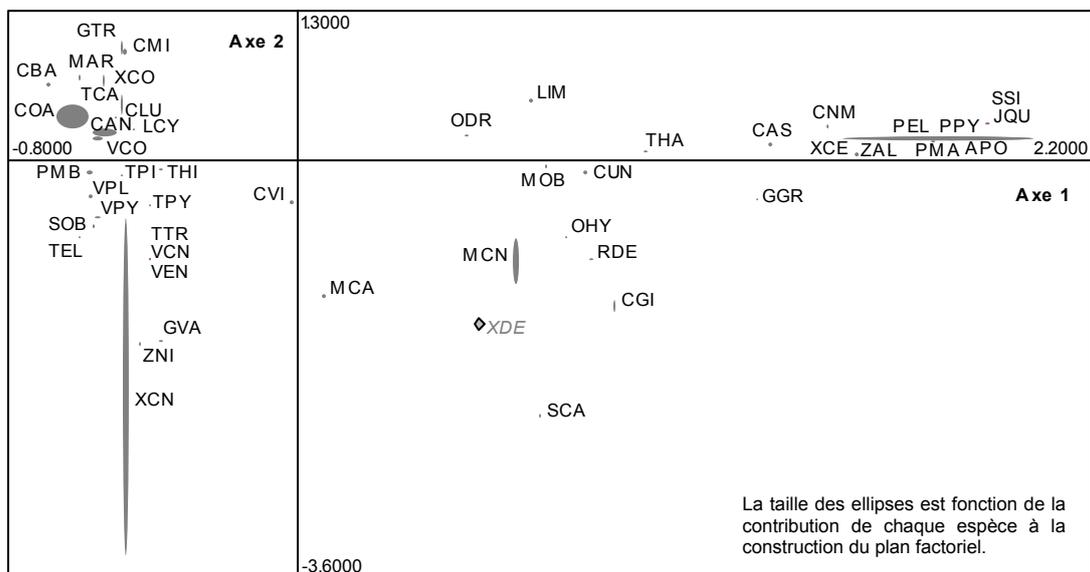
L'Analyse Factorielle des Correspondances du paysage actuel de Rognes porte donc sur les 30 relevés (les individus) et sur 48 espèces (les variables), c'est-à-dire toutes les

espèces récoltées à l'exception de *Cecilioides acicula* dont le comportement fouisseur ne permet pas de la replacer dans son niveau de vie. *Xeropicta derbentina*, l'escargot apparu très récemment en Provence, a été placé en variable supplémentaire, car sa forte contribution à la construction des plans factoriels masquait le reste de l'information donnée par les autres espèces.

Le premier plan factoriel représente 39,7 % de l'inertie (27,1 % pour l'axe 1 et 12,6 % pour l'axe 2) (figure 4 et figure 5). L'axe 3 représente 10,9 % de l'inertie (figure 6 et figure 7).

L'axe 1 oppose *Cochlicella acuta* (6,8 %), *Cerņuella aginnica* (5 %) et *Vallonia costata* (2,4 %) sur la partie négative, à *Pomatias elegans* (**34,2 %**), *Punctum pygmaeum* (**29,8 %**) et *Abida polyodon* (4,1 %), sur la partie positive. Pour les échantillons, il oppose Rog1 (5,4 %) et Rog0 (4 %) sur la partie négative, à Rog14 (16 %), Rog11 (10,4 %), Rog9 (10,2 %), Rog12 (9,7 %), Rog15 (8,8 %), Rog8 (8,1 %) et Rog13 (6,6, %) sur la partie positive.

Cet axe sépare donc les espèces à affinité forestière (*Pomatias elegans*, *Punctum pygmaeum*) et *Abida polyodon*, une espèce de milieux pré-forestiers, associées aux relevés de la forêt, de sa clairière et du talus boisé, de toutes les autres espèces de milieu plus ouvert, associées aux relevés de milieu ouvert. L'axe 1 représente donc un gradient de fermeture des formations végétales, qui distingue nettement les assemblages de la forêt du reste des échantillons. On peut noter que les petits éléments plus ouverts au sein de la zone boisée (clairière, chemin) se replacent sans conteste parmi les assemblages forestiers.



APO : *Abida polyodon* (Draparnaud 1801) ; **CAN** : *Cernuella aginnica* ; **CAS** : *Cryptomphalus aspersus* (Müller 1774) ; **CBA** : *Cochlicella barbara* (Linné 1758) ; **CGI** : *Candidula gigaxii* (Pfeiffer 1850) ; **CLU** : *Cochlicopa lubrica* agg. (Müller 1774) ; **CMI** : *Carychium minimum* (Müller 1774) ; **CNM** : *Cepaea nemoralis* (Linné 1758) ; **COA** : *Cochlicella acuta* (Müller 1774) ; **CUN** : *Candidula unifasciata rugosiuscula* (Michaud 1831) ; **CVI** : *Cernuella virgata* (da Costa 1778) ; **GGR** : *Granopupa granum* (Draparnaud 1801) ; **GTR** : *Galba truncatula* (Müller 1774) ; **GVA** : *Granaria variabilis* (Draparnaud 1801) ; **JQU** : *Jamnia quadridens* (Müller 1774) ; **LCY** : *Lauria cylindracea* (da Costa 1778) ; **LIM** : Limacelles ; **MAR** : *Microxeromagna armillata* (Lowe 1852) ; **MCA** : *Monacha cartusiana* (Müller 1803) ; **MCN** : *Monacha cantiana* (Montagu 1803) ; **MOB** : *Merdigera obscura* (Müller 1774) ; **ODR** : *Oxychilus draparnaudi* (Beck 1837) ; **OHY** : *Oxychilus hydatinus* (Rossmässler 1838) ; **PEL** : *Pomatias elegans* (Müller 1774) ; **PMA** : *Phenacolimax major* (Férussac 1807) ; **PMB** : *Pupilla muscorum bigranata* (Linné 1778) ; **PPY** : *Punctum pygmaeum* (Draparnaud 1801) ; **RDE** : *Rumina decollata* (Linné 1758) ; **SCA** : *Sphincterochila candidissima* (Draparnaud 1801) ; **SOB** : *Succinea oblonga* (Draparnaud 1801) ; **SSI** : *Solatopupa similis* (Bruguière 1792) ; **TCA** : *Truncatellina callicratis* (Scacchi 1833) ; **TEL** : *Trochoidea elegans* (Gmelin 1791) ; **THA** : *Testacella haliotidea* (Draparnaud 1801) ; **THI** : *Trichia hispida* (Linné 1758) ; **TPI** : *Theba pisana* (Müller 1774) ; **TPY** : *Trochoidea pyramidata* (Draparnaud 1805) ; **TTR** : *Trochoidea trochoides* (Poirét 1789) ; **VCN** : *Vitrea contracta* (Westerlund 1871) ; **VCO** : *Vallonia costata* (Müller 1774) ; **VEN** : *Vallonia enniensis* (Müller 1774) ; **VPL** : *Vallonia pulchella* (Müller 1774) ; **VPY** : *Vertigo pygmaea* (Draparnaud 1801) ; **XCE** : *Xerosecta cespitum* (Draparnaud 1801) ; **XCN** : *Xerotracha conspurcata* (Draparnaud 1801) ; **XCO** : *X. conspurcata* (Draparnaud 1801) ou *M. armillata* (Lowe 1852) ; **XDE** : *Xeropicta derbentina* (Brusina 1870) ; **ZAL** : *Zonites algirus* (Linné 1758) ; **ZNI** : *Zonitoides nitidus* (Müller 1774).

Figure 4 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons malacologiques du paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.

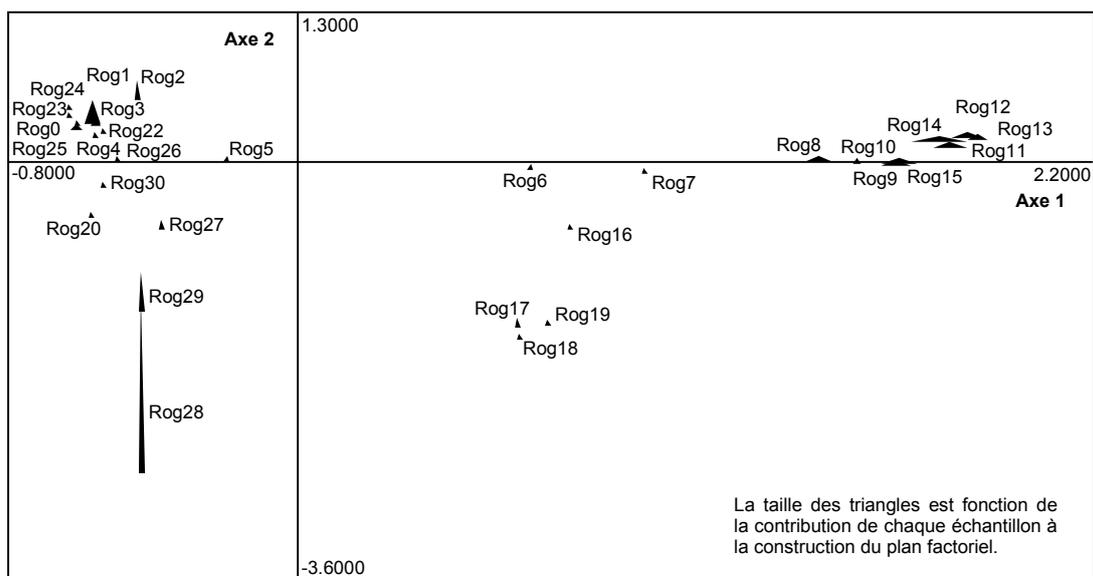


Figure 5 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons malacologiques du paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.

La position intermédiaire que prennent deux groupes de relevés sur la partie positive de l'axe 1 est intéressante. En effet, on constate que les trois échantillons à la lisière des éléments de grande taille (lisières entre le champ de luzerne et le bois et entre le talus boisé et les anciennes vignes) sont bien séparés, à la fois des milieux très ouverts dans lesquels ils ont été prélevés, et des milieux forestiers, dont la canopée recouvre ces relevés, alors que les lisières entre des éléments plus petits du paysage ne se distinguent pas. Cette spécificité des lisières avait déjà été appréhendée pour les paysages actuels de Grande-Bretagne (Davies, 1999 ; Paul, 1975). Cependant, l'expérimentation sur le paysage du Pays de Galles prenait en compte un écotone ("zone de transition de largeur réduite entre deux communautés végétales contiguës" présentant généralement une faune plus riche en espèces et en individus que les milieux qu'il sépare ; Dajoz, 1996) entre une forêt et une prairie humide (Davies, 1999), alors que celle sur la campagne de Cambridge avait mis en évidence des assemblages très particuliers pour les lisières d'une vieille forêt : ils présentaient, en effet, des espèces pionnières absentes de l'intérieur de la forêt (Paul, 1975). Or, à Rognes, nous n'avons pas échantillonné d'écotones, les lisières entre les différents éléments du paysage étant très tranchées. De plus, les assemblages associés à ces échantillons de lisière ne se distinguent pas des autres assemblages par l'apport de nouvelles espèces, mais plus par une variation de la proportion des espèces entre elles. Leur distinction sur l'AFC est donc d'autant plus intéressante dans notre perspective paléoenvironnementale. En effet, Puisségur (1976) et Limondin (1990) décrivent des assemblages actuels de "lisière" pouvant permettre la reconnaissance des lisières en paléoécologie. Dans notre expérimentation sur le paysage de Rognes, cette distinction n'est si évidente. Selon leur place sur l'AFC et sans connaître la description mésologique des relevés, comme c'est le cas en paléoécologie, les trois échantillons de lisière du paysage de Rognes correspondraient à des milieux intermédiaires, difficiles à caractériser, de type forêt assez claire (*Candidula unifasciata*) mais présentant une litière (*Oxychilus draparnaudi*, *Testacella haliotideia*, *Merdigera obscura*). Il n'est donc pas certain que leur particularisme - le fait que ce soit des échantillons de la lisière entre des formations très ouvertes et très fermées - soit identifiable dans le cas d'échantillons holocènes. Nous reviendrons sur ces assemblages de lisière dans la suite de notre exposé.

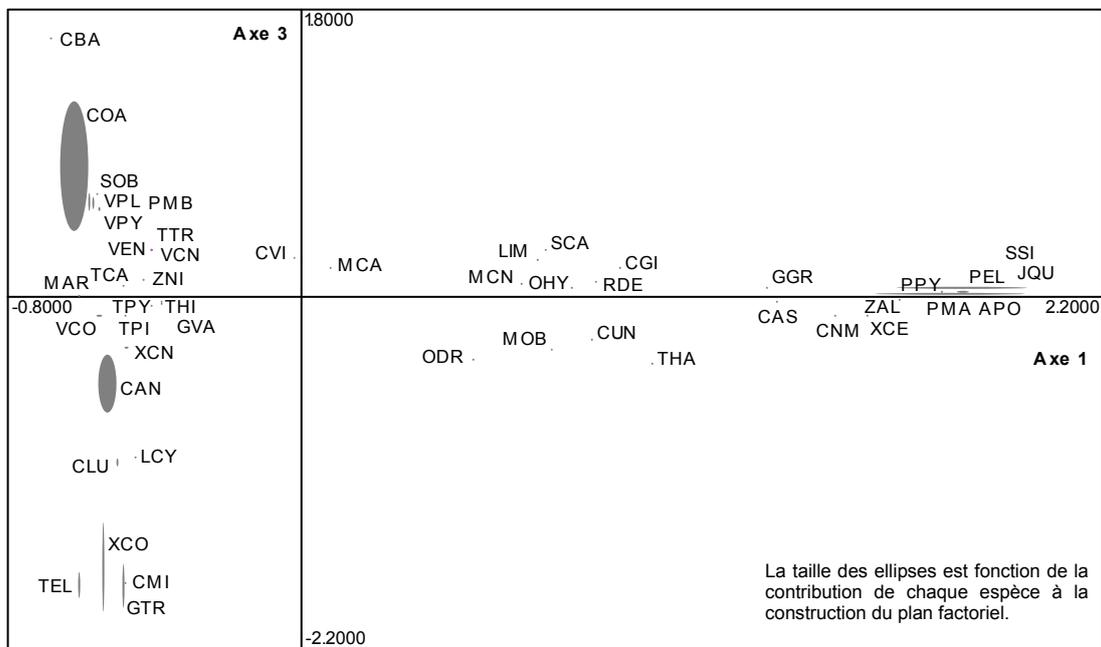
Le deuxième groupe intermédiaire est constitué des trois échantillons prélevés dans l'ancienne vigne recolonisée récemment par les pins. Leur place parmi des espèces de broussailles (*Monacha cantiana*, *Rumina decollata*) et des espèces de milieux ouverts

(*Oxychilus hydatinus*, *Candidula gigaxii*), associées à *Xeropicta derbentina* en espèce supplémentaire, caractérise assez bien les formations en cours de fermeture dont ils sont issus.

L'axe 2 oppose *Xerotricha conspurcata* (61,1 %), *Monacha cantiana* (8,8 %) et *Candidula gigaxii* (2,9 %) sur la partie négative, à *Cochlicella acuta* (5,4 %), *Truncatellina callicratis* (4,1 %), *Xerotricha conspurcata/Microxeromagna armillata* (3 %), *Galba truncatula* (2,7 %) et *Cerņuella aginnica* (2,3 %), sur la partie positive. Pour les échantillons, il oppose Rog28 (52,2 %) et Rog29 (12,1 %) sur la partie négative, à Rog1 (7 %) et Rog2 (6,1 %) sur la partie positive.

Cet axe distingue une espèce de garrigue (*Xerotricha conspurcata*), une espèce de broussailles (*Monacha cantiana*) et une espèce de milieux ouverts (*Candidula gigaxii*), associées aux relevés effectués dans la friche à clématite, assez haute, à tous les autres types de milieux ouverts présents dans le paysage actuel. L'opposition entre *Xerotricha conspurcata*, sur le côté négatif, et *Xerotricha conspurcata/Microxeromagna armillata* et *Microxeromagna armillata*, sur le côté positif, est intéressante à noter, d'autant plus qu'elle est identique lorsqu'on ne prend en compte que les individus vivants et frais. Elle semble montrer que la majorité des coquilles que l'on n'a pas pu déterminer à l'espèce, parce qu'elles étaient vieilles, pourrait correspondre à *Microxeromagna armillata*.

La place de Rog20, prélevé dans la partie du champ de luzerne non plantée l'année du prélèvement, parmi les échantillons de la friche à clématite et non parmi les autres échantillons du champ de luzerne, peut s'expliquer par le fait que la végétation présente une structure plus haute, probablement plus proche de celle de la friche à clématite et par le fait qu'il comporte de nombreux individus de *Xerotricha conspurcata*, espèce qui est absente des autres relevés de la luzerne. C'est, de plus, le seul échantillon qui contient, en abondance, l'escargot *Trochoidea elegans*. La particularité de cet assemblage malacologique ne peut s'expliquer par des raisons purement écologiques ; elle pourrait induire d'autres facteurs que nous ne pouvons déterminer, comme l'histoire locale de la dispersion des espèces. Nous y reviendrons.



APO : *Abida polyodon* (Draparnaud 1801) ; **CAN** : *Cermeuella aginnica* ; **CAS** : *Cryptomphalus aspersus* (Müller 1774) ; **CBA** : *Cochlicella barbara* (Linné 1758) ; **CGI** : *Candidula gigaxii* (Pfeiffer 1850) ; **CLU** : *Cochlicopa lubrica* agg. (Müller 1774) ; **CMI** : *Carychium minimum* (Müller 1774) ; **CNM** : *Cepaea nemoralis* (Linné 1758) ; **COA** : *Cochlicella acuta* (Müller 1774) ; **CUN** : *Candidula unifasciata rugosiuscula* (Michaud 1831) ; **CVI** : *Cermeuella virgata* (da Costa 1778) ; **GGR** : *Granopupa granum* (Draparnaud 1801) ; **GTR** : *Galba truncatula* (Müller 1774) ; **GVA** : *Granaria variabilis* (Draparnaud 1801) ; **JQU** : *Jaminia quadridens* (Müller 1774) ; **LCY** : *Lauria cylindracea* (da Costa 1778) ; **LIM** : Limacelles ; **MAR** : *Microxeromagna armillata* (Lowe 1852) ; **MCA** : *Monacha cartusiana* (Müller 1803) ; **MCN** : *Monacha cantiana* (Montagu 1803) ; **MOB** : *Merdigera obscura* (Müller 1774) ; **ODR** : *Oxychilus draparnaudi* (Beck 1837) ; **OHY** : *Oxychilus hydatinus* (Rossmässler 1838) ; **PEL** : *Pomatias elegans* (Müller 1774) ; **PMA** : *Phenacolimax major* (Férussac 1807) ; **PMB** : *Pupilla muscorum bigranata* (Linné 1778) ; **PPY** : *Punctum pygmaeum* (Draparnaud 1801) ; **RDE** : *Rumina decollata* (Linné 1758) ; **SCA** : *Sphincterochila candidissima* (Draparnaud 1801) ; **SOB** : *Succinea oblonga* (Draparnaud 1801) ; **SSI** : *Solatopupa similis* (Bruguière 1792) ; **TCA** : *Truncatellina callicratis* (Scacchi 1833) ; **TEL** : *Trochoidea elegans* (Gmelin 1791) ; **THA** : *Testacella haliotidea* (Draparnaud 1801) ; **THI** : *Trichia hispida* (Linné 1758) ; **TPI** : *Theba pisana* (Müller 1774) ; **TPY** : *Trochoidea pyramidata* (Draparnaud 1805) ; **TTR** : *Trochoidea trochoides* (Poiret 1789) ; **VCN** : *Vitrea contracta* (Westerlund 1871) ; **VCO** : *Vallonia costata* (Müller 1774) ; **VEN** : *Vallonia enniensis* (Müller 1774) ; **VPL** : *Vallonia pulchella* (Müller 1774) ; **VPY** : *Vertigo pygmaea* (Draparnaud 1801) ; **XCE** : *Xerosecta cespitum* (Draparnaud 1801) ; **XCN** : *Xerotracha conspurcata* (Draparnaud 1801) ; **XCO** : *X. conspurcata* (Draparnaud 1801) ou *M. armillata* (Lowe 1852) ; **XDE** : *Xeropicta derbentina* (Brusina 1870) ; **ZAL** : *Zonites algirus* (Linné 1758) ; **ZNI** : *Zonitoides nitidus* (Müller 1774).

Figure 6 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons malacologiques du paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône). Projection des espèces sur le deuxième plan factoriel.

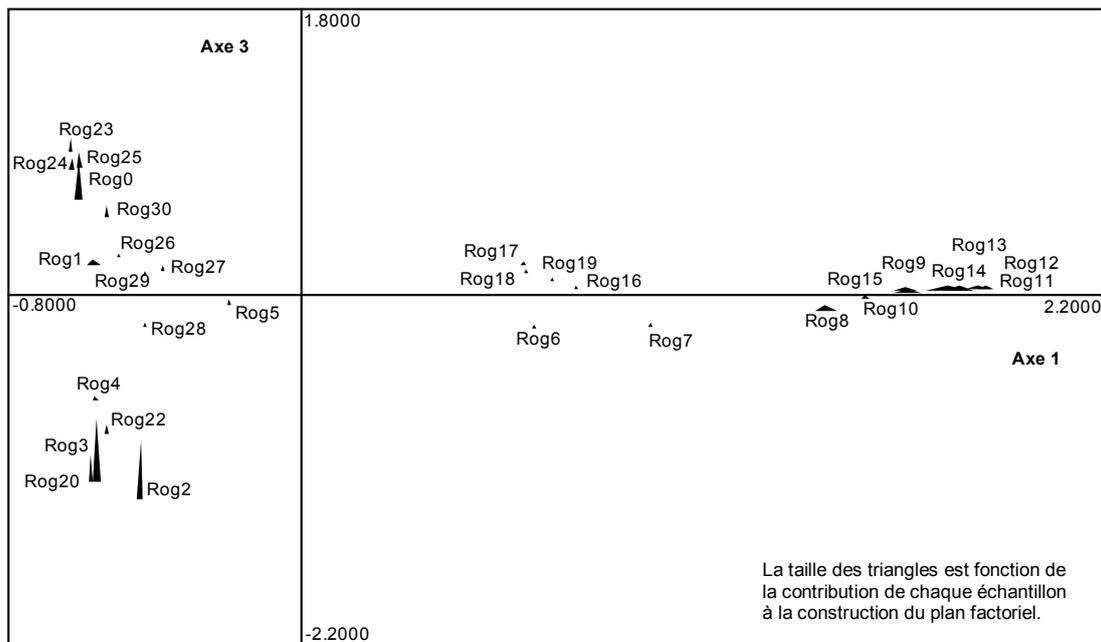


Figure 7 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons malacologiques du paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône). Projection des échantillons sur le deuxième plan factoriel.

L'axe 3 oppose *Xerotricha conspurcata*/*Microxeromagna armillata* (21 %), *Cerneuella aginnica* (13,6 %), *Galba truncatula* (10,9 %), *Trochoidea elegans* (6,7 %) et *Cochlicopa lubrica* agg. (2,6 %) sur la partie négative, à *Cochlicella acuta* (29,9 %), *Pupilla muscorum bigranata* (5 %) et *Vallonia pulchella* (4,1 %) sur la partie positive. Pour les échantillons, il oppose Rog3 (22,5 %), Rog2 (21,4 %), Rog20 (10,4 %) et Rog22 (4,4 %) sur la partie négative, à Rog0 (14,6 %), Rog25 (6,4 %), Rog23 (5,8 %), Rog30 (4,5 %) et Rog24 (4,4 %) sur la partie positive.

Cet axe sépare le pôle de milieux ouverts représentés sur la partie positive de l'axe 2. Il oppose des espèces xérophiles (*Cerneuella aginnica*, *Trochoidea elegans* et *Xerotricha conspurcata*/*Microxeromagna armillata*) aux espèces de prairies, préférant des stations plus humides (*Cochlicella acuta*, *Pupilla muscorum bigranata*, *Vallonia pulchella*). La place que prennent *Galba truncatula*, *Cochlicopa lubrica* agg. et *Carychium minimum* parmi des espèces de milieux ouverts et secs s'explique parce que ces trois espèces ne sont présentes que dans l'échantillon Rog2, du fond du fossé jouxtant le champ de luzerne.

Du point de vue des échantillons, cet axe permet d'identifier trois groupes de relevés de milieux ouverts : un premier qui comprend tous les échantillons de la partie du champ de luzerne non cultivée l'année du prélèvement, à l'exception des échantillons tout proches du petit bois prélevés sous la canopée, qui se repositionnent le long du gradient de fermeture des milieux forestiers exprimés sur l'axe 1 ; un deuxième qui comprend les échantillons de la friche haute à clématite et le relevé effectué dans les formations herbacées hautes du petit talus ; un troisième qui comporte tous les relevés des deux prés pâturés échantillonnés.

De la sorte, si l'axe 3 traduit bien un gradient d'humidité, il marque aussi et surtout des différences dans le type d'utilisation des placettes. Il semble, en effet, correspondre à une succession depuis de toutes jeunes friches, de moins d'un an, vers des friches plus anciennes et donc plus hautes et enfin vers des milieux de prairies.

La forte contribution de Rog2 à la construction de la partie négative de l'axe 3 est assez particulière : cet échantillon se replace parmi les échantillons prélevés dans la partie du champ non cultivée en luzerne l'année du prélèvement, alors que sa composition floristique et la structure de la végétation qui le recouvre sont très différentes. En revanche, il se distingue bien mieux du relevé du haut du talus, présentant des herbacées hautes, dont la structure de la végétation lui est bien plus semblable. Le fossé, dans lequel cet échantillon a été prélevé, a été recreusé mécaniquement après une crue importante en 1985 ; ainsi la végétation et les escargots n'ont recolonisé le fond du fossé qu'à partir de cette année là. On peut donc

considérer que les escargots sont venus plutôt du champ de luzerne, et que des escargots plus typiques des formations humides de fond de fossé n'ont encore pas eu le temps de le coloniser. Les trois espèces caractérisant les milieux plus humides (*Carychium minimum*, *Galba truncatula* et *Cochlicopa lubrica* agg.) pourraient provenir de l'amont.

L'examen des deux premiers plans factoriels de cette AFC nous permet de distinguer six ensembles :

- le petit bois, le talus boisé et la clairière avec les espèces à affinité forestière ;
- les deux lisières entre le champ de luzerne et le petit bois et entre le talus boisé et l'ancienne vigne ;
- l'ancienne vigne recolonisée par la pinède et le vieux chemin qui la traverse ;
- la friche haute à clématite ;
- les prés pâturés par les vaches ;
- le champ de luzerne.

Ils nous montrent que les gastéropodes terrestres enregistrent bien spatialement, dans leurs grandes lignes, l'hétérogénéité du paysage et les différentes formes de gestion du milieu par l'homme. Cette analyse confirme ainsi la bonne corrélation entre les espèces de gastéropodes terrestres et la structure du paysage, comme cela avait, par exemple, été également observé à Maubec et d'Auriol, pour les successions sur les terrasses de culture (Magnin et Tatoni, 1995).

Les assemblages malacologiques correspondent également assez bien aux éléments du paysage dont ils sont issus. Cependant, si les deux lisières les plus tranchées (champ de luzerne / petit bois, talus boisé / ancienne vigne) se distinguent bien des autres échantillons, les petits éléments du paysage ne sont pas différenciés : ainsi, le relevé du fond de fossé est comparable aux échantillons du champ de luzerne ; les lisières entre le début du petit bois et la fin du talus boisé ne se distinguent pas ; la petite clairière et le chemin forestier ne sont pas visibles. De plus, de manière générale, on note l'absence d'assemblages de transition (assemblages dans lesquels il manque habituellement les espèces les mieux adaptées à la végétation, car elles n'ont pas eu le temps de coloniser le nouveau milieu ; Cameron et Morgan-Huws, 1975). Cette absence pourrait être due à la relative stabilité de l'utilisation du paysage. Pourtant, localement, un certain retard dans la colonisation, notamment d'espèces de milieux plus ouverts, pourrait, en partie, expliquer la mauvaise distinction de la clairière au sein de la zone boisée. C'est ce que nous allons voir maintenant en examinant dans le détail la distribution des différentes espèces dans le paysage.

La distribution des différentes espèces en fonction de la structure du paysage

A partir des tableaux de données (annexe 5, annexe 6 et annexe 7), l'abondance de chaque espèce a été replacée sur un axe en fonction des relevés et de la distance entre les relevés (figure 8). Ces courbes traduisent la distribution des espèces en fonction des différents éléments du paysage. Certaines espèces, qui n'étaient présentes que dans un seul échantillon ou avaient de très faibles abondances, n'ont pas été représentées sur la figure par souci de clarté. Nous reviendrons, cependant, dans le texte, sur leur distribution.

D'après ces courbes d'abondance, les espèces à affinité forestière sont très étroitement dépendantes de leur habitat de prédilection. Elles ne semblent pas pouvoir s'aventurer dans des milieux plus découverts. *Pomatias elegans* est particulièrement sensible à ce phénomène, puisque l'on ne la retrouve que dans les milieux boisés du paysage. Ces résultats vont dans le sens de ceux de Pfenninger (2002) qui a montré les faibles capacités de dispersion de cet escargot en dehors des milieux favorables. *Punctum pygmaeum*, quant à elle, a une distribution un tout petit peu plus large, puisqu'elle est présente également dans les milieux plus ouverts, dans les relevés présentant des habitats ombragés (formations herbacées hautes du fossé et broussailles). Elle s'étend également plus loin dans les milieux ouverts jouxtant la zone boisée, essentiellement quand la canopée recouvre les relevés. On constate, également, que dans les petits éléments ouverts de la zone boisée, la clairière ou le chemin, les espèces à affinité forestière se maintiennent même si leur abondance est moins forte.

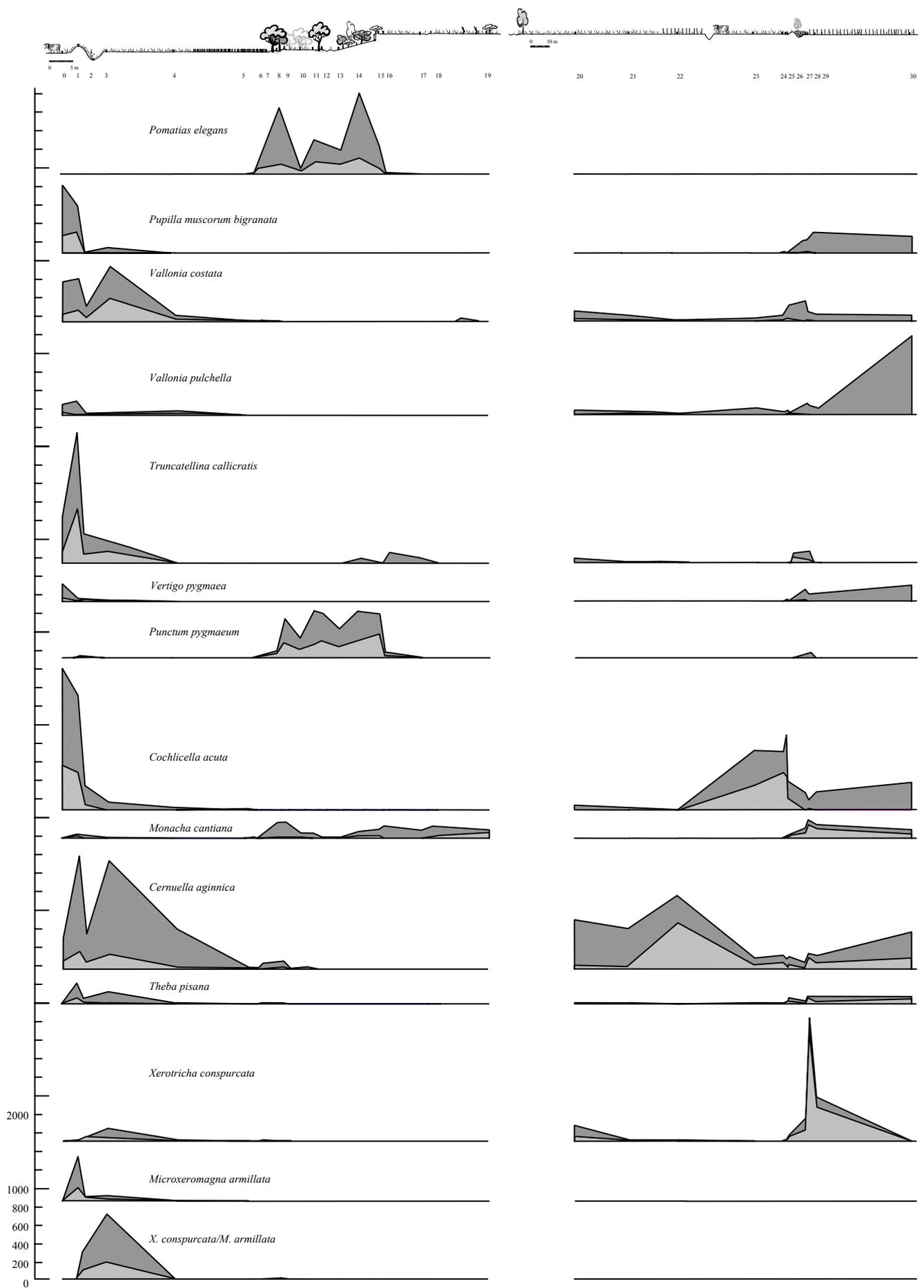


Figure 8 : Abondance des différentes espèces récoltées dans le paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône), en fonction des éléments du paysage (en gris foncé : total des abondances ; en gris clair : individus vivants et frais).

Certaines autres espèces, moins abondantes que *Pomatias elegans* et *Punctum pygmaeum*, présentent la même distribution, c'est-à-dire qu'on ne les a retrouvées que dans les milieux les plus fermés. C'est le cas de *Abida polyodon*, *Oxychilus draparnaudi*, *Phenacolimax major*, *Zonites algirus*, *Cepaea nemoralis*, *Cryptomphalus aspersus* et *Testacella haliotidea*. Ce sont globalement des espèces à affinité forestière, à l'exception cependant de *Testacella haliotidea*, qui a une large valence écologique et préfère, selon Kerney *et al.* (1999) et Germain (1930), les habitats plutôt ouverts. *Abida polyodon* n'est pas non plus une espèce caractéristique des milieux forestiers, mais plutôt des milieux préforestiers et des garrigues. Il semble pourtant qu'à Rognes elle puisse tolérer des ambiances légèrement plus fermées, et que l'ancienne vigne, en cours de fermeture par des pins d'Alep, ne soit pas encore devenue pour elle un habitat favorable, d'autant plus que ses capacités de dispersion sont faibles.

La présence d'*Abida polyodon* et de *Pomatias elegans* pourrait nous indiquer que la formation forestière dans laquelle elles se trouvent est relativement ouverte. Cependant, selon nos relevés mésologiques et nos observations de terrain, il s'agit d'une forêt assez touffue comportant des arbres anciens. Sur les photographies aériennes, celle-ci existe déjà au milieu du XXème siècle, même si, depuis, sa taille s'est étendue. On peut être surpris de l'absence de malacofaune plus forestière. Cependant deux explications peuvent être avancées pour comprendre cette absence : tout d'abord, les zones sources ou les refuges peuvent être loin, d'autant plus que le paysage actuel de la commune de Rognes est soumis à une forte pression anthropique ; ensuite, cette forêt est un petit élément, encore actuellement entouré de milieux beaucoup plus ouverts qui peuvent jouer le rôle de barrière pour les malacofaunes forestières qui n'ont pas de grande capacité de dispersion. Ce décalage entre les données malacologiques et mésologiques est donc vraisemblablement la conséquence d'un déphasage temporel entre la reconquête végétale et la recolonisation malacologique, même si, plus globalement, il a été prouvé que les deux indicateurs sont le plus souvent synchrones (Magnin *et al.*, 1995 ; André, 1981 ; Paul, 1978 ; Davies, 1999). Ainsi, même si les malacofaunes donnent l'image d'une forêt plus ouverte qu'elle ne l'est dans la réalité, cela indique finalement que la forêt que nous avons échantillonnée constitue une petite tache boisée au sein d'un paysage plus largement anthropisé, ce qui est un élément intéressant à prendre en compte pour la paléoécologie.

Monacha cantiana, une espèce de broussailles, a, une distribution assez large, puisqu'on la retrouve à la fois dans les milieux forestiers, dans l'ancienne vigne en cours de

fermeture et dans la friche haute à clématite. On ne la retrouve cependant pas dans le milieu le plus ouvert que constitue le champ de luzerne. Toutefois, les individus frais et vivants n'ont été récoltés que dans l'ancienne vigne, alors que dans la forêt on ne retrouve, quasiment exclusivement, que des coquilles vieilles. Il semble donc que ce milieu est finalement trop fermé de nos jours pour lui convenir. La distribution de *Monacha cartusiana* est très semblable à celle de *Monacha cantiana*, alors que son abondance est nettement plus faible.

En revanche, pour ce qui est des milieux ouverts, les modes de distribution des espèces présentent plusieurs modèles. Ainsi, certaines espèces sont absolument confinées à un ou deux relevés, et semblent présenter de faibles capacités de dispersion vers les autres types de milieux ouverts. C'est le cas des espèces hygrophiles, comme *Carychium minimum* (dans l'échantillon Rog2, du fond du fossé), *Succinea oblonga* (dans l'échantillon Rog30, de la friche à clématite) et *Zonitoides nitidus* (dans les échantillons Rog27 et Rog 28, de la friche haute à clématite). L'espèce de milieux aquatiques temporaires, *Galba truncatula*, suit la même distribution puisqu'on ne la retrouve que dans l'échantillon Rog2 du fond de fossé. Leur très étroite distribution s'explique par la taille restreinte de leur habitat de prédilection, bordé par des milieux ouverts trop xériques pour leur convenir.

C'est également probablement le cas pour l'espèce *Sphincterochila candidissima*, qui préfère des secteurs où la roche affleure totalement et où le sol nu est particulièrement abondant. D'après Bonavita (1972), il s'agit de l'une des espèces les plus xérophiles de la malacofaune européenne. On ne la retrouve que sur et à proximité de l'ancien chemin parcourant la vigne abandonnée.

Pour *Trochoidea elegans* (retrouvé quasiment uniquement dans l'échantillon Rog20, de la partie du champ de luzerne non plantée l'année du prélèvement) et pour *Vitrea contracta* (retrouvé uniquement dans l'échantillon Rog27, de la friche haute à clématite), leur distribution très étroite ne peut pas s'expliquer uniquement par la faible extension de leur habitat de prédilection. En effet, *Trochoidea elegans* est seulement présente dans une petite zone de la partie non plantée du champ de luzerne, alors qu'elle est absente de certaines portions du même champ, comportant des habitats qui nous ont paru très semblables (par exemple l'échantillon Rog4) et qu'aucune barrière pouvant empêcher sa dispersion n'a été détectée. De même, *Vitrea contracta*, une espèce sciaphile que l'on trouve dans la litière assez humide, devrait pouvoir se retrouver dans d'autres milieux forestiers. La distribution de ces deux espèces ne dépend donc pas uniquement de la présence de milieux favorables. Entrent en jeu, en plus des aptitudes à la dispersion (qui influencent peut-être, en partie, l'étroite aire de

distribution de *Vitrea contracta* dans le paysage de Rognes, mais vraisemblablement pas celles de *Trochoidea elegans* puisque des habitats favorables lui sont accessibles), d'autres facteurs, historiques ou édaphiques, ou des problèmes de compétition interspécifique, que nous ne pouvons différencier.

D'autres espèces de milieu ouvert présentent un modèle de répartition très différent, dans le sens où elles semblent s'aventurer en dehors de leur habitat de prédilection. C'est le cas des espèces que l'on retrouve dans les milieux herbacées assez hauts, plus ou moins humides, (pré pâturé, talus herbeux, friche à clématite) comme *Pupilla muscorum bigranata*, *Vallonia pulchella*, *Vertigo pygmaea* et *Theba pisana*. Leur abondance est maximale sur le bord assez herbeux du pré pâturé : elle chute brutalement dans le fossé très herbeux ; mais cependant, même faiblement abondantes, ces espèces se retrouvent dans la partie non exploitée du champ de luzerne. C'est *Vallonia pulchella* qui est la plus éloignée de son habitat de prédilection, à l'intérieur du champ de luzerne. Sur le deuxième transect, on constate que ces espèces sont quasiment absentes du champ de luzerne et de la petite friche au bout de ce champ, mais qu'elles sont à nouveau abondantes dans la friche haute à clématite, assez humide. Encore une fois, *Vallonia pulchella* paraît plus tolérante que les trois autres espèces, puisque c'est la seule à être présente, en très faible quantité cependant, dans le champ de luzerne. Ainsi, il apparaît que ce champ est soit trop ouvert soit trop sec pour convenir à ces espèces et qu'il est une véritable barrière pour *Pupilla muscorum*, *Vertigo pygmaea* et *Theba pisana*. Dans la friche haute à clématite, *Vallonia pulchella*, *Vertigo pygmaea* et *Pupilla muscorum bigranata* se retrouvent principalement sous forme de vieilles coquilles. Leur abondance pourrait alors suggérer un ancien état de la friche plus humide qu'à l'heure actuelle, puisque ces espèces sont assez hygrophiles. Enfin, si les abondances de *Pupilla muscorum bigranata*, *Vertigo pygmaea* et *Theba pisana* sont relativement constantes dans la friche à clématite, il semble que l'habitat de prédilection de *Vallonia pulchella* soit non pas du côté de la friche, près du fossé embroussaillé, mais du côté du bord de la friche non prélevée, étant donné sa très forte abondance dans le dernier relevé.

Cochlicella acuta semble, quant à elle, inféodée aux prés pâturés, comme cela avait déjà été observé pour les populations australiennes (Baker, 1991) ; c'est d'ailleurs la seule espèce qui les caractérise aussi bien. Cependant, on constate qu'elle a également une distribution assez large, puisqu'on la retrouve, en plus faible quantité, dans tous les milieux ouverts échantillonnés de même que *Ceruella aginnica* (et *Xeropicta derbentina* sur laquelle nous reviendrons) rencontrée également dans les premiers mètres de la zone boisée. Le phénomène du homing (Cowie, 1980 ; Cook, 2001) est peut-être l'élément explicatif de sa

découverte, sous forme de vieilles coquilles, dans la forêt. En effet, les escargots ayant tendance au homing peuvent s'aventurer assez loin de leur habitat de prédilection durant leur période d'activité avant de revenir à leur point de départ. Il arrive cependant fréquemment que le retour ne soit pas possible du fait de la mort de l'animal dans l'habitat moins favorable (Kiss, 2002).

Certaines espèces semblent également marquer la transition entre différents types de milieux ouverts, comme par exemple la transition entre les milieux herbeux (du pré pâturé ou du fossé) et le champ de luzerne ou bien la transition entre le fossé et le bord de la parcelle embroussaillés et la friche à clématite. C'est le cas de *Truncatellina callicratis*, *Xerotricha conspurcata* et *Vallonia costata*. En effet, *Truncatellina callicratis*, qui se développe bien sur le talus herbeux à proximité du pré pâturé, se disperse également assez loin vers le champ de luzerne. Cette espèce de litière sèche traduit également les milieux de transition entre la partie boisée et l'ancienne vigne, ainsi que le bord embroussaillé de la friche à clématite. *Xerotricha conspurcata* a presque la même distribution sauf qu'on ne la retrouve pas à la lisière de la partie boisée et de l'ancienne vigne qui présente vraisemblablement des conditions trop fermées. En fait ces deux espèces, dont l'habitat de prédilection semble être les formations herbacées assez hautes, ont des capacités de dispersion assez développées vers les milieux plus ouverts. *Vallonia costata* a une distribution plus compliquée, puisque, alors qu'elle est présente dans tous les milieux ouverts, elle est abondante à la fois dans les formations herbacées assez hautes, mais aussi, et principalement, dans la partie du champ de luzerne non exploitée. Sa large valence écologique peut expliquer cette distribution. On peut également noter son absence totale dans les milieux plus boisés, ce qui ne semble pas être tout à fait la même distribution que dans les assemblages holocènes. Nous y reviendrons dans les résultats des études paléoenvironnementales.

La distribution d'espèces très rares n'a pas été discutée ici, étant donné que leur présence, principalement sous forme de vieilles coquilles, n'est pas assez significative. Il s'agit de *Lauria cylindracea*, *Solatopupa similis*, *Granaria variabilis*, *Vallonia enniensis*, *Cochlicella barbara*, *Jaminia quadridens*, *Merdigera obscura*, *Rumina decollata*, *Trochoidea pyramidata*, *Trochoidea trochoides*, *Xerosecta cespitum*, *Oxychilus hydatinus* et des limacelles.

Finalement, toutes les espèces retrouvées dans les milieux ouverts semblent avoir la capacité de se disperser en dehors de leur habitat de prédilection, mais aucunes ne s'aventurent dans les formations plus fermées, à l'exception de *Cerņuella aginnica*. Le milieu

boisé constituerait effectivement une barrière difficilement franchissable pour les espèces de milieux ouverts, d'où les très fortes différences de composition spécifique entre les milieux ouverts situés de part et d'autre de la zone boisée. Mis à part la très forte présence de *Xeropicta derbentina*, nous n'avons pu récolter sur les anciennes vignes quasiment que des individus de *Monacha cantiana*, de *Truncatellina callicratis* et de *Candidula gigaxii*. Pour *Monacha cantiana* et *Truncatellina callicratis*, leur fonction de pionnier expliquerait leur présence dans ce milieu qui subit actuellement une reconquête par les pins d'Alep. La présence de *Candidula gigaxii*, uniquement sous forme de vieilles coquilles, pourrait correspondre à un ancien assemblage, juste postérieur à la période d'utilisation de la vigne, quand le milieu était plus ouvert qu'actuellement. Cependant, même à l'état de vieilles coquilles, sa découverte ici est intéressante car elle n'a quasiment pas été retrouvée sur les autres milieux ouverts du paysage échantillonné. Comme c'est une espèce que l'on peut retrouver classiquement dans la région dans une grande variété de milieux ouverts et secs, on peut confirmer ici que le milieu boisé a créé et crée une véritable barrière pour les escargots de milieux ouverts, empêchant ainsi la colonisation des autres milieux ouverts par *Candidula gigaxii* et la colonisation du vignoble par différentes autres espèces. Seule, *Xeropicta derbentina* a pu franchir cette barrière (figure 9) probablement du fait de ses exceptionnelles capacités de dispersion (Labaune, 2001). Enfin, il ne semble pas que ses importantes populations, dans l'ancien vignoble, aient empêché totalement le développement des autres espèces. Et pourtant, ce sont les relevés où la part de *Xeropicta derbentina* dépasse le seuil défini par Labaune (2001) pour qu'on note un impact sur la richesse spécifique. Ainsi, les différences de composition des assemblages malacologiques entre les différents milieux ouverts tiennent ici pour une bonne part aux capacités de dispersion des escargots en dehors de leur habitat de prédilection et également aux facteurs historiques, comme nous l'avons envisagé pour l'exemple de *Candidula gigaxii*.

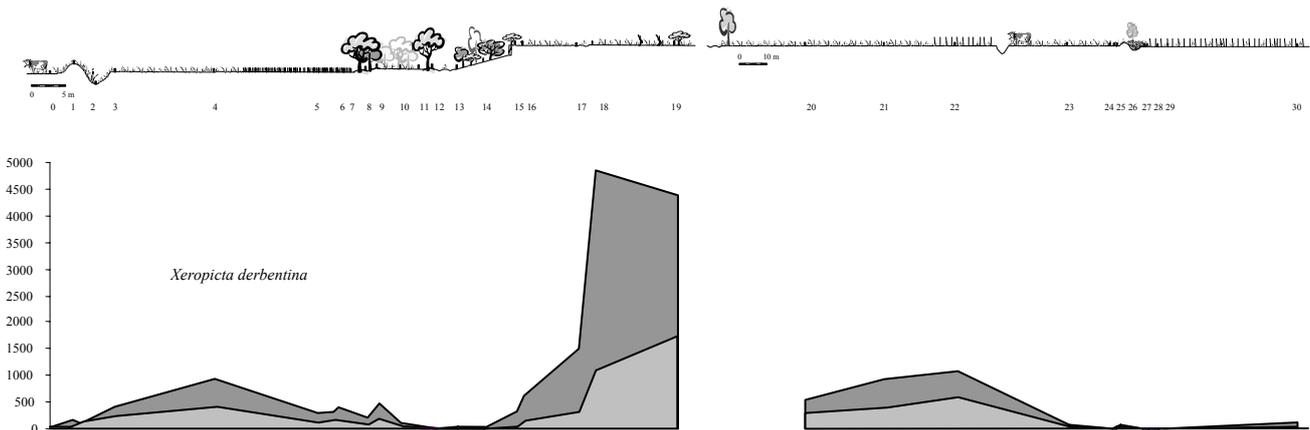


Figure 9 : Abondance de *Xeropicta derbentina* dans le paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône), en fonction des éléments du paysage (en gris foncé : total des abondances ; en gris clair : individus vivants et frais).

Par ailleurs, l'ancienne vigne en cours de fermeture par les pins d'Alep permet d'aborder le problème de la réponse spatiale des escargots à un changement de leur environnement. Or, nous constatons une absence totale des espèces à affinité forestière dans l'ancienne vigne. Dans l'expérimentation de Paul (1975), les espèces forestières colonisent très rapidement une zone en pleine reconquête forestière, le "Triangle", plus vite que les espèces de milieux ouverts (Paul, 1978). Cependant, dans cet exemple, la recolonisation va de pair avec la reconquête de la végétation de sous-bois de la forêt vers la zone ouverte, contrairement à notre cas, où la reconquête ne part pas du talus boisé mais de l'autre côté de l'ancienne vigne. Ainsi, l'absence d'espèces à affinité forestière dans l'ancienne vigne actuellement reconquise par la pinède s'explique, d'une part, par la faible capacité de dispersion des escargots forestiers et, d'autre part, par le fait que la reconquête végétale n'a pas lieu à partir de la lisière du milieu boisé : cette lisière ne constitue pas un écotone mais correspond plus à une rupture très tranchée entre le milieu fermé et le milieu en cours de fermeture.

Enfin, l'absence des espèces de milieux ouverts dans la petite clairière au sein du milieu forestier peut avoir au moins trois explications : soit on constate un retard dans la colonisation et dans ce cas-là l'élément temporel est en cause ; soit le milieu forestier constitue une barrière trop forte pour les espèces de milieux ouverts tandis que les zones-sources sont toutes proches ; soit la clairière est un élément trop petit pour être considérée par les escargots de milieux ouverts comme un vrai milieu ouvert, d'autant plus qu'elle est pour

une bonne partie recouverte par la canopée. Ce sont donc mis en place, au sein de la clairière, des assemblages de transition, dans le sens qu'en donnent Cameron *et al.* (1980) : les espèces pour lesquelles la clairière constitue un habitat préférentiel sont absentes, ce qui explique la chute de l'abondance dans l'échantillon du milieu de la clairière (Rog10). Le phénomène du homing peut expliquer la présence de rares espèces à affinité forestière dans cet échantillon. Cette clairière n'est donc pas considérée comme un milieu forestier par les espèces forestières et probablement pas comme un milieu ouvert par les espèces typiques de milieux ouverts ; ceci vraisemblablement à cause de la canopée, de l'ombre portée ou de la présence de litière. En effet, selon Magnin et Taton (1995), un recouvrement d'au moins 50% par des arbres est un seuil décisif pour l'établissement de communautés réellement forestières. De plus, sur le Luberon (Labaune et Magnin, 2001), les petites clairières (d'une surface inférieure à 100 m², comme c'est le cas de la clairière échantillonnée à Rognes) ont des communautés malacologiques très semblables aux relevés des jeunes fruticées, c'est-à-dire qu'elles sont dominées par les espèces à affinité forestière. Seuls les relevés des grandes clairières présentent, pour les malacofaunes, les caractéristiques des milieux ouverts.

En résumé, d'après Thomas (1985), quand un nouveau milieu se met en place, on peut assister a) à une colonisation immédiate par des espèces déjà présentes mais à qui l'ancien environnement ne convenait pas tout à fait alors que le nouveau leur convient mieux b) au maintien des espèces de l'ancien environnement au moins au début, avant qu'elles meurent et se dispersent éventuellement vers de nouveaux habitats c) à une recolonisation par les marges ou les abris de nouvelles espèces. Pour l'ancienne vigne, il semble que le premier événement a eu lieu pour les espèces comme *Monacha cantiana* et *Truncatellina callicratis* et que le deuxième événement s'est traduit par la disparition des *Candidula gigaxii*. Enfin, l'arrivée de nouvelles espèces (événement c) ne concerne que *Xeropicta derbentina*. Pour la petite clairière, le premier événement n'a pas vraiment eu lieu alors que le deuxième est prédominant, étant donné la diminution des abondances. Enfin, la recolonisation par de nouvelles espèces n'a pas eu lieu.

Par l'examen de l'abondance des espèces en fonction de l'élément du paysage dans lequel elles ont été prélevées, on constate que :

- les gastéropodes terrestres sont effectivement étroitement inféodés à leur habitat ;
- ils se dispersent peu en dehors de leur habitat de prédilection, ce qui est d'autant plus vrai que l'espèce est forestière ;

- les petits éléments du paysage ne sont pas bien marqués, contrairement aux gros éléments du paysage dont les lisières semblent former des barrières difficilement franchissables ;
- les distributions de certaines espèces, qui semblent parfois aléatoires, s'expliqueraient plus par des facteurs historiques que par des facteurs environnementaux.

Les assemblages malacologiques de Rognes et l'interprétation paléoécologique

D'après ce que l'on a vu précédemment, il semble que les assemblages récoltés à Rognes ne reflètent pas un mélange de plusieurs éléments du paysage, étant donné, d'une part, la faible dispersion des escargots et, d'autre part, leur bonne corrélation avec leur habitat. Mais qu'en est-il alors de la capacité des assemblages malacologiques à nous donner des informations sur le paysage de manière plus large ? Pour répondre à cette question, le plus simple est d'employer la méthode de la paléoécologie, c'est-à-dire de considérer les assemblages en essayant de déterminer à quels types de paysage et à quel degré d'anthropisation ils pourraient correspondre si on les trouvait dans une séquence sédimentaire, sans préjuger des informations mésologiques que nous connaissons par ailleurs.

Pour ce faire, un diagramme, du même type que ceux que l'on peut effectuer en paléoécologie, a été élaboré à partir des échantillons actuels de Rognes (figure 10). Au lieu d'une représentation selon la stratigraphie, les différents assemblages ont été ordonnés selon leur proximité sur les deux transects. La dimension spatiale est donc graphiquement gommée, afin de voir si, à partir de ces assemblages, on pourrait avoir une idée du paysage. Nous ne prendrons pas en compte *Xeropicta derbentina*, car l'abondance écrasante de cette espèce récemment introduite en Provence masque la représentation des autres espèces.

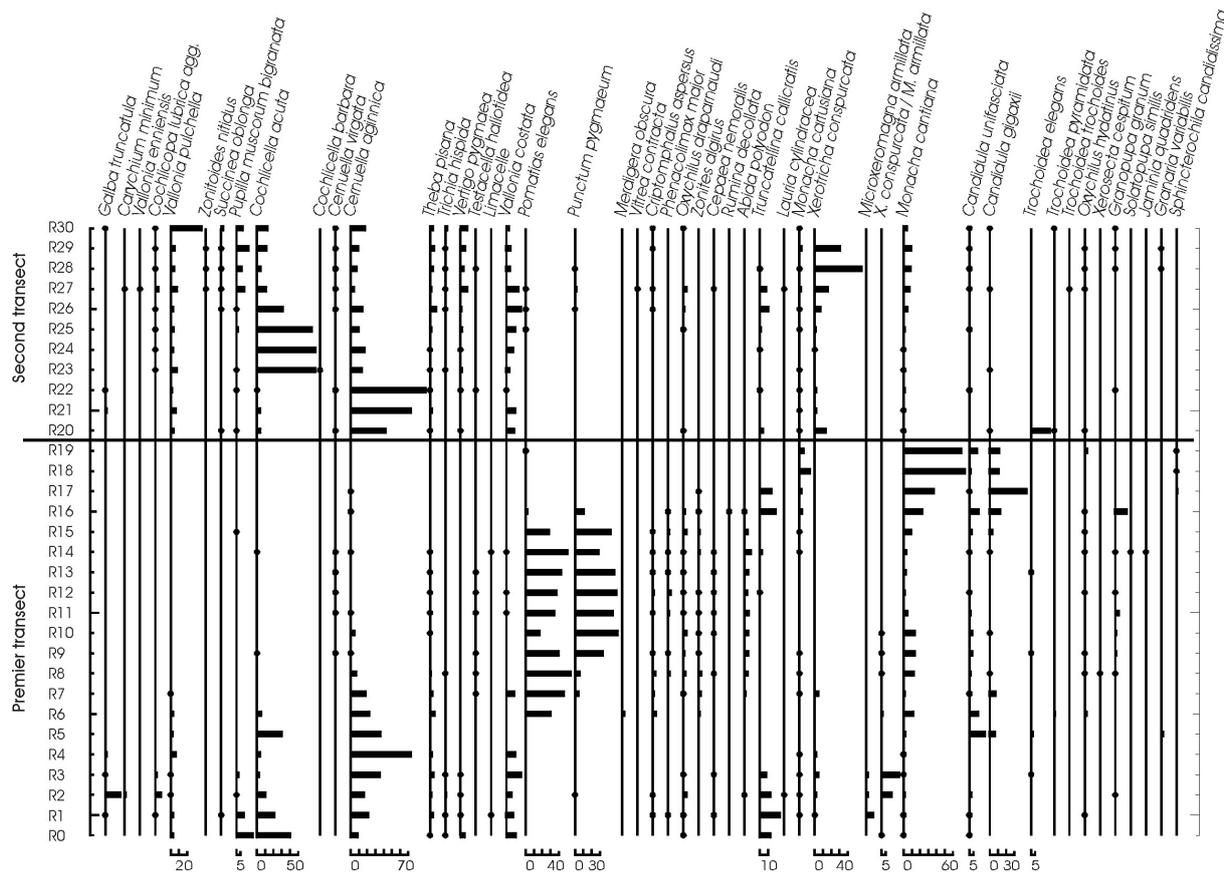


Figure 10 : Diagramme malacologique des relevés du paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône).

1er groupe d'assemblages : Rog0, Rog1, Rog2 et Rog3

Ce sont des assemblages dominés par *Cochlicella acuta*, *Cerņuella aginnica*, *Truncatellina callicratis* et *Vallonia costata*. Ils indiquent des milieux ouverts, à strate herbacée bien développée, d'autant plus que quelques individus à affinité forestière sont également présents. Rog2 se distingue légèrement de cet ensemble par les quelques individus hygrophiles et d'une espèce de milieu aquatique temporaire qu'il comprend. D'une manière générale, il serait difficile de distinguer, dans le cadre d'une interprétation paléoenvironnementale, les petites différences de structure de la végétation qu'ils expriment dans la réalité. Il est clair qu'ils caractérisent des milieux fortement anthropisés, mais la présence d'un champ cultivé à proximité serait difficile à proposer.

2ème groupe d'assemblages : Rog4 et Rog5

L'abondance de *Candidula aginnica* nous indique des milieux extrêmement anthropisés, très ouverts et secs. L'hypothèse que ces échantillons correspondent à des milieux rudéraux serait proposée sans conteste. Cependant, l'absence totale d'espèces à affinité

forestière ne nous permet pas d'imaginer la présence d'un milieu forestier, même ouvert, à proximité de nos prélèvements, alors que l'échantillon Rog5 est à cinq mètres du petit bois.

3ème groupe d'assemblages : Rog6 et Rog7

L'abondance de *Pomatias elegans*, ainsi que l'absence du cortège des espèces à affinité plus forestière, indiquent que ces échantillons correspondent à des milieux forestiers ouverts. Cependant, l'abondance de *Ceriuella aginnica* permettrait de suggérer un paysage en mosaïque avec la présence de milieux très ouverts, et probablement rudéraux, aux abords d'une forêt elle-même ouverte. L'hypothèse que ces échantillons correspondent à une succession malacologique est à écarter, étant donné l'absence d'escargots pionniers. Cette interprétation semble correspondre assez bien à la réalité du paysage actuel. Ces deux relevés de lisière ne peuvent être interprétés réellement en tant que tels, mais ils apportent sans aucun doute des renseignements précieux sur la structure du paysage, dans le cas d'une interprétation paléoécologique.

4ème groupe d'assemblages : Rog8, Rog9, Rog10, Rog11, Rog12, Rog13, Rog14 et Rog15

L'abondance de *Pomatias elegans* et de *Punctum pygmaeum* et celle, moins importante, d'espèces sciaphiles ou à affinité forestière traduisent clairement la présence d'un milieu forestier avec une litière. Il demeure cependant assez ouvert, étant donné la présence d'*Abida polyodon* et de *Monacha cantiana*. De plus, la présence discrète d'espèces de milieux ouverts nous suggère la mise en place d'un paysage en mosaïque, avec des milieux beaucoup plus ouverts aux abords de la zone boisée. Comme on l'a vu précédemment, l'identification par les gastéropodes terrestres d'un milieu forestier plus ouvert qu'il ne l'est en réalité est certainement dû à une forte anthropisation générale du paysage et à la mauvaise dispersion des espèces à affinité forestière, impliquant un retard de leur colonisation. Cependant, cette légère erreur d'appréciation du milieu forestier n'est finalement pas dommageable dans le cas d'une reconstitution paléoenvironnementale, puisqu'elle nous permettrait de proposer l'hypothèse d'un impact anthropique qui est bien réel. Encore une fois, la clairière et le chemin ne sont pas détectables. Mais l'information essentielle est cependant identifiée : nous avons affaire à un milieu forestier, mais dans le cadre d'un paysage plus généralement anthropisé.

5ème groupe d'assemblages : Rog16 et Rog17

C'est un groupe dominé par la présence de *Monacha cantiana*, *Truncatellina callicratis* et *Candidula gigaxii*. Il pourrait traduire l'existence d'une garrigue, par la présence à la fois d'espèces de pelouse, de broussailles et de litière sèche. Les quelques espèces à affinité forestière dans l'échantillon Rog16 ne suffiraient pas à nous indiquer la présence d'un milieu forestier à proximité de cette zone ouverte, alors que cet échantillon a été prélevé à moins d'un mètre de la lisière du talus boisé. C'est encore plus vrai pour l'échantillon Rog17.

6ème groupe d'assemblages : Rog18 et Rog 19

La présence prédominante de *Monacha cantiana* et dans une moindre mesure de quelques espèces de milieux très ouverts nous permettrait d'interpréter ces deux échantillons comme correspondant à un milieu embroussaillé en cours de fermeture, ce qui correspond assez bien à la description mésologique de ces deux relevés. L'identification d'une ancienne utilisation en vigne est bien évidemment impossible car les escargots ne sont pas de bons indicateurs du type d'essences végétales, mais plus de la structure de cette végétation. Les milieux forestiers, situés à proximité de ces deux échantillons, ne sont pas non plus visibles dans les assemblages, pour les raisons évoquées précédemment (faible capacité de dispersion des espèces forestières en dehors de leurs habitats de prédilection notamment).

7ème groupe d'assemblages : Rog20, Rog21 et Rog22

Ces trois assemblages dominés très fortement par *Cernuella aginnica* permettent de proposer une très forte anthropisation du paysage avec la présence de milieux rudéraux, voire cultivés, ce qui est bien le cas. Ce groupe est très semblable au deuxième groupe identifié plus haut. Ils correspondent tous les deux au champ de luzerne.

8ème groupe d'assemblages : Rog23, Rog24, Rog26 et Rog27

L'abondance de *Cochlicella acuta*, l'espèce dominante de ces assemblages, de *Cernuella aginnica*, et d'un cortège d'espèces plus hygrophiles, mais dont la présence est discrète, permet d'interpréter ces échantillons comme correspondant à un milieu de prairies humides. Une utilisation de ce paysage à des fins pastorales serait proposée, étant donné la forte anthropisation qu'il suppose. Cette interprétation s'accorde avec la réalité de terrain observée.

9ème groupe d'assemblages : Rog27, Rog28 et Rog29 et Rog30

Ces assemblages indiquent la présence d'un milieu ouvert (*Xerotricha conspurcata*, *Cernuella aginnica*), assez humide (*Vallonia pulchella*, *Pupilla muscorum bigranata*, *Cochlicella acuta*, *Vertigo pygmaea*). La présence très importante de *Xerotricha conspurcata* et, dans une moindre mesure, de *Monacha cantiana* suggère une strate herbacée ou arbustive bien développée. Ce sont des assemblages assez difficiles à caractériser plus précisément, puisqu'ils englobent à la fois des espèces assez hygrophiles et des espèces très nettement xérophiles, des espèces de milieux à strate herbacée ou arbustive bien développée et des espèces de pelouse. L'hypothèse d'un paysage en mosaïque comprenant des espaces très ouverts et secs accolés à des milieux de prairies plus humides serait alors proposée. Dans la réalité, ces échantillons correspondent à une friche haute à clématite sur un terrain mal drainé.

Notre étude souligne enfin la très large distribution de *Xeropicta derbentina* et ses fortes abondances dans le paysage actuel. Cette distribution est effectivement un élément à prendre en compte pour les reconstitutions environnementales. En effet, cette espèce peut servir de modèle d'invasion biologique et de point de comparaison pour des espèces comme *Cernuella virgata* et *Theba pisana*, communes dans les séquences holocènes à partir du Néolithique ou de l'âge du Fer (Magnin, 1991), et présentant les mêmes caractères écologiques et biologiques que *Xeropicta derbentina* (Labaune, 2001). Ces deux espèces ont pu ainsi avoir une distribution très large au moment du plus fort de leur invasion, même si de nos jours leurs aires de distribution paraissent plus réduites.

De cette approche inspirée des méthodes paléomalacologiques, il ressort que la faible capacité de dispersion des espèces forestières semble un vrai biais pour identifier des milieux forestiers à proximité de zones plus ouvertes, alors qu'au contraire, les meilleures capacités des espèces de milieux ouverts à se disperser dans des milieux qui ne le sont pas, permettent de mieux appréhender la présence de milieux ouverts, même au sein d'une zone boisée. Dans le cadre de paysages en mosaïque, les milieux forestiers seraient donc moins faciles à identifier et on aurait sans doute tendance à surestimer le degré d'anthropisation d'un paysage ou plus probablement à mal appréhender le mode de gestion du paysage par l'homme. Cependant, selon Magnin *et al.* (1995), plus un paysage fermé est ancien, plus les espèces de milieux ouverts sont absentes de ce paysage, alors qu'au contraire les espèces forestières peuvent se maintenir localement dans un paysage anciennement ouvert. Ainsi, malgré une faible aptitude à la dispersion, les espèces forestières ont la capacité de se maintenir dans des

micro-habitats au sein de paysages ouverts. Et, malgré une forte aptitude à la dispersion, les espèces de milieux ouverts ne peuvent trouver dans les milieux anciennement fermés des micro-habitats favorables à leur maintien. Donc, d'une part, on a peu de chances en paléoécologie de retrouver les espèces forestières dans un nouveau milieu ouvert, vu leur faible capacité de dispersion, et d'autre part, leur présence minoritaire dans un milieu ouvert ne signifie pas forcément l'établissement de formations forestières à proximité du milieu ouvert, mais peut correspondre à la présence de micro-habitats au sein de la zone ouverte. De plus, la découverte d'espèces de milieu ouvert dans un assemblage plus forestier permet d'écarter l'hypothèse de la présence d'un milieu forestier étendu et ancien. On a alors affaire soit à des plus jeunes formations forestières soit à une mosaïque de milieux, comme c'est le cas à Rognes. Il est sûr également que les ouvertures du milieu de faible intensité semblent, d'après ces données, difficiles à identifier, car les espèces de milieu ouvert, pourtant à plus fortes capacités de dispersion, sont plus exigeantes quant à l'étendue de leur habitat. Les assemblages de gastéropodes terrestres permettent, finalement, de mettre en évidence l'anthropisation d'un paysage d'une manière assez générale, dans le sens où même au sein d'une zone boisée, ils nous permettent d'identifier la pression anthropique. Cependant l'hétérogénéité du paysage est difficile à caractériser.

Evidemment, de nombreux "bémols" peuvent être opposés aux conclusions de cette expérimentation. Tout d'abord, la question de l'évolution dans le temps de ces assemblages n'est pas abordée et les problèmes de taphonomie ne sont pas soulevés. Effectivement, le diagramme nous montre, par exemple, des assemblages extrêmement tranchés, comme rarement on peut en reconstituer pour l'Holocène. Ainsi, après quelques années, on peut imaginer que ces assemblages enfouis, si l'enfouissement est réalisé sur place, seraient mélangés à d'autres plus récents, par l'action des organismes du sol (Cameron et Morgan-Huws, 1975) ; leur interprétation serait alors sans doute différente.

Nous n'avons pas pris en compte non plus l'aspect historique dans la constitution de ce paysage, même si nous avons pu avancer son rôle pour comprendre les distributions de certains escargots (par exemple, *Trochoidea elegans*). En effet, il semble que ces facteurs jouent un rôle essentiel dans la composition des assemblages, comme l'ont montré Cameron *et al.* (1980) pour les différences de composition entre des haies, formées historiquement de manière différente (soit à partir d'anciens bois, soit créées entre deux milieux ouverts). La "création" des éléments du paysage de Rognes nous est inconnue et peut avoir largement influencé la composition des assemblages. Labaune et Magnin ont également montré que les facteurs historiques ont une grande influence sur la structure spatiale des communautés de

gastéropodes terrestres des pelouses du Luberon (Labaune et Magnin, 2001). Même si de nombreuses études ont montré, comme nous l'avons vu précédemment, le bon équilibre entre les assemblages malacologiques et leur habitat, des déphasages peuvent parfois exister, comme c'est probablement le cas pour les assemblages de la clairière et de l'ancienne vigne de Rognes. C'est la conséquence d'une des composantes essentielles de la définition du paysage : sa dynamique (Burel et Baudry, 1999).

Enfin, nous avons très peu pris en compte le problème de la taille d'un habitat viable pour une espèce d'escargot donnée. En effet, nous ne savons pas ce qui est considéré, par exemple, comme un milieu fermé pour un escargot, même si nous avons pu montrer que les plus petits éléments du paysage de Rognes sont difficilement identifiables dans la composition des malacofaunes. Les questionnements de Davies et Wolski ("un arbre, deux arbres, cent arbres ?" pour un milieu forestier) (Davies et Wolski, 2001) à ce propos ont, à ce jour, encore peu de réponses. C'est pourtant un problème crucial en paléoécologie, qu'ont soulevé les malacologues anglais pour ce qui concerne les premiers défrichements néolithiques et de leur impact spatial sur le paysage (Evans, 1972 ; Thomas, 1982 ; Davies et Wolski, 2001).

1.3 Conclusion

A propos de notre réflexion sur le problème de la représentativité spatiale des assemblages de gastéropodes terrestres, cette expérimentation sur le paysage actuel de Rognes nous a montré qu'effectivement les assemblages enregistrent assez finement l'habitat dont ils sont issus, même si des petites taches dans le paysage (comme la petite clairière au sein de la zone boisée) ne sont pas bien décrites. Ils sont donc de bons marqueurs des environnements locaux. A une échelle plus large, l'appréhension par les gastéropodes de la complexité de la structure du paysage est cependant plus délicate, puisque la détection de l'hétérogénéité du paysage dépend essentiellement du type de milieux présents. Ainsi, les zones forestières, de petite taille, sont moins détectables que les milieux ouverts dans les assemblages malacologiques. C'est surtout la faible capacité de dispersion des espèces forestières, en contexte méditerranéen, qui semble être le biais essentiel à cette compréhension.

Pour synthétiser nos données, nous avons repris, à partir de l'expérimentation de Rognes, le schéma de réflexion théorique sur la résolution spatiale des assemblages de gastéropodes que proposait de tester Thomas (1985) (figure 11). Plutôt que de regrouper les espèces par groupes écologiques, ce qui impliquerait un choix *a priori* de la valence écologique et de la distribution dans le paysage de chaque espèce, nous avons préféré ne

considérer que les espèces les plus abondantes dans les différents habitats, selon la même représentation qu'utilisent Young et Evans (1992) pour les variations locales des distributions d'escargots au sein d'une petite île anglaise. Ainsi, *Cochlicella acuta*, *Ceriuella aginnica*, *Pomatias elegans*, *Monacha cantiana* et *Xerotracha conspurcata* ont été retenues comme espèces caractéristiques de leur habitat de prédilection. On constate alors que le contexte strictement local défini par Thomas n'est pas détecté par nos assemblages. Le risque de ne lire dans les variations des assemblages malacologiques holocènes que l'histoire d'un micro-habitat, c'est-à-dire que l'information stationnelle, semble ainsi écarté. En revanche, les gastéropodes terrestres de Rognes caractérisent bien un habitat, l'environnement local, mais ils peuvent nous donner des informations sur, au mieux, un deuxième habitat.

Finalement, on pourrait opposer à l'utilisation de la malacologie en paléoécologie cette très faible résolution spatiale, contrairement à d'autres outils qui présentent une échelle de perception du paysage sans doute plus large, mais finalement moins précise. Pourtant, les palynologues suédois et anglais (Bradshaw, 1991 ; Edwards, 1991) qui travaillent également sur ces questions ont montré la difficulté de distinguer le signal local du signal régional dans des échantillons polliniques actuels (lacs et marécages des Etats-Unis), en fonction de la structure des formations végétales et de la structure du paysage. Il semble également que, dans certains cas, les assemblages de pollens peuvent avoir une résolution spatiale très faible. Par exemple, les résultats des prélèvements actuels du lac de Banyoles en Catalogne diffèrent d'un bout à l'autre du lac (Leroy, 1990) : "la représentativité des spectres polliniques actuels prélevés au fond du lac varie selon la nature et surtout selon les sites d'échantillonnage" ; "la sédimentation pollinique actuelle dans le lac de Banyoles donne des spectres représentatifs de la végétation locale".

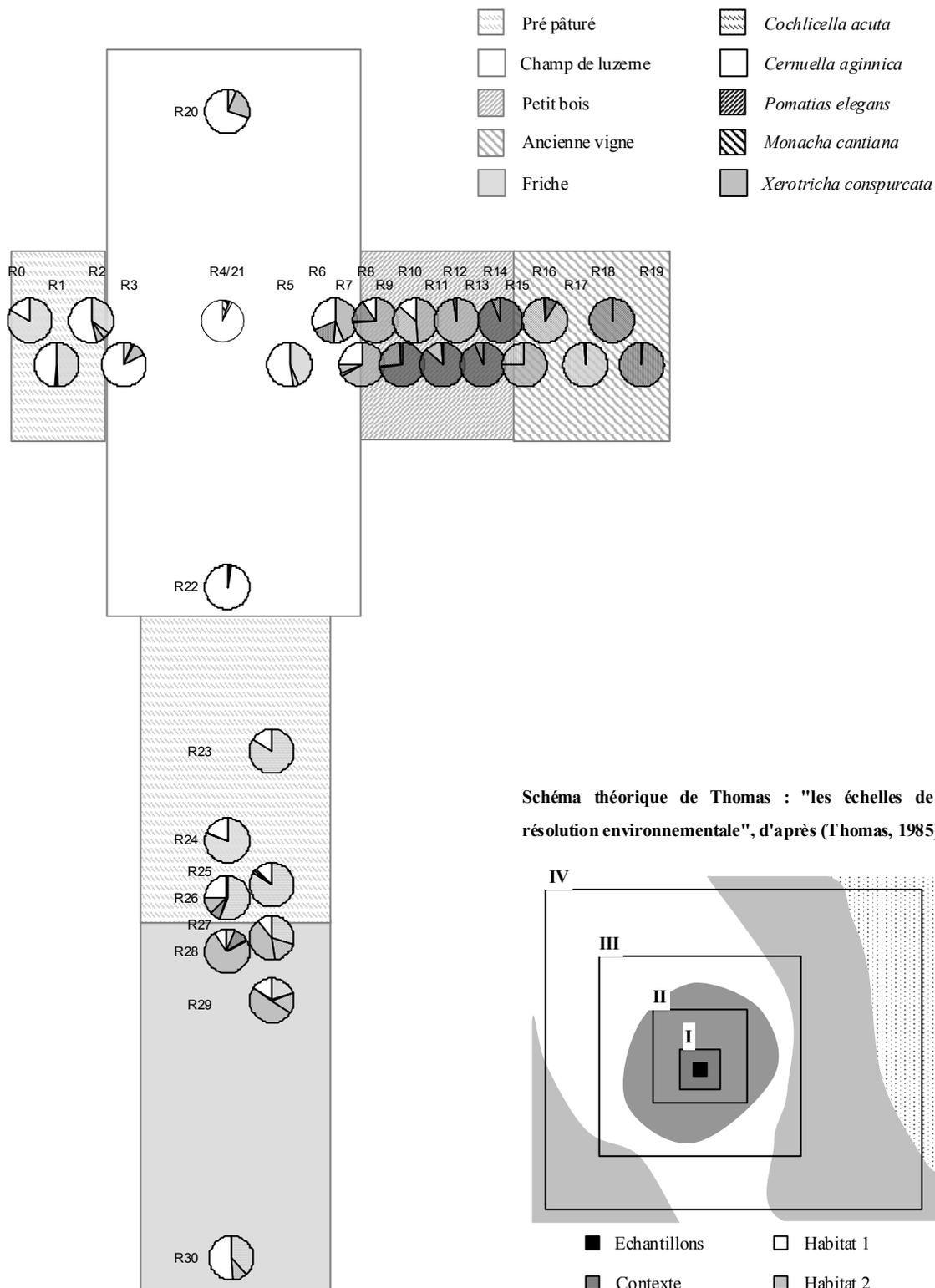


Figure 11 : Les abondances relatives des escargots dans le paysage de Rognes (Bouches-du-Rhône) en fonction des cinq habitats échantillonnés.

2 Perturbations anthropiques et résolution temporelle des assemblages malacologiques holocènes

2.1 Introduction

Les études paléoenvironnementales ont évidemment pour objectif d'évaluer les changements du paysage à travers le temps (Delcourt et Delcourt, 1988). Or, l'appréhension du paysage par les malacofaunes est encore plus complexe que ce qu'on a vu précédemment à partir du moment où il faut également prendre en compte le problème de la résolution temporelle des assemblages.

La résolution temporelle met effectivement en jeu deux séries de processus, l'une écologique et l'autre taphonomique, (Cutler *et al.*, 1999), affectant les communautés et les assemblages au cours du temps (figure 12).

1) D'un point de vue écologique, il est nécessaire de se demander si les gastéropodes terrestres enregistrent bien les perturbations anthropiques et quel est le temps de réponse des communautés à ces perturbations. Différents malacologues ont pu répondre à ces questions par l'observation des communautés actuelles. Nous reprendrons donc, dans le premier point de cette partie, leurs principaux résultats dans le cadre de notre perspective paléoenvironnementale.

2) Il faut, ensuite, prendre en compte la taphonomie, qui peut biaiser la représentativité des assemblages. Les processus taphonomiques conduisent la ou les communauté(s) vivante(s) à une thanatocénose (communautés mortes) puis à une taphocénose (assemblages enfouis) (Roger, 1974). Ces processus font que les assemblages ne sont pas l'exacte réplique des communautés vivantes (Thomas, 1985). En effet, d'une part, le prélèvement d'échantillons de sédiment, à la base du travail paléoécologique, induit obligatoirement le prélèvement d'une "tranche de temps", que l'on peut difficilement évaluer et qui dépend principalement des modes et de la vitesse de sédimentation ; cette "tranche de temps" inclut, en ce qui concerne les espèces de gastéropodes terrestres, plusieurs générations successives (Limondin, 1990) ; et elle peut également comporter un mélange de plusieurs communautés successives (Sparks, 1964), en fonction d'un changement de l'habitat. D'autre part, les phases post-mortem se traduisent par une perte d'information (Roger, 1974 ; Birks et Birks, 1980 ; Delcourt et Delcourt, 1991), due à des facteurs mécaniques, physiques, chimiques et biologiques agissant directement sur les coquilles (par exemple, la conservation différentielle des espèces ; Evans, 1972) ou sur les sédiments qui les contiennent (compaction, érosion, ...) et pouvant également induire des intrusions.

A notre connaissance, peu d'études sur les processus taphonomiques affectant les assemblages de gastéropodes terrestres ont été menées. A l'exception de l'analyse théorique de Carter (1990) qui suggère la faible résolution écologique des assemblages malacologiques dans les sols, les malacologues s'accordent généralement sur une bonne représentativité des assemblages par rapport aux communautés vivantes (Evans, 1972 ; Thomas, 1985 ; Sparks, 1964). C'est par l'expérimentation dans un paysage dont l'évolution récente est bien connue par les données historiques que nous tenterons d'apporter de nouveaux éléments à la question de la représentativité des assemblages après leur passage dans les "cribles" de la taphonomie (Roger, 1974).

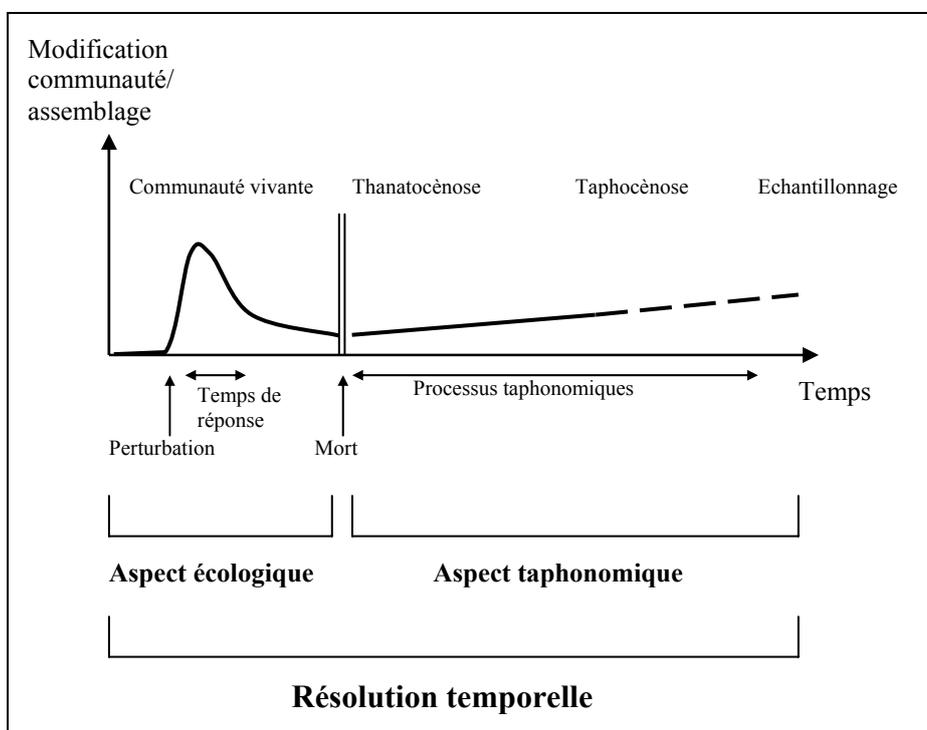


Figure 12 : Les aspects écologique et taphonomique de la résolution temporelle des assemblages malacologiques, d'après Martin *et al.* (2003).

2.2 Réponses des escargots aux perturbations

Une perturbation est un événement discret dans le temps, qui détruit la structure d'un écosystème, d'une communauté ou d'une population, et modifie les ressources, la disponibilité du milieu ou l'environnement physique (Pickett et White, 1985 in Burel et Baudry, 1999 ; Dajoz, 1996).

Le cadre chronologique qui nous intéresse, l'Holocène, est défini par de nombreux auteurs comme étant une méso-échelle d'observation (Delcourt et Delcourt, 1988 ; Dincauze,

1987), dans laquelle interviennent des événements plus courts et plus locaux de micro-échelle. Pour mener à bien notre réflexion sur l'enregistrement des perturbations par les gastéropodes terrestres durant l'Holocène, nous examinerons donc la réponse des malacofaunes à trois niveaux de variations et de changements environnementaux inclus dans la méso-échelle holocène (Thomas, 2001) : un événement court de quelques heures ou jours (exemple d'un incendie) ; un événement récurrent sur quelques mois ou années (exemple d'incendies récurrents) ; une perturbation agissant sur quelques dizaines d'années ou sur un siècle (exemple de la mise en culture et de la succession post-culturelle).

Les travaux de différents auteurs ont montré que l'impact d'une perturbation sur les communautés actuelles de gastéropodes terrestres est fort à court terme, que l'on considère l'ouverture des milieux par les pratiques agricoles (Baker, 1988 ; Baker, 1991 ; Bába, 1992) ou l'ouverture des milieux par les incendies (Kiss et Magnin, 2003) : ces perturbations affectent principalement l'abondance des escargots qui est drastiquement réduite, d'autant plus que c'est un des principaux milieux de vie des escargots - la litière, la surface du sol et les premiers centimètres du sol - qui est directement atteint par ces perturbations.

Cependant, les études sur la recolonisation par les gastéropodes terrestres des zones incendiées (Kiss, 2002) ont montré qu'une perturbation courte (comme un incendie) affecte peu les communautés d'escargots à moyen terme (Kiss et Magnin, 2002). Ces résultats vont dans le sens de ce qu'avait montré Cameron qui constatait, pour des communautés de la Colombie britannique, que les perturbations telles que la mise en culture ou les incendies ont peu d'effets, à moins qu'elles soient très récentes (Cameron, 1986). D'autre part, les communautés malacologiques enregistrent bien ces événements courts à condition qu'ils soient récurrents, c'est-à-dire que le régime (la fréquence) de perturbations soit important (Kiss, 2002). Ainsi, il est nécessaire que l'écosystème n'ait pas le temps de se rétablir et de retrouver un équilibre pour que les escargots enregistrent bien les perturbations (Thomas, 2001 ; Cameron, 2001 ; Martin *et al.*, 2003).

Globalement, les études malacologiques sur le paysage actuel montrent une bonne corrélation entre la structure des formations végétales et les communautés malacologiques (Magnin et Tatoni, 1995). Le temps de réponse des escargots à un changement environnemental est donc d'autant plus rapide qu'il est corrélé au temps de réponse de la végétation (Magnin *et al.*, 1995). C'est, par exemple, le cas pour les successions post-culturelles, qui ont fait l'objet de plusieurs études en Languedoc et en Provence (André, 1981 ; Magnin *et al.*, 1995 ; Magnin et Tatoni, 1995). Ces études montrent, en effet, que les deux marqueurs biologiques, la flore et la malacofaune, mettent en évidence les mêmes gradients

dynamiques (Martin *et al.*, 2003). Dans le détail, ces schémas peuvent parfois être plus complexes, avec notamment une influence significative de l'histoire de la structure du paysage sur la composition des communautés malacologiques (Magnin *et al.*, 1995 ; Labaune et Magnin, 2001).

Ainsi, d'après les études sur le paysage actuel, les assemblages malacologiques enregistrent bien les successions végétales et les perturbations, à condition que ces dernières soient suffisamment importantes pour remettre à zéro l'écosystème ou qu'elles soient récurrentes. Une perturbation unique, courte ou de peu d'ampleur, tel un incendie, sera alors difficilement identifiable après enfouissement, d'autant plus que les processus taphonomiques risquent encore de compliquer son enregistrement.

2.3 Processus taphonomiques : expérimentation dans le paysage actuel du vallon de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse)

Les différents auteurs évoqués précédemment ont fondé leur travail à propos des successions végétales sur des analyses synchroniques. Ces analyses définissent *a posteriori* différents stades d'évolution de la succession et en reconstituent les étapes (André, 1981). Nous avons donc tenté une analyse diachronique, afin de tester si les assemblages qui se forment dans les différents horizons du sol permettent de retrouver, de façon fiable, l'évolution des communautés en réponse aux changements environnementaux. Ce type d'analyse peut permettre d'aborder deux éléments essentiels à la compréhension de la résolution temporelle des gastéropodes terrestres : il offre la possibilité d'observer directement les modifications survenues au milieu considéré, au cours du temps (André, 1981) ; il permet d'appréhender les processus taphonomiques qui agissent sur la représentativité des assemblages de gastéropodes terrestres.

Différents malacologues ont déjà comparé la distribution des escargots dans un paysage sur un intervalle de temps de 20 à 70 ans (Cameron, 2001 ; Shinov, 1984 ; Walden, 1992), avec pour principal objectif l'étude de la dispersion des malacofaunes en réponse aux perturbations. Walden, par exemple, avait montré, sur deux jeux de données distants d'environ 60 ans, un bon enregistrement de la déprise agricole (Walden, 1992). Cependant, ces analyses réalisées sur des escargots récoltés à la surface du sol à un moment donné, puis quelques années après, ne prennent pas en compte la dimension taphonomique.

Une expérimentation sur des assemblages actuels et subactuels a donc été mise en place avec un protocole relativement analogue à celui de Fitch et Lokke (1956) réalisé dans le Kansas dans les années 1950. Il s'agit, pour nous, de comparer l'évolution d'un paysage, telle

qu'on peut la reconstituer par des données historiques, et les assemblages malacologiques contenus dans les différents horizons du sol.

2.3.1 Site d'étude

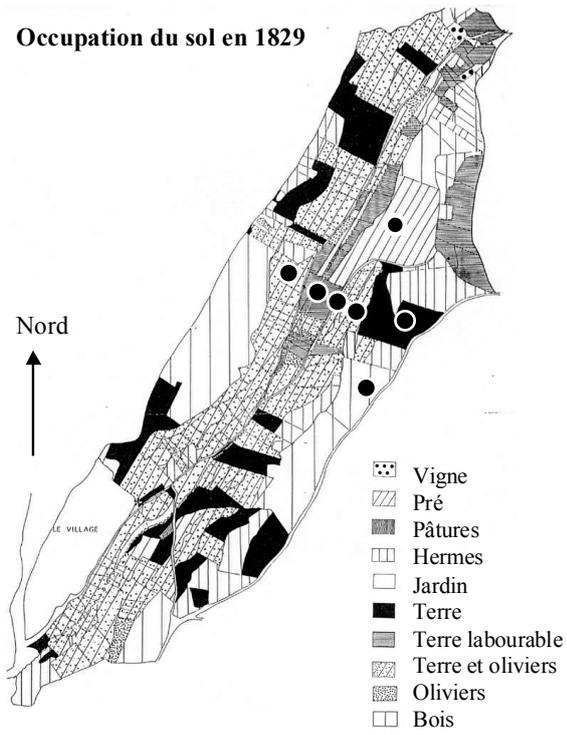
Le vallon de la Tapy, localisé dans la commune de Saumane-de-Vaucluse (Vaucluse), sur la bordure ouest des Monts de Vaucluse, a été choisi pour mener à bien cette expérimentation, étant donné que l'évolution historique du paysage sur un siècle et demi avait déjà fait l'objet de plusieurs études.

Ce vallon est long de 3 km ; il est drainé de façon intermittente par le ruisseau de la Combe du Haut. Il est orienté nord-sud. Ses versants sont aménagés en terrasses de culture. Le site a subi une déprise agricole spectaculaire depuis le milieu du XIX^{ème} siècle. Ainsi, la végétation actuelle est dominée par des taillis de chênes verts et par le pin d'Alep.

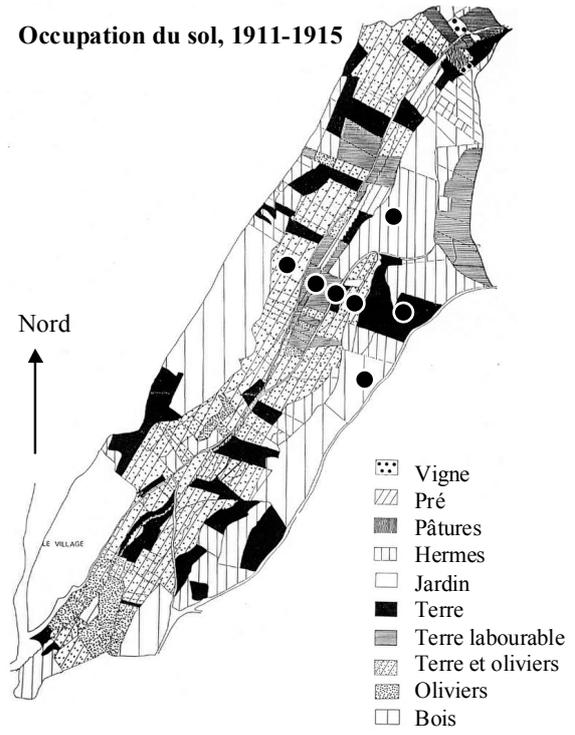
2.3.2 Méthodes

Une série de quatre plans cadastraux, étudiés à l'occasion de deux mémoires de Maîtrise de Géographie (Hostein, 1990 ; Liberali, 1995), nous permet de suivre, parcelle par parcelle, l'évolution de l'occupation du sol dans le vallon depuis 1829 jusqu'à maintenant. Le vallon, cultivé en jardins, oliviers et céréales durant le XIX^{ème} siècle, est abandonné peu à peu, d'abord par les marges, à partir de la première Guerre Mondiale. Cet abandon s'accélère encore après la seconde Guerre Mondiale pour être quasi complet en 1980 (figure 13). Cette déprise agricole est très classique depuis le XIX^{ème} siècle, notamment en ce qui concerne les paysages provençaux.

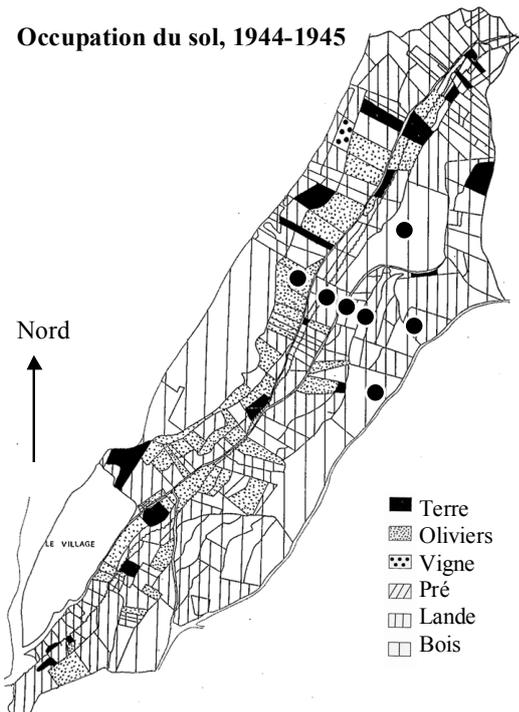
Occupation du sol en 1829



Occupation du sol, 1911-1915



Occupation du sol, 1944-1945



Occupation du sol, 1975-1981

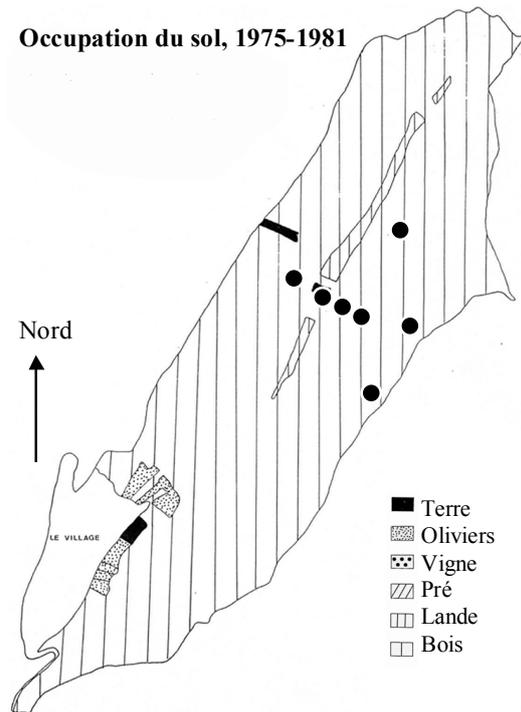


Figure 13 : Evolution de l'occupation des sols dans le vallon de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse) en fonction des plans cadastraux, d'après Hostein (1990).

En fonction d'une typologie des évolutions des parcelles (temps d'abandon, séquences de modes d'utilisation et position topographique), sept parcelles ont été sélectionnées pour procéder à l'étude malacologique (tableau 2).

Parcelles		Tapy 1	Tapy 2	Tapy 3	Tapy 4	Tapy 5	Tapy 6	Tapy 7
Evolution du paysage d'après les plans cadastraux	1975-1981	bois	bois	bois	bois	bois	bois	bois
	1944-1955	lande	bois	jardin	pré, prairie humide	lande	bois	oliviers
	1911-1915	terre	bois	terre labourable	terre labourable	terre oliviers	hermes	terre oliviers
	1829	terre	bois	terre labourable	terre labourable	terre oliviers	pré	terre oliviers

Tableau 2 : Evolution de l'occupation du sol d'après les plans cadastraux, sur les sept parcelles sélectionnées du vallon de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse).

Dans chacune de ces parcelles, un sondage (du même type que les fosses pédologiques) a été pratiqué et une série de prélèvements malacologiques a été effectuée (figure 14) : la litière et les horizons du sol ont été échantillonnés en fonction de la stratigraphie, jusqu'au substrat (molasse miocène) qui a été rapidement atteint (entre 0,30 et 0,45 m de profondeur). Trois types de séquences peu épaisses ont été échantillonnés dans le vallon : des horizons sableux rouges, niveaux d'altération de la dalle de molasse, sur le plateau (Tapy 1 et Tapy 2), des horizons bruns sablo-limoneux sur les terrasses (Tapy 5, Tapy 6 et Tapy 7) et des horizons bruns clairs sablo-limoneux dans le fond du vallon (Tapy 3 et Tapy 4). Le traitement des coquilles est le même que pour les échantillons holocènes. Cependant, pour chaque coquille récoltée, il a été noté s'il s'agissait d'un individu vivant (présence de l'animal desséché dans la coquille), d'un individu frais (coquille brillante, avec périostracum) ou d'un individu "vieux".

La numérotation des échantillons est fonction de leur profondeur : pour la séquence Tapy 1, par exemple, l'échantillon de litière est appelé Tapy 1.1, l'échantillon du niveau supérieur Tapy 1.2 et ainsi de suite jusqu'à l'échantillon le plus ancien, au contact du substrat.

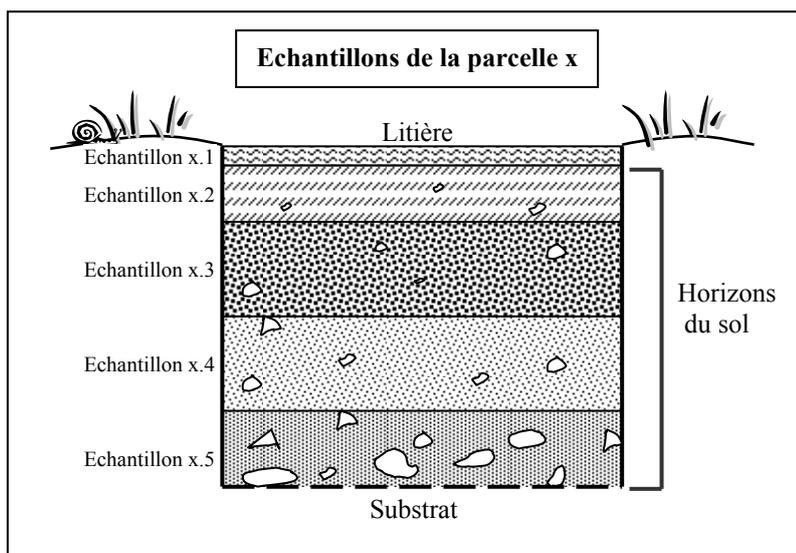


Figure 14 : Schéma du protocole expérimental du vallon de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse), d'après Martin *et al.* (2003).

2.3.3 Résultats

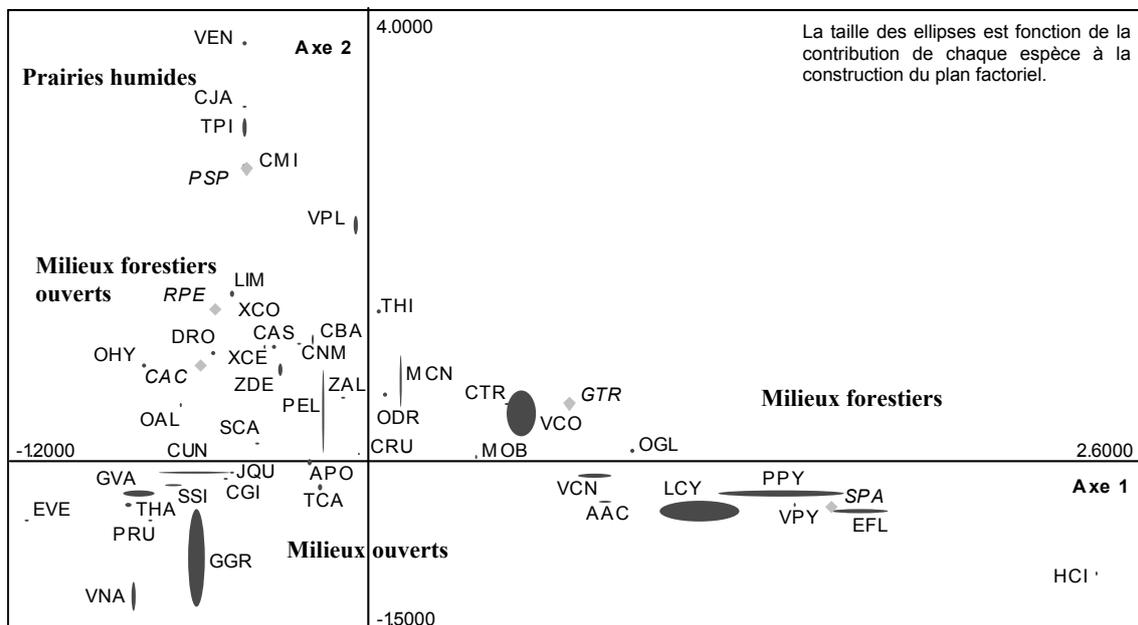
Trente-trois échantillons ont finalement été prélevés pour un ensemble de sept séquences. Ils ont livré 14480 escargots répartis en 46 espèces terrestres et 4 taxons aquatiques (annexe 8 et annexe 9).

L'enregistrement de la déprise agricole par les gastéropodes terrestres

Une première Analyse Factorielle des Correspondances a été effectuée en ne considérant que les individus vivants et frais pour les échantillons prélevés dans la litière et que les individus "vieux" pour les niveaux subjacents. En tout, cette AFC porte sur les 33 échantillons prélevés et sur 50 taxons malacologiques (46 espèces terrestres et 4 taxons aquatiques), c'est-à-dire 10507 escargots en tout. Les individus aquatiques ont été placés en variables supplémentaires, d'une part, car ils ne renseignent pas directement sur le milieu végétal, et, d'autre part, car ils sont très peu nombreux (41 individus au total) et quasi uniquement présents dans la séquence du fond de vallon. *Cecilioides acicula* a également été placée en variable supplémentaire à cause de ses caractères fouisseurs qui ne permettent pas de la replacer dans son niveau de vie.

Le premier plan factoriel représente 39,6 % de l'inertie totale (27,7 % pour l'axe 1 et 11,9 % pour l'axe 2) (figure 15 et figure 16). L'axe 3 représente 9,3 % de l'inertie : il ne fait

que reproduire l'information déjà donnée sur le premier plan factoriel et n'apporte pas plus d'indications à la compréhension des changements environnementaux des séquences de la Tapy.



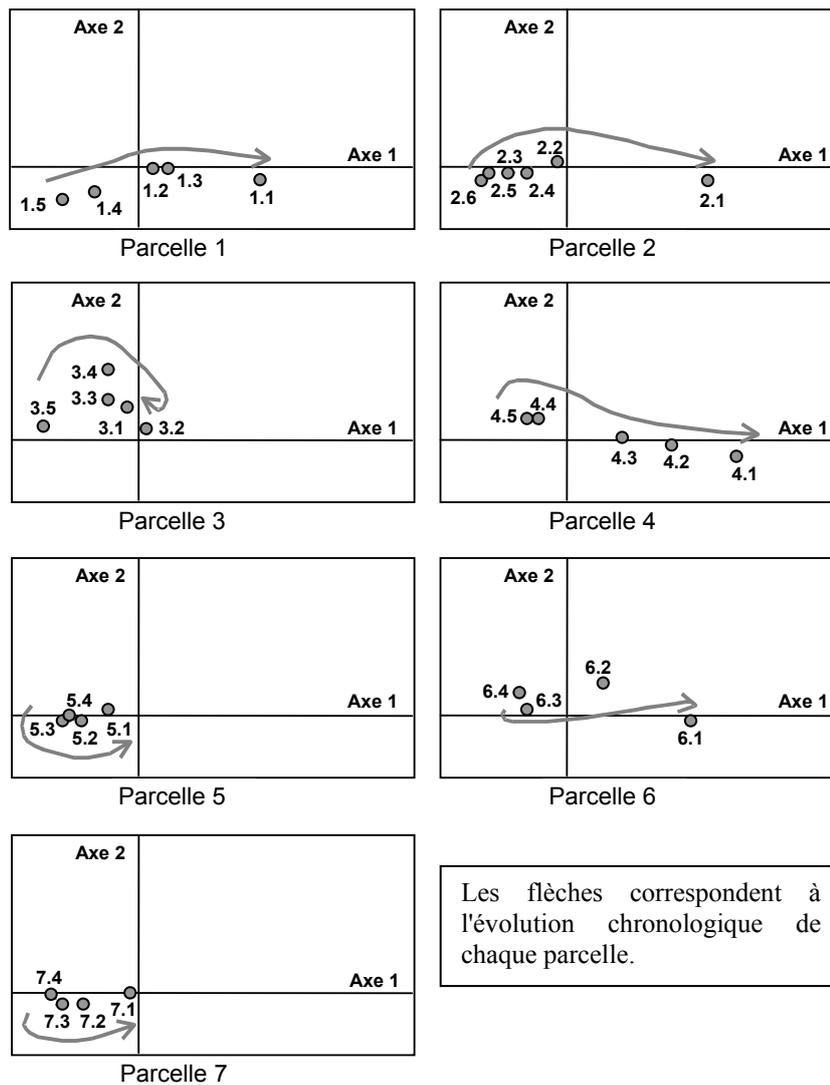
AAC : *Acanthinula aculeata* (Müller 1774) ; **APO** : *Abida polyodon* (Draparnaud 1801) ; **CAC** : *Cecilioides acicula* (Müller 1774) ; **CAS** : *Cryptomphalus aspersus* (Müller 1774) ; **CBA** : *Cochlicella barbara* (Linné 1758) ; **CGI** : *Candidula gigaxii* (Pfeiffer 1850) ; **CJA** : *Cecilioides jani* (De Betta et Martini 1855) ; **CMI** : *Carychium minimum* (Müller 1774) ; **CNM** : *Cepaea nemoralis* (Linné 1758) ; **CRU** : *Clausilia rugosa* (Draparnaud 1801) ; **CTR** : *Carychium tridentatum* (Risso 1826) ; **CUN** : *Candidula unifasciata* (Poiret 1801) ; **DRO** : *Discus rotundatus* (Müller 1774) ; **EFL** : *Euconulus fulvus* (Müller 1774) ; **MOB** : *Merdigera obscura* (Müller 1774) ; **EVE** : *Eobania vermiculata* (Müller 1774) ; **GGR** : *Granopupa granum* (Draparnaud 1801) ; **GTR** : *Galba truncatula* (Müller 1774) ; **GVA** : *Granaria variabilis* (Draparnaud 1801) ; **HCI** : *Hygromia cinctella* (Draparnaud 1801) ; **JQU** : *Jaminia quadridens* (Müller 1774) ; **LCY** : *Lauria cylindracea* (da Costa 1778) ; **LIM** : Limacelles ; **MCN** : *Monacha cantiana* (Montagu 1803) ; **OAL** : *Oxychilus alliarius* (Miller 1822) ; **ODR** : *Oxychilus draparnaudi* (Beck 1837) ; **OGL** : *Oxychilus glaber* (Rossmässler 1835) ; **OHY** : *Oxychilus hydatinus* (Rossmässler 1838) ; **PEL** : *Pomatias elegans* (Müller 1774) ; **PPY** : *Punctum pygmaeum* (Draparnaud 1801) ; **PRU** : *Pyramidula rupestris* (Draparnaud 1801) ; **PSP** : *Pisidium* sp. ; **RPE** : *Radix peregra* (Müller 1774) ; **SCA** : *Sphincterochila candidissima* (Draparnaud 1801) ; **SPA** : *Stagnicola palustris* (Müller 1774) ; **SSI** : *Solatopupa similis* (Bruguière 1792) ; **TCA** : *Truncatellina callicratis* (Scacchi 1833) ; **THA** : *Testacella haliotidea* (Draparnaud 1801) ; **THI** : *Trichia hispida* (Linné 1758) ; **TPI** : *Theba pisana* (Müller 1774) ; **VCN** : *Vitrea contracta* (Westerlund 1871) ; **VCO** : *Vallonia costata* (Müller 1774) ; **VEN** : *Vallonia enniensis* (Müller 1774) ; **VNA** : *Vitrea narbonensis* (Clessin 1877) ; **VPL** : *Vallonia pulchella* (Müller 1774) ; **VPY** : *Vertigo pygmaea* (Draparnaud 1801) ; **XCE** : *Xerosecta cespitum* (Draparnaud 1801) ; **XCO** : *Xerotricha conspurcata* (Draparnaud 1801) ou *Microxeromagna armillata* (Lowe 1852) ; **ZAL** : *Zonites algirus* (Linné 1758) ; **ZDE** : *Zebrina detrita* (Müller 1774).

Figure 15 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse). Données corrigées (individus frais et vivants pour x.1 ; individus vieux pour x.2, x.3, x.4, x.5, x.6). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.

L'axe 1 oppose *Candidula unifasciata* (13,6 %), *Granaria variabilis* (6,5 %), *Solatopupa similis* (4,4 %) et *Granopupa granum* (3,4 %), sur la partie négative, à *Punctum pygmaeum* (22,8 %), *Lauria cylindracea* (14,5 %), *Euconulus fulvus* (11,1 %), *Vitrea*

contracta (7,1 %), *Vallonia costata* (5,5 %) et *Acanthinula aculeata* (3,1 %), sur la partie positive.

Il oppose donc les espèces de milieu forestier (*Punctum pygmaeum*, *Lauria cylindracea*, *Vitreola contracta*, *Vallonia costata* et *Acanthinula aculeata*) sur le côté positif, aux espèces de milieu ouvert, de type pelouse sèche, (*Candidula unifasciata*, *Granaria variabilis*, *Solatopupa similis*, *Granopupa granum*) sur le côté négatif. Cet axe représente un



gradient de fermeture des formations végétales.

Figure 16 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse), d'après Martin *et al.* (2003). Données corrigées (individus frais et vivants pour x.1 ; individus vieux pour x.2, x.3, x.4, x.5, x.6). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.

Pour ce qui est des échantillons, l'axe 1 oppose les niveaux de litière des parcelles 1 (10,5 %), 2 (7,2 %), 4 (24,3 %) et 6 (3,2 %) et les échantillons 4.2 (10,1 %) et 4.3 (3,6 %), sur le côté négatif, aux échantillons les plus anciens des parcelles 1 (6,9 % et 3,1 %), 5 (4,1 % et 3,4 %) et 7 (3,6 % et 3,2 %), ainsi que les échantillons 5.2 (4,1 %) et 5.3 (3,4 %), sur le côté positif. Globalement, cet axe ordonne les échantillons de manière chronologique avec les plus anciens sur le côté négatif et les plus récents sur le côté positif.

L'axe 2 oppose *Granopupa granum* (17,6 %), *Vitrea narbonensis* (5,3 %) et *Lauria cylindracea* (4,9 %), sur la partie négative, à *Pomatias elegans* (15,3 %), *Monacha cantiana* (10,5 %), *Vallonia costata* (9,1 %), *Theba pisana* (4,3 %), *Vallonia pulchella* (3,6 %) et *Zebrina detrita* (2,9 %), sur la partie positive.

Il oppose les espèces de garrigues et de fruticées (*Lauria cylindracea*, *Granopupa granum*, *Vitrea narbonensis*) (sur le côté négatif), à des espèces de milieux intermédiaires, soit de forêt ouverte (*Pomatias elegans*, *Monacha cantiana*, *Vallonia costata*), soit de prairie humide (*Vallonia pulchella*) ou anthropisée (*Theba pisana*) (sur le côté positif). D'une part, cet axe distingue les forêts ouvertes, milieux intermédiaires entre les milieux plus ouverts et plus fermés et, d'autre part, il isole les formations de prairie qui sont, en fait, peu représentées dans la totalité des assemblages.

Pour les échantillons, il distingue, sur le côté positif, les niveaux anciens de la parcelle 4 (6,1 % et 3,3 %), la quasi-totalité des échantillons prélevés dans la parcelle 6, à l'exception de la litière, (13,7 % et fortes corrélations à l'axe) et la totalité des relevés de la parcelle 3 (12,3 %, 12 % et 6,3 %). Ils sont opposés, sur le côté négatif, aux échantillons anciens de la parcelle 1 (16,6 % et 14,7 %) et à l'échantillon 4.1 (4,1 %).

Cette AFC montre, pour toutes les parcelles considérées, le passage plus ou moins progressif d'un milieu ouvert à un milieu forestier, ce qui traduit bien la déprise agricole identifiée par les plans cadastraux. Dans le détail, il semble que les parcelles 1, 4 et 6 montrent une très bonne correspondance entre les successions végétales connues par les cadastres et l'évolution de la composition de la malacofaune.

En revanche, l'évolution des formations végétales identifiée par les gastéropodes terrestres sur la parcelle 2 ne correspond pas du tout aux annotations des cadastres indiquant une parcelle occupée par des "bois" depuis 1829. En effet, les assemblages traduisent des milieux ouverts pour les niveaux les plus anciens, puis une évolution vers des milieux forestiers ouverts et enfin un assemblage typiquement forestier seulement dans l'échantillon

de litière. Ce décalage entre les données historiques et les données biologiques pourrait s'expliquer par la poursuite d'une utilisation régulière de cette parcelle par l'homme, par exemple sous forme de coupes d'éclaircie dans les taillis de chêne vert, non notifiée sur les cadastres.

Pour les échantillons de la parcelle 3, l'effet site paraît un élément important pour expliquer la faible lisibilité de la reconquête forestière dans les assemblages de mollusques. En effet, cette parcelle, actuellement occupée par une ripisylve ouverte, est localisée en fond de vallon à quelques mètres du ruisseau. Cette particularité explique que les assemblages de cette parcelle se distinguent des assemblages de l'ensemble du vallon qui traduisent, eux, des milieux plus secs.

Les assemblages, très homogènes, de gastéropodes terrestres des parcelles 5 et 7 ne traduisent que faiblement les successions végétales indiquées par les cadastres. Ces parcelles correspondent toutes les deux à d'étroites terrasses de culture sur lesquelles étaient exploités des oliviers. Elles sont situées sur les deux versants, dans des pentes marquées, et présentent un taux de sédimentation très faible. La reconquête forestière semble être plus lente ; elle a peut-être été ralentie par une gestion épisodique des parcelles, une intervention anthropique peu intense mais récurrente (par exemple, un jardinage des parcelles), non notée sur les plans cadastraux.

Les processus taphonomiques

Bon nombre de critiques à l'égard des études paléoenvironnementales proviennent de la difficile prise en compte des processus taphonomiques. En effet, se pose la question de la fiabilité de ces études à partir du moment où l'éventualité d'intrusions, de pollutions ou d'une non-stratification des éléments considérés (Carcaillet, 2001) ne peut être écartée. Dans le cas de l'étude du vallon de la Tapy, si ces sept petites séquences étaient étudiées avec un recul de temps plus important, nous n'aurions évidemment pas la possibilité de distinguer les individus vivants, frais et "vieux". Pourrait-on alors mettre en évidence des "horizons malacologiques" (Barrière, 1965) correspondant aux différentes phases de successions végétales, ou se poserait-il des problèmes de mélanges ?

Nous avons comparé l'AFC précédemment décrite, qui tient compte de la fraîcheur des coquilles, avec une AFC effectuée sur les données brutes. Cette dernière analyse comprend tous les individus retrouvés dans les différents échantillons, qu'ils soient vivants, frais ou vieux, c'est-à-dire 14480 coquilles.

Les axes 1 et 2 de cette AFC ont la même signification écologique que ceux de la première AFC, avec les mêmes espèces contribuant fortement à la construction du plan factoriel ; l'axe 1 montre un gradient de fermeture des formations végétales, l'axe 2 distingue les formations forestières ouvertes et les prairies humides. Quant à la place des échantillons dans l'analyse (figure 17), elle est quasiment analogue à celle qu'ils prenaient dans la première AFC. Les processus taphonomiques ne semblent donc pas perturber l'information environnementale que l'on peut obtenir de l'examen d'assemblages de gastéropodes terrestres.

L'examen de la place des assemblages des parcelles 5 et 7 dans cette nouvelle analyse renforce ce qui était déjà perçu dans l'AFC précédente : ils ne montrent plus aucune évolution du paysage, les échantillons étant tous regroupés du côté des milieux ouverts et secs. Les étapes de la succession écologique ne sont donc plus visibles, parce qu'il se fait un brassage des espèces, que l'on a pu éliminer que partiellement dans la première AFC. Ces deux séries d'assemblages montreraient, s'ils étaient inclus dans des séquences holocènes, le maintien d'un milieu ouvert et sec, avec un impact anthropique fort, alors qu'en réalité elles correspondent à un abandon progressif du milieu par l'homme et à une reconquête forestière lente mais effective. C'est probablement le "jardinage" récurrent des oliviers, jusqu'à nos jours, qui entraîne ce brassage des niveaux du sol et des remises à zéro de la succession végétale éventuelle.

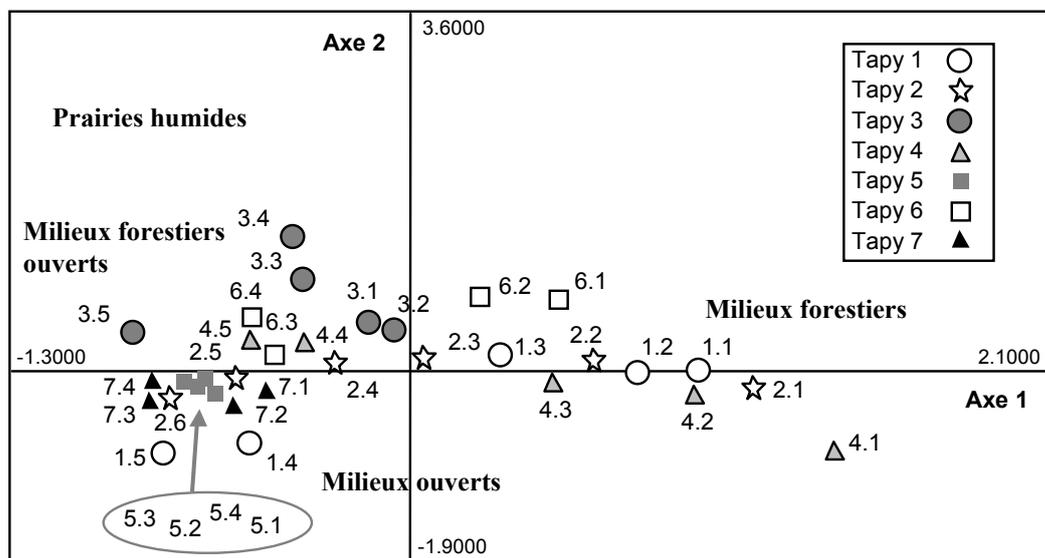


Figure 17 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse). Données brutes. Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.

Enfin, la présence des individus vivants, frais et vieux les plus abondants dans les sols des sept séquences (figure 18) permet de constater que peu d'individus frais et vivants ont été récoltés dans les niveaux les plus anciens. Il semble effectivement que ces individus se retrouvent quasiment uniquement dans la litière et dans les premiers centimètres du sol.

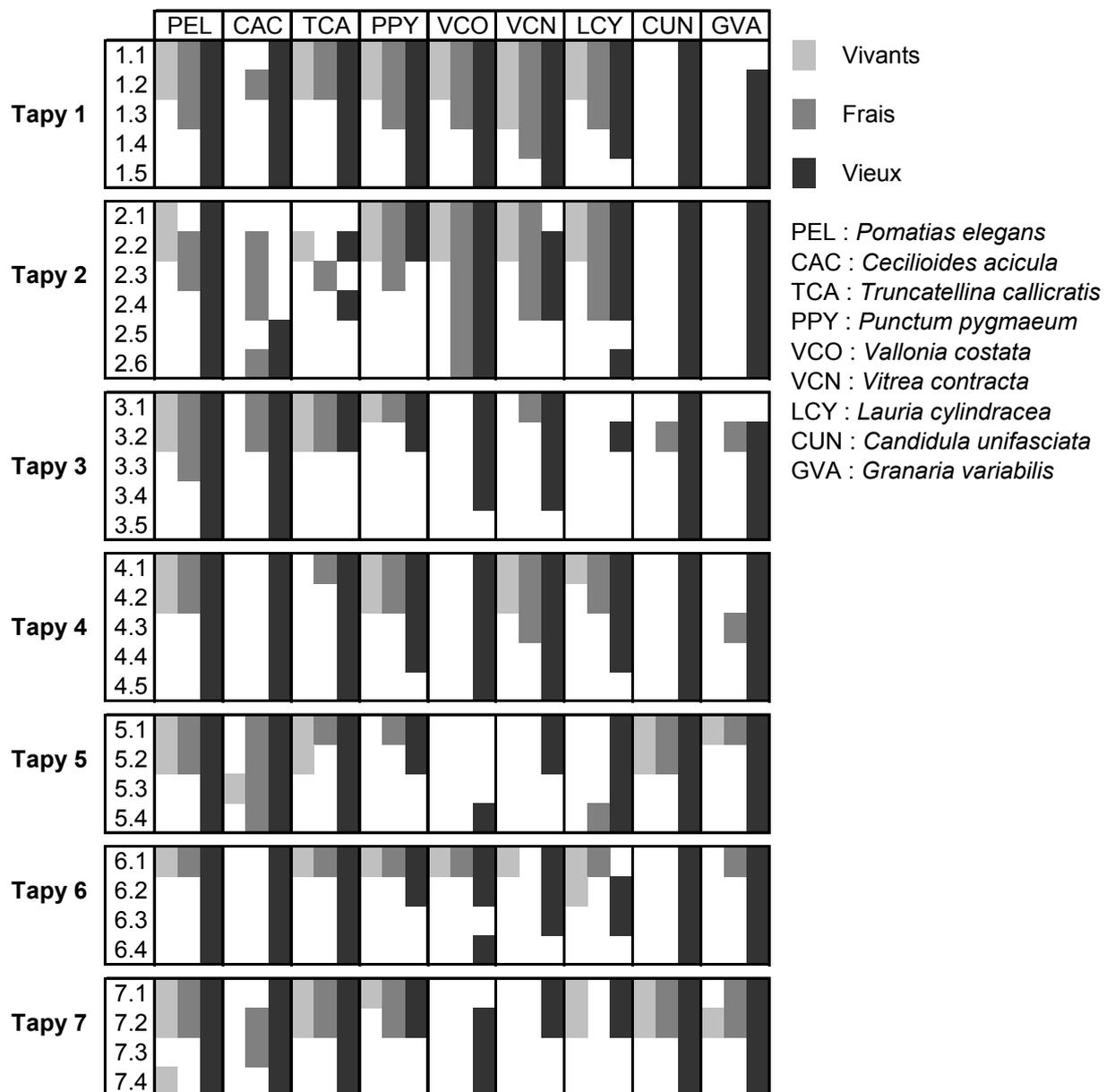


Figure 18 : Présence des individus vivants, frais et vieux des espèces les plus abondantes, dans les sept séquences de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse), en fonction des différents niveaux du sol prélevés.

On enregistre pourtant quelques anomalies dans cette analyse,. Ainsi, des individus frais de *Lauria cylindracea* ont été récoltés dans le niveau le plus ancien de la séquence

Tapy 5. Cette présence peut difficilement s'expliquer, d'autant plus qu'on ne constate pas le même phénomène pour les autres espèces. On observe, également, que des individus frais de *Vallonia costata* se retrouvent tout au long de la séquence Tapy 2 jusqu'aux niveaux les plus profonds. Cette présence pourrait avoir pour conséquence une mauvaise interprétation écologique des changements environnementaux. Cependant, en considérant les résultats bruts, on constate que le nombre d'individus frais de *Vallonia costata* est en diminution constante en fonction de la profondeur du prélèvement : par exemple, l'échantillon 2.5 comporte 6 *Vallonia costata* frais et l'échantillon 2.6 n'en contient plus que 2. Sans pouvoir cependant expliquer la présence d'individus frais de *Vallonia costata* dans des niveaux profonds (bioturbations ?), on peut affirmer que le faible nombre de coquilles concernées permet d'écarter le risque d'une fausse interprétation des assemblages malacologiques les plus anciens de la séquence Tapy 2.

Cette analyse confirme encore les caractères fouisseurs de *Cecilioides acicula*, dont aucun individu vivant ou frais n'a été récolté dans la litière alors qu'on retrouve des *Cecilioides acicula* vivants et frais dans les échantillons anciens des séquences.

Bien que la distribution des escargots dans la litière puisse être différentielle en fonction des aptitudes écologiques de chaque espèce et du type de litière considéré (Locasciulli et Boag, 1987), il apparaît, d'après cette expérimentation, que les escargots sont bien stratifiés dans le sol et que les phénomènes de pollutions ou de mélanges, qui pourraient nuire à l'interprétation écologique des assemblages malacologiques, sont faibles. Ce résultat est d'autant plus intéressant qu'une expérimentation *in vitro* récente (Armour-Chelu et Andrews, 1994) a montré que les bioturbations, et notamment l'action des vers de terre, provoquent d'importantes dispersions verticales des petits restes biologiques dans les sols actuels.

La conservation différentielle des espèces

Même si les coquilles des gastéropodes ont une exceptionnelle capacité de conservation dans le sol sur la longue durée (Bobrowsky, 1984), la destruction différentielle des coquilles liée à leur fragmentation différentielle pourrait induire des biais dans les reconstitutions paléoenvironnementales (Carter, 1990 ; Sparks, 1964 ; Limondin, 1990). De plus, le tri et le mélange des coquilles par les organismes du sol seraient également variables en fonction de la forme, de la taille et de l'épaisseur des coquilles (Carter, 1990). Cependant, comme nous l'avons vu précédemment, les mélanges et les tris semblent peu biaiser la lecture des changements environnementaux des séquences de la Tapy dont les assemblages

apparaissent stratifiés, à l'exception, cependant, des parcelles 5 et 7 pour lesquelles le maintien d'un travail du sol récurrent a notre préférence pour expliquer le mélange des coquilles. Nous n'avons, pourtant, pour l'instant, pas pris en compte la conservation différentielle des espèces ; c'est ce que nous examinerons maintenant grâce à l'expérimentation de la Tapy qui nous donne l'occasion de tester sur le terrain les hypothèses émises par les auteurs cités plus haut.

Pour tester la conservation des escargots dans les sols du vallon de la Tapy, nous avons, pour chaque coquille récoltée, noté son état de conservation. Pour ce faire, quatre critères ont été sélectionnés : les coquilles entières, les coquilles cassées, les coquilles corrodées et les coquilles encroûtées. Les trois derniers critères peuvent en effet conduire, à terme, à la disparition des coquilles ou à l'impossibilité de les identifier.

Nous avons ensuite sélectionné les neuf espèces les plus abondantes (nombre d'individus total supérieur à 600) pour l'ensemble du site, afin que nos observations soient significatives. Certaines de ces espèces ont d'assez "grosses" coquilles (*Pomatias elegans*, *Granaria variabilis*, *Candidula unifasciata*), les autres sont plus petites (*Cecilioides acicula*, *Truncatellina callicratis*, *Punctum pygmaeum*, *Vallonia costata*, *Vitrea contracta*, *Lauria cylindracea*). Nous n'avons pas pu sélectionner des espèces plus volumineuses telles que les définit Sparks (1964), puisqu'elles ne sont pas ou trop peu présentes dans notre expérimentation. Certaines de ces espèces ont une coquille épaisse et semblent assez résistantes (*Pomatias elegans*, *Candidula unifasciata*, *Granaria variabilis*), d'autres sont plus fines et paraissent plus fragiles (*Cecilioides acicula*, *Truncatellina callicratis*, *Vitrea contracta*, *Lauria cylindracea*, *Punctum pygmaeum* et *Vallonia costata* qui pourrait être cependant plus résistante que les cinq espèces précédentes). Certaines sont de forme arrondie (*Punctum pygmaeum*, *Vallonia costata*, *Vitrea contracta*, *Candidula unifasciata*) et les autres ont plutôt une forme effilée (*Cecilioides acicula*, *Truncatellina callicratis*, *Lauria cylindracea*, *Granaria variabilis* et, dans une moindre mesure, *Pomatias elegans*). Enfin une des espèces est typiquement fousseuse (*Cecilioides acicula*).

Dans un premier temps, les sommes totales pour chaque espèce ont été examinées aux regards des quatre critères de conservation déterminés précédemment (figure 19).

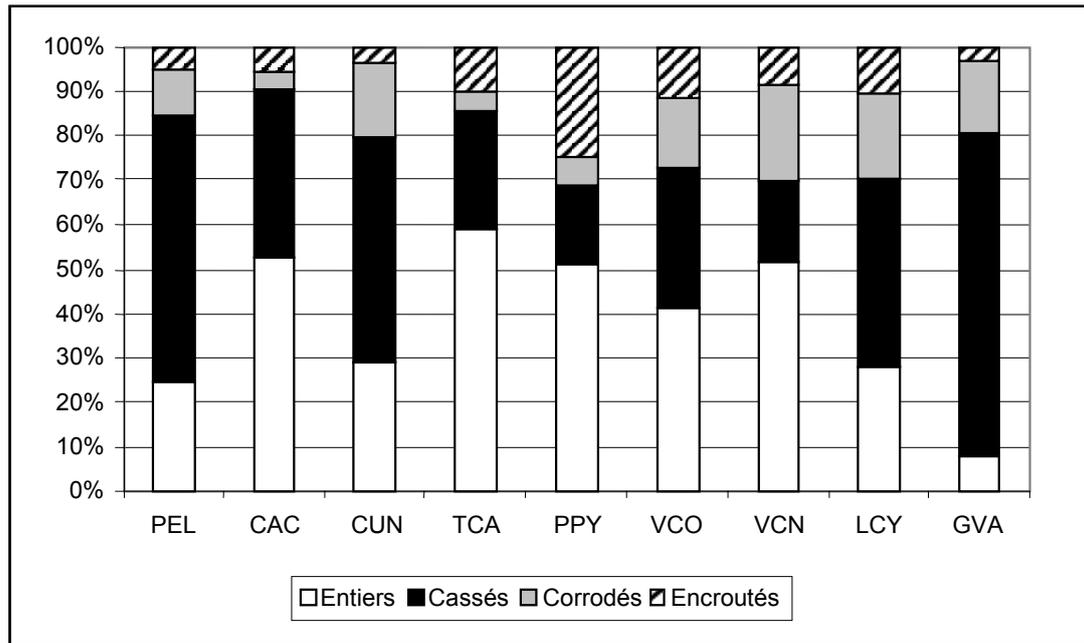


Figure 19 : Pourcentages de coquilles entières, cassées, corrodées et encroûtées pour les neuf espèces sélectionnées des assemblages malacologiques du vallon de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse) (PEL : *Pomatias elegans* (Müller 1774) ; CAC : *Cecilioides acicula* (Müller 1774) ; CUN : *Candidula unifasciata* (Poiret 1801) ; TCA : *Truncatellina callicratis* (Scacchi 1833) ; PPY : *Punctum pygmaeum* (Draparnaud 1801) ; VCO : *Vallonia costata* (Müller 1774) ; VCN : *Vitrea contracta* (Westerlund 1871) ; LCY : *Lauria cylindracea* (da Costa 1778) ; GVA : *Granaria variabilis* (Draparnaud 1801)).

Cette analyse confirme la forte fragmentation des coquilles assez grosses (*Pomatias elegans*, *Candidula unifasciata* et *Granaria variabilis*) et notamment des coquilles longiformes (*Granaria variabilis*). Les petites espèces semblent effectivement moins fragmentées. Parmi ces dernières, c'est une espèce plutôt ovoïde (*Lauria cylindracea*) qui est la plus fragmentée, alors que *Vitrea contracta*, une toute petite et très fine coquille, est finalement peu fragmentée. Si l'on considère que les espèces les plus fragmentées sont moins retrouvées (Limondin, 1990), on peut penser que, à la Tapy, *Pomatias elegans*, *Candidula unifasciata* et surtout *Granaria variabilis* seront sous-représentés dans les assemblages malacologiques. Cependant, on peut également suggérer que le faible taux de fragmentation des petites espèces peut être dû à leur sous-représentation dans l'échantillonnage, car la fragmentation les réduit en éléments probablement difficilement récoltables ou identifiables.

Quant à la corrosion des coquilles, elle semble concerner toutes les espèces à un taux relativement analogue. Seules les très petites coquilles semblent plus épargnées (*Punctum pygmaeum*, *Truncatellina callicratis* et *Cecilioides acicula*). Là encore, on peut considérer

que la corrosion de ces petites coquilles ne permet peut-être pas toujours de les récolter dans le sédiment tamisé ; il s'agit d'un possible biais méthodologique.

Le taux d'encroûtement des coquilles est surtout important pour *Punctum pygmaeum*. En fait, l'encroûtement des coquilles a uniquement lieu pour la séquence 4, du fond de vallon en contexte relativement humide ; or, dans cette séquence, *Punctum pygmaeum* est la plus abondante en valeur absolue. Ainsi, il n'y a pas d'encroûtement différentiel des coquilles en fonction de l'espèce mais en fonction de l'influence des modes de sédimentation. C'est également ce que nous montrent les proportions des coquilles en fonction des quatre critères sélectionnés selon les sept séquences analysées (figure 20).

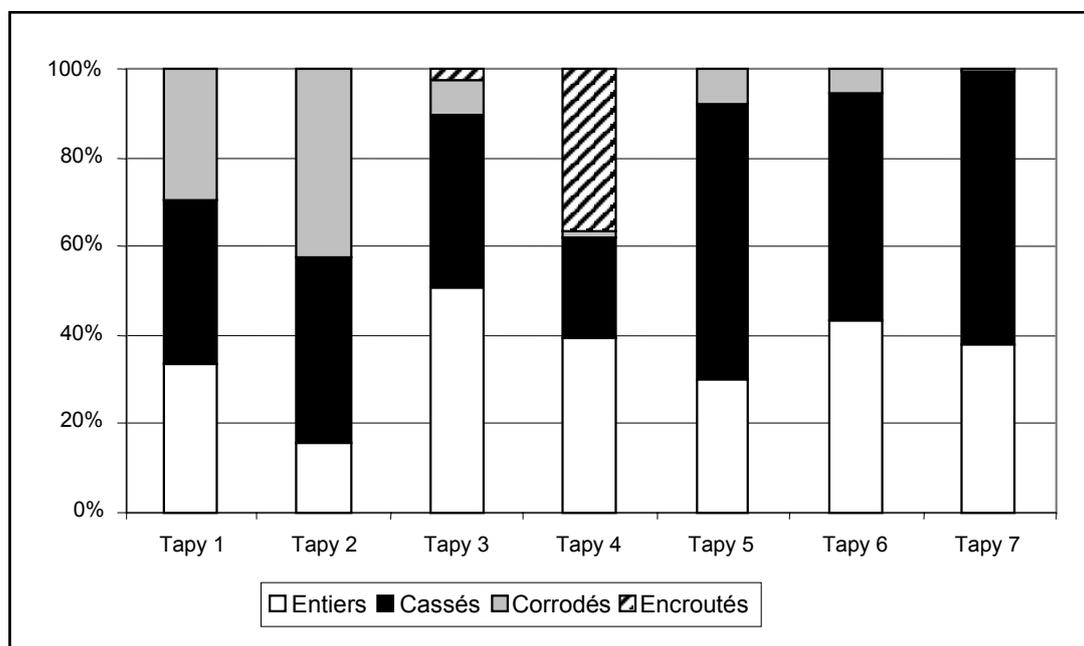


Figure 20 : Pourcentages de coquilles entières, cassées, corrodées et encroûtées pour les sept séquences analysées du vallon de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse) (seules les neuf espèces les plus abondantes participent à la construction de cette figure).

Les deux premières séquences comportent une forte proportion d'individus cassés et corrodés, ce qui peut s'expliquer par leurs caractères pédologiques : ce sont en effet des séquences incluses dans des horizons rouges sableux d'altération de la molasse, très caillouteux, qui semblent peu favorables à la conservation des escargots. En revanche, les profils du fond de vallon ou des terrasses de culture à sol plus limoneux montrent une meilleure préservation des coquilles. Les séquences prélevées dans les terrasses (Tapy 5, Tapy 6 et Tapy 7) comportent la plus forte proportion d'individus cassés. Les pratiques agricoles effectuées sur celles-ci pourraient être la cause de cette forte fragmentation.

Ces analyses confirment la conservation différentielle des coquilles, en fonction de la taille des escargots principalement et des types pédologiques échantillonnés. Pourtant, sur le pas de temps considéré dans l'expérimentation, cette conservation différentielle ne semble pas biaiser la lecture des changements environnementaux.

Globalement les gastéropodes terrestres du vallon de la Tapy donnent une bonne image de la succession végétale et de la déprise agricole décrites par les cadastres. Les assemblages malacologiques sont donc représentatifs des communautés originales et de leur évolution. Cependant sur deux types de parcelles, avec un taux de sédimentation faible, les processus taphonomiques associés à une récurrence des perturbations anthropiques engendrent un brassage des espèces qui conduit à une mauvaise résolution temporelle des assemblages concernés.

2.4 Discussion

L'examen du modèle actuel nous a montré, d'une part, que les gastéropodes terrestres sont de bons marqueurs des successions post-culturelles et plus difficilement des incendies, s'ils sont peu fréquents, et, d'autre part, qu'ils enregistrent finement dans les horizons du sol les changements environnementaux à l'échelle du siècle et demi. Pourtant, pour l'exemple du vallon de la Tapy, il s'agit de sols peu développés et on peut se poser la question, à l'instar de Custer *et al.* (1999), du devenir de ces sols après plusieurs siècles ou millénaires d'évolution et donc du devenir de l'information paléoenvironnementale. En effet, les changements paléoenvironnementaux risquent d'être plus difficiles à lire, d'une part, à cause de la continuation des processus taphonomiques affectant les coquilles (dissolution, fragmentation, remaniements, intrusions) et, d'autre part, à cause des processus pédologiques (Evans, 1970) et géomorphologiques (Mills, 1985), conduisant, par exemple, à l'homogénéisation des profils par les bioturbations, notamment par les vers de terre (Ganti, 2003 ; Armour-Chelu et Andrews, 1994) ou à des troncatures conséquentes de phénomènes érosifs.

Le problème de la résolution temporelle des assemblages malacologiques est en effet étroitement lié aux processus sédimentaires, fonction eux-mêmes du contexte local (Briggs *et al.*, 1985 ; Evans et O'Connor, 1999). Ceux-ci peuvent engendrer différentes difficultés dans l'identification des changements environnementaux (Evans, 1970 ; Thomas, 2001) : en effet, chaque perturbation n'est pas forcément associée à un enregistrement sédimentaire dans une séquence ; plusieurs perturbations très proches dans le temps peuvent correspondre à un

même niveau sédimentaire ; un apport sédimentaire peut être difficile à interpréter en termes de changements environnementaux Il se pose alors le délicat problème de la mise en corrélation des horizons sédimentaires et des horizons malacologiques ("épaisseur" de sol présentant une même malacofaune ; Barrière, 1965), qui ne sont pas forcément confondus, et de la compréhension de l'origine du dépôt et des mécanismes permettant aux coquilles d'y être incorporées (Evans, 1969 ; Dincauze, 1987).

De plus, l'expérimentation de la Tapy consistait en une succession écologique *a priori* linéaire. Comme nous l'avons vu, dès que ce schéma se complique, les assemblages malacologiques sont beaucoup plus difficilement interprétables. Il faut donc prendre en compte, dans les reconstitutions paléoenvironnementales, la dynamique des communautés dans le temps (Gee et Giller, 1991), dépendante elle-même de la dynamique du paysage (Cameron, 2001).

Enfin, nous n'avons pas considéré la question du transport latéral ou longitudinal des coquilles, par alluvionnement ou colluvionnement, qui peut avoir pour conséquence l'intrusion d'éléments allochtones dans les communautés malacologiques locales et donc la diminution de la représentativité des assemblages. L'importance de l'incorporation des coquilles transportées est surtout fonction des modes de dépôts du sédiment. En effet, la sédimentation colluviale implique généralement un transport sur une courte distance. Les dépôts colluviaux incluraient donc principalement des escargots vivants sur place (Goodfriend, 1992). C'est, en revanche, un problème plus crucial pour la sédimentation alluviale (Briggs *et al.*, 1985) qui permet le transport de coquilles sur de longues distances. Les dépôts alluviaux incluraient donc des coquilles allochtones provenant de l'amont. C'est, par exemple, le cas pour les dépôts alluvionnaires de l'embouchure de la rivière de l'Ubaye, au lac de Serre-Ponçon, qui comprennent une forte proportion d'escargots provenant de la vallée, en plus des escargots vivants aux abords immédiats du lac (Vial et Violi, 1973-1976). Cependant, ce phénomène est surtout flagrant pour les zones d'accumulation (Bobrowsky, 1984), associées notamment à des cordons de débris végétaux. Vial et Violi indiquent également que, dans la vallée de l'Ubaye en elle-même, les escargots ont une distribution qui dépend principalement des facteurs environnementaux locaux (Vial et Violi, 1973-1976). Briggs *et al.* ont, en outre, montré que, contrairement à ce qu'on pourrait penser, les assemblages malacologiques fluviaux reflètent principalement le milieu local (Briggs *et al.*, 1990). Le problème de l'interprétation des assemblages des dépôts alluviaux est donc très étroitement lié à la résolution spatiale des assemblages malacologiques. Ainsi, résolution spatiale et résolution temporelle, que nous avons jusqu'à présent séparées, sont en fait

intimement liées pour appréhender l'utilisation des assemblages malacologiques dans la reconstitution des changements environnementaux du passé (Evans, 1969).

2.5 Conclusion

L'analyse malacologique est un bon outil pour aborder finement les changements environnementaux du passé, les gastéropodes terrestres montrant un temps de réponse relativement court à des perturbations et une bonne corrélation avec les successions végétales. La prise en compte de l'écologie actuelle des gastéropodes terrestres et de la dynamique des populations reste absolument indispensable pour comprendre la résolution temporelle des assemblages holocènes. Les processus taphonomiques qui affectent à la fois les sols et les assemblages malacologiques sont également complexes. Bien qu'ils n'apparaissent pas remettre en cause la valeur paléoenvironnementale des assemblages malacologiques et leur stratification à moyen terme, il semble nécessaire de multiplier les expérimentations dans des contextes sédimentaires différents pour mieux les appréhender.

Enfin, si l'on reprend les réflexions de Carter (1990) qui distinguent trois processus pédologiques affectant les assemblages d'escargots (les processus d'enfouissement, qui déterminent l'incorporation et la stratification des coquilles ; les processus de mélange et de tri, qui perturbent la stratigraphie ; et les processus de destruction, qui réduisent les coquilles en fragments non identifiables) à la lumière de notre expérimentation sur le vallon de la Tapy, on constate que les processus d'enfouissement permettent généralement bien la stratification des coquilles, que les processus de mélange (et non de tri dans le cas considéré) induisent une mauvaise lisibilité des variations environnementales pour deux séquences de la Tapy et, enfin, que les destructions semblent peu biaiser les reconstitutions environnementales. Ainsi, nous pouvons conclure, *a contrario* de Carter (1990), que la "résolution temporelle et écologique" des assemblages de mollusques est assez bonne, au moins pour l'exemple illustré ci-dessus.

3 Conclusion sur le problème de la résolution spatiale et de la résolution temporelle des assemblages de gastéropodes terrestres

La résolution spatiale et la résolution temporelle des assemblages malacologiques ont été, jusqu'à présent, considérées individuellement. Nous avons noté une grande complexité des processus intervenant dans leur compréhension. Or, il va sans dire que ces deux aspects agissent conjointement, ce qui augmente encore leur complexité, notamment pour les reconstitutions paléoenvironnementales. C'est ce que nous allons voir à partir d'un exemple.

Une des difficultés majeures de la paléomalacologie est l'interprétation des assemblages comprenant à la fois des espèces de milieu ouvert et de milieu fermé, ce qui, comme nous le verrons dans les chapitres suivants, est un cas très fréquent dans les séquences holocènes. Ces assemblages ont prêté à de nombreuses interprétations, notamment parce qu'ils pourraient correspondre aux premières ouvertures du milieu par l'homme au Néolithique (Burleigh et Kerney, 1982 ; Thomas, 1982 ; Davies et Wolski, 2001). Puisségur les interprète comme des assemblages de lisières de forêt ou de forêts à proximité d'un terrain découvert (Puisségur, 1976), sans réellement prendre en compte la dimension temporelle. En effet, ces assemblages mixtes peuvent effectivement être interprétés comme un milieu forestier ouvert, ou comme un milieu forestier aux abords d'une zone plus ouverte, si l'on considère le point de vue spatial, mais également comme un milieu en cours de fermeture ou d'ouverture, du point de vue temporel. De plus, un paysage forestier est souvent lui-même hétérogène, étant donné qu'il est formé de successions à des stades divers de développement, en fonction du degré et de la localisation des perturbations qu'il subit (Martin *et al.*, 2003). Il peut former alors un "métaclimax", qui est, selon Blondel (1986 ; 1987), "l'ensemble des sous-systèmes successionnels déphasés les uns par rapport aux autres, mais tous également nécessaires au fonctionnement du système à l'échelle du paysage". Ainsi, des assemblages malacologiques d'un métaclimax forestier, comprenant à la fois des espèces forestières et des espèces de milieux ouverts, peuvent correspondre soit au cumul *in situ* de plusieurs stades successionnels, soit à l'enregistrement relativement instantané de l'hétérogénéité spatiale (figure 21).

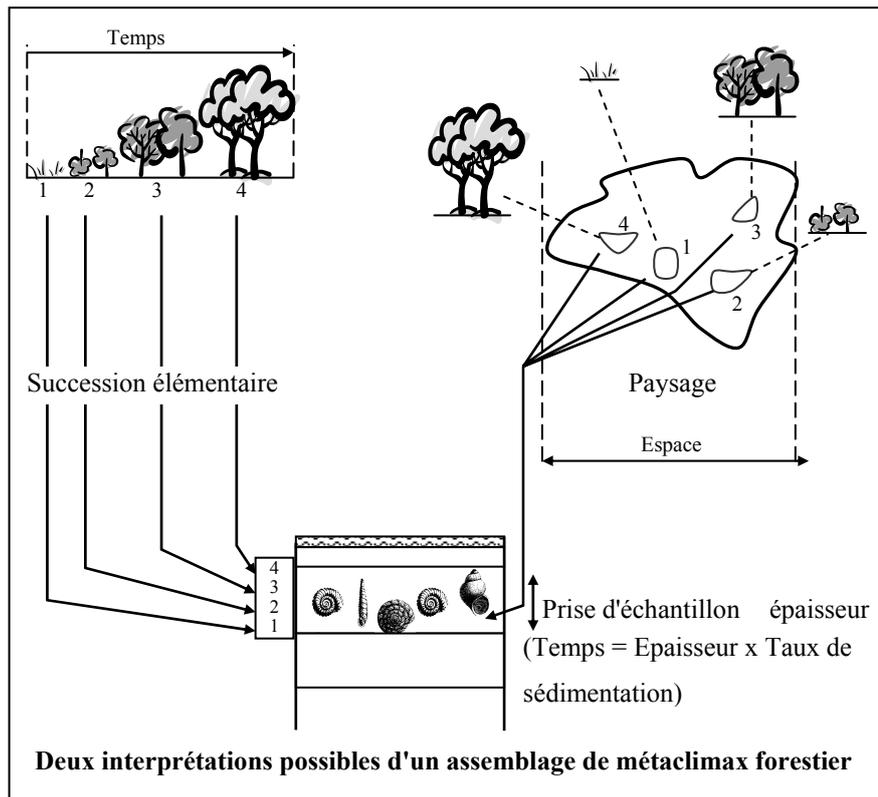


Figure 21 : Les deux interprétations possibles d'un assemblage malacologique de métaclimax forestier en fonction de la résolution spatiale et de la résolution temporelle, d'après Martin *et al.* (2003).

Les différents processus contraignant les résolutions spatiales et temporelles des assemblages ont, également, pour conséquence principale un lissage des informations écologiques que l'on peut obtenir par l'examen de ces assemblages (Cutler *et al.*, 1999). C'est notamment le déphasage des successions végétales au sein d'un élément du paysage et l'action des processus taphonomiques qui semblent contribuer le plus à l'homogénéisation des assemblages malacologiques. Le principal risque des analyses paléoécologiques à partir des gastéropodes terrestres est donc de n'enregistrer que les phénomènes d'assez grande amplitude, temporelle surtout, et, dans une moindre mesure, spatiale. Pour le problème de l'enregistrement de l'anthropisation qui nous concerne particulièrement, on peut en déduire que, bien que les gastéropodes terrestres soient un très fin marqueur local des changements environnementaux du paysage actuel, ils peuvent permettre, sur le long terme, l'enregistrement de changements à une échelle plus large.

CHAPITRE III : CARACTERISATION DE L'ANTHROPISATION DANS LES SEQUENCES HOLOCENES

Afin d'identifier et de caractériser l'anthropisation à l'Holocène à partir des gastéropodes terrestres, différentes séquences de Provence calcaire et du Languedoc oriental (figure 22) ont été analysées. Le choix s'est effectué en fonction de la présence de séquences relativement dilatées et bien calées chronologiquement, de la problématique archéologique et de leur accessibilité.

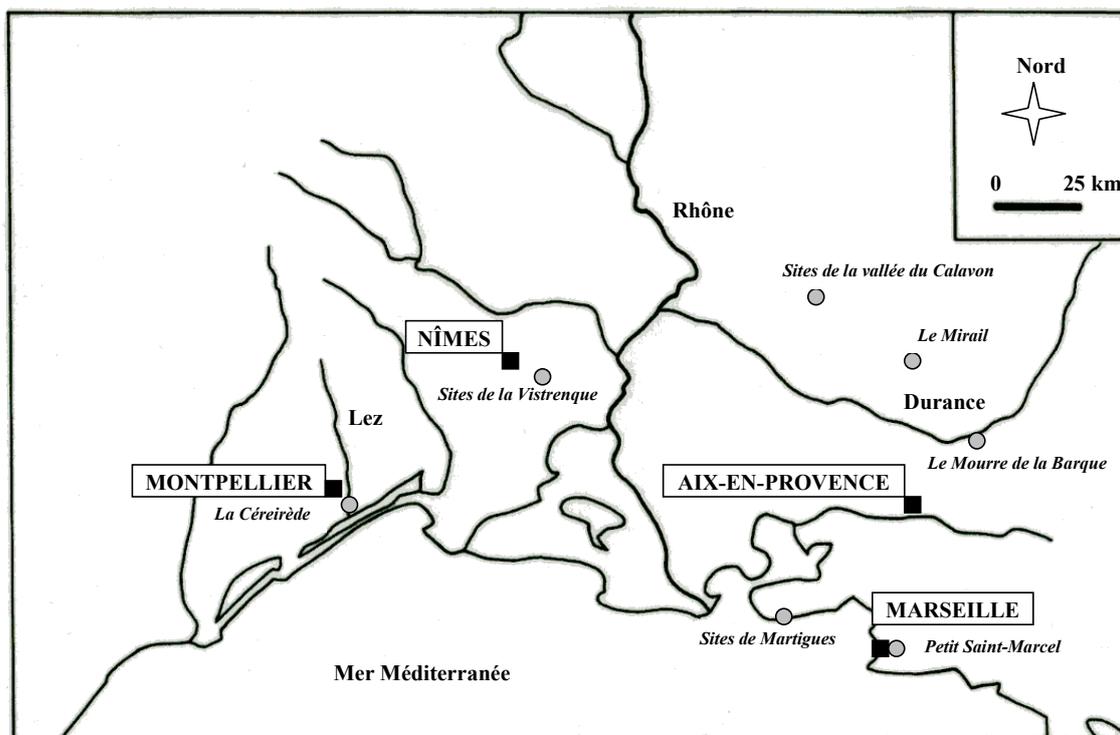


Figure 22 : Carte de localisation des différentes séquences analysées, d'après Bruneton *et al.* (2002).

Le cadre chronologique retenu est celui posé par Firbas (1949) et repris par Triat-Laval (1978), établi sur les chronozones polliniques. Bien que ce cadre soit ancien et sans doute à retravailler (Vernet, 1997), nous l'avons préféré à d'autres plus récents (par exemple Magny, 1995), car nos résultats, qui concernent également le domaine méditerranéen, sont souvent comparés à ceux de Triat-Laval.

1 Les sites archéologiques de la plaine de la Vistrenque (Nîmes, Gard)

1.1 Introduction générale

1.1.1 Aire d'étude

Situation géographique

Les sept sites étudiés (Mas de Mayan, Mas de Vignole IV, Cadereau d'Alès, Fossé de Haute Magaille, Mas de Vignoles VI, Bassin Magaille Est, Mas de Vignoles VII) sont localisés dans la plaine de la Vistrenque, au sud-est de l'agglomération nîmoise (à moins de trois kilomètres du centre historique de Nîmes), à moins de deux kilomètres de la rive droite du cours d'eau actuel du Vistre (figure 23).

Environnement actuel : climat et végétation

Le climat de la zone étudiée est méditerranéen subhumide (classification d'Emberger ; 1930), avec une sécheresse estivale d'au moins trois mois ($P < 2T$) et un hiver tempéré avec deux à trois mois froids ($T < 7^{\circ}\text{C}$). La température moyenne annuelle est comprise entre 14°C et 15°C (CNRS, 1975). La moyenne des précipitations annuelles est de 740 mm (station de Nîmes ; Darracq *et al.*, 1984). Enfin, le Mistral (vent du nord-nord-est, violent et fréquent) a un rôle important puisqu'il souffle au moins 60 jours par an à Nîmes.

La végétation appartient à l'étage mésoméditerranéen (CNRS, 1973). Sur le terrain, dans cette zone de la plaine de la Vistrenque, en contexte périurbain, elle est actuellement constituée de friches et de cultures de céréales ou de tournesol (Pomarèdes et Rascalou, 2002) et, pour les parties les plus proches du Vistre, d'une ripisylve ouverte à peupliers.

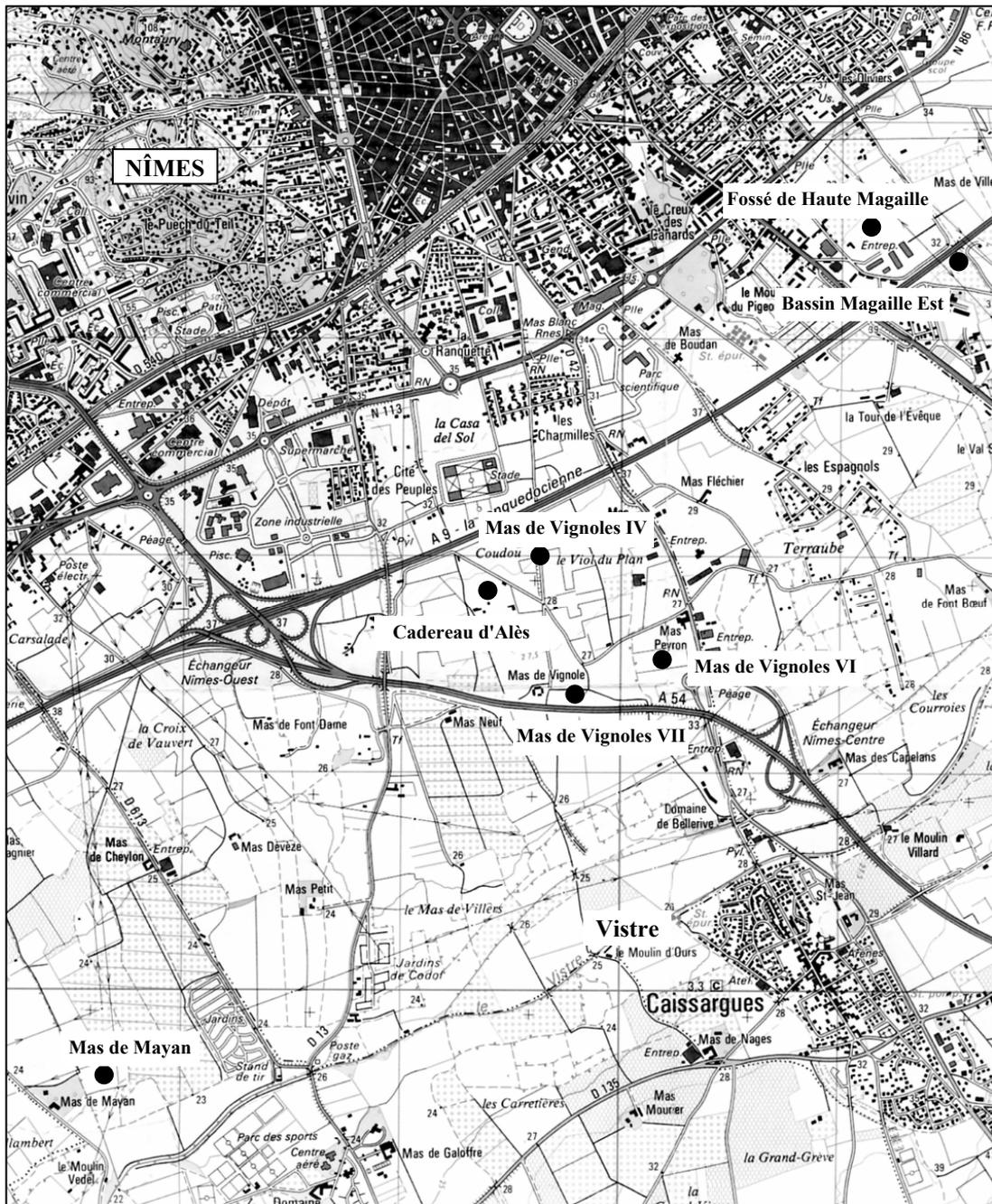


Figure 23 : Carte de localisation des sept sites étudiés dans la plaine de la Vistrenque (Nîmes, Gard).
Extrait de la carte IGN au 1:25000.

Géomorphologie (d'après Chevillot in Breuil et Chevillot, 2000 ; in Jung *et al.*, 2002 et in Hasler, 2004, à paraître)

La plaine alluviale du Vistre (la Vistrenque) forme une dépression étroite de 5 à 7 km de large qui sépare le domaine des Garrigues au nord, des Costières de Nîmes au sud. Le domaine des Garrigues est un paysage de collines et de plateaux d'altitude modeste (entre 100 et 200 m d'altitude), orientés selon un axe nord-est/sud-ouest. Il est formé de calcaires marneux du Crétacé inférieur (Darracq *et al.*, 1984). Entre les Garrigues au nord et la plaine

alluviale du Vistre, le piémont des collines calcaires du domaine des Garrigues correspond à un vaste coteau à pente faible qui s'est modelé en un glacis détritique au Pléistocène. Le domaine des Costières de Nîmes est, quant à lui, un ensemble de plateaux subhorizontaux d'origine alluviale (d'une altitude maximale de 100 m), façonnés par le Rhône au Quaternaire ancien et moyen.

La plaine de la Vistrenque a une altitude comprise entre 25 et 35 m. Son substrat est composé de formations superficielles du Quaternaire, des limons gris jaune calcaires d'origine éolienne et colluviale, reposant sur la formation détritique des Costières (non atteinte dans les séquences sédimentaires étudiées). Ces formations superficielles "ont été en partie remaniées à la fin du Tardiglaciaire et au début de l'Holocène par des phénomènes alluvio-torrentiels [...]. Cette morphogenèse aboutit à la mise en place d'un modelé ondulant en talwegs et interfluves avec localement la formation de cônes ou nappes torrentiels plus ou moins étendus et coalescents entre eux" (Chevillot in Jung *et al.*, 2002), qui auraient été largement arasés par l'anthropisation dès le Haut Empire (Fabre et Monteil, 2001).

La Vistrenque comporte le petit fleuve méditerranéen du Vistre et toute une série de petits cours d'eau affluents issus des versants sud des Garrigues (les cadereaux), qui incisent le piémont, et des versants nord de la Costière. Ils ont un régime d'écoulement torrentiel, actuellement temporaire (Fabre et Monteil, 2001) ; leurs débordements saisonniers, ainsi que ceux du Vistre, ont pu inonder une partie de la plaine et avoir également un rôle érosif. Ainsi, certaines parties de la Vistrenque étaient encore marécageuses en 1948, avant le drainage et la canalisation du Vistre. "Ce contexte humide et marécageux a forcément généré la mise en place de fossés drainants pour toute mise en culture, au moins pour les périodes historiques. Pour les périodes préhistoriques, le régime hydrique du Vistre et de l'ensemble de son réseau hydrographique a pu être différent, notamment influencé par un niveau de mer situé plus bas qu'aujourd'hui" (Breuil et Chevillot, 2000).

Les sites étudiés s'intègrent "dans la zone de contact entre le piémont des Garrigues et la plaine du Vistre, où le complexe des formations du piémont s'imbrique plus ou moins dans les formations de remplissage de la Vistrenque" (Hervé, 2000a).

Contexte archéologique

Les études malacologiques concernant la plaine de la Vistrenque s'insèrent dans un vaste programme d'interventions d'archéologie préventive, gérées par l'AFAN puis l'INRAP, dans le cadre de constructions d'ouvrages hydrauliques pour le Plan de Protection Contre les

Inondations (PPCI) de Nîmes (pour les sites du Cadereau d'Alès, de Mas de Mayan, de Fossé de Haute Magaille et de Bassin Magaille Est), et de l'aménagement d'une ZAC (pour les sites de Mas de Vignoles VI, de Mas de Vignoles VII et de Mas de Vignoles IV). Ces travaux sont liés à l'expansion urbaine et suburbaine de l'agglomération nîmoise.

Afin de restituer les changements environnementaux à l'Holocène dans cette partie de la plaine de la Vistrenque, l'AFAN puis l'INRAP ont souhaité mettre en place des études interdisciplinaires dont ce travail fait partie.

Les études archéologiques ou paléoenvironnementales sur l'occupation de la plaine de la Vistrenque participent également d'un Projet Collectif de Recherche, intitulé "Espace rural et occupation du sol de la région nîmoise, de la Préhistoire récente à l'époque moderne", coordonné par Jean-Yves Breuil (INRAP) et initié par Laurent Sauvage (INRAP).

Cette zone alluviale aux abords de Nîmes présente une occupation dense et ancienne avec notamment :

- des vestiges du Paléolithique supérieur, Magdalénien moyen ou supérieur (Mas de Mayan, Cadereau d'Alès) ;
- une occupation épipaléolithique (Mas de Mayan) ;
- une occupation mésolithique, sauveterrienne (Mas de Vignoles VI) ;
- une occupation épiscardiale (Mas de Vignoles VI) ;
- des habitats chasséens (Mas de Vignoles IV, Cadereau d'Alès) et du Néolithique récent de faciès Ferrières du Languedoc oriental (Hervé, 2000a) (Mas de Vignoles IV, Cadereau d'Alès) ;
- des grands habitats fossoyés du Chalcolithique de faciès fontbuxien du Languedoc oriental (Mas de Vignoles IV, Cadereau d'Alès) et de faciès campaniforme (Mas de Vignoles IV) ;
- des occupations protohistoriques : Bronze final (Mas de Vignoles IV), premier âge du Fer (Mas de Vignoles VI), second âge du Fer (Mas de Vignoles IV, Mas de Vignoles VII, Bassin Magaille Est) ;
- des habitats et chemins antiques : Epoque républicaine (Bassin Magaille Est, Mas de Vignoles VII), Epoque augustéenne (Mas de Vignoles VII), Haut Empire (Mas de Vignoles IV, Bassin Magaille Est) ;
- des réseaux complexes de fossés protohistoriques et antiques (Cadereau d'Alès, Fossé de Haute Magaille, Bassin Magaille Est, Mas de Vignoles VII) qui ont pu persister jusqu'à l'époque moderne voire contemporaine (Cadereau d'Alès).

Il est à noter "l'absence remarquable de la longue période qui couvre le Bas Empire et tout le Moyen Age" (Hervé, 2000b). Enfin, "après un long et lent abandon de la zone avec une maîtrise moins bien assurée de l'écoulement des eaux, un nouvel effort d'assainissement de la zone serait effectué à l'époque moderne (?), effort plus radical encore au milieu du XXème siècle" (Hervé, 2000b).

De plus, cette zone de la plaine du Vistre est comprise entre les axes nord-sud de deux voies antiques (Hervé, 2000b). L'aire d'étude est, ainsi, très probablement soumise à l'influence de la ville antique de Nîmes et de l'agglomération protohistorique antérieure.

1.1.2 Un contexte sédimentaire difficile pour les études environnementales : la séquence sédimentaire globale (d'après les travaux de Chevillot in Breuil et Chevillot, 2000 ; in Hervé, 2000a ; Pomarède et Rascalou, 2002)

Les structures archéologiques apparaissent globalement à faible profondeur, soit moins d'un mètre sous la surface actuelle. Certaines, même, sont mises au jour juste sous les labours (Breuil et Chevillot, 2000 ; Pomarède et Rascalou, 2002).

On observe une extrême minceur des formations superficielles, notamment en ce qui concerne le début de l'Holocène, puisque les vestiges du Paléolithique supérieur ne sont découverts qu'à quelques centimètres sous les restes néolithiques (site du Cadereau d'Alès par exemple), ce qui peut suggérer la présence de lacunes sédimentaires, par érosion naturelle ou anthropique des sols.

La stratigraphie est relativement homogène sur l'ensemble de la zone. Dans le détail, elle semble plus dilatée sur certains sites (Mas de Vignoles VI, Bassin Magaille Est, Mas de Vignoles VII) et relativement contractée sur d'autres points (Fossé de Haute Magaille, Mas de Mayan, Mas de Vignoles VII, Cadereau d'Alès), en fonction d'une topographie ancienne et inexistante de nos jours.

Elle comprend, de la base au sommet, : **(I)**- un horizon de colluvions jaune gris, interprété comme un complexe lœssoïde pléistocène remanié, fortement carbonaté. Il présente un faciès gleyfié, du fait de phénomènes d'oxydo-réduction liés aux fluctuations de la nappe phréatique. Ce sont à l'origine des dépôts de pente du piémont des Garrigues. Leur mise en place est due à l'érosion et au ruissellement sur le versant bordant la plaine.

(II)- un horizon brun jaune argilo-limoneux très riche en carbonates et en nodules de manganèse. Il s'agit de la partie sommitale des dépôts lœssiques, qui "auraient été altérés *in situ* avec une dissolution très importante"

(Breuil et Chevillot, 2000). Cette dissolution aurait eu pour conséquence la formation de nodules carbonatés. Ces dépôts semblent s'être mis en place au moins au Tardiglaciaire.

(IIIa)- le "niveau coquillier", comme l'ont baptisé les archéologues qui l'ont très régulièrement rencontré lors des fouilles ou des diagnostics. Il s'agit "d'un important dépôt de couleur foncée, très riche en mollusques" et, plus précisément, d'une "séquence limono-argileuse brun gris, dans laquelle on perçoit différents horizons qui témoignent de la rythmicité d'accumulation de ces dépôts alluviaux" (Chevillot in Piskorz *et al.*, 2002). Il caractérise des sols hydromorphes et est épais généralement de 0,20 à 0,40 m. Il correspond globalement à un atterrissement sédimentaire néolithique puisque, à la base, sont localisées des occupations épicales (site de Mas de Vignoles VI) et qu'au toit de cette formation, on trouve des vestiges de l'âge du Bronze moyen/ancien (site de Mas de Vignoles VII). Ce niveau prend place dans d'anciennes zones déprimées. En revanche, les zones hautes montrent, pour la même période, des niveaux sédimentaires différents constituant des sols bruns calcaires colluviaux **(IIIb)**- Cette alternance entre les zones basses et les zones hautes traduit une mosaïque de sols, c'est-à-dire une toposéquence.

(IV)- un niveau limoneux sableux compact brun clair ou gris jaune, très homogène, post antique.

(V)- le niveau de labours comprenant du matériel céramique antique et moderne.

Le contexte d'intervention est donc très délicat puisque la stratigraphie est mal conservée. Ce biais méthodologique a rendu impossible l'analyse de réelles séquences "hors-site" : dans un contexte plus favorable, ces séquences permettent de comprendre l'évolution paléoenvironnementale en marge des sites archéologiques, sans que celle-ci ne soit totalement masquée par un impact anthropique extrêmement prégnant. Il a donc fallu se résoudre à intervenir, également, dans les sites archéologiques mêmes et sur les structures archéologiques, pour compléter l'étude des petites séquences sédimentaires. Afin de limiter le risque de n'enregistrer que les phases les plus drastiques de l'impact anthropique, il a été choisi de prélever dans les phases supérieures de comblement des structures, en espérant d'une part que la stratigraphie soit mieux conservée dans les structures, ce qui finalement semble être le cas, et d'autre part que ces phases supérieures reflètent réellement les périodes d'abandon des structures.

L'ensemble des échantillons malacologiques analysés concerne donc à la fois les séquences stratigraphiques et des niveaux de comblement des structures archéologiques.

Nous examinerons dans la suite de cet exposé les différents prélèvements malacologiques analysés, dans leur propre contexte archéologique, site par site, puis nous proposerons une réflexion globale sur l'ensemble de ces sites, basée sur l'analyse de l'évolution environnementale de cette partie de la plaine du Vistre, depuis l'Holocène, à l'échelle d'un paysage.

1.2 Le site de Mas de Mayan

1.2.1 Les structures archéologiques

Le site de Mas de Mayan, à quelques centaines de mètres du cours actuel du Vistre, a mis au jour une occupation du Paléolithique supérieur (17000 BP à 13000 BP), vraisemblablement du Magdalénien moyen, qui a été fouillée de manière exhaustive dans la limite de l'extension du projet d'aménagement, par Jean-Yves Breuil (INRAP). Le site de Mas de Mayan comporte également un niveau d'occupation épipaléolithique (autour de 11000-10000 BP), découvert lors de fouilles plus anciennes (Monnet, 1983) et non fouillé lors de l'opération archéologique récente. Enfin dans la partie haute de la séquence sédimentaire, un horizon néolithique (sans autre précision chronologique possible) et une occupation antique ont été identifiés.

1.2.2 Description de la séquence prélevée

Onze prélèvements de sédiment ont été effectués dans la séquence (figure 24). Elle comprend un premier niveau incluant l'occupation antique (A), un niveau néolithique, qui a été divisé en trois prélèvements car il montrait des variations de composition en espèces d'escargots sur le terrain (B1, B2 et B3), deux autres niveaux non datés, intermédiaires (C et D), un niveau (E) à l'interface duquel s'inscrit l'occupation épipaléolithique, un niveau F intermédiaire, et trois niveaux antérieurs à l'occupation paléolithique supérieure (G, H et I). Il est à noter que les prélèvements C et D appartiennent à une couche sédimentaire observée uniquement sur ce site, absente de la séquence globale, à relier avec l'occupation épipaléolithique. Quatre prélèvements appartenant au site paléolithique ont été également étudiés, ils se replacent entre les niveaux F et G de la séquence (B25, C27a, C27b et C27c).

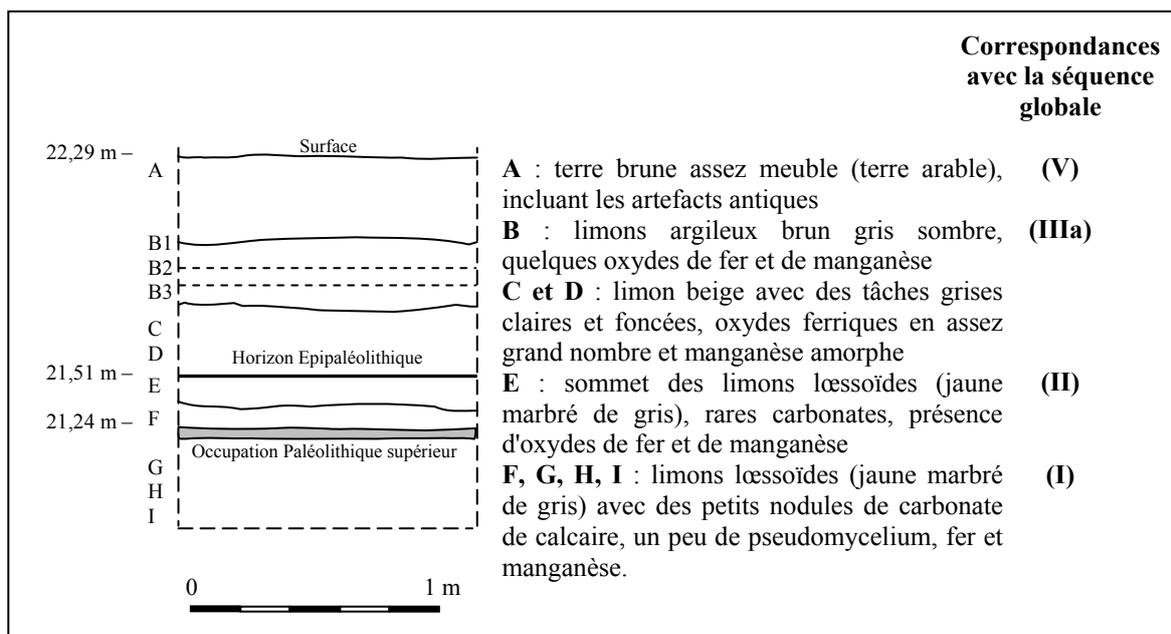


Figure 24 : Séquence sédimentaire du site de Mas de Mayan (Nîmes, Gard), d'après Breuil et Chevillot in Breuil (2004a, à paraître).

1.2.3 Résultats malacologiques

En tout, 15 échantillons ont été analysés, ils ont livré 59445 coquilles (après pondération), réparties en 37 espèces terrestres et 8 espèces aquatiques (annexe 10). Les assemblages malacologiques ont été étudiés par le biais d'une Analyse Factorielle des Correspondances et d'un diagramme malacologique.

L'état des coquilles présentes dans les niveaux inférieurs de la séquence est très mauvais, les individus sont effectivement extrêmement corrodés et peu nombreux. Il a donc été délicat de séparer de ces assemblages les espèces caractérisant l'environnement au moment du dépôt et d'éventuels individus intrusifs, car l'aspect des coquilles n'a pas toujours été un critère valable. Il a finalement été retiré de l'analyse les individus frais présents dans ces niveaux inférieurs (*Theba pisana*) et les individus d'espèces méditerranéennes non présentes dans la région au Tardiglaciaire et au début de l'Holocène (*Cerņuella* sp., *Cerņuella virgata*, *Cochlicella barbara*) (Magnin, 1991).

La présence d'escargots caractéristiques d'un climat plus froid que le climat actuel dans les niveaux inférieurs a cependant permis d'établir avec certitude le fait que la majorité des escargots présents dans ces niveaux anciens était bien en place.

Analyse Factorielle des Correspondances

L'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) porte sur 59317 coquilles (la somme totale des données brutes moins les *Cecilioides acicula* et les escargots intrusifs éliminés des couches inférieures de la séquence) répartis en 43 espèces de gastéropodes terrestres et aquatiques (les variables) et 15 échantillons (les individus).

Les huit espèces aquatiques ont été placées en variables supplémentaires car elles ne renseignent pas sur les changements environnementaux du site de manière directe. En effet, contrairement aux espèces terrestres qui sont étroitement inféodées à la structure des formations végétales, les variations de composition des espèces aquatiques dépendent principalement du type et de la qualité des milieux aquatiques, or le lien entre les différents milieux aquatiques et les formations végétales qui les environnent est difficile à établir.

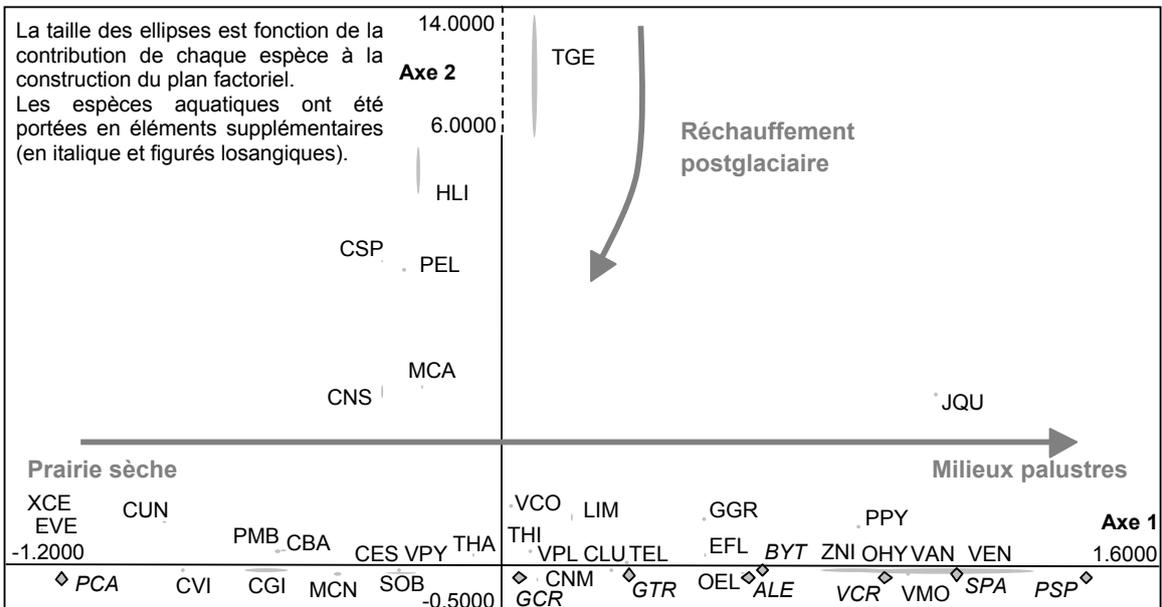
Le premier plan factoriel (figure 25 et figure 26) représente 62 % de l'inertie (37,8 % pour l'axe 1 et 24,2 % pour l'axe 2). Ce fort pourcentage d'inertie explique l'impossibilité de donner une signification écologique évidente aux axes suivants.

L'axe 1 oppose *Candidula gigaxii* (10,9 %) et *Succinea oblonga* (8,5%), sur la partie négative, à *Vallonia enniensis* (42,1 %), *Vertigo antivertigo* (17 %) et *Zonitoides nitidus* (3,8 %) sur la partie positive.

Pour les échantillons, le côté négatif de cet axe comprend B1 (17,9 %) et B2 (16,9 %) (et A qui est fortement corrélé à l'axe) ; le côté positif comprend C (32,3 %) et B3 (26,7 %) (et D qui est fortement corrélé à l'axe).

La partie négative de l'axe 1 regroupe donc une espèce de pelouse sèche (*Candidula gigaxii*) et une espèce de prairie humide (*Succinea oblonga*). La partie positive de cet axe regroupe les espèces typiquement palustres (*Vallonia enniensis*, *Vertigo antivertigo* et *Zonitoides nitidus*). Cet axe représente donc un gradient d'humidité.

En terme d'échantillons, il sépare les échantillons les plus récents, holocènes, en deux pôles : un premier, correspondant à des milieux palustres, comprenant C, D et B3, l'échantillon C étant alors le plus palustre ; un second, correspondant à des prairies plus ou moins humides, comprenant A, B1 et B2.



ALE : *Anisus leucostoma* (Millet 1813) ; **BYT** : *Bythinia tentaculata* (Linné 1758) ; **CBA** : *Cochlicella barbara* (Linné 1758) ; **CES** : *Cernuella* sp. ; **CGI** : *Candidula gigaxii* (Pfeiffer 1850) ; **CLU** : *Cochlicopa lubrica* agg. (Müller 1774) ; **CNM** : *Cepaea nemoralis* (Linné 1758) ; **CNS** : *Candidula* sp. ; **CSP** : *Cepaea* sp. ; **CUN** : *Candidula unifasciata* (Michaud 1831) ; **CVI** : *Cernuella virgata* (da Costa 1778) ; **EFL** : *Euconulus fulvus* (Müller 1774) ; **EVE** : *Eobania vermiculata* (Müller 1774) ; **GCR** : *Gyraulus crista* (Linné 1758) ; **GGR** : *Granopupa granum* (Draparnaud 1801) ; **GTR** : *Galba truncatula* (Müller 1774) ; **HLL** : Helicinae ; **JQU** : *Jaminia quadridens* (Müller 1774) ; **LIM** : Limacelles ; **MCA** : *Monacha cartusiana* (Müller 1803) ; **MCN** : *Monacha cantiana* (Montagu 1803) ; **OEL** : *Oxyloma elegans* (Risso 1826) ; **OHY** : *Oxychilus hydatinus* (Rossmässler 1838) ; **PCA** : *Planorbis carinatus* (Müller 1774) ; **PEL** : *Pomatias elegans* (Müller 1774) ; **PMB** : *Pupilla muscorum bigranata* (Linné 1778) ; **PPY** : *Punctum pygmaeum* (Draparnaud 1801) ; **PSP** : *Pisidium* sp. ; **SOB** : *Succinea oblonga* (Draparnaud 1801) ; **SPA** : *Stagnicola palustris* (Müller 1774) ; **TEL** : *Trochoidea elegans* (Gmelin 1791) ; **TGE** : *Trochoidea geyeri* (Soós 1926) ; **THA** : *Testacella haliotidea* (Draparnaud 1801) ; **THI** : *Trichia hispida* (Linné 1758) ; **TPI** : *Theba pisana* (Müller 1774) ; **VAN** : *Vertigo antivertigo* (Draparnaud 1801) ; **VCO** : *Vallonia costata* (Müller 1774) ; **VCR** : *Valvata cristata* (Müller 1774) ; **VEN** : *Vallonia enniensis* (Müller 1774) ; **VMO** : *Vertigo moulinsiana* (Dupuy 1849) ; **VPL** : *Vallonia pulchella* (Müller 1774) ; **VPY** : *Vertigo pygmaea* (Draparnaud 1801) ; **XCE** : *Xerosecta cespitum* (Draparnaud 1801) ; **ZNI** : *Zonitoides nitidus* (Müller 1774).

Figure 25 : Analyse Factorielle des Correspondances du site de Mas de Mayan (Nîmes, Gard). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.

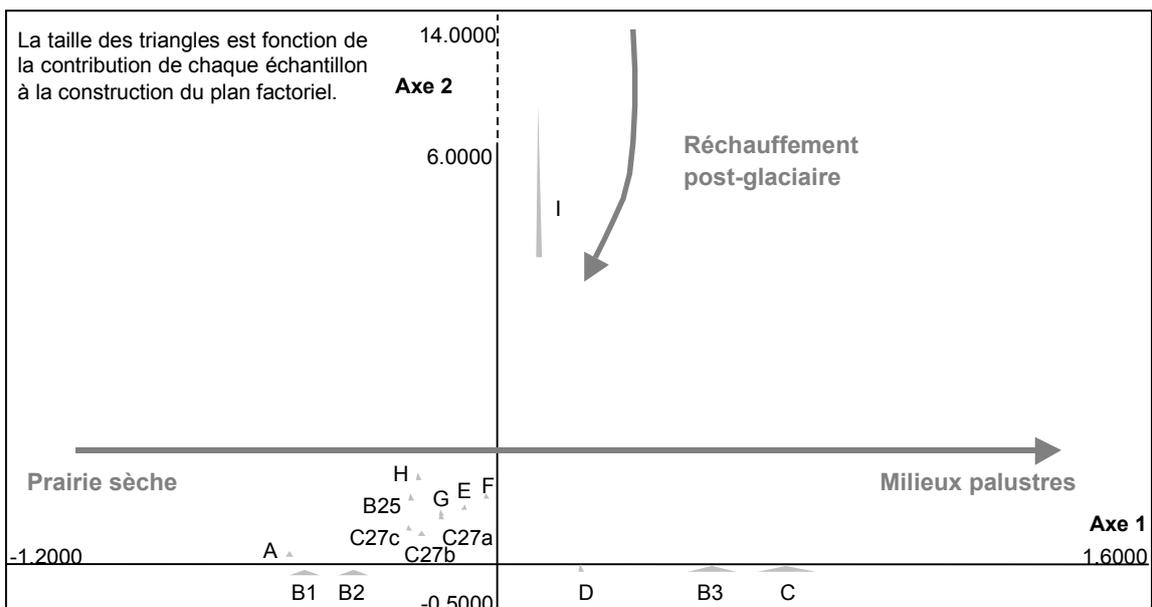


Figure 26 : Analyse Factorielle des Correspondances du site de Mas de Mayan (Nîmes, Gard). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.

L'axe 2 individualise *Trochoidea geyeri* (74,7 %), associée aux Helicidae (12,2 %) et à *Candidula* sp. (4,1 %) sur le côté positif.

Pour les échantillons, le côté positif de cet axe 2 comprend I (81,9 %) (avec E, F, B25, C27a, C27b, C27c et H pour les échantillons fortement corrélés à l'axe).

Cet axe est quasiment entièrement construit par *Trochoidea geyeri*. Il oppose cette espèce à toutes les autres espèces et l'échantillon le plus ancien I, associé aux échantillons du Paléolithique supérieur, à tout le reste de la séquence. *Trochoidea geyeri* est une espèce caractéristique d'un climat froid et sec et qui, dans la région, vit de nos jours en altitude (Magnin, 1993). L'axe 2 représente donc le passage de conditions climatiques froides à des conditions climatiques plus chaudes ; il traduit donc le réchauffement climatique postglaciaire.

Les espèces aquatiques, en variables supplémentaires, se replacent principalement sur la partie positive de l'axe 1, caractéristique des milieux palustres. Ce sont toutes des espèces de milieu aquatique permanent ou temporaire d'eau stagnante (*Planorbis carinatus*, *Gyraulus crista*, *Galba truncatula*, *Bythinia tentaculata*, *Anisus leucostoma*, *Valvata cristata* et *Stagnicola palustris*). Elles s'ordonnent globalement le long de cet axe en fonction de leur exigence par rapport à la qualité de l'eau, avec du côté le plus palustre les espèces les plus tolérantes.

Planorbis carinatus est à part puisqu'il se replace nettement sur la partie négative de l'axe 1, parmi les espèces terrestres de pelouse sèche. Son interprétation ne mérite pas d'être discutée, puisqu'il n'est présent dans la séquence que dans un échantillon (B1) et en un seul exemplaire.

Par ailleurs, la part des espèces aquatiques dans les échantillons tourne autour de 10 %. La proportion d'espèces aquatiques augmente néanmoins quand le site devient palustre (échantillons B2, B3, C et, plus particulièrement, B3 avec 37,7 % d'individus aquatiques). Ce sont *Galba truncatula*, *Anisus leucostoma* et *Stagnicola palustris* qui sont les mieux représentées. Elles traduisent toutes les trois des milieux aquatiques temporaires, et elles sont peu exigeantes en ce qui concerne la qualité de l'eau.

Phasage de la séquence à partir du diagramme malacologique (figure 27) et du tableau de données (annexe 10)

On peut, en premier lieu, constater que la richesse spécifique varie très peu d'un bout à l'autre de la séquence. Le pool d'espèces est essentiellement dominé par des espèces

hygrophiles, qui traduisent des milieux de prairie plus ou moins humide, sur toute la séquence. L'examen plus attentif des espèces plus rares et des variations de leur abondance permet cependant de distinguer 5 phases.

1ère phase : niveau I

Cette phase se caractérise par la présence importante de *Trochoidea geyeri* qui, comme nous l'avons vu dans l'AFC, permet d'identifier un climat plus froid, différent du climat actuel, puisque cette espèce se trouve actuellement dans les pelouses d'altitude, à partir de 900-1000 m (Magnin, 1993). La présence d'espèces plus thermophiles et l'absence d'autres espèces indicatrices de climat froid permet de penser que cette phase se replace déjà dans la période de réchauffement postglaciaire. On constate, par ailleurs, que les espèces présentes dans ce niveau montrent déjà la mise en place d'une prairie humide (*Vallonia pulchella*, *Succinea oblonga*) qui perdurera jusqu'aux niveaux les plus récents.

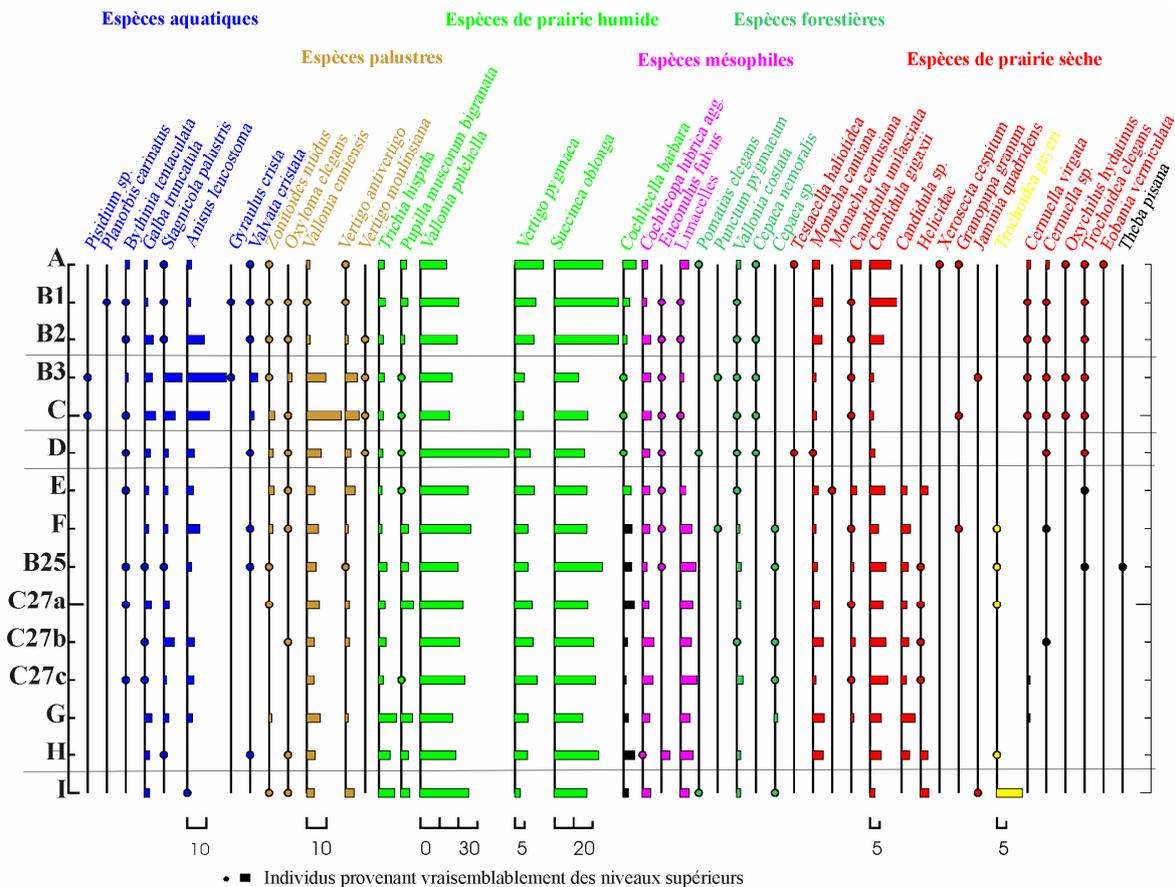


Figure 27 : Diagramme malacologique du site de Mas de Mayan (Nîmes, Gard).

2ème phase : niveaux H, G, C27c, C27b, C27a, B25, F et E

Cette phase se distingue de la précédente par la diminution importante de la part de *Trochoidea geyeri* et le développement parallèle de *Candidula gigaxii* et de *Monacha cantiana*, qui traduisent bien la continuation du réchauffement postglaciaire et une amélioration climatique. Ces espèces montrent, dans un contexte local de prairie humide, la présence de milieux ouverts et secs de type pelouse. Les escargots indiquent donc un paysage en mosaïque : malgré l'importance prise par le milieu local humide, on distingue parallèlement des pelouses plus sèches aux abords du site.

On n'observe pas de véritables différences dans les niveaux paléolithiques supérieurs. L'implantation paléolithique se fait donc dans des paysages de prairie humide, aux abords de milieux plus ouverts et plus secs.

Les niveaux les plus anciens de cette phase (H et G) traduisent des milieux dans lesquels la composante palustre est plus affirmée que dans les niveaux supérieurs. En effet, à partir du niveau C27c, on constate une diminution de la part de *Vallonia enniensis* au profit d'espèces comme *Vallonia pulchella* et *Succinea oblonga*.

Enfin, l'échantillon E se distingue des précédents par l'absence de *Trochoidea geyeri*. Il a cependant été placé dans cette phase car sa composition et sa richesse spécifiques sont analogues à celles des niveaux antérieurs.

3ème phase : niveau D

Cette phase, correspondant au niveau juste supérieur à l'occupation épipaléolithique, est caractérisée par la disparition définitive de *Trochoidea geyeri*. Par ailleurs, le paysage devient plus homogène puisque les espèces de pelouse diminuent fortement, parallèlement au développement important d'espèces de prairie humide. De plus, cet échantillon se distingue des phases précédentes par l'augmentation importante du nombre d'individus. On observe effectivement une rupture dans les malacofaunes à partir de cette phase, qui sépare nettement la séquence en deux parties très différentes, confirmées par les observations sédimentologiques. Cette augmentation très brutale de l'abondance (616 coquilles pour le niveau E et 3585 individus pour le niveau D, puis une augmentation constante qui atteint son paroxysme dans le niveau B2 avec 20680 coquilles) pourrait s'expliquer par un taux de sédimentation plus faible et par la mise en place des conditions climatiques plus chaudes de l'Holocène, plus favorables au développement des escargots. La présence de milieux humides favorise également une plus grande diversité.

4ème phase : niveaux C et B3

C'est la phase la plus palustre de la séquence, ce qui se traduit par l'augmentation de la part de *Vallonia enniensis* au détriment de *Vallonia pulchella* et de *Succinea oblonga*. Cette phase correspond également à l'augmentation importante de la part des individus aquatiques de milieu temporaire. Les quatre espèces aquatiques les mieux représentées (*Galba truncatula*, *Stagnicola palustris*, *Anisus leucostoma* et *Valvata cristata*) peuvent supporter, dans le paysage actuel, des assèchements de 7 mois, sachant qu'il faut au moins deux mois et demi, en moyenne, d'inondation par an pour qu'elles puissent se développer (Yacine-Kassab, 1979). La présence commune de ces quatre espèces suggère l'établissement de milieux aquatiques qualifiés de temporaires au sens de Yacine-Kassab (1979), c'est-à-dire que des périodes d'assèchement interviennent dans le cours de l'année même si l'inondation principale est continue pendant 8 à 9 mois.

Par ailleurs, on peut observer l'apparition discrète d'espèces méditerranéennes, caractéristiques de milieux très ouverts et secs (*Trochoidea elegans*, *Oxychilus hydatinus*, *Cerņuella virgata*, *Jaminia quadridens*). Là encore, comme dans la deuxième phase, le milieu local, ici palustre, domine les assemblages malacologiques, sans pour autant masquer tout à fait l'information environnementale au-delà du marécage, qui indique la présence, aux abords de la zone palustre, un milieu ouvert et très sec. De plus, cette présence discrète d'espèces méditerranéennes permet de penser que l'impact de l'homme sur le milieu est alors effectif, bien qu'il semble, soit encore réduit au niveau local, soit masqué par la présence du marécage. Nous rediscuterons de l'apparition des espèces méditerranéennes et de son rapport avec l'anthropisation dans la dernière partie de ce travail.

5ème phase : niveaux B2, B1 et A

Cette dernière phase montre la quasi-disparition des espèces palustres et la diminution importante des espèces aquatiques, tandis que l'on observe le développement parallèle des espèces de prairie humide, des espèces de milieu ouvert et sec (*Candidula gigaxii*, *Candidula unifasciata*, *Monacha cantiana*) et le maintien des espèces méditerranéennes. Le paysage semble s'assécher progressivement pour faire place à des pelouses sèches.

L'absence d'espèces forestières et la présence d'un paysage en mosaïque avec des prairies humides côtoyant des pelouses ne peuvent s'expliquer écologiquement par l'évolution "naturelle" d'un marécage. En effet, on devrait observer, si les variations exprimées par les malacofaunes n'étaient dues qu'aux changements climatiques, une reconquête forestière, concomitante de l'assèchement du marais. Or, on constate que cette reconquête n'a pas lieu et

que se mettent en place des milieux ouverts et secs qui ne peuvent se développer, dans la deuxième moitié de l'Holocène, que grâce à une pression anthropique locale. En outre, le maintien de prairies humides au détriment du développement d'une ripisylve est un autre indice de l'anthropisation du milieu, selon le même raisonnement.

1.2.4 Conclusion

L'examen des compositions malacologiques du site de Mas de Mayan montre que, sur toute la séquence, le paysage est globalement dominé par un environnement de prairies humides, même durant les phases les plus anciennes. L'examen des espèces plus rares a cependant permis de bien distinguer deux grands ensembles : un premier caractérisant des climats plus froids qu'à l'Holocène et un deuxième traduisant le réchauffement postglaciaire avec la mise en place de faunes plus tempérées, et mêmes méditerranéennes.

Il est à noter la quasi-absence d'espèces forestières dans toute la séquence. Pour les phases les plus anciennes, tardiglaciaires ou du début de l'Holocène, l'absence de milieux forestiers peut s'expliquer par les conditions climatiques. La chênaie pubescente n'aurait pas encore succédé à la "forêt-steppe" (Vernet, 1997). En effet, selon les données anthracologiques régionales, la chênaie ne se met pas en place avant la fin du Boréal.

Pour les niveaux les plus récents, cette absence de milieux forestiers pourrait indiquer une anthropisation du site qui n'aurait pas permis le développement de milieux forestiers aux abords de la zone palustre. De plus, l'extrême contraction de la séquence (80 cm d'épaisseur de sédiment conservés pour tout l'Holocène) ne permet probablement pas d'y lire la totalité des variations de l'environnement, du fait d'une stratigraphie vraisemblablement incomplète. En fait, les résultats malacologiques pour l'Holocène peuvent être interprétés de deux façons : ils indiquent un environnement relativement homogène durant tout l'Holocène, dû soit à un impact anthropique constant, soit à la disparition des niveaux correspondant à la déprise humaine et à la reprise des formations forestières, à corréliser avec l'absence de sols.

1.3 Le site de Mas de Vignoles IV

1.3.1 Les structures archéologiques

Le site de Mas de Vignoles IV révèle une continuité d'occupations humaines sur une très longue période, du Néolithique à l'époque gallo-romaine. Il a été étudié dans le cadre d'une fouille d'archéologie préventive, coordonnée par Luc Jallot (INRAP).

C'est un site archéologique d'exception puisque les occupations néolithiques se poursuivent sur une durée de deux millénaires (entre 4500 et 2400 ans av. J.-C. : du Chasséen

jusqu'au Campaniforme). Ces habitats néolithiques se matérialisent sous la forme de structures en creux et comportent des fosses chasséennes, quelques vestiges de la culture Ferrières du Néolithique final, un vaste ensemble de grands fossés et de fosses de la culture Fontbouisse du Chalcolithique et des grands fossés campaniformes. Le site comprend également plusieurs sépultures individuelles et une sépulture collective du Fontbouisse. L'habitat fossoyé fontbuxien constitue en lui-même une découverte tout à fait exceptionnelle par son extension spatiale.

Les fouilles ont mis également au jour des structures de l'âge du Bronze final IIIb (VIII^{ème} siècle av. J.-C.), un habitat très arasé, enclos d'un fossé palissadé, daté du V^{ème} siècle av. J.-C. (second âge du Fer) et un deuxième enclos circulaire, daté de la transition âge du Bronze final IIIb-premier âge du Fer. Ce second enclos circulaire a livré une sépulture à inhumation et un dépôt secondaire d'ossements humains en fosse.

La période antique (Haut Empire, 80-120 ap. J.-C.) se signale par la présence de voies empierrées et d'un chemin.

Ces différentes occupations ne sont pas empilées les unes sur les autres mais sont juxtaposées dans l'espace, sur une surface totale de six hectares.

1.3.2 Description des séquences prélevées

Dès les phases de terrain, le contexte d'intervention est apparu très délicat puisque la stratigraphie semblait peu conservée. En effet, "les formations superficielles en couverture des loëss remaniés ne dépassent pas 50 cm d'épaisseur et les vestiges archéologiques se surimposent sans qu'il soit possible de lire leur niveau d'ouverture et les sols fonctionnant avec" (Chevillot in Jallot, 2004, à paraître). Dans ce contexte sédimentaire difficile, 75 échantillons malacologiques ont finalement été prélevés et traités. Ces échantillons ont été effectués, d'une part, dans des petites séquences (logs) qui permettent d'analyser la stratigraphie d'ensemble même si elle est effectivement peu dilatée et faiblement conservée (log 13, log 15 et log 17), et, d'autre part, dans les structures archéologiques d'âge varié, afin d'avoir le plus large panel chronologique possible (Chasséen, Ferrière, Fontbouisse, Campaniforme, Bronze moyen, Bronze final, âge du Fer et Antiquité). Pour la majorité de ces structures, ce sont les phases supérieures de comblement de fosses (**FS**) qui ont été prélevées, dans le but d'enregistrer les phases d'abandon et d'éventuellement de piéger d'anciens niveaux stratigraphiques n'existant plus dans les logs. Cependant, pour les grands fossés (**FO**) fontbuxiens et campaniformes, l'ensemble des phases de comblement a été échantillonné,

pour observer d'éventuelles variations de la gestion du paysage, en rapport avec les phases d'utilisation de ces structures.

1.3.3 Résultats malacologiques

En tout, 49188 coquilles ont été prises en compte ; elles sont réparties en 65 espèces terrestres et 12 taxons aquatiques.

Nous examinerons dans un premier temps les résultats globaux de l'analyse malacologique qui donnent une vision d'ensemble de l'évolution du paysage depuis le Chasséen, par le biais d'une Analyse Factorielle des Correspondances. Puis nous affinerons l'analyse, période par période, pour des structures particulières.

L'analyse Factorielle des Correspondances (figure 28 et figure 29) porte sur 30162 coquilles (la somme totale des données brutes moins *Cecilioides acicula*, enlevé de l'analyse à cause de son comportement fouisseur) répartis en 64 espèces de gastéropodes terrestres (les variables) et sur les 75 échantillons prélevés (les individus).

Les douze taxons aquatiques ont été placés en variables supplémentaires car ils ne renseignent pas sur les changements du couvert végétal de manière directe, mais plus sur les conditions de dépôt du sédiment.

Le premier plan factoriel représente 40,9 % de l'inertie (26,5 % pour l'axe 1 et 14,4 % pour l'axe 2) et présente un effet Guttman, ce qui indique que l'axe 1 contribue fortement à la construction du nuage de points et que les autres axes ne font que répéter cette information (Benzécri, 1984). L'axe 3 (qui représente 7,93 % de l'inertie), ainsi que les axes suivants, n'a pas de signification écologique évidente.

L'axe 1 oppose *Pomatias elegans* (15,3 %), *Carychium tridentatum* (9,5 %), *Oxychilus draparnaudi* (9 %), *Punctum pygmaeum* (8 %), *Pupilla muscorum bigranata* (7 %), *Acanthinula aculeata* (6,8 %), *Truncatellina callicratis* (5,9 %), *Solatopupa similis* (2,1 %) et *Chilostoma squamatinum* (1,6 %), sur la partie négative, à *Ceriuella virgata* (18,7 %) et *Vallonia pulchella* (2,1 %) sur la partie positive.

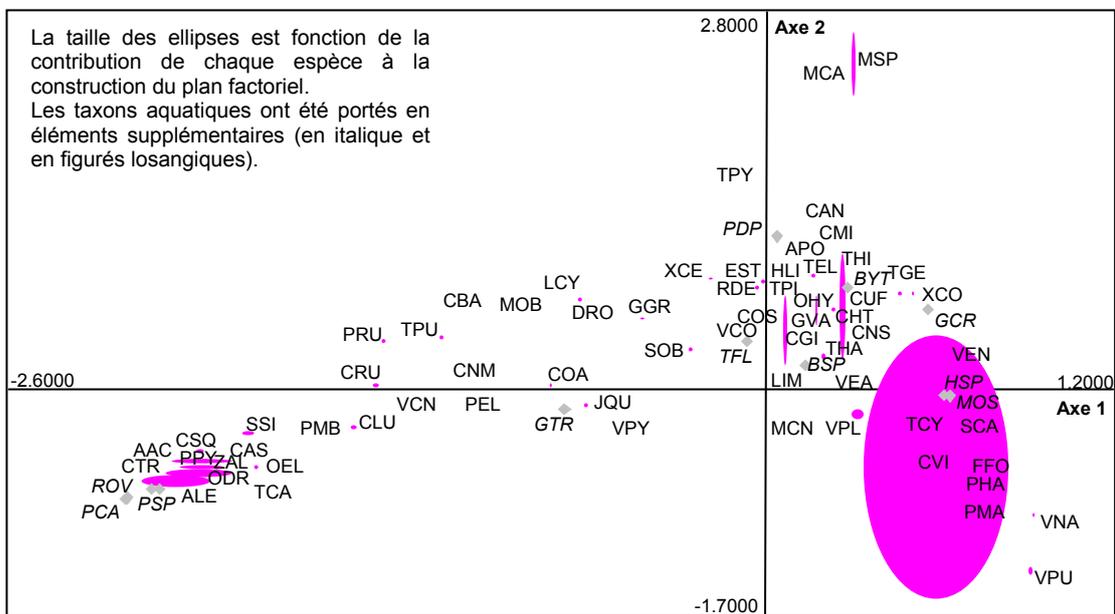
Pour les échantillons, le côté négatif de cet axe comprend deux échantillons des phases anciennes de comblement du chemin antique (65,8 % et 6,2 %) ; le côté positif comprend trois échantillons fontbuxiens/campaniformes (4,7 %, 3,3 % et 1,9 %) et deux échantillons fontbuxiens (2,4 % et 1,6 %).

L'axe 1 sépare les espèces à affinité forestière et sciaphiles (*Pomatias elegans*, *Carychium tridentatum*, *Acanthinula aculeata*, *Punctum pygmaeum* et *Chilostoma squamatinum*) d'une espèce de milieu ouvert et sec (*Cernuella virgata*) et d'une espèce de prairie (*Vallonia pulchella*). En fait, cet axe distingue les milieux forestiers de tous les autres types de milieux, plus ouverts, représentés sur le site.

En ce qui concerne les échantillons, cet axe sépare les échantillons antiques des échantillons fontbuxiens et campaniformes. Plus généralement, il distingue les échantillons antiques de l'ensemble des autres échantillons.

L'axe 2 oppose *Cernuella virgata* (33,3 %), *Carychium tridentatum* (2,1 %), *Oxychilus draparnaudi* (1,8 %) et *Vallonia pulchella* (1,7 %), sur la partie négative, à *Candidula unifasciata* (13,4 %), *Vallonia costata* (12,3 %), *Candidula gigaxii* (8,6 %), *Monacha* ssp. (8,3 %) et *Oxychilus hydatinus* (4,6 %) sur la partie positive.

Pour les échantillons, le côté négatif de cet axe comprend trois échantillons fontbuxiens/campaniformes (9,8 %, 7,3 % et 3,4 %), deux échantillons fontbuxiens (7,4 % et 4,4 %), un échantillon du chemin antique (9,2 %), un échantillon campaniforme (1,5 %) et un échantillon moderne (2,6 %). Le côté positif comprend un échantillon de l'âge du Bronze moyen (15,4 %), deux échantillons du second âge du Fer (4 % et 1,5 %), trois échantillons de l'âge du Bronze final (3,6 %, 3,5 % et 2,3 %) et un échantillon campaniforme (1,4 %).



AAC : *Acanthinula aculeata* (Müller 1774) ; ALE : *Anisus leucostoma* (Millet 1813) ; APO : *Abida polyodon* (Draparnaud 1801) ; BSP : *Bythiospeum* sp. ; BYT : *Bythinia tentaculata* (Linné 1758) ; CAN : *Cermeuella aginnica/neglecta* ; CAS : *Cryptomphalus aspersus* (Müller 1774) ; CBA : *Cochlicella barbara* (Linné 1758) ; CGI : *Candidula gigaxii* (Pfeiffer 1850) ; CHT : *Chondrula tridens* (Müller 1774) ; CLU : *Cochlicopa lubrica* agg. (Müller 1774) ; CMI : *Carychium minimum* (Müller 1774) ; CNM : *Cepaea nemoralis* (Linné 1758) ; CNS : *Candidula* sp. ; COA : *Cochlicella acuta* (Müller 1774) ; COS : *Cochlostoma* sp. ; CRU : *Clausilia rugosa* (Draparnaud 1801) ; CSQ : *Chilostoma squamatum* (Moquin-Tandon 1856) ; CTR : *Carychium tridentatum* (Risso 1826) ; CUF : *Candidula unifasciata* (Poiret 1801) ; CVI : *Cermeuella virgata* (da Costa 1778) ; DRO : *Discus rotundatus* (Müller 1774) ; EST : *Euomphalia strigella* (Draparnaud 1801) ; FFO : *Ferussacia follicula* (Gmelin 1791) ; GCR : *Gyraulus crista* (Linné 1758) ; GGR : *Granopupa granum* (Draparnaud 1801) ; GTR : *Galba truncatula* (Müller 1774) ; GVA : *Granaria variabilis* (Draparnaud 1801) ; HLI : Helicidae ; HSP : *Hauftenia* sp. ; JQU : *Jaminia quadridens* (Müller 1774) ; LCY : *Lauria cylindracea* (da Costa 1778) ; LIM : Limacelles ; MCA : *Monacha cartusiana* (Müller 1803) ; MCN : *Monacha cantiana* (Montagu 1803) ; MOB : *Merdigera obscura* (Müller 1774) ; MOS : *Moitessieria* sp. ; MSP : *Monacha* ssp. ; ODR : *Oxychilus draparnaudi* (Beck 1837) ; OEL : *Oxyloma elegans* (Risso 1826) ; OHY : *Oxychilus hydatinus* (Rossmässler 1838) ; PCA : *Planorbis planorbis* (Müller 1774) ; PDP : *Pseudamnicola* sp. ; PEL : *Pomatias elegans* (Müller 1774) ; PHA : *Perpolita hammonis* (Ström 1765) ; PMA : *Phenacolimax major* (Férussac 1807) ; PMB : *Pupilla muscorum bigranata* (Linné 1778) ; PPY : *Punctum pygmaeum* (Draparnaud 1801) ; PRU : *Pyramidula rupestris* (Draparnaud 1801) ; PSP : *Pisidium* sp. ; RDE : *Rumina decollata* (Linné 1758) ; ROV : *Radix ovata* (Draparnaud 1805) ; SCA : *Sphincterochila candidissima* (Draparnaud 1801) ; SOB : *Succinea oblonga* (Draparnaud 1801) ; SSI : *Solatopupa similis* (Bruguière 1792) ; TCA : *Truncatellina callicratis* (Scacchi 1833) ; TCY : *Truncatellina cylindrica* (Férussac 1807) ; TEL : *Trochoidea elegans* (Gmelin 1791) ; TFL : *Theodoxus fluviatilis* (Linné, 1758) ; TGE : *Trochoidea geyeri* (Soós 1926) ; THA : *Testacella haliotidea* (Draparnaud 1801) ; THI : *Trichia hispida* (Linné 1758) ; TPI : *Theba pisana* (Müller 1774) ; TPU : *Toltecia pusilla* (Lowe 1831) ; TPY : *Trochoidea pyramidata* (Draparnaud 1805) ; VCN : *Vitrea contracta* (Westerlund 1871) ; VCO : *Vallonia costata* (Müller 1774) ; VEA : *Vertigo angustior* Jeffreys 1830 ; VEN : *Vallonia enniensis* (Müller 1774) ; VNA : *Vitrea narbonensis* (Clessin 1877) ; VPL : *Vallonia pulchella* (Müller 1774) ; VPU : *Vertigo pusilla* (Müller 1774) ; VPY : *Vertigo pygmaea* (Draparnaud 1801) ; XCE : *Xerosecta cespitum* (Draparnaud 1801) ; XCO : *Xerotracha conspurcata* (Draparnaud 1801) ou *Microxeromagna armillata* (Lowe 1852) ; ZAL : *Zonites algirus* (Linné 1758).

Figure 28 : Analyse Factorielle des Correspondances des données malacologiques du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.

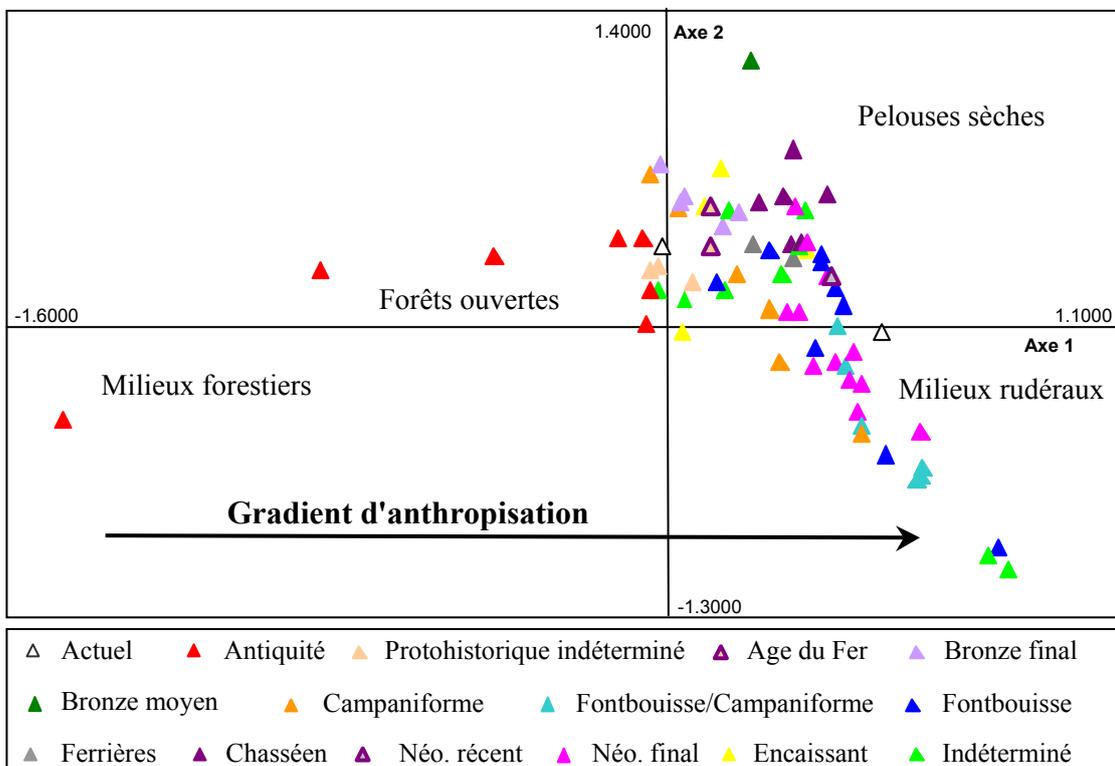


Figure 29 : Analyse Factorielle des Correspondances des données malacologiques du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.

L'axe 2 sépare deux types de milieux ouverts en fonction de leur degré d'anthropisation. En effet, sur la partie négative de cet axe, on trouve des espèces de pelouses sèches (*Candidula gigaxii*, *Candidula unifasciata*) plus ou moins hautes (*Monacha* ssp.) et sur la partie positive, on trouve une espèce anthropophile de milieux ouverts (*Cernuella virgata*, dont la contribution à la construction de cet axe est très importante).

Pour les échantillons, cet axe oppose globalement les échantillons protohistoriques à l'ensemble des échantillons considérés.

Cette AFC montre un gradient d'anthropisation sur le premier plan factoriel, avec le passage de milieux forestiers ouverts à des formations forestières claires, à des milieux herbacés, puis à des pelouses sèches et enfin à des milieux extrêmement anthropisés que l'on peut lier à l'habitat.

En plus de l'AFC, il a été choisi de représenter la proportion des espèces caractéristiques de l'évolution paléoenvironnementale du site, en fonction de la chronologie (figure 30) : *Cernuella virgata* est une espèce de milieu ouvert, anthropophile, particulièrement fréquente dans les milieux rudéraux (Labaune, 2001) ; *Candidula gigaxii* et *Candidula unifasciata* sont des espèces de pelouse ; *Vallonia pulchella* est une espèce de prairie plus ou moins humide ; *Monacha cantiana* est une espèce de "broussailles", parfois présente dans les milieux forestiers ouverts ; *Vallonia costata* a une large valence écologique et semble vouloir signifier, sur ce site, des ambiances sciaphiles, comme cela a également été remarqué sur des sites de Provence (Martin et Magnin, 2002) ; *Pomatias elegans* est une espèce à affinité forestière.

On observe donc des milieux déjà très ouverts au Chasséen, de type pelouse sèche. C'est au Néolithique fontbuxien que l'impact anthropique est le plus fort, ce qui est à mettre en liaison avec l'abondance des structures de cette époque sur le site de Mas de Vignoles IV. Les échantillons campaniformes traduisent un recul de l'impact anthropique avec la mise en place de prairies (pâturage ?). Ce phénomène s'accroît fortement à la période protohistorique. Enfin, les niveaux les plus fermés de la séquence correspondent aux échantillons antiques.

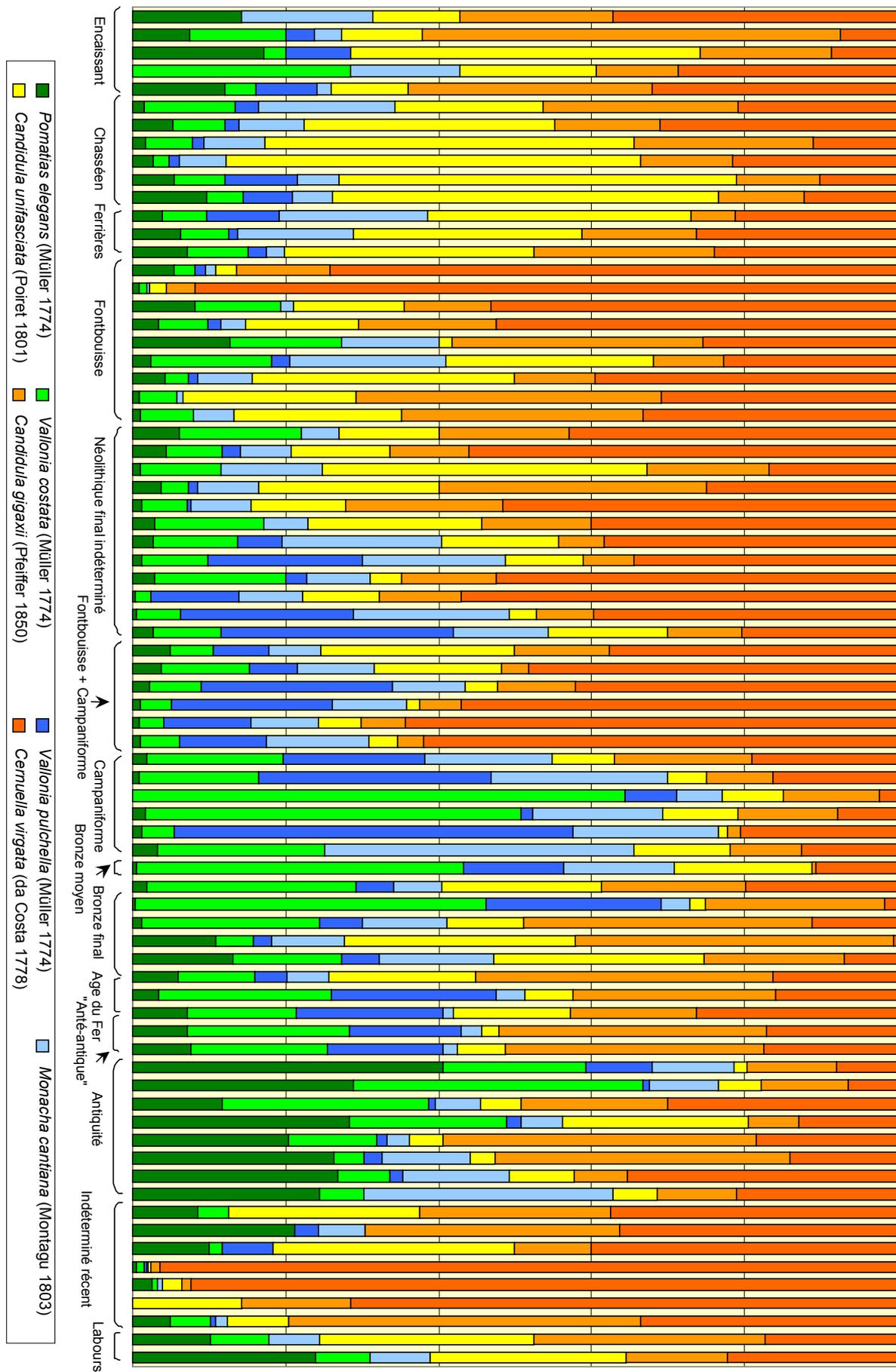


Figure 30 : Proportion des espèces caractéristiques de l'évolution paléoenvironnementale du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard), en fonction de la chronologie.

Avant de revenir dans le détail des changements environnementaux lisibles à travers la malacofaune, période par période, il paraît déjà étonnant de ne constater aucun niveau forestier avant la période antique. En effet, les échantillons néolithiques, dès le Chasséen, correspondent globalement à des milieux très ouverts. On ne peut écarter l'hypothèse que le biais méthodologique (prélèvements dans les phases supérieures de comblement des structures) donne une image très fortement anthropisée du paysage et ne rende pas compte de la reconquête forestière logiquement envisageable après un abandon du site. Cependant, il faudrait également expliquer l'absence de ces niveaux forestiers dans les logs étudiés. Par ailleurs, le fait que des niveaux forestiers soient effectivement conservés dans les phases supérieures de comblement des structures antiques (comme c'est le cas également de l'analyse malacologique effectuée sur le site du Cadereau d'Alès, ainsi que nous le verrons par la suite), peut permettre d'envisager l'hypothèse que, d'une part, du point de vue méthodologique, les phases supérieures de comblement des structures enregistrent bien les phases d'abandon de ces structures, et que, d'autre part, des niveaux forestiers n'ont peut-être jamais pu réellement se mettre en place sur le site, du Néolithique jusqu'à la période antique. Cette partie de la plaine du Vistre paraît avoir été très précocement et très densément anthropisée. Non seulement l'abondance des structures archéologiques est là pour en témoigner, mais, en outre, entre les phases d'implantation des habitats, il semble que se soient maintenues des pratiques pastorales ou agricoles de manière continue, ce qui expliquerait le maintien des milieux ouverts tout au long de cette longue période.

La gestion du paysage change du tout au tout avec les premières traces d'occupation gallo-romaine et la mise en place du chemin antique, qui semble fonctionner dans un environnement de milieu forestier ouvert. Par ailleurs, du point de vue stratigraphique, il est intéressant de noter que même ces niveaux forestiers antiques ne se retrouvent pas dans les logs étudiés. Il y aurait donc des troncatures dans la stratigraphie au moins pour ces périodes récentes. Enfin, il est bon de rappeler que même si des troncatures ont également eu lieu dans la stratigraphie néolithique, cela n'explique pas, comme on l'a démontré plus haut, le maintien d'espèces de gastéropodes terrestres de milieux ouverts tout le long de cette période.

La quasi-absence de gastéropodes d'eau douce dans l'ensemble des échantillons (à l'exception d'un échantillon antique, dont nous reparlerons) est également intéressante à noter ici. Pour les fossés néolithiques, notamment, elle élimine l'hypothèse d'une utilisation de ces structures à des fins de drainage ou d'irrigation. De plus, les escargots n'indiquent pas

l'existence de milieu aquatique, même temporaire, ni de zone palustre sur le site, malgré la proximité, actuelle, du Vistre. On peut également observer la présence discrète mais non négligeable d'individus de genres aquatiques de sources ou de conduits karstiques (Magnin, 1991) pour deux échantillons analysés (14 *Hauffenia* sp. dans l'échantillon 4119 d'une fosse chasséenne et 12 *Bythiospeum* sp. dans le comblement d'une sépulture du Bronze final IIB SP3052). Leur présence dans ces échantillons est assez difficile à interpréter puisqu'ils ne sont pas associés à d'autres individus aquatiques, ce qui permet d'écarter l'hypothèse de leur arrivée sur le site par un apport de matériaux. De plus, leur écologie est mal connue : en effet, ils sont stygobies (vivant dans les eaux souterraines) (Girardi, 2002), et ils ont également été retrouvés dans les milieux interstitiels actuels (Bernasconi, 1994). Ainsi, il semble que leur présence dans ces deux échantillons pourrait être liée à des battements de la nappe phréatique, dans un processus secondaire post-dépositionnel.

Enfin, pour en finir avec les remarques d'ensemble, on peut également constater la présence dans les échantillons de l'encaissant, dont l'attribution chronologique est vraisemblablement tardiglaciaire, de quelques *Trochoidea geyeri*, caractéristiques d'un climat plus froid que l'actuel. Ces échantillons montrent la toute fin du réchauffement climatique postglaciaire, de part la faible abondance de cette espèce et la présence déjà importante d'espèces plus thermophiles, caractéristiques de l'Holocène. Par ailleurs, la présence de quelques *Trochoidea geyeri* extrêmement encroûtés dans certains échantillons protohistoriques suggère l'existence de phénomènes de pollution entre le sédiment encaissant et les complements des structures archéologiques.

Nous verrons dans un deuxième temps le détail de l'analyse malacologique, période par période. Cette étude est basée sur la figure 31, qui présente les résultats de l'AFC globale pour les différentes périodes, bien renseignées du point de vue de leur attribution chronologique, et sur les données brutes de l'analyse malacologique des 75 échantillons (annexe 11, annexe 12, annexe 13, annexe 14, annexe 15 et annexe 16).

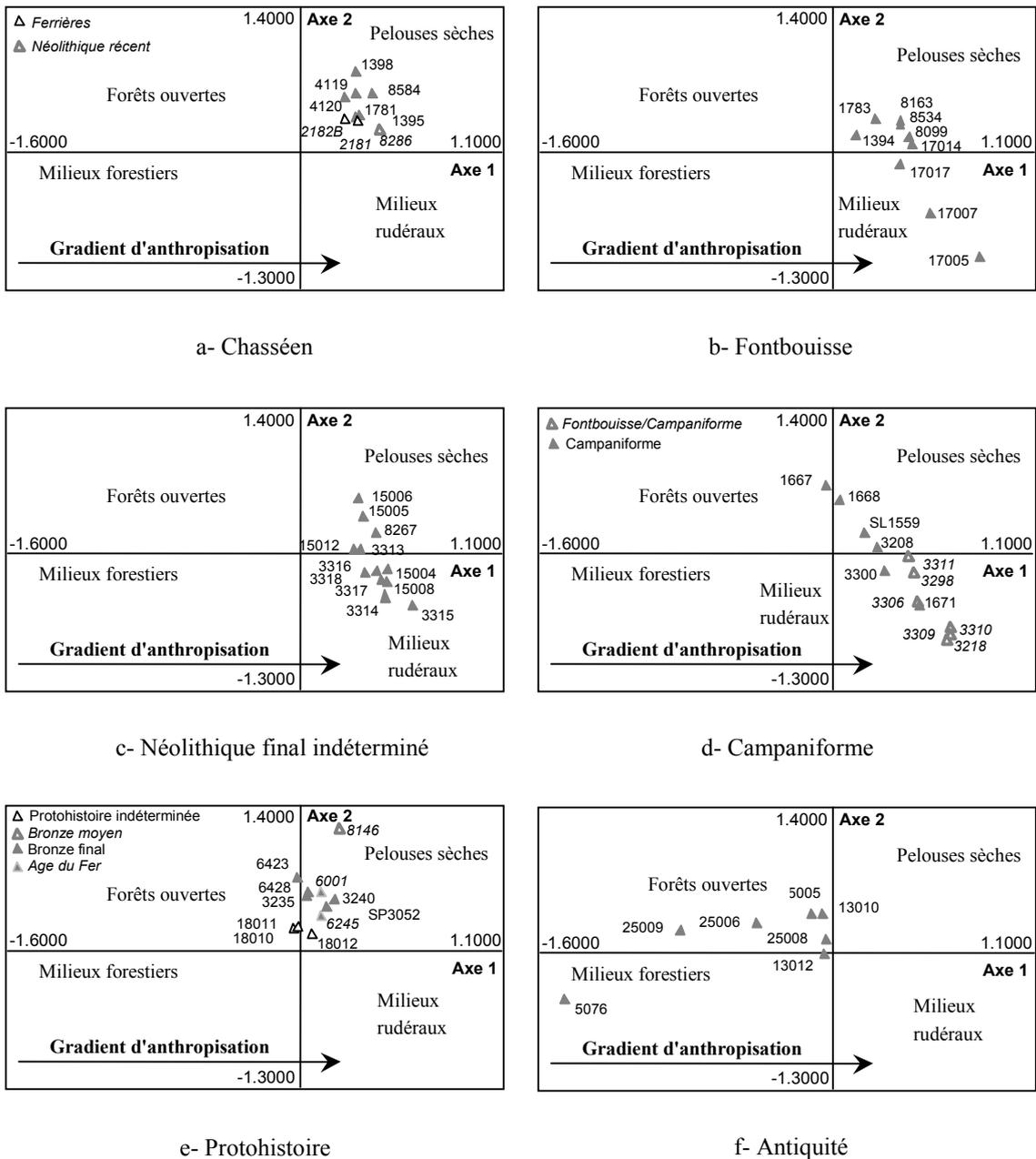


Figure 31 : Analyse Factorielle des Correspondances globale du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard). Report des échantillons sur le premier plan factoriel, période par période.

La période chasséenne : US (Unité Stratigraphique) 1781 FS1396 (chasséen ancien) ; US 1395 (chasséen probable, même ensemble que la fosse FS1396) ; US 1398 (chasséen probable, même ensemble que la fosse FS1396) ; US 8584 FR8341 (four chasséen) ; les US 4119 et 4120 de la fosse chasséenne FS4108 (annexe 11, figure 31-a).

Les échantillons chasséens, peu nombreux et comprenant de faibles abondances de coquilles, traduisent des milieux de pelouse sèche (*Candidula gigaxii*, *Candidula unifasciata*) déjà largement anthropisés (*Cernuella virgata*). La présence discrète d'espèces de broussailles (*Monacha cantiana*) ou à affinité forestière (*Pomatias elegans*, *Vallonia costata*) et de prairie

(*Vallonia pulchella*) indique que la structure du paysage n'est pas encore complètement basse et homogène contrairement à la phase suivante. Une utilisation du paysage par le pâturage est possible. En effet, les études malacologiques sur le paysage actuel montrent que *Candidula gigaxii* et *Candidula unifasciata* sont abondantes dans les contextes de pelouses pâturées (Labaune et Magnin, 2001 ; Labaune et Magnin, 2002).

L'échantillon US 8286 FS8286 du Néolithique Récent (transition entre le Chasséen et le Ferrières) et les deux seuls échantillons ferrières qui ont pu être étudiés (US 2182B et US 2181) montrent des milieux très proches des échantillons chasséens.

La période Fontbouisse : **log 17** avec les fosses fontbuxiennes FS17006, FS17010 et FS17013 ; US 1783 FS1397 ; US 1394, US 8099 FS8099, US 8163 FS8163, US 8534 FS8534 (annexe 12, figure 31-b).

Le **log 17** (figure 32) comporte deux prélèvements dans l'encaissant des structures (17012B et 17012A) qui correspond à la partie sommitale des lœss altérés, sur laquelle se met en place un horizon de transition limono-sableux beige bioturbé (17011). Une couche de limons brun clair un peu argileux (17003, 17002 et 17001) se dépose entre l'US 17011 et le sol actuel. Cette couche compose un sol de type brun calcaire (Chevillot in Jallot, 2004, à paraître). Les structures archéologiques s'intercalent entre 17011 et 17003. Il s'agit, pour cette séquence, de trois fosses fontbuxiennes : dans l'ordre chronologique, la fosse FS17010 (phase supérieure de comblement US 17007), puis la fosse FS17006 (comblement US 17005) et enfin la fosse FS17013 (phase inférieure de comblement US 17017 et phase supérieure de comblement US 17014).

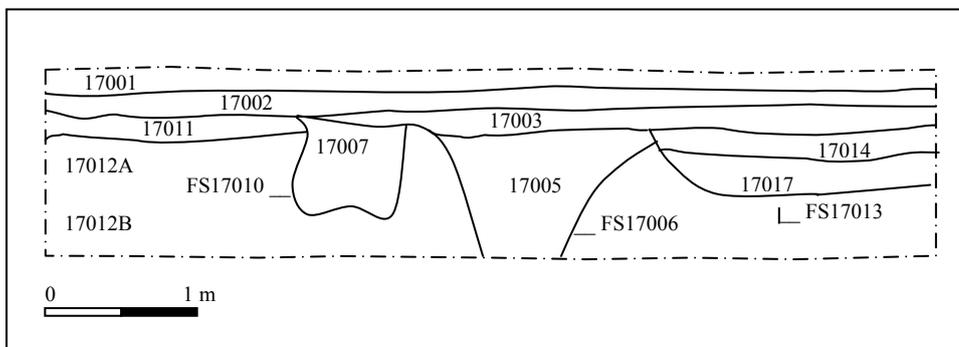


Figure 32 : Coupe schématique du log 17 d'après Jallot (2004, à paraître) du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard).

Les échantillons de la base de la séquence (tardiglaciaires) comportent très peu de coquilles et semblent avoir été soumis à de forts phénomènes de pollution, à partir des niveaux supérieurs. Leur interprétation est donc difficile. On peut cependant noter qu'ils enregistrent la présence de milieux très ouverts et très secs. Le plus ancien (17012B) comporte quelques individus de *Trochoidea geyeri*. Ces niveaux correspondent bien à ceux étudiés sur les sites environnants (Mas de Mayan et Cadereau d'Alès, comme nous le verrons par la suite) et traduisent le réchauffement postglaciaire du Tardiglaciaire et du début de l'Holocène. Ici, ils semblent cependant particulièrement perturbés, probablement à cause des nombreuses occupations humaines qu'ils supportent.

Comme sur le site voisin du Cadereau d'Alès (cf. infra), la séquence présente des traces de troncatures importantes correspondant aux dépôts de l'Holocène ancien. Aucune couche qui pourrait traduire le milieu avant l'implantation des hommes du Chasséen (et, dans ce log 17, avant le creusement des fosses fontbuxiennes) n'est conservée en stratigraphie.

Le comblement des fosses fontbuxiennes montre l'existence de milieux extrêmement ouverts liés à un très fort impact anthropique. Les US 17002 (partie supérieure du log à attribution chronologique indéterminée), 17003 (comblement scellant l'ensemble des fosses), 17005 (comblement fontbuxien de la fosse FS17006) et dans une moindre mesure 17007 (comblement supérieur de la fosse FS17010) se distinguent particulièrement de l'ensemble de la séquence, mais également de l'ensemble du site, par le très haut degré d'anthropisation qu'elles présentent (très forte abondance de *Cernuella virgata*). Autant il semble logique que les US 17003, 17005 et 17007 montrent des milieux à fort impact anthropique, car elles sont incluses directement dans des structures, autant, le maintien de ce type de milieu dans le niveau 17002 est plus remarquable, car non lié à des structures archéologiques.

Les US 17017 et 17014 (phases supérieures de comblement de la dernière fosse fontbuxienne) traduisent une diminution de l'impact anthropique, malgré le maintien de milieux toujours ouverts et secs (diminution de la part de *Cernuella virgata* au profit des *Candidula*). On passe de milieux rudéraux à une utilisation vraisemblablement plus pastorale du site. C'est également le cas des échantillons fontbuxiens prélevés dans d'autres secteurs du site (1394, 8099 FS8099, 8163 FS8163, 8584 FS8534 et 1783 FS1397 qui traduit le mieux cette tendance).

Malgré la faible abondance des escargots présents dans ces échantillons fontbuxiens, qui peut également être un autre indice du haut degré d'anthropisation, ils correspondent cependant clairement aux niveaux les plus anthropisés de l'ensemble des échantillons étudiés sur le site, toutes périodes confondues.

En résumé pour le log 17, les deux premières fosses (FS17010 et FS17005) creusées par les hommes du Fontbousse enregistrent une très forte anthropisation du milieu, puis le paysage subit une très légère déprise humaine, au moins localement, comme le montrent les assemblages malacologiques présents dans la troisième fosse (FS17013). Ensuite, la pression humaine augmente à nouveau au moment du comblement définitif de ces fosses fontbuxiennes (17003, 17002). Enfin, la séquence sédimentaire également tronquée dans sa partie supérieure ne nous permet pas de lire une quelconque déprise humaine sur le paysage, d'où l'intérêt de se consacrer également au piégeage de la stratigraphie dans les structures en creux pour toutes les périodes enregistrées.

Les échantillons de la période néolithique final (indéterminé) : **log 15** avec les fosses FS15010 (comblement US 15008, US 15006 et US 15005) et FS15011 (comblement US 15012) ; US 8267 FS8267 (annexe 13, figure 31-c).

L'ensemble de ces échantillons montre des milieux relativement analogues à ceux des échantillons typiquement fontbuxiens.

Pour le **log 15** (figure 33), les phases inférieures de comblement des structures (15012 FS15011 et 15008 FS15010) traduisent des milieux rudéraux, très fortement anthropisés (*Cernuella virgata*). Les phases suivantes (15006 et 15005) de comblement de la fosse néolithique FS15010 montrent une diminution de l'emprise humaine. Cependant, comme pour le log 17, le niveau scellant ces fosses (15004) correspond à une nouvelle augmentation du degré d'anthropisation. Enfin, les couches les plus récentes (15003, 15002 et 15001) traduisent un relatif "abandon" du site par l'homme, par l'augmentation de la part des espèces à affinité forestière (*Pomatias elegans*, *Vallonia costata*) et des espèces de pelouse, au détriment de *Cernuella virgata*, et par la présence de quelques individus sciaphiles (*Punctum pygmaeum*, *Vitrea contracta*, *Cepaea nemoralis*). Là encore, l'absence de retour à des vraies conditions forestières et le maintien sur le site de milieux très ouverts, suggèrent l'hypothèse d'un changement de gestion du paysage par l'homme avec l'utilisation possible du site à des fins de pâturage.

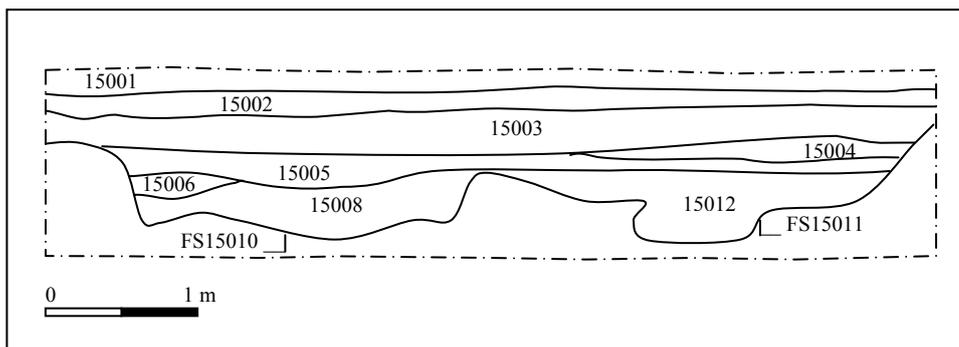


Figure 33 : Coupe schématique du log 15 (Jallot, 2004, à paraître) du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard).

Quant à 8267 FS8267, il correspond à des milieux rudéraux éventuellement enfrichés.

Les fossés néolithiques : les US 3208 et 3300 (campaniformes) et les US 3218, 3298, 3306, 3309, 3310 et 3311 (campaniformes et fontbuxiens) de comblement du **fossé FO3150** (campaniforme et fontbuxien) ; les US 3313, 3314, 3315 de comblement du **fossé FO3091** (néolithique final indéterminé) ; les US 3316, 3317 et 3318 de comblement de la **fosse FS3096** (néolithique final indéterminé) (annexe 14, figure 31-c). Ces fossés se localisent plus à l'est de l'occupation fontbuxienne.

Le **fossé FO3091**, néolithique final indéterminé, a une longueur conservée de 72 m sur une largeur de 1,84 m pour une profondeur maximale de 1 m. A l'endroit où les prélèvements malacologiques ont été effectués, il est creusé dans le comblement de la grande **fosse FS3096**. Du point de vue chronologique, on a donc du plus ancien au plus récent (figure 34) : les US 3318, 3317 et 3316 de comblement de la fosse FS3096 puis les US 3315, 3314 et 3313 de comblement du fossé FO3091.

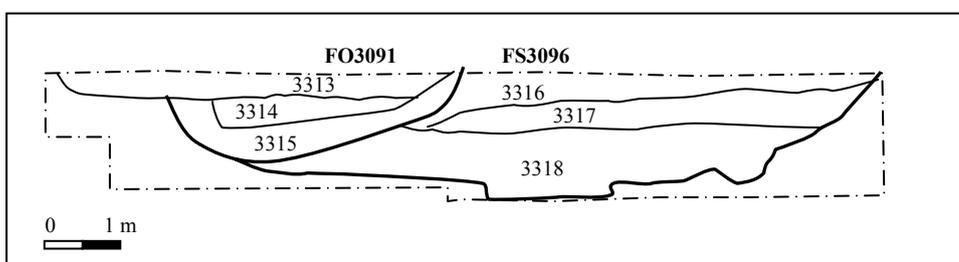


Figure 34 : Coupe schématique du fossé FO3091 et de la fosse FS3096 d'après Jallot (2004, à paraître) du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard).

L'ensemble du fossé FO3091 et de la fosse FS3096 (Néolithique final indéterminé) montre le même type de milieux de prairie (présence de *Monacha cantiana*, de *Vallonia costata* et de *Vallonia pulchella*, contrairement aux échantillons fontbuxiens ; diminution de la part de *Ceruellia virgata*, de *Candidula gigaxii* et de *Candidula unifasciata*). Les échantillons traduisant le plus fort impact anthropique sont le niveau supérieur de comblement de la fosse FS3096 (US 3316) et le niveau inférieur du comblement du fossé FO3091 (US 3315) qui recoupe la fosse FS3096 (et notamment l'US 3316). L'impact anthropique est moins fort dans les niveaux antérieurs (3318 et 3317, niveaux inférieurs de comblement de la fosse) et surtout dans les couches postérieures (3313 et 3314, niveaux supérieurs de comblement du fossé) qui montrent une relative déprise agricole.

Le **fossé FO3150**, fontbuxien et campaniforme, est long de 41 m pour une largeur maximale de 3,40 m, et une profondeur maximale de 1,56 m. Il a été échantillonné sur 3 coupes pour l'analyse malacologique. Les prélèvements des phases inférieures de comblement sont : 3311 et 3298 ; ceux des phases intermédiaires de comblement sont : 3306, 3310 et 3218 ; ceux des phases supérieures de comblement sont : 3300 (campaniforme), 3208 (campaniforme) et enfin 3309.

Ce sont deux échantillons des phases intermédiaires du comblement de ce fossé (3218 et 3310) et un échantillon d'une phase supérieure (3309) qui montrent le plus haut degré d'anthropisation. Les niveaux les "moins" anthropisés appartiennent aux phases supérieures du comblement (3208 et 3300), correspondant à la mise en place de niveaux campaniformes. Effectivement, l'échantillon 3300, et dans une moindre mesure l'échantillon 3208, se distinguent particulièrement par le développement important d'espèces de prairie dense (*Monacha cantiana*, *Vallonia pulchella*, *Vallonia costata*).

Ainsi, les premiers niveaux fontbuxiens et campaniformes de comblement de ce fossé (3311 et 3298) traduisent des milieux largement anthropisés mais déjà différents des échantillons de la période Fontbouisse par la présence encore discrète d'espèces plus prairiales que rudérales (*Vallonia pulchella* notamment). L'impact anthropique augmente cependant dans les phases intermédiaires de comblement du fossé (3218, 3310 et moins fortement pour 3306). Dans la phase campaniforme de ce fossé, les espèces prairiales se développent plus nettement. Enfin, une dernière phase de comblement (3309) montre une reprise des milieux rudéraux (augmentation importante de la part de *Ceruellia virgata*).

Cet ensemble de fossés et de fosses du Néolithique final, fontbuxiennes et campaniformes, montre le développement, toujours dans un contexte ouvert et fortement anthropisé, d'espèces de prairie avec une strate herbacée plus ou moins haute au détriment des espèces typiques des pelouses. Dans cette partie du site, se met en place un milieu de prairie, sur lequel l'impact anthropique reste dense, mais qui n'a pas été retrouvé dans les autres échantillons néolithiques. Au moins pour le fossé FO3150, en partie contemporain des échantillons fontbuxiens analysés plus haut, il semble que l'utilisation de cette partie du site soit différente, avec peut-être d'un côté les habitats et des espaces peu favorables au développement des escargots et ne convenant qu'aux espèces typiquement anthropophiles et de l'autre côté un milieu plus en marge de l'habitat et utilisé probablement à des fins plus pastorales qu'agricoles.

La présence de quelques individus d'espèces aquatiques de milieu temporaire dans les phases de comblement de ces structures n'apparaît pas suffisante pour envisager une réelle utilisation des fossés comme éléments drainants ou irriguants. La fonction de ces grands fossés reste encore obscure, comme l'observe également l'archéologie, même si l'hypothèse de l'utilisation de ces fossés comme enclos de pâturage émise par les archéologues pour les ensembles fossoyés de plaine à l'époque Fontbouisse (Gutherz et Jallot, 1994) semble séduisante au vu des résultats malacologiques.

Les échantillons campaniformes : SP1559 ; les US 1667, 1668 et 1671 de comblement du **fossé FO1203** (annexe 11, figure 31-d).

Le fossé **FO1203** est le fossé principal d'un ensemble complexe de fossés globalement perpendiculaires entre eux. Il a un profil en V, sur une profondeur conservée de plus de 2 m et une largeur à l'ouverture de plus de 3 m. Son creusement date probablement de l'époque fontbuxienne (Convertini *et al.*, 2004, à paraître). Il a livré un matériel céramique très abondant, associé à du matériel lithique.

Ces échantillons campaniformes traduisent une nette diminution de la pression humaine sur le milieu. Le niveau inférieur du **fossé FO1203** (US 1671) se caractérise par la présence de prairie humide (*Vallonia pulchella*, *Monacha cantiana*, présence discrète de *Galba truncatula*, espèce aquatique de milieu temporaire) encore anthropisée (*Cernuella virgata*), tandis que des pelouses sèches aux alentours du fossé sont attestées par la présence de *Ferussacia follicula*. Ce milieu s'assèche progressivement dans les phases de comblement postérieures (US 1668 et 1667) (diminution de *Vallonia pulchella* au profit de *Vallonia costata* qui est alors l'espèce la plus abondante des deux assemblages, présence de quelques

Chondrula tridens et *Jaminia quadridens*), alors que l'impact anthropique sur le milieu diminue.

Enfin, le comblement de la sépulture SP1559 contient peu d'escargots ; ils traduisent cependant des milieux de broussailles ou de friches hautes (*Monacha cantiana*).

Ces échantillons campaniformes confirment la déprise agricole, déjà appréhendée lors de l'examen des phases campaniformes du fossé FO3150, et la mise en place de végétations à strate herbacée bien développée, par rapport aux échantillons de la période précédente fontbuxienne. De plus, les résultats préliminaires de l'étude archéozoologique (Convertini *et al.*, 2004, à paraître) indiquent une proportion tout à fait remarquable des restes de lapins mis au jour dans les phases de comblement du grand fossé FO1203, tandis que les études tracéologiques effectuées sur l'outillage lithique montrent un travail de coupe de "végétaux siliceux - souples, tendres -", qui se différencie bien des coupes de céréales (Convertini *et al.*, 2004, à paraître). Ces deux dernières informations pourraient ainsi étayer les résultats malacologiques traduisant la mise en place de formations prairiales sur le site.

La période protohistorique : 8146 FS8146 (Bronze moyen) ; SP3052 (Bronze final IIb) ; US 3235 et US 3240 de comblement de la fosse FS3053 (Bronze final IIIb) ; US 6423 et US 6428 du fossé FO6420 (fossé d'un cercle empierré, transition entre l'âge du Bronze final IIIb et l'âge du Fer) ; US 6001 FO6001 (fossé palissadé du Vème siècle av. J.-C., second âge du Fer), US 6001enc FO6001 (encaissant du fossé palissadé du Vème siècle av. J.-C.), US 6245 PT6245 (puits du Vème siècle av. J.-C.) ; les US 18010, 18011 et 18012 du fossé FO6137 (anté-antique, protohistorique indéterminé) (annexe 15, figure 31-e).

Le seul échantillon de l'âge du Bronze moyen analysé est caractéristique de l'établissement de prairies à strate herbacée assez haute (*Vallonia costata*, *Vallonia pulchella*, *Monacha* ssp. mais aussi *Candidula unifasciata*) : il reste relativement semblable aux échantillons campaniformes.

Au Bronze final IIIb, le milieu continue de se fermer progressivement. Les gastéropodes terrestres de ces échantillons traduisent toujours un milieu ouvert mais nettement en cours de fermeture, subissant une plus faible pression anthropique que pendant les périodes précédentes (diminution très importante de l'abondance de *Ceruella virgata*). Dans cet ensemble, l'US 3235 du comblement de la fosse FS3053 se distingue par le caractère plus hygrophile des espèces présentes. Dans les niveaux de comblement du fossé FO6420 (US 6423 et 6428), de transition entre le Bronze final IIIb et l'âge du Fer, se développe un milieu plus fermé avec une strate arbustive assez développée (augmentation de *Pomatias*

elegans et de *Monacha cantiana*). La sépulture SP3052 (Bronze final IIb) se distingue des autres échantillons du Bronze final par le grand nombre de coquilles qu'elle contient (1188 individus). C'est, logiquement, l'échantillon où l'impact anthropique est le plus fort.

A l'âge du Fer (Vème siècle av. J.-C.), le milieu tend à subir un impact anthropique un peu plus fort (augmentation du nombre de *Ceruella virgata*, *Oxychilus hydatinus*, *Trochoidea elegans*) dans un contexte de milieux herbacés. L'US 6245, correspondant à la phase supérieure de comblement d'un puits, comporte un nombre important de *Rumina decollata*, ce qui confirme le caractère légèrement plus fermé du milieu environnant.

Enfin, les échantillons de comblement du fossé "anté-antique" FO6137 présentent des compositions spécifiques relativement analogues aux échantillons de l'âge du Fer.

La période antique : **log 13** avec le fossé antique FO13019 ; **TR25**, coupe du chemin Haut Empire (80-120 ap. J.-C.) ; US 5076 comblement du fossé extérieur du chemin Haut Empire VO5004 (80-120 ap. J.-C.) (annexe 16, figure 31-f).

Dans le **log 13**, seuls 13010 et 13012 appartiennent de manière sûre à la période antique ; ce sont les niveaux supérieurs de comblement du fossé FO13019. Les niveaux 13016, 13017 et 13018 sont antérieurs ; 13002 et 13015 sont postérieurs (figure 35).

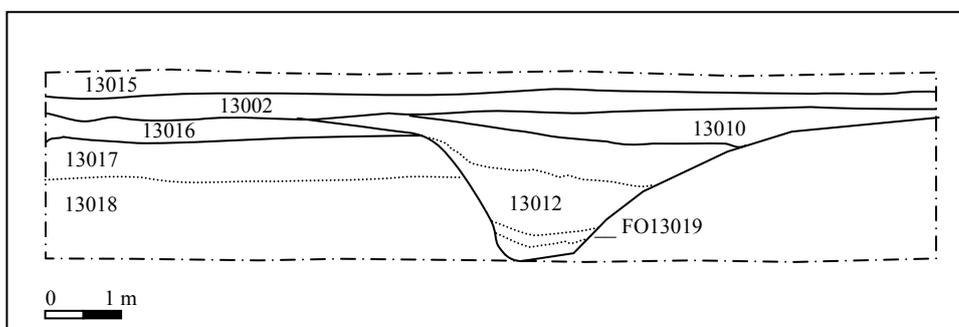


Figure 35 : Coupe schématique du log 13 d'après Jallot (2004, à paraître) du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard).

Les US 13015, 13017 et 13018 correspondent à des pelouses sèches. 13012 et 13010 (et dans une moindre mesure 13016, 13002) présentent des milieux plus fermés. Ce log montre donc le passage de milieux très ouverts comportant peu de coquilles (niveaux juste postérieurs aux dépôts tardiglaciaires, probablement néolithiques : US 13018, 13017 et 13016), à des milieux forestiers encore très clairs (présence de *Monacha cantiana* et surtout

développement de *Pomatias elegans*) à la période antique (13012 et 13010) et post-antique (13002).

En ce qui concerne le comblement du chemin antique (**TR25**), on constate que l'échantillon le plus ancien est le plus forestier (25009). Le milieu s'ouvre légèrement dans la phase suivante (25008) et se referme à nouveau (25006). Enfin, la forêt subit une nouvelle ouverture dans l'échantillon le plus récent (25005) avec l'abandon de l'utilisation du chemin. Les échantillons 25009 et 25006 sont caractéristiques de l'établissement d'un milieu forestier avec une litière assez développée (présence abondante de *Pomatias elegans* et de tout le cortège des espèces à affinité forestière : *Acanthinula aculeata*, *Merdigera obscura*, *Clausilia rugosa*, *Punctum pygmaeum*, *Carychium tridentatum*, *Cepaea nemoralis*, *Chilostoma squamatum*, *Vallonia costata*, *Toltecia pusilla*, *Vitrea contracta*, *Oxychilus draparnaudi*).

Enfin, l'échantillon 5076 prélevé dans un autre secteur du chemin gallo-romain (dans la partie sud du site), plus près du cours actuel du Vistre, montre l'établissement d'un milieu forestier dans une ambiance locale plus humide : en plus du cortège forestier précédent, on note également la présence de *Pupilla muscorum bigranata*, *Vallonia pulchella* mais aussi la présence, en très grand nombre, d'individus d'espèces aquatiques peu exigeantes quant à la qualité de l'eau (1715 *Anisus leucostoma*, 847 *Radix ovata* et 74 *Galba truncatula*). Ces trois espèces suggèrent la mise en place d'un milieu aquatique temporaire selon la définition de Yacine-Kassab (1979) : le milieu aquatique subit des périodes d'assèchement dans le courant de l'année, mais l'inondation principale est continue pendant 8 à 9 mois par an. C'est le seul échantillon de tout le site à présenter de telles proportions d'espèces aquatiques. Dans cette partie du site, le chemin antique semble avoir réellement supporté des phases d'inondations.

Le fossé et le chemin antiques s'intègrent donc localement dans un milieu forestier plus ou moins ouvert. Bien que se pose le problème de l'extension spatiale de ce milieu forestier, sur lequel nous reviendrons dans la partie synthétique de ce chapitre, on peut, dès à présent, affirmer qu'il témoigne d'une gestion du paysage tout à fait différente des périodes précédentes.

1.3.4 Conclusion

L'étude malacologique du site de Mas de Vignoles IV a montré l'existence de milieux très anthropisés dès le Chasséen et le maintien de ce fort impact anthropique pendant tout le Néolithique. Les seules phases de relative déprise agricole correspondent aux périodes les plus récentes, protohistoriques et antiques. Ce haut degré de pression humaine sur le milieu avait déjà été constaté sur le site voisin de Mas de Mayan, qui ne permettait pas, lui non plus,

d'observer de reconquête forestière. Il semble donc que ce secteur de la plaine du Vistre ait connu, en plus d'une occupation humaine très dense dont témoigne l'abondance des structures archéologiques mises au jour, une utilisation intensive du paysage au Néolithique.

Par ailleurs, l'absence d'échantillons de l'Holocène ancien dans les stratigraphies ne permet pas de constater la mise en place de la chênaie caducifoliée à cette époque, et d'observer le moment où cette chênaie subit les premiers impacts anthropiques. De même, les périodes historiques ne se distinguent pas dans les séquences sédimentaires. La faiblesse de l'épaisseur de la séquence sédimentaire conservée après l'Antiquité peut être due à des phénomènes d'érosion des sols, à mettre en liaison avec un labourage intensive de la zone. Les malacofaunes présentes dans ces niveaux ne traduiraient plus alors qu'un empilement de champs, dans le cadre d'un horizon cultural ayant pour conséquence probable des mélanges entre les différents assemblages malacologiques, comme c'est le cas pour certains échantillons de l'expérimentation de la Tapy (cf. supra).

Finalement, l'analyse du comblement des structures en creux qui permettent le piégeage horizontal de la stratigraphie a permis de restituer une stratigraphie "verticale" sur le site de Mas de Vignoles IV. En effet, il apparaît clairement que les phases de comblement des structures enregistrent bien leur abandon progressif. Cependant, elles n'enregistrent pas systématiquement l'éventuel abandon du site entre chaque occupation, à cause de leur arasement et d'un comblement probablement rapide pour l'épaisseur conservée. Ainsi, l'analyse malacologique du site de Mas de Vignoles IV pourrait comporter des hiatus qui ne permettraient pas le piégeage de certaines phases d'utilisation ou d'abandon du site entre les occupations. Pour les phases du Néolithique, on peut considérer, d'après les données archéologiques, que l'utilisation du site est continue malgré un déplacement latéral des différentes occupations. Cependant, au moins pour le début de la Protohistoire qui n'a livré que peu de structures archéologiques, on peut penser que les escargots n'enregistrent pas de manière exhaustive l'utilisation ou l'abandon du site. Cette méthode semble cependant constituer le seul moyen possible pour la malacologie d'observer l'évolution paléoenvironnementale dans ce genre de site ne présentant pas de séquences sédimentaires bien conservées.

1.4 Le site du Cadereau d'Alès

1.4.1 Les structures archéologiques

A l'occasion d'une fouille de sauvetage dirigée par Anne Hasler (INRAP), trois types d'occupation humaine ont été mis au jour sur le site du Cadereau d'Alès, au sud-ouest du site de Mas de Vignoles IV : des niveaux paléolithiques supérieurs (Magdalénien moyen ou supérieur) sous forme de vestiges diffus ; des fosses néolithiques ; un réseau fossoyé protohistorique et antique et des traces agraires antiques (fosses de provignage). Les fosses néolithiques se rattachent au Chasséen, au Chasséen récent et au Ferrières. Il s'agit de structures d'habitat et de fosses à vocation funéraire, avec notamment une cave-silo du Ferrières réemployée comme dépôt funéraire pour des sépultures individuelles puis collectives qui constitue une structure tout à fait exceptionnelle (Hasler, 2004, à paraître). Ce site est hors de l'emprise de l'habitat fontbuxien découvert sur le site limitrophe de Mas de Vignoles IV.

1.4.2 Description des séquences prélevées

Etant donné que les structures néolithiques ont été largement étudiées dans le site voisin de Mas de Vignoles IV, la séquence sédimentaire, incluant les niveaux du Paléolithique supérieur, et les structures protohistoriques et antiques ont été privilégiées pour l'analyse malacologique de ce site. D'une part, il s'agissait d'apporter des informations paléoenvironnementales sur le Tardiglaciaire dans cette partie de la plaine du Vistre et surtout d'observer si cette information était conservée malgré la faible profondeur des occupations paléolithiques à quelques centimètres sous les occupations néolithiques et de la surface actuelle. D'autre part, les structures protohistoriques et antiques du Cadereau d'Alès présentaient, d'après les observations de terrain, des assemblages malacologiques tout à fait particuliers, plus forestiers, qui semblaient, à première vue, se distinguer des assemblages des autres périodes. Ce fait avait déjà été remarqué pour le site de Mas de Vignoles IV, et il a paru intéressant de tenter l'analyse d'un plus grand nombre d'échantillons, prélevés, en outre, dans des structures différentes pour valider ou infirmer l'hypothèse d'une reforestation de cette partie de la plaine du Vistre à partir de la Protohistoire, ou du moins de l'Antiquité.

Finalement, 9 échantillons ont été prélevés et étudiés dans la zone présentant les occupations paléolithiques et 8 échantillons protohistoriques et antiques ont été analysés.

Pour la zone comprenant l'occupation du Paléolithique supérieur, un log principal a été étudié, il comprend six prélèvements, de 20002 à 20009. Les vestiges du Paléolithique supérieur sont largement dispersés dans les niveaux 20002 à 20005, à cause de migrations

verticales post-dépositionnelles. Le niveau 20007 est post-néolithique et le niveau 20009 est localisé juste sous la surface actuelle. Comme la stratigraphie était peu dilatée et que la sédimentation holocène semblait tronquée, deux autres échantillons ont été prélevés dans la partie supérieure du comblement (1163 et 1164), afin d'observer d'éventuels remaniements. Enfin un échantillon du comblement d'une sépulture néolithique (1149, SP 1080) a été analysé à titre de comparaison avec la séquence complète extrêmement contractée.

La base (20002 et 20003) de la séquence sédimentaire prélevée correspond à l'horizon **(I)** défini plus haut (figure 36). Il s'agit du complexe colluvio-lœssique mis en place au Tardiglaciaire. 20004 et 20005 correspondent à l'horizon **(II)** d'altération de la partie sommitale des lœss. La limite entre le niveau 20005 et les niveaux supérieurs, en ondulation, suggère un phénomène de troncature lié à un important épisode érosif. L'horizon 20007 est un niveau sablo-limoneux beige marbré de taches jaune pâle et blanchâtres, comprenant du pseudomycélium dans la partie sommitale. Il caractérise un mode de dépôt alluvial de plaine d'inondation. C'est ce niveau qui recouvre les occupations néolithiques. L'US 20009 et l'US 1163 correspondent aux sables limoneux bruns qui supportent le sol actuel (Chevillot in Hasler, 2004, à paraître), c'est-à-dire le niveau **(IV)** de la séquence générale. L'analyse granulométrique n'a pas pu trancher entre une origine colluviale de ces dépôts ou l'existence d'un remblai anthropique. Cependant, l'analyse granulométrique met en évidence une remobilisation et/ou des remaniements du sédiment postérieurs à son dépôt.

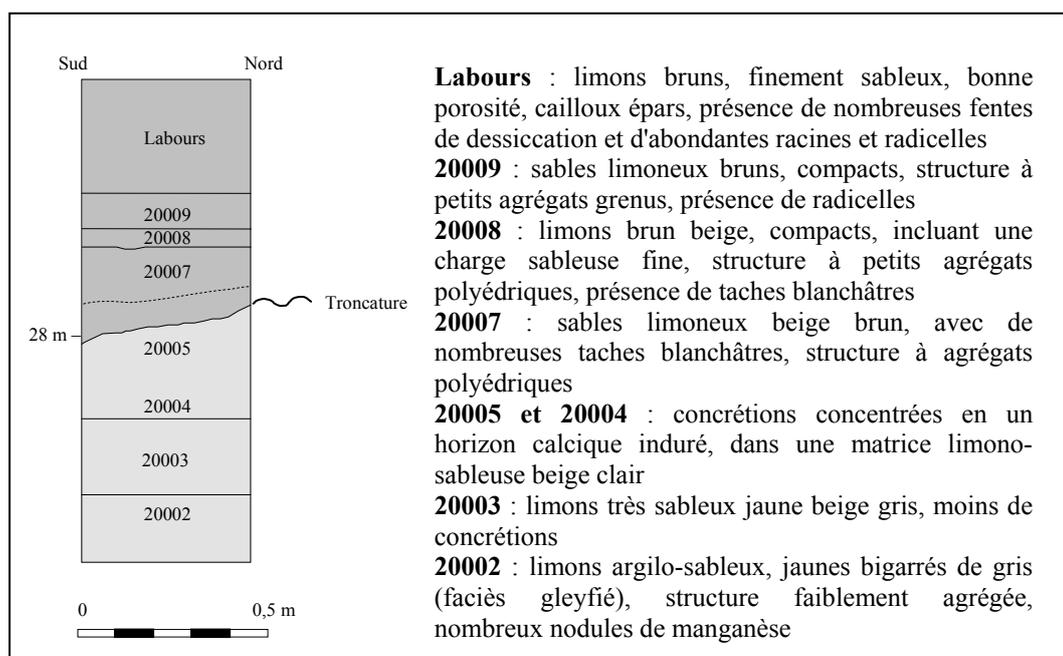


Figure 36 : Séquence sédimentaire du site du Cadereau d'Alès (Nîmes, Gard), d'après Chevillot in Hasler (2004, à paraître).

Pour la partie supérieure de la séquence, il est à noter que l'US 1164 n'est pas présente sur l'ensemble du site mais seulement dans sa partie nord. Elle se localise juste en dessous de l'US 1163 des labours. Il s'agit d'une couche sablo-limoneuse brun-orangé contenant de rares nodules de terre cuite et d'argiles sableuses grises. "Elle représente un épisode particulier d'apport sédimentaire entre le second âge du Fer et le II^{ème} s. ap. J.-C., correspondant à une nappe en forme d'éventail, d'extension réduite, dont la mise en place illustrerait la réduction voire l'arrêt des écoulements concentrés et du détritisme au profit d'un colluvionnement sur courte distance. Ces colluvions sont héritées des sols fersiallitiques présents sur les versants des Garrigues" (Chevillot in Hasler, 2004, à paraître). Cette couche sédimentaire a par ailleurs été observée sur d'autres sites alentours (site de la Roussillonne et ZAC Esplanade Sud) (Chevillot in Jallot, 2004, à paraître).

Huit échantillons ont été prélevés dans la zone protohistorique et antique. Ils sont constitués de la phase supérieure de comblement de différents fossés de délimitation de l'espace (Vidal in Hasler, 2004, à paraître). Les trois échantillons protohistoriques sont du second âge du Fer : 5176 FO5175 correspond à une large fourchette chronologique entre 550 et 150 av. J.-C., FO5101 est daté du V^{ème} siècle av. J.-C et FO5109 est daté des III^{ème}-II^{ème} siècles av. J.-C. L'échantillon antique 5139 FO5136 est d'époque républicaine (50 av. J.-C. et plus). Un échantillon antique appartient à la période augustéenne : 5133 FO5127 (25 av. J.-C. et plus récent) ; et deux échantillons antiques sont d'attribution Haut Empire : FO5004 (25 ap. J.-C. et plus récent) et 3171 FO3165 (25 ap. J.-C. et plus récent). Et enfin, l'échantillon FO5333 correspond à un fossé moderne, voire contemporain.

1.4.3 Résultats malacologiques

Les deux tableaux de données obtenus ont été analysés individuellement, en examinant la présence-absence des espèces déterminées et leurs proportions. Il n'a pas été tenté d'analyses statistiques, le nombre d'échantillons n'étant pas assez élevé pour que cette méthode soit judicieuse. Cependant, les données récoltées sur le site ont été confrontées aux Analyses Factorielles des Correspondances effectuées sur les échantillons des sites de Mas de Vignoles IV et de Mas de Mayan.

La zone de l'occupation du Paléolithique supérieur

On constate que les coquilles sont très peu nombreuses (en tout, 2348 coquilles ont été récoltées, annexe 17) et que les assemblages malacologiques sont peu variés sur l'ensemble des échantillons. Ils montrent globalement des milieux très ouverts et secs, caractérisés par *Candidula unifasciata*, *Candidula gigaxii*, les deux espèces les plus fréquentes dans ces assemblages (figure 37).

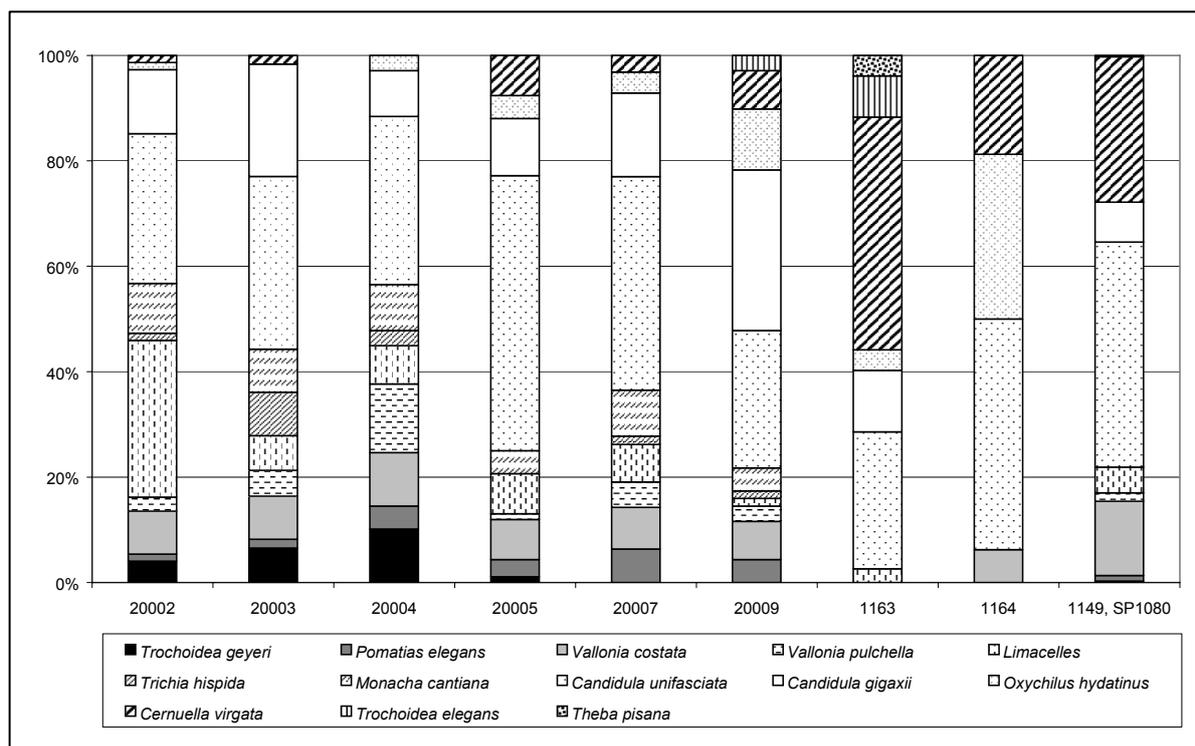


Figure 37 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale du site du Cadereau d'Alès (Nîmes, Gard) – Séquence paléolithique.

La présence de *Trochoidea geyeri* à la base de la séquence (20002 et 20003) indique des conditions climatiques plus froides que celles de la période actuelle, puisque l'on retrouve maintenant cette espèce uniquement sur les pelouses sommitales de la région (Magnin, 1991). Comme elle est associée ici à des espèces traduisant déjà le réchauffement postglaciaire, on peut penser que la base de la séquence ne se met pas en place avant le Tardiglaciaire. *Trochoidea geyeri* se maintient jusqu'aux échantillons 20004 et 20005 mais les coquilles sont encroûtées, ce qui suggère une précipitation post-dépositionnelle des carbonates, comme le montre, par ailleurs, l'analyse sédimentologique.

La présence de quelques individus de *Cernuella virgata*, espèce absente du sud-est de la France avant le Néolithique, dans les niveaux les plus anciens et la récolte de coquilles

encroûtées dans les niveaux ne présentant pas de concrétions suggèrent des phénomènes de pollution pouvant perturber la lecture des changements paléoenvironnementaux le long de la stratigraphie.

Malgré ces pollutions et dans un contexte général de milieux très ouverts et secs, on peut cependant observer des différences, toutes en nuance, dans la composition des assemblages malacologiques de cette séquence.

Tout d'abord, les niveaux les plus anciens (20002, 20003 et 20004) traduisent, comme nous l'avons vu, les conditions climatiques plus froides du Tardiglaciaire, ce qui s'accorde avec l'absence de pédogenèse lors de la mise en place de ces niveaux (Chevillot in Hasler, 2004, à paraître). Ces échantillons présentent également quelques individus aquatiques. Il s'agit d'individus de *Hauffenia* sp., *Moitessieria* sp. et *Bythiospeum* sp., trois genres fréquents dans les sources et des conduits karstiques (Magnin, 1991). Ce sont également des genres de milieux interstitiels (Bernasconi, 1994). Ainsi, cette présence, peu abondante mais indicatrice, peut suggérer l'existence de phases de battement de la nappe phréatique post-dépositionnelle, ce qui est également démontré par l'analyse sédimentologique (Chevillot in Hasler, 2004, à paraître).

Les hommes du Paléolithique supérieur s'installent donc dans un milieu très ouvert et sec, caractéristique des formations ligneuses basses (présence de *Candidula unifasciata* et de *Candidula gigaxii* mais aussi, en plus faible abondance, *Monacha cantiana* et *Vallonia costata*).

L'apparition d'espèces méditerranéennes (*Oxychilus hydatinus* et *Cernuella virgata*, une espèce anthropophile qui apparaît dans la région au Néolithique) dans le niveau supérieur de l'ensemble lœssique tardiglaciaire (20005) indique une couche extrêmement perturbée, probablement à mettre en liaison avec la troncature juste au-dessus de ce niveau. En effet, cet échantillon est, du point de vue malacologique, très semblable aux échantillons postérieurs qui traduisent le réchauffement climatique postglaciaire, alors que, selon l'analyse sédimentologique, il est tout à fait semblable aux échantillons antérieurs à son dépôt, et donc tardiglaciaires.

C'est donc à partir de l'échantillon 20007 qu'il faut prendre en compte la réelle apparition, pour cette séquence faiblement conservée, des espèces méditerranéennes. Le sédiment se met alors en place au cours de l'Holocène récent et non plus durant le Tardiglaciaire.

L'augmentation du nombre de *Pomatias elegans*, de *Monacha cantiana* et de *Vallonia costata* dans l'échantillon 20007 semble indiquer une légère fermeture du milieu, qui peut être mise en rapport avec les observations sédimentologiques qui montrent "des horizons investis par la pédogenèse" (Chevillot in Hasler, 2004, à paraître).

Enfin, les niveaux supérieurs (20009, 1163 et 1164) montrent l'apparition d'une espèce thermophile (*Trochoidea elegans*), d'une espèce anthropophile (*Theba pisana*), introduite à l'âge du Fer (Magnin, 1991), et du développement de *Cerņuella virgata*. Ces trois espèces sont caractéristiques d'une augmentation de l'impact anthropique. Cependant, le niveau actuel (US 1164) est statistiquement peu fiable à cause du faible nombre de coquilles qu'il comporte (16 individus !); l'interprétation écologique de son assemblage malacologique est donc sujette à caution. Le niveau 1163, appartenant à la couche sédimentaire déposée entre le second âge du Fer et le II^{ème} siècle ap. J.-C., se distingue des autres échantillons par l'importante proportion de *Cerņuella virgata* qu'il comporte; il traduit donc une forte anthropisation du site.

Quant à l'échantillon néolithique, il se replace difficilement dans la séquence étudiée, d'une part, par le nombre beaucoup plus important de coquilles récoltées qu'il comporte et, d'autre part, car il est caractéristique d'un plus haut degré d'anthropisation (*Cerņuella virgata* et *Candidula gigaxii*).

Comme sur le site de Mas de Vignoles IV, une bonne partie de la stratigraphie ne semble conservée que dans les structures en creux et non dans les séquences sédimentaires. Ainsi, la probable existence de troncatures dans les stratigraphies pourrait expliquer l'absence de milieux forestiers dans tous ces échantillons étudiés. Effectivement, les milieux ouverts, que montrent les escargots sur ce site, ne peuvent se maintenir sans, soit des conditions climatiques plus froides qu'actuellement, comme c'est le cas pour le début de la séquence, soit une pression anthropique importante comme c'est le cas pour le haut de la séquence et le niveau néolithique. Entre ces deux influences, anthropique et climatique, il semble manquer dans cette séquence au moins la mise en place de couverts plus arborés au début de l'Holocène et le développement de la chênaie caducifoliée. En résumé, les assemblages malacologiques de cette séquence semblent passer directement d'assemblages tardiglaciaires à des assemblages de l'Holocène récent.

Puisque les échantillons de cette séquence de la zone paléolithique comportaient une chronologie *a priori* identique à celle présentée sur le site voisin de Mas de Mayan, une

comparaison a été tentée entre les deux séries d'échantillons. Pour cela, les échantillons du Cadereau d'Alès ont été introduits en éléments supplémentaires dans l'Analyse Factorielle des Correspondances portant sur les échantillons de Mas de Mayan. Il a ainsi été constaté que les échantillons du Cadereau d'Alès sont en complète opposition avec tous les échantillons de Mas de Mayan et que les deux séquences ne sont absolument pas comparables en termes de composition malacologique. La raison de cette absolue opposition est la différence de degré d'humidité entre les deux séquences. Le site de Mas de Mayan s'inscrit effectivement dans un contexte très humide, voire palustre pour certaines phases, or le site du Cadereau d'Alès montre des assemblages de milieux extrêmement secs.

Enfin, lorsque l'on introduit les échantillons du site du Cadereau d'Alès dans l'Analyse Factorielle des Correspondances effectuée sur l'ensemble des échantillons de Mas de Vignoles IV, on constate qu'ils se replacent du côté des milieux de pelouses sèches les moins soumis aux influences anthropiques, ce qui est conforme à l'interprétation écologique de ces assemblages présentée plus haut.

La zone protohistorique et antique

En tout, 10177 coquilles ont été récoltées (annexe 18 et figure 38). Il est à noter la présence de quelques coquilles de *Trochoidea geyeri* dans certains échantillons de cet ensemble, ce qui, là encore, traduit des phénomènes de pollution, car, comme on l'a vu plus haut, cette espèce ne se maintient généralement à l'Holocène qu'en altitude.

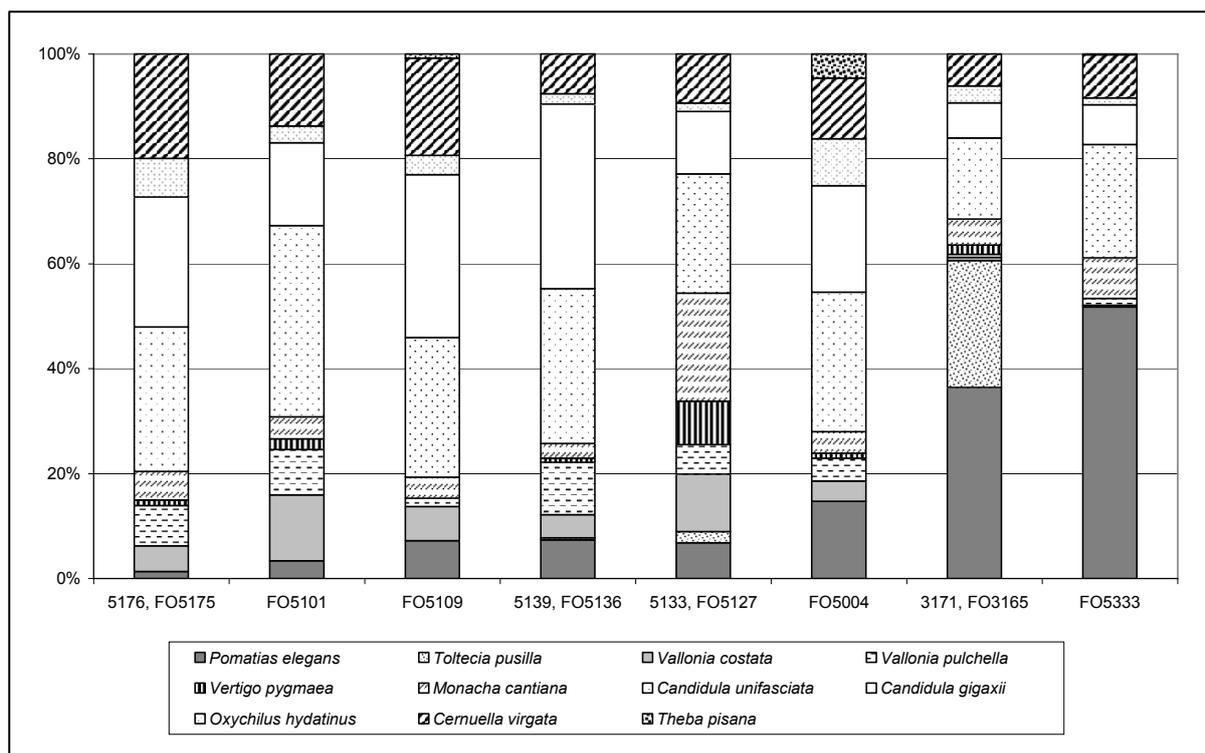


Figure 38 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale des échantillons protohistoriques et antiques du site du Cadereau d'Alès (Nîmes, Gard).

Un premier groupe comprend les trois échantillons protohistoriques (5176 FO5175 des VIème-IIème siècles av. J.-C., FO5101 du Vème siècle av. J.-C. et FO5109 des IIIème-IIème siècles av. J.-C.) associés au plus ancien des échantillons antiques (5139 FO5136 de l'époque républicaine). Il traduit des milieux relativement ouverts, de type pelouse (*Candidula unifasciata*, *Candidula gigaxii*, *Oxychilus hydatinus*) à strate arbustive un peu développée (*Monacha cantiana*, *Vallonia costata*), qui subissent un impact anthropique assez fort (*Cernuella virgata*). L'échantillon 5176 FO5175 est le plus typiquement anthropisé ; les trois autres le sont un peu moins. Quand on compare ces quatre échantillons à ceux de Mas de Vignoles IV (en les plaçant en éléments supplémentaires dans l'Analyse Factorielle des Correspondances de Mas de Vignoles IV), ils se replacent dans une position analogue à celle des échantillons protohistoriques de ce dernier site. Enfin, 5139 FO5136 (républicain) comporte quelques escargots qui indiquent un milieu qui commence juste à se fermer (*Carychium tridentatum*, *Acanthinula aculeata*, *Toltecia pusilla*, associés à une augmentation de *Pomatias elegans*) et qui est moins soumis à l'impact anthropique. Par ailleurs, il contient également quelques individus aquatiques caractéristiques des milieux temporaires.

L'échantillon 5133 FO5127 (période augustéenne) se distingue des échantillons précédents par l'augmentation importante d'une espèce de broussailles et de milieux herbeux

(*Monacha cantiana*) et des espèces sciaphiles (*Carychium tridentatum*, *Toltecia pusilla*, *Vitrea contracta*). Il traduit un milieu plus fermé, plus herbeux et plus humide (*Vertigo pygmaea*, *Carychium minimum*). De plus, et en cela il se distingue de tous les autres échantillons protohistoriques et antiques, c'est le seul à présenter un réel milieu aquatique. En effet, il comporte plus de 3500 individus aquatiques, répartis principalement entre deux espèces (*Galba truncatula* et *Anisus leucostoma*) qui caractérisent des milieux aquatiques temporaires ou intermittents au sens de Yacine-Kassab (1979) : l'inondation peut être interrompue par une ou plusieurs périodes d'assèchement. En effet, ces espèces ont la capacité de supporter un assèchement de 7 mois, même s'il leur faut au moins 2 mois et demi d'inondation par an. Cela laisse supposer que cette structure a subi des phases occasionnelles de mises en eau.

L'échantillon FO5004 (Haut Empire) présente une composition spécifique très proche de l'échantillon précédent même s'il traduit un milieu légèrement plus fermé (développement de *Pomatias elegans*). C'est surtout le seul échantillon qui montre l'apparition de *Theba pisana* et de *Cryptomphalus aspersus*, deux espèces anthropophiles, introduites dans le sud-est de la France à partir de l'Age du Fer et de l'époque romaine (Magnin, 1991).

L'échantillon 3171 FO3165 (Haut Empire également) montre l'établissement d'un milieu forestier relativement ouvert, grâce à la présence d'espèces de gastéropodes terrestres forestiers et sciaphiles (*Pomatias elegans*, *Cepaea nemoralis*, *Carychium tridentatum*, *Acanthinula aculeata*, *Toltecia pusilla* et *Punctum pygmaeum*). L'éventualité de la mise en place de haies aux bords des fossés antiques, suggérée par les archéologues et avérée pour certains grands fossés modernes d'un site nîmois (Breuil et Chevillot, 2000), semble à écarter, au moins pour cet échantillon. Effectivement, cet assemblage malacologique correspond à l'établissement d'une vraie forêt ne laissant peu de place pour l'hypothèse de l'établissement de haies bordières. L'hypothèse que cet assemblage traduise la culture d'arbres fruitiers, qui est, par exemple, attestée par l'analyse anthracologique sur un site antique sur la rive gauche du Vistre, au Moulin Villard, (Chabal, 1997), ne peut pas être retenue ici, pour les mêmes raisons.

Les différences de composition entre les deux échantillons Haut Empire pourraient être dues à un léger décalage chronologique plus qu'à l'établissement d'un paysage forestier en mosaïque étant donné la proximité des échantillons effectués dans la partie antique du site.

Enfin, dans la composition de l'assemblage de l'échantillon FO5333 (période moderne), on constate une proportion très importante de *Pomatias elegans* et dans une moindre mesure de *Cepaea nemoralis*, deux espèces associées fréquemment au

développement des milieux forestiers. Cependant, les espèces de litière qui sont habituellement associées au cortège forestier ne sont pas représentées dans cet échantillon, contrairement à l'échantillon précédent (3171 FO3165). Cette absence d'espèces de litière associée au développement des espèces de milieux ouverts et secs peut suggérer la mise en place d'un milieu de garrigues hautes.

Quand on introduit les échantillons protohistoriques et antiques du Cadereau d'Alès dans l'Analyse Factorielle globale des échantillons tout proches de Mas de Vignoles IV, on constate que 3171 FO3175 (Haut Empire) est le plus typiquement forestier de tous les échantillons considérés. Il se replace à côté de l'échantillon pratiqué dans la phase de comblement la plus ancienne du chemin gallo-romain de Mas de Vignoles IV. FO 5333 (moderne) est un peu plus à l'écart mais encore relativement proche de cet échantillon du chemin antique. FO 5004 (Haut Empire) et 5133 FO 5127 (période augustéenne), qui sont un peu moins fermés, se positionnent parmi les échantillons antiques les moins fermés de Mas de Vignoles IV, c'est-à-dire les phases de comblement médianes et supérieures du chemin antique.

La comparaison entre les deux séries de prélèvements des sites du Cadereau d'Alès et de Mas de Vignoles IV permet également de proposer un gradient d'anthropisation des échantillons du Cadereau d'Alès en fonction de leur place dans l'Analyse Factorielle des Correspondances de Mas de Vignoles IV. Cette dernière, effectivement, présentait sur le premier plan factoriel, et notamment sur l'axe 1, un fort gradient d'anthropisation des formations végétales. Ainsi, on obtient, de l'échantillon le moins anthropisé à l'échantillon le plus anthropisé, la succession suivante : 3171 FO3165 (Haut Empire), FO5333 (moderne), FO5004 (Haut Empire) / 5133 FO5127 (augustéen), 5139 FO5136 (républicain), FO5101 (second âge du Fer) / FO5109 (second âge du Fer), 5176 FO5175 (premier-second âge du Fer), ce qui suit globalement l'ordre chronologique décroissant, mis à part l'échantillon moderne.

1.4.4 Conclusion

L'étude malacologique du site du Cadereau d'Alès confirme que des milieux plus fermés se développent très tardivement dans cette partie de la plaine du Vistre, c'est-à-dire à partir de l'Antiquité (Haut Empire). Ceci implique une utilisation du paysage radicalement différente à cette époque, par rapport aux périodes précédentes à fort degré d'anthropisation, comme cela a été vu sur le site voisin de Mas de Vignoles IV.

Le site du Cadereau d'Alès montre, comme les autres séquences étudiées dans les anciennes zones hautes du bassin de la Vistrenque, une mauvaise conservation des séquences holocènes. Des troncatures importantes, avec pour les gastéropodes terrestres, l'absence d'assemblages fermés, et des phénomènes de pollution semblent devoir perturber la lecture des changements environnementaux. Sur un site jouxtant le site du Cadereau d'Alès (Mas de Vignoles V), les troncatures dans la stratigraphie avaient déjà été constatées par les géomorphologues (Jorda et Chevillot in Llopis et Lelouvier, 2001). L'hypothèse envisagée alors pour expliquer l'absence d'une grande partie de l'Holocène dans les séquences sédimentaires était l'éventualité de l'exécution d'un projet de décapage des sols par un viticulteur du début du XXème siècle, afin d'atteindre les niveaux plus humides pour préserver les vignes de la contamination due au phylloxéra (informations fournies par L. Vidal). Cette hypothèse reste valable pour le site du Cadereau d'Alès même si elle n'est à l'heure actuelle pas avérée.

1.5 Le site de Fossé de Haute Magaille

1.5.1 Les structures archéologiques

Le site de Fossé de Haute Magaille a été étudié dans le cadre d'une fouille de sauvetage par Pierre Séjalon (INRAP). Il comporte différents systèmes de fossés, certainement parcellaires. Un premier petit ensemble correspond à une occupation du Néolithique indéterminé. Un deuxième consiste en quelques petits fossés républicains (IIème-Ier siècles av. J.-C.). Enfin, et c'est l'intérêt principal de ce site, un système de grands fossés antiques a été mis au jour. Ces derniers semblent avoir été réutilisés par recreusement successifs pendant l'Antiquité classique puis le Bas Empire et jusqu'au Haut Moyen Age.

1.5.2 Description des échantillons prélevés

La séquence sédimentaire incluant les structures archéologiques n'a pas été étudiée pour ce site. En effet, elle paraissait extrêmement illisible à cause de nombreuses troncatures. Globalement, il s'agit d'une séquence du même type que celles analysées sur les sites de Mas de Vignoles VI et du Cadereau d'Alès, localisés plus à l'ouest de la zone d'étude, caractérisant les points hauts de la paléo-topographie. Elle est par ailleurs très différente de celle présente sur le site voisin de Bassin Magaille Est qui, quant à elle, caractérise les zones fortement soumises aux débordements de cadereaux (cf. infra).

Il a donc été privilégié l'analyse des structures archéologiques, d'autant plus que le site de Fossé de Haute Magaille est le seul parmi tous les sites considérés en Vistrenque à présenter des vestiges postérieurs à l'Antiquité classique (Bas Empire et Haut Moyen Age).

Ainsi, un échantillon a été prélevé dans un fossé républicain des IIIème-IIème siècles av. J.-C. (FO1003). Dans le système fossoyé antique, six échantillons de l'Antiquité classique ont été pris en compte. Ils représentent différentes phases de recreusement d'un premier fossé (également prélevé) (figure 39) : 1061 et 1062 du premier fossé FO1052 ; 1064 du deuxième fossé FO1063 (premier recreusement de FO1052) ; 1066, 1069 et 1070 du troisième fossé FO1051 (second recreusement du fossé FO1052). Dans ce même système de fossé, deux échantillons ont également été prélevés dans un petit fossé parallèle daté du Bas Empire (375 ap. J.-C. et plus récent) : 1072 et 1073 du fossé FO1044. Et enfin, un échantillon du Haut Moyen Age provenant d'un deuxième petit fossé parallèle au gros fossé antique a été analysé : 1074 du fossé FO1046.

Ce système de fossés est conservé sur une profondeur de 0,80 m pour une largeur totale d'environ 6 m. Il a une forme légèrement circulaire et à été fouillé sur une longueur d'environ 50 m (dans les limites de l'emprise du chantier archéologique).

Les sédiments composant ces échantillons sont tous des limons argileux gris plus ou moins sombres à structure compacte.

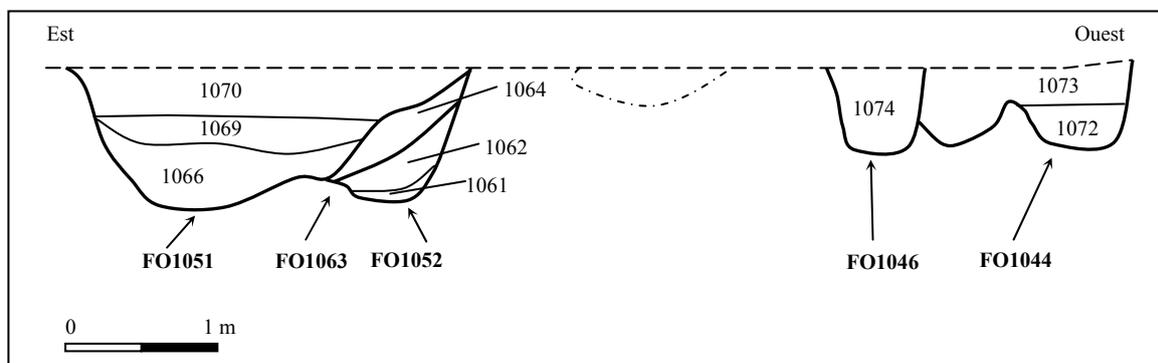


Figure 39 : Coupe schématique du système fossoyé antique du site de Fossé de Haute Magaille (Nîmes, Gard), d'après Chevillot in Séjalon (2004, à paraître).

1.5.3 Résultats malacologiques

En tout, pour les 10 échantillons analysés, 6565 coquilles ont été récoltées. Elles se répartissent entre 31 espèces terrestres (3733 individus) et 9 taxons aquatiques (3162 individus).

L'évolution paléoenvironnementale des échantillons du site de Fossé de Haute Magaille sera examinée grâce à l'ensemble du tableau de données (annexe 19) et à la représentation graphique des espèces les plus représentatives des assemblages malacologiques (figure 40).

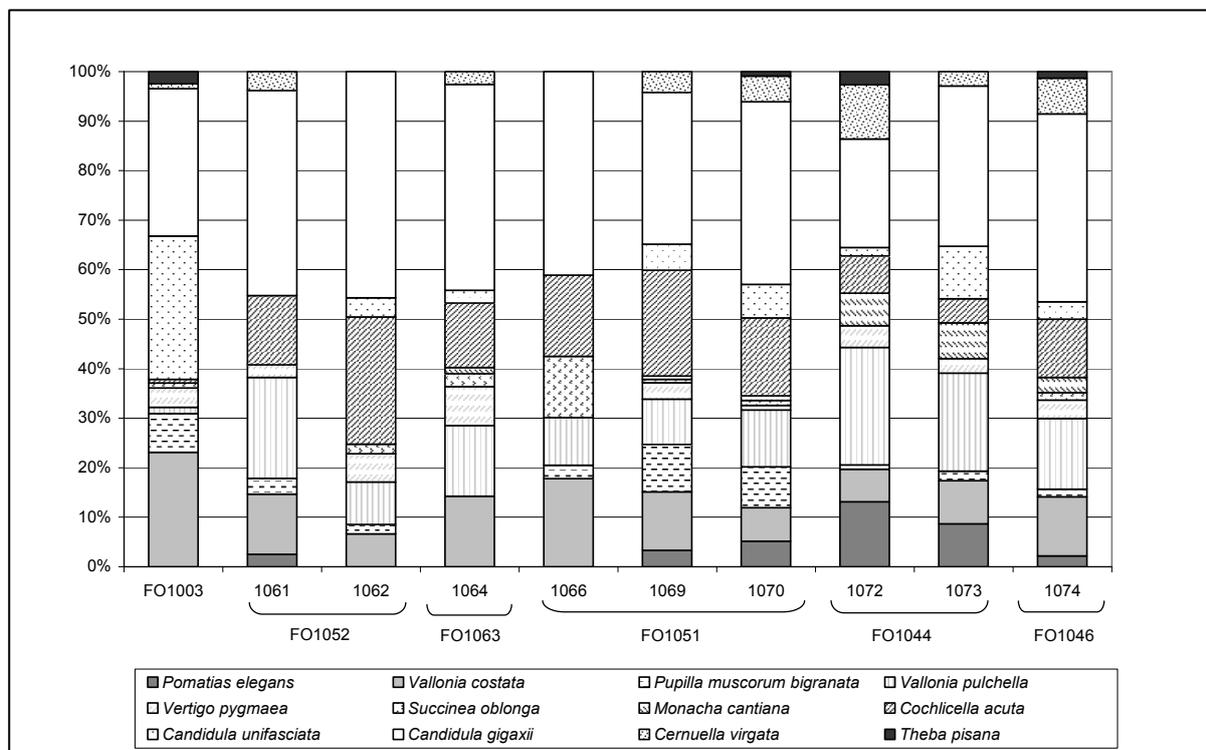


Figure 40 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale du site de Fossé de Haute Magaille (Nîmes, Gard).

La composition malacologique de l'échantillon FO1003, républicain, est globalement dominée par des espèces de pelouses sèches (*Candidula unifasciata* et *Candidula gigaxii*). Cet échantillon traduit donc des milieux très ouverts et secs qui montrent un haut degré d'anthropisation.

Les assemblages malacologiques des comblements des deux fossés antiques les plus anciens (1061 et 1062 de FO1052 et 1064 de FO1063) traduisent la présence d'un paysage en mosaïque très ouvert avec, parallèlement au maintien d'un milieu de pelouses sèches, le développement de formations prairiales assez humides (*Vallonia pulchella*, *Vertigo pygmaea*, *Cochlicella acuta*). Le niveau le plus ancien (1061), correspondant à la phase inférieure du fossé FO1052, montre une prairie plus humide (part importante de *Vallonia pulchella*) et plus dense (*Vallonia costata* et présence plus discrète de *Pomatias elegans*).

La phase inférieure de comblement du fossé FO1051 (deuxième recreusement du premier fossé antique) montre le même type de milieu que pour les échantillons précédents, c'est-à-dire un paysage en mosaïque comprenant des pelouses sèches et des prairies plus humides. Le caractère humide de cet échantillon est particulièrement développé comme l'indique la part importante de *Succinea oblonga* et la présence abondante d'individus aquatiques (*Anisus leucostoma* et *Galba truncatula*) de milieu temporaire ou intermittent (comprenant une ou plusieurs périodes d'exondation dans l'année ; Yacine-Kassab, 1979), ce qui suggère que le fossé subit des mises en eau occasionnelles. Après cette phase, les niveaux postérieurs (1069 et 1070) montrent une nette diminution de l'anthropisation sur le site. En effet, les assemblages malacologiques traduisent le développement d'espèces à affinité forestière et de litière (*Pomatias elegans*, *Vallonia costata*, *Oxychilus draparnaudi* et *Vitrea contracta*), dans un contexte encore dominé par les formations prairiales. Ces dernières se développent également (avec notamment l'augmentation de la part de *Pupilla muscorum bigranata*) au détriment des espèces de pelouses sèches.

Pour ce qui est des échantillons du Bas Empire (1072 et 1073 du fossé FO1044), on constate, d'une part, la disparition des espèces de litière tandis que se développe encore *Pomatias elegans*, parallèlement à l'augmentation de *Monacha cantiana*, une espèce de broussailles, et, d'autre part, le développement des espèces typiquement anthropophiles (*Cerņuella virgata* et dans une moindre mesure *Cryptomphalus aspersus* et *Theba pisana*), dans un contexte de prairies plus humides qu'à la phase précédente (abondance de *Vallonia pulchella*). Cet assemblage indique une nouvelle emprise de l'homme sur le milieu avec le développement de friches hautes aux abords de la prairie humide. Il est à noter un bon développement des espèces aquatiques de milieu temporaire ou intermittent dans le fond du fossé (échantillon 1072) avec notamment *Anisus leucostoma* et *Galba truncatula*. C'est l'échantillon qui contient le plus d'individus aquatiques (1694 coquilles), ce qui peut laisser supposer une utilisation de ce fossé en tant qu'élément drainant ou irriguant.

Enfin, le dernier échantillon (1074 du fossé FO1046), du Haut Moyen Age, suggère une intensification de l'impact anthropique sur le milieu, par rapport aux échantillons du Bas Empire, avec le développement de *Cerņuella virgata* et des espèces de pelouses sèches (*Candidula gigaxii*, *Truncatellina cylindrica*), au détriment des espèces traduisant une structure plus haute de la végétation (*Pomatias elegans*, *Monacha cantiana*). Il est à noter que la prairie continue cependant de se maintenir (*Cochlicella acuta* et *Vallonia pulchella* encore bien représentées).

1.5.4 Conclusion

L'ensemble fossoyé du site de Fossé de Haute Magaille s'intègre dans des paysages globalement très ouverts, contrairement à ce que l'on a pu observer pour des structures identiques et pour les mêmes périodes antiques sur les sites de Mas de Vignoles IV et du Cadereau d'Alès. Ainsi, ce site permet de proposer l'image d'un véritable paysage en mosaïque au niveau de l'ensemble de la zone d'étude pour l'Antiquité, avec d'un côté une déprise agricole forte qui induit l'établissement de milieux forestiers, et de l'autre côté le maintien de milieux plus ouverts, plus fortement soumis à l'impact anthropique, qu'il soit agricole ou pastoral.

Quant à l'échantillon du Haut Moyen Age, bien qu'un peu isolé dans l'ensemble de tous les échantillons analysés pour les sites de la plaine du Vistre, il montre le maintien d'un impact anthropique fort, au moins localement.

1.6 Le site de Mas de Vignoles VI

1.6.1 Les structures archéologiques

Le site de Mas de Vignoles VI se localise en limite nord de la plaine d'inondation du Vistre. Il a également été fouillé par Pierre Séjalon (INRAP) dans le cadre d'une fouille de sauvetage.

Il comprend différentes occupations humaines dont un niveau mésolithique moyen sauveterrien (VIIIème millénaire av. J.-C. – 9000-8000 BP), une occupation de l'Epicardial ancien (fin du Néolithique ancien languedocien, fin du VIème millénaire av. J.-C. – 6000 BP) et des vestiges en creux protohistoriques (Bronze final, début du premier âge du Fer) en partie détruits par les labours modernes. Les niveaux de sols archéologiques correspondant aux vestiges protohistoriques n'existent donc plus dans la séquence sédimentaire. Les vestiges les plus anciens, sauveterriens et épicaux, apparaissent tout à fait exceptionnels, car les gisements de plein air sont rares et mal connus pour ces périodes, bien que des structures en creux épicales groupées en petits ensembles aient également été détectées sur un site voisin (La Roussillonne Sud).

1.6.2 Description des séquences prélevées

Etant donné l'intérêt archéologique du site de Mas de Vignoles VI et le piégeage dans les séquences sédimentaires de niveaux (mésolithique et épicaux) absents des autres sites étudiés dans la plaine de la Vistrenque, trois logs ont été échantillonnés sur différents points du site. Deux logs ont été étudiés totalement (log 1 et log 3) et un troisième (log 2) n'a pu être

analysé qu'à partir des niveaux postérieurs à l'implantation épicaudiale (figure 41). Le log 1 est situé à 70 m au nord du log 2 et à 120 m à l'est du log 3.

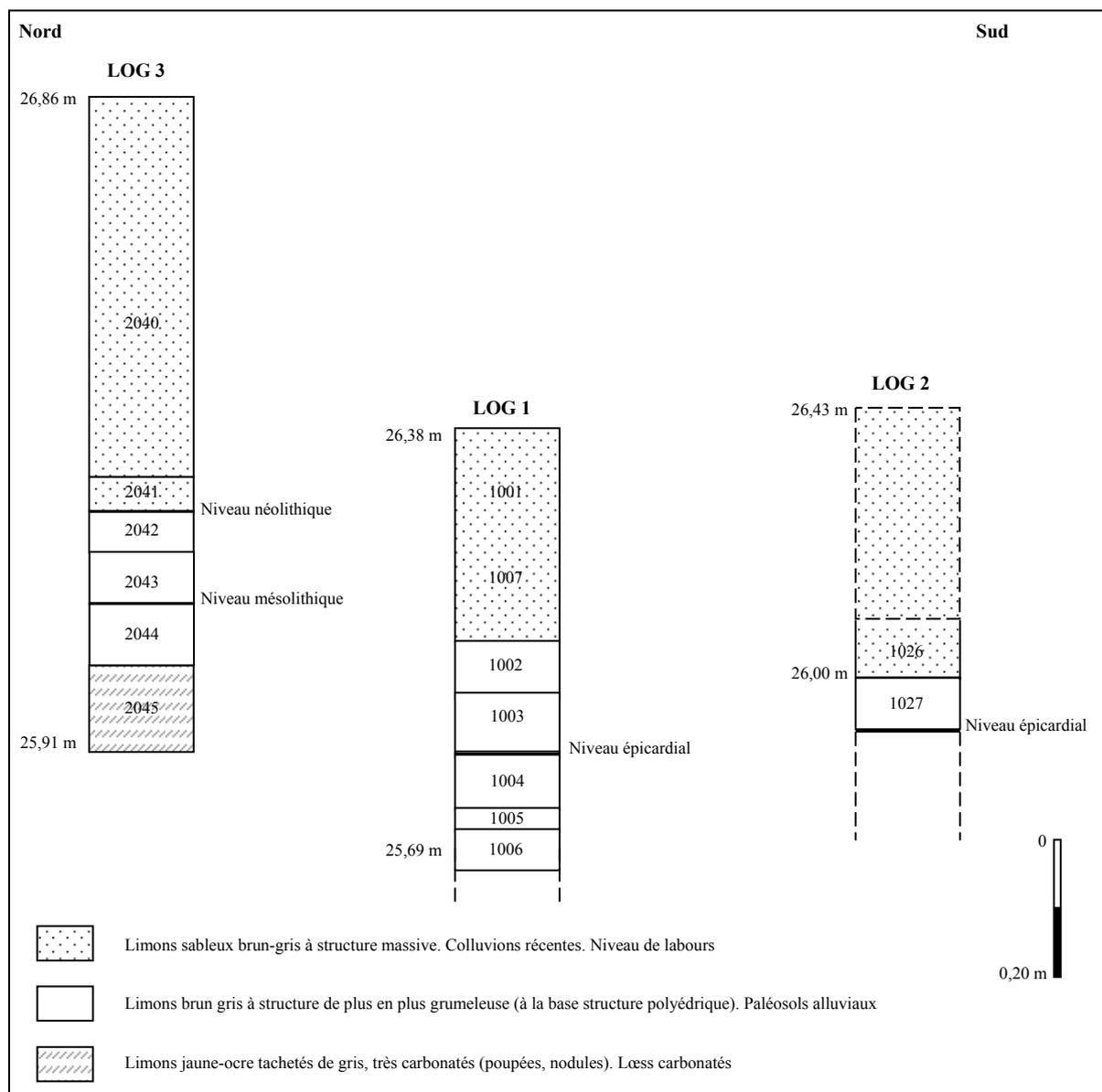


Figure 41 : Séquences sédimentaires du site de Mas de Vignoles VI (Nîmes, Gard), d'après Chevillot in Séjalon *et al.* (2004).

La base de ces séquences est constituée des lœss remaniés présents dans tout le remplissage de la Vistrenque ; ils correspondent aux niveaux **(I)** et **(II)** de la séquence sédimentaire globale. Ils n'ont été prélevés que sur le log 3, à cause des remontées de la nappe phréatique sur les autres sections. Au-dessus de ces lœss, se développe la séquence limoneuse "coquillière" **(IIIa)** correspondant à des paléosols alluviaux. C'est dans ces niveaux que s'inscrivent les différentes occupations archéologiques, mésolithique (dans le log 3),

épicardiale (dans les logs 1 et 2) et enfin néolithique indéterminé (dans le log 3). Au toit de ces limons, les archéologues ont mis au jour des vestiges protohistoriques dont les surfaces de fonctionnement sont absentes des séquences sédimentaires. Enfin, la partie sommitale des séquences correspond à des niveaux de colluvions récentes post-antiques (niveau **(IV)** de la séquence sédimentaire globale) couronnés par le sol actuel (niveau **(V)** de la séquence sédimentaire globale).

Les variations d'altitude entre les trois logs montrent une ancienne topographie dans la zone étudiée, avec des zones déprimées (log 1 et log 2) et de petites éminences (log 3) soumises à des conditions de station particulières (condition de drainage, action de la nappe phréatique) (Chevillot in Séjalon *et al.*, 2004).

Les correspondances chronologiques entre les trois logs sont résumées dans le tableau ci-dessous (tableau 3).

	Tardiglaciaire		Mésolithique		Epicardial	Néo. ind.	Labours	
Log 1		1006	1005	1004	1003	1002	1007	1001
Log 2					1027	1026		
Log 3	2045	2044	2043	2042		2041	2040	

Tableau 3 : Correspondances chronologiques entre les trois séquences du site de Mas de Vignoles VI (Nîmes, Gard).

1.6.3 Résultats malacologiques

L'analyse malacologique du site de Mas de Vignoles VI porte donc en tout sur 14 échantillons. Les coquilles identifiées sont au nombre de 47855, réparties en 42 espèces terrestres (43054 individus) et 11 taxons aquatiques (4801 individus).

Afin d'étudier l'évolution environnementale du site de Mas de Vignoles VI, nous examinerons d'abord les trois séquences individuellement grâce à l'ensemble du tableau de données (annexe 20) et les proportions des espèces caractéristiques de cette évolution (figure 42), puis nous tenterons une synthèse pour l'ensemble du site de Mas de Vignoles VI.

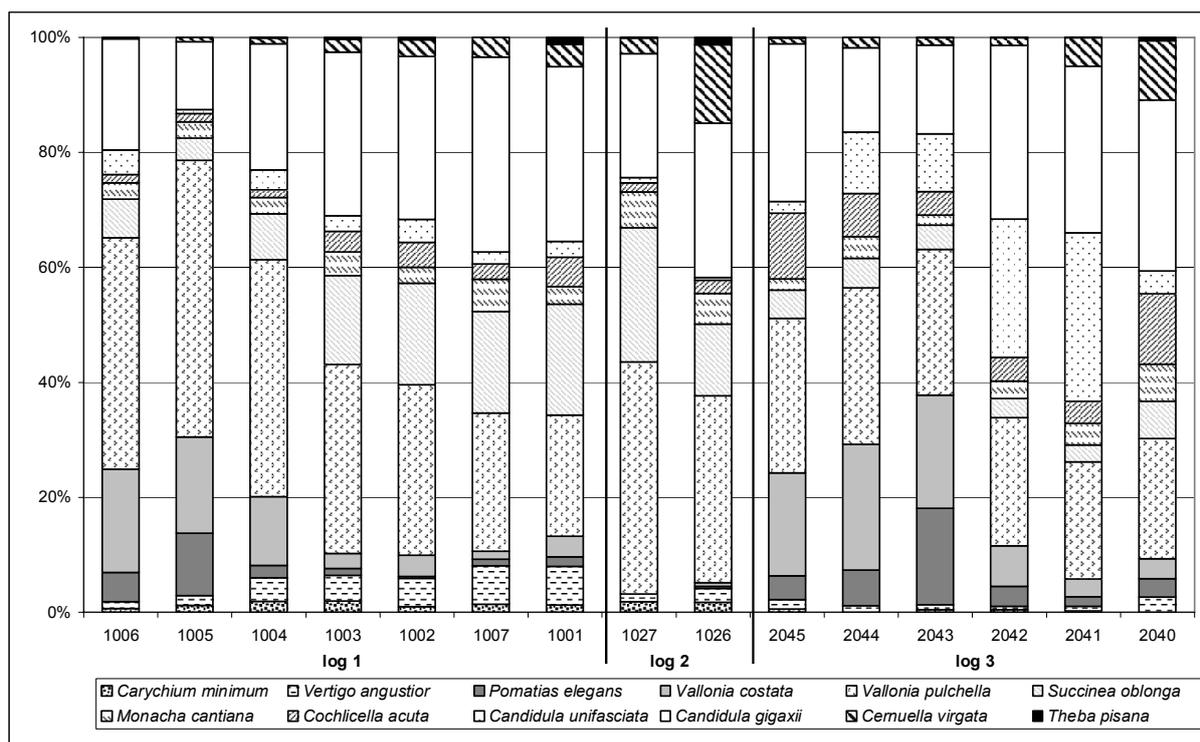


Figure 42 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale du site de Mas de Vignoles VI (Nîmes, Gard).

La base du **log 1** (niveau 1006) traduit la toute fin du réchauffement postglaciaire par la présence discrète de *Trochoidea geyeri* et par l'abondance des espèces plus thermophiles (*Pomatias elegans* et *Candidula gigaxii* notamment). La présence d'espèces à affinité forestière dans les niveaux 1006 et 1005 (*Pomatias elegans*, *Vallonia costata* et *Cepaea nemoralis*) et d'espèces de prairie humide (*Vallonia pulchella* surtout, *Succinea oblonga*, *Pupilla muscorum bigranata* et *Vertigo pygmaea*) suggère la mise en place d'une ripisylve ouverte. La bonne proportion des espèces de pelouse (*Candidula gigaxii* surtout et *Candidula unifasciata*) indique que la reconquête forestière du début de l'Holocène n'est pas encore achevée. En effet, ces niveaux pourraient correspondre à la mise en place de la chênaie caducifoliée, identifiée par les données anthracologiques régionales, à partir du Boréal (Vernet, 1997). Sur le site de Mas de Vignoles VI, la présence d'une ripisylve serait alors l'expression locale, dans un contexte plus humide, de l'expansion des essences végétales forestières mésophiles au début de l'Holocène.

La présence de mollusques aquatiques de milieux temporaires ou intermittents (*Galba truncatula* et *Anisus leucostoma*), dont l'abondance est importante dans ce log 1 (par rapport au log 3), suggèrent des alternances du degré d'humidité, affectant la ripisylve. Ils indiquent la

présence locale d'un milieu aquatique d'eau stagnante ou légèrement courante (*Radix ovata*) seulement une partie de l'année puisque ces espèces supportent des périodes d'exondation (Yacine-Kassab, 1979). On peut noter également la présence de *Hauffenia* sp., genre aquatique de sources, de conduits karstiques ou de milieux intersticiels (Magnin, 1991), dans ces échantillons, ainsi que dans ceux de la base du log 3. Celle-ci pourrait traduire des phénomènes de battements de nappe, comme nous l'avons vu précédemment.

La ripisylve ouverte semble peu souffrir de l'établissement des hommes du Mésolithique qui intervient entre les niveaux 1006 et 1005. En effet, ces deux niveaux sont très semblables et il apparaît même que la ripisylve se densifie pendant l'occupation humaine (augmentation de la part de *Pomatias elegans*).

En revanche, juste avant l'occupation épicaudiale (niveau 1004), la ripisylve ouverte est déjà sérieusement dégradée : la diminution des espèces à affinité forestière profite surtout aux espèces de pelouse sèche. Cette dégradation des formations forestières indique l'existence d'un impact anthropique précoce vraisemblablement à mettre en liaison avec les hommes de l'Épicaudial.

A partir de l'occupation épicaudiale (niveau 1003 et suivants), la couverture forestière a totalement disparu. Le milieu est alors dominé par la prairie très humide (*Vallonia pulchella*, *Succinea oblonga*, mais aussi *Carychium minimum* et *Vertigo angustior*, deux espèces palustres) aux abords d'une pelouse sèche (*Candidula gigaxii*) traduisant l'existence d'un impact anthropique conséquent. Le paysage est alors nettement en mosaïque. Dans la suite de la séquence, ce milieu se maintient sans grande variation. Cependant, l'anthropisation s'intensifie au fur et à mesure que l'on se rapproche de la surface actuelle (augmentation progressive de la part de *Cernuella virgata*, apparition d'une espèce méditerranéenne, *Trochoidea elegans*, à partir du niveau 1003, et apparition de *Theba pisana* dans le niveau supérieur 1001).

Les deux échantillons du **log 2** indiquent des milieux plus fortement soumis à l'impact anthropique que le log 1, qui est localisé plus en marge des occupations archéologiques. En effet, le niveau 1027, incluant le site épicaudial, traduit des milieux exclusivement ouverts montrant une mosaïque de prairies humides et de pelouses sèches. Il est à corréliser, du point de vue stratigraphique, avec le niveau 1003 du log 1 qui contenait encore faiblement mais indiscutablement des espèces à affinité forestière, ce qui n'est plus le cas du niveau 1027. Quant au niveau 1026, il s'intègre stratigraphiquement au-dessus de vestiges du Néolithique indéterminé et il montre un très fort impact anthropique caractérisé par l'abondance de

Cernuella virgata. Il correspond au niveau 1002 du log 1 et enregistre également une anthropisation localement plus forte qu'aux marges du site archéologique.

Ces deux échantillons, dans la zone la plus basse du site de Mas de Vignoles VI, comportent un nombre important d'espèces aquatiques de milieu temporaire d'eau stagnante (*Anisus leucostoma*, *Stagnicola palustris*, *Galba truncatula*) au sens de Yacine-Kassab (1979) (inondation continue pendant 8 à 9 mois mais également phases d'exondation dans le courant de l'année). La présence de ce milieu aquatique temporaire d'eau stagnante traduit ici un phénomène stationnel lié à une ancienne topographie du site ayant pour conséquence un moins bon drainage des zones basses. Il est aussi intéressant de noter que ces trois espèces sont aujourd'hui caractéristiques de milieux aquatiques se développant dans les prairies à renoncules (Yacine-Kassab, 1979).

Quant au **log 3**, il montre globalement des milieux plus secs que le log 1, ce qui peut s'expliquer par la position plus basse de ce dernier. Le log 1 correspond, en effet, à une zone déprimée plus soumise aux phases d'inondation du Vistre ou d'un de ses cadereaux latéraux. Dans le détail, les niveaux 2045 (tardiglaciaire), 2044 (antérieur au Mésolithique) et 2043 (incluant l'occupation mésolithique), correspondent à l'établissement d'une ripisylve ouverte. *Trochoidea geyeri* est présente jusqu'au niveau 2044 et, comme pour le log 1, l'occupation mésolithique ne semble pas freiner le développement de la ripisylve. Il est à noter cependant que la part des espèces de prairie humide, et notamment celle de *Vallonia pulchella* est légèrement moins forte que pour le log 1. Cette diminution se fait au profit de *Cochlicella acuta*, qui traduit la présence de prairies moins humides.

A partir du niveau 2042, le milieu est très ouvert, les espèces forestières ayant effectivement extrêmement diminué au profit des espèces de pelouses sèches (*Candidula unifasciata* et *Candidula gigaxii*). Le paysage est en mosaïque, comme pour le log 1, mais il est localement dominé par la pelouse, contrairement au log 1 où il était dominé par les formations prairiales humides. Ce log 3 traduit donc une anthropisation locale plus forte, qui augmente également au plus on se rapproche de la surface actuelle (augmentation de l'abondance de *Cernuella virgata*).

Si l'on considère maintenant l'ensemble de ces trois logs en replaçant les échantillons dans l'ordre chronologique, on peut distinguer quatre phases dans l'évolution environnementale du site. Tout d'abord, une première phase, correspondant aux niveaux antérieurs et juste postérieurs à l'occupation sauveterrienne (2045, 2044, 1006, 2043 et 1005),

montre l'établissement de milieux forestiers de type ripisylve ouverte dans le contexte de développement global des couvertures arborées du début de l'Holocène. Cependant, dès la deuxième phase, correspondant aux niveaux juste antérieurs à l'occupation épicaldiale (2042 et 1004), les formations forestières régressent au profit de milieux nettement plus ouverts, plus ou moins humides en fonction de variations stationnelles. Cette phase enregistre donc, précocement, les premiers impacts de l'homme sur le milieu. A partir de la troisième phase, correspondant à l'établissement épicaldial (1027, 1003), les formations forestières ont définitivement disparu pour laisser la place à un paysage en mosaïque incluant des milieux prairiaux plus ou moins humides et des pelouses sèches. Enfin la quatrième phase, correspondant aux niveaux post-néolithiques et aux colluvions historiques (2041, 1026, 1002, 1007, 1001 et 2040), traduit des milieux soumis à un fort impact anthropique qui s'intensifie progressivement au détriment des formations prairiales et au profit des milieux plus secs à structure très basse, de type pelouses sèches.

1.6.4 Conclusion

Le site de Mas de Vignoles VI est le seul point de la zone étudiée qui comporte des niveaux de l'Holocène ancien traduisant la mise en place de couverts arborés ; il est donc en cela tout à fait exceptionnel. Cependant, on peut se poser la question de l'absence de ces niveaux dans les autres séquences sédimentaires étudiées dans cette zone de la Vistrenque. Ces niveaux pourraient être uniquement conservés sur le site de Mas de Vignoles VI, d'une part, car les anciennes zones déprimées semblent mieux enregistrer les variations sédimentaires grâce à une plus grande dilatation des stratigraphies et, d'autre part, car il est possible que les établissements humains aient permis cette meilleure conservation de la séquence en scellant les niveaux les plus anciens.

L'étude malacologique du site de Mas de Vignoles VI confirme également la précocité de l'influence de l'homme sur le paysage, localement, dès l'Epicardial. Ici, la séquence sédimentaire tronquée dans sa partie sommitale ne montre pas de déprise humaine jusqu'aux niveaux actuels. Les troncatures, au moins pour les périodes protohistoriques et probablement également pour l'Antiquité et une partie de l'époque historique, n'ont ainsi pas permis d'observer d'éventuelles diminutions de l'impact anthropique, contrairement à ce qui a été constaté sur les sites voisins de Mas de Vignoles IV et du Cadereau d'Alès.

1.7 Le site de Bassin Magaille Est

1.7.1 Les structures archéologiques

Le site de Bassin Magaille Est compte trois occupations protohistoriques et antiques associées à plusieurs réseaux de fossés qui "forment vraisemblablement une succession d'enclos mitoyens" (Pomarèdes et Rascalou, 2002). Une première occupation du second âge du Fer (Vème siècle av. J.-C.) comporte notamment un enclos funéraire. Sur sa partie nord, le site comprend également un grand habitat de l'époque républicaine (140-50 av. J.-C.), probablement à vocation agricole. Enfin, sur la partie sud du site, une exploitation antique matérialisée par un bâtiment en pierre, abandonné au IIIème siècle ap. J.-C., succède à l'établissement républicain.

1.7.2 Description de la séquence et des échantillons archéologiques prélevés

Quinze prélèvements ont été effectués dans une séquence sédimentaire (figure 43) localisée le plus possible en dehors du site archéologique et notamment de l'occupation républicaine. A la base de cette séquence se trouvent les niveaux correspondant à la partie sommitale tardiglaciaire du complexe lœssöide **(II)**. Au-dessus de ces niveaux, se développent les "limons coquilliers" **(IIIa)** correspondant à l'atterrissement sédimentaire néolithique. Ils ont été finement prélevés en fonction des variations sédimentologiques et des assemblages malacologiques visibles sur le terrain. En effet, cet ensemble, de premier abord relativement homogène, semblait absolument exceptionnel par l'abondance de coquilles qu'il comporte et laissait supposer le maintien de milieux très semblables sur le site pendant une période très longue couvrant au moins le Néolithique. La couche sédimentaire qui sert d'encaissant aux structures républicaines a également été prélevée. Elle se met en place au toit des limons coquilliers. Enfin, la séquence sédimentaire du site de Bassin Magaille se termine par un niveau post-antique **(IV)**.

En plus de la séquence, deux échantillons de sédiment ont été prélevés dans le site archéologique. L'échantillon FO2099 concerne le comblement d'un fossé appartenant à l'occupation républicaine. L'échantillon FO1056 a été prélevé dans le comblement du fossé antique du bâtiment daté du IIIème siècle ap. J.-C. (250-300 ap. J.-C.). Ils ont été étudiés pour avoir une idée de l'impact anthropique lors de l'occupation du site à ces époques.

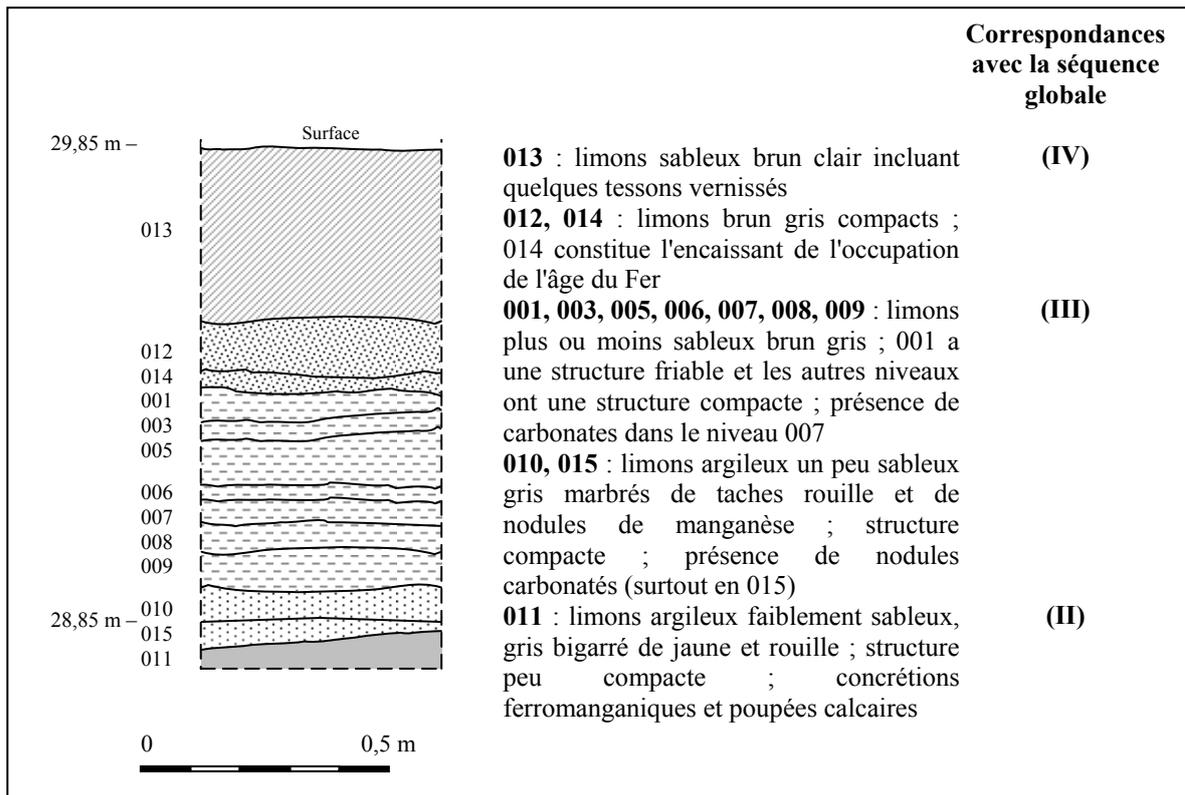


Figure 43 : Séquence sédimentaire du site de Bassin Magaille Est (Nîmes, Gard), d'après Chevillot in Breuil (2004b, à paraître).

1.7.3 Résultats malacologiques

En tout, 17 échantillons ont été analysés, ils ont livré 54232 coquilles, réparties en 44 espèces terrestres et 14 espèces aquatiques (annexe 21).

Globalement, les assemblages malacologiques sont dominés par deux espèces de prairie humide (*Succinea oblonga*, *Vallonia pulchella*) et une espèce de pelouse sèche (*Candidula gigaxii*). La séquence analysée s'inscrit donc dans un paysage très ouvert, de type prairial (prairies plus ou moins hautes et plus ou moins humides), qui se maintient de la base au sommet. On peut imaginer un environnement de prairies soumises à des fluctuations latérales du taux d'humidité qui permettent le développement à la fois d'espèces préférant les habitats secs (*Candidula gigaxii*, *Candidula unifasciata*) et d'espèces plus hygrophiles (*Succinea oblonga*, *Vallonia pulchella*) ou mêmes palustres (*Carychium minimum*, *Zonitoides nitidus*), dans le cadre d'un paysage en mosaïque. Les variations de ce taux d'humidité pourraient, par ailleurs, être liées à des débordements plus ou moins réguliers du Vistre ou, plus vraisemblablement, vu la position géographique du site, d'un cadereau latéral.

Le maintien d'une structure extrêmement basse de la végétation tout au long de la séquence est tout à fait étonnant. Dans de tels contextes, le paysage devrait naturellement se

fermer et la malacologie montrerait alors l'établissement d'espèces à affinité forestière, ce qui n'est pas le cas pour toute la séquence considérée. L'ouverture permanente du paysage ne peut alors être interprétée qu'en considérant l'existence et le maintien d'une anthropisation constante du site, avec un mode de gestion qui aurait été quasiment le même. Etant données la très faible proportion d'espèces plus typiquement rudérales (notamment *Cerņuella virgata*) et l'abondance des espèces traduisant les formations prairiales, une utilisation du milieu à des fins pastorales est tout à fait envisageable. Malheureusement, sans datation précise possible (absence de charbons de bois dans le sédiment), le maintien de milieux vraisemblablement pâturés ne peut être corrélé de manière sûre aux différentes occupations chasséennes ou du néolithique final, au sens large, qui se trouvent aux alentours (Mas de Vignoles IV et Cadereau d'Alès). Cependant, cette "séquence coquillière" semble traduire l'établissement et la permanence d'un véritable système agro-pastoral dans la plaine du Vistre pour ces périodes anciennes, avec l'utilisation pastorale des zones plus humides soumises aux influences des cadereaux latéraux.

Enfin, cette séquence traduit encore une fois l'absence des niveaux correspondant à la mise en place du couvert arboré du début de l'Holocène, qui n'ont été piégés que sur le site de Mas de Vignoles VI.

Afin de mieux lire les variations de composition des assemblages malacologiques, *Succinea oblonga*, *Vallonia pulchella* et *Vertigo pygmaea* (des espèces ubiquistes humides très abondantes dans toute la séquence), ainsi que quelques espèces rares, ont été retirées de la représentation graphique de l'évolution environnementale du site de Bassin Magaille Est (figure 44). L'examen de ce graphique et du tableau de données malacologiques (annexe 21) nous permet de distinguer cinq phases dans l'évolution environnementale du site.

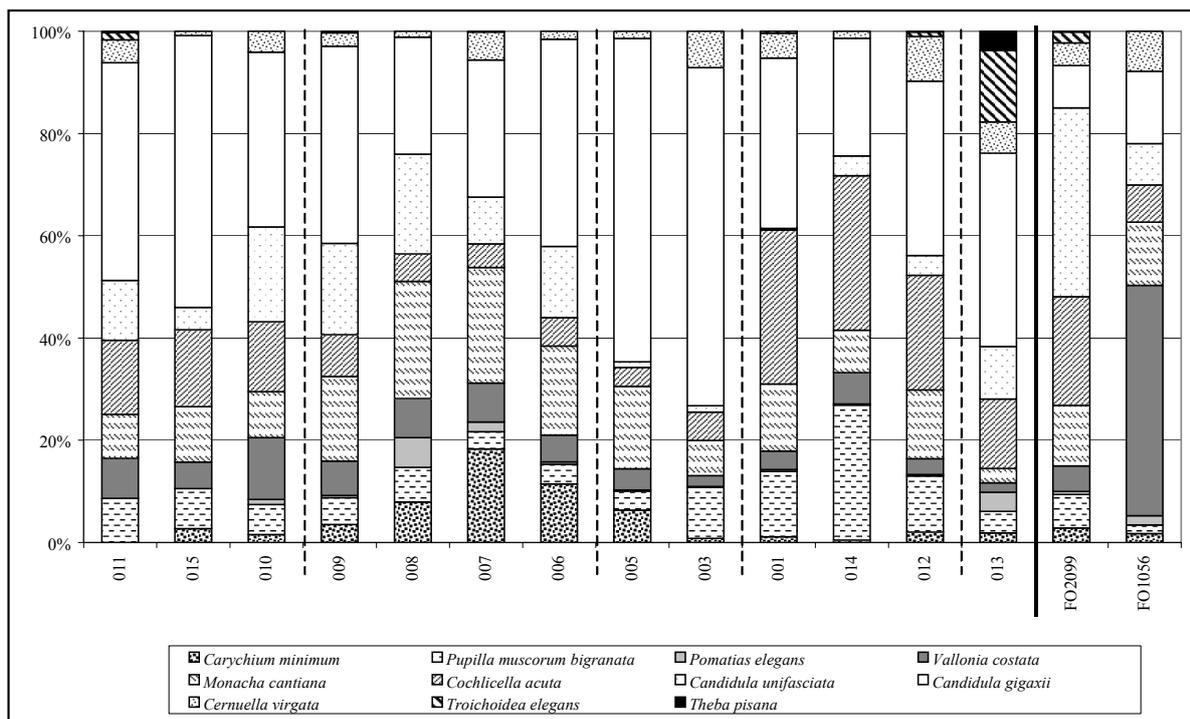


Figure 44 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale du site de Bassin Magaille Est (Nîmes, Gard), sans les trois espèces *Succinea oblonga*, *Vertigo pygmaea* et *Vallonia pulchella*.

1ère phase : niveaux 011, 015 et 010

Dans cette phase, la proportion de *Succinea oblonga* correspondait à environ 35 à 40 % de l'ensemble des espèces terrestres, et celle de *Vallonia pulchella* se situait entre 22 et 31 %. Ce qui signifie que ces deux espèces représentaient à elles seules 60 à 70 % des assemblages malacologiques. En comparaison, la proportion de *Candidula gigaxii* avoisine les 10 %. Les proportions de ces deux premières espèces sont relativement stables sur toute la séquence, et augmentent même pour la deuxième phase. Il convient donc de noter, dès l'examen de cette première phase, que les variations de la composition des espèces de mollusques ne portent que sur au mieux 40 % de l'assemblage et ne font donc que nuancer la structure et l'humidité des formations prairiales visibles tout au long de la séquence.

La première phase se caractérise par la présence très tenue de *Trochoidea geyeri*, indicatrice d'un climat plus froid que l'actuel. Sa très faible abondance, en association avec des espèces plus thermophiles, suggère la toute fin du Tardiglaciaire et la bonne avancée du réchauffement climatique postglaciaire.

Quelques individus d'espèces apparaissant plus tard dans la région (*Cernuella virgata* au Néolithique et *Trochoidea elegans* ; Magnin, 1991) sont ici intrusifs ; leur présence dans

cette phase semble liée à des phénomènes de bioturbation. Par ailleurs, les genres aquatiques présents sont majoritairement indicateurs de milieux interstitiels (*Bythiospeum* sp. et *Hauffenia* sp.). Leur présence pourrait suggérer des battements de la nappe phréatique post-dépositionnels.

Les espèces de pelouse sèche (*Candidula gigaxii*, *Candidula unifasciata*) sont bien représentées dans le contexte global de prairie humide. Elles peuvent traduire une structure du paysage en mosaïque avec d'un côté des formations prairiales humides et de l'autre des pelouses, en liaison avec des alternances latérales du taux d'humidité sur le site. Elles peuvent également montrer la présence de micro-habitats au sein d'un même milieu, comme c'est le cas actuellement pour les prés pâturés du Pays de Galles, où les variations des assemblages malacologiques dépendent de la micro-hétérogénéité du paysage liée à la présence de micro-habitats plus ou moins humides (Davies et Grimes, 1999).

Comme nous l'avons déjà indiqué plus haut, il semble manquer dans cette séquence les milieux forestiers du début de l'Holocène qui prendraient logiquement leur place entre cette première phase et la phase suivante. L'existence de troncatures dans la stratigraphie paraît à ce jour la seule explication satisfaisante pour expliquer cette absence.

2ème phase : niveaux 009, 008, 007 et 006

Cette phase correspond à la partie basse des "limons coquilliers" marqués par la disparition totale et définitive de *Trochoidea geyeri*. Elle se caractérise par l'augmentation importante du degré d'humidité de la prairie. La part de *Succinea oblonga* et de *Vallonia pulchella* atteint plus de 70 % des assemblages et même plus de 80 % pour les niveaux 007 et 008. Cette forte proportion est associée également à une augmentation très importante de l'abondance de ces deux espèces et des autres espèces constituant cette phase, notamment à partir du niveau 008. Ce fait peut s'expliquer par un taux de sédimentation très faible.

L'augmentation de la proportion des espèces palustres (*Carychium minimum* et, dans une moindre mesure, *Oxyloma elegans* et *Zonitoides nitidus*) suggère la paludification du milieu, qui atteint son paroxysme au niveau 007. Parallèlement à cette paludification, le milieu se ferme légèrement (augmentation de la part de *Monacha cantiana* et dans une moindre mesure de *Pomatias elegans*, *Rumina decollata* et de *Cepaea nemoralis* ; diminution de la part des espèces de pelouse). Le milieu correspond donc à une prairie plus humide et plus broussailleuse que la phase précédente.

Les espèces aquatiques présentes dans cette phase traduisent également la paludification du milieu avec de fortes proportions d'une espèce aquatique de milieux

temporaires ou intermittents, peu exigeante quant à la qualité de l'eau (*Galba truncatula*) (Yacine-Kassab, 1979). Le niveau 006 semble le plus soumis aux influences d'un milieu aquatique temporaire, car, en plus de *Galba truncatula*, il comporte un panel d'espèces aquatiques supportant, également, des phases de dessiccation annuelles (*Anisus leucostoma*, *Stagnicola palustris* et, dans une moindre mesure, *Radix ovata*).

Enfin, l'absence de développement des espèces à affinité plus forestière et des espèces de litière ne peut s'expliquer, ici, que par une anthropisation du milieu, encore peu intensive, aux abords d'une zone palustre. De plus, la forte abondance des gastéropodes terrestres de prairie traduit la permanence des formations prairiales, qui peut alors indiquer l'utilisation, sinon continue du moins régulière, du paysage par l'homme, probablement par le maintien d'un pastoralisme extensif.

3ème phase : niveaux 005 et 003

Le nombre de coquilles récoltées est particulièrement impressionnant dans cette phase et traduit encore la faiblesse de l'atterrissement sédimentaire. Le niveau 005 comprend ainsi 21742 coquilles et le niveau 003 en comprend 26358.

Cette phase se caractérise par une petite baisse de la proportion de *Succinea oblonga* et *Vallonia pulchella* (les deux espèces représentent alors environ 70 % des assemblages malacologiques) au profit d'une espèce de pelouse sèche (*Candidula gigaxii*). Les espèces palustres (*Carychium minimum*, *Zonitoides nitidus*) diminuent également fortement, surtout à partir du niveau 003. Quant aux espèces de broussailles, si leur abondance se maintient, leur part dans les assemblages est très diminuée (*Monacha cantiana* notamment). La prairie semble alors nettement moins humide ; la paludification du site prend alors fin. De plus, la part et l'abondance des espèces aquatiques diminuent fortement, que l'on considère les espèces provenant des sources karstiques ou celles préférant les milieux temporaires.

Les fortes abondances de *Vertigo pygmaea*, de *Cochlicopa lubrica* agg. et de *Trichia hispida*, trois espèces mésophiles, semblent confirmer que le paysage qui se met en place durant cette phase convient à un grand nombre d'espèces de milieu ouvert et qu'il est, de ce fait, attractif à la fois pour des espèces xérophiles et pour des espèces hygrophiles.

C'est cependant une phase plus sèche et moins herbeuse que la précédente. Elle montre une intensification de l'impact anthropique qui semble, toujours, devoir prendre la forme d'une mise en pâturage du paysage. Cet impact anthropique augmente même pour le niveau 003, si l'on examine l'abondance de *Cerņuella virgata*, espèce typiquement anthropophile.

4ème phase : niveaux 001, 014 et 012

Cette quatrième phase comporte encore un échantillon avec un nombre de coquilles extrêmement élevé (25116 individus pour 001). Cependant, à partir du niveau 014, les abondances diminuent progressivement (11474 individus pour 014 et 5060 individus pour 012). Les assemblages malacologiques sont toujours dominés par *Vallonia pulchella* et *Succinea oblonga*, leurs parts et leurs abondances diminuant tout de même parallèlement à la diminution du nombre global de coquilles à partir du niveau 014.

Durant cette phase, se met en place un paysage de prairies plus humides que dans la phase précédente, et caractérisées par l'explosion de la part de *Cochlicella acuta* et de *Pupilla muscorum bigranata*, au détriment de *Candidula gigaxii*. Ces espèces se développent particulièrement bien dans des contextes actuels de prés pâturés, comme c'est le cas à Rognes (cf. supra).

C'est dans ce paysage que s'installent les hommes de l'époque républicaine. L'impact de cet établissement sur le paysage ne traduit pas de rupture nette dans la gestion du milieu. En effet, le niveau 012, scellant les structures républicaines, est très semblable au niveau 014, comprenant ces structures. On peut cependant noter, pour ce niveau 012, une légère augmentation de la part de *Cerņuella virgata*, traduisant les milieux rudéraux ; mais globalement, le paysage entourant le site archéologique est encore composé de formations prairiales.

Quant aux espèces aquatiques, leur abondance continue de diminuer fortement dans cette phase. Seules deux espèces de milieux aquatiques temporaires ou intermittents (*Galba truncatula* et *Anisus leucostoma*) sont encore significatives. Elles montrent l'existence sporadique de milieux aquatiques temporaires, vraisemblablement à relier avec des fluctuations climatiques saisonnières ou annuelles. La forte diminution des espèces aquatiques pourrait, en outre, être la conséquence de la mise en place, à cette période, de nombreux fossés drainants identifiés par l'archéologie.

5ème phase : niveau 013

Cette phase comporte uniquement le dernier échantillon de la séquence, correspondant aux colluvions post-antiques. Elle montre le maintien des formations prairiales avec, cependant, la diminution de la part de *Succinea oblonga* et *Vallonia pulchella* (environ 40 %) dans les assemblages, au bénéfice de *Candidula gigaxii*, une espèce de pelouse, et des espèces anthropophiles (*Cerņuella virgata*, *Theba pisana*) et très xérophiles (*Trochoidea elegans*). On note également la quasi-disparition de toutes les espèces aquatiques. Le milieu s'assèche

définitivement et s'ouvre de plus en plus. La pression de l'homme sur le milieu continue de s'accroître.

Après avoir examiné les compositions malacologiques des échantillons prélevés dans la séquence sédimentaire du site de Bassin Magaille Est, nous verrons, dans un deuxième temps, l'analyse des deux échantillons issus du site archéologique.

L'échantillon FO2099 est le comblement d'un fossé daté du II^{ème} siècle av. J.-C. La malacofaune présente dans ce remplissage est encore une fois dominée par des espèces de prairie (*Vallonia pulchella*, *Succinea oblonga*). Elle montre également le bon développement des espèces xérophiles (*Candidula gigaxii*, *Trochoidea elegans*). Cet assemblage ressemble beaucoup à ceux de la quatrième phase (qui comporte également les niveaux républicains) mis à part le remplacement de *Candidula gigaxii* par *Candidula unifasciata*. Ces deux dernières espèces ont cependant quasiment les mêmes caractéristiques écologiques.

Dans cet échantillon, les espèces aquatiques sont nombreuses et très diversifiées. On peut compter la présence majoritaire d'espèces de milieux aquatiques temporaires ou intermittents (*Anisus leucostoma* particulièrement, *Galba truncatula*, *Radix ovata*, *Stagnicola palustris*), mais aussi de milieux permanents ou temporaires d'eau stagnante (*Gyraulus crista*, *Valvata cristata*). Les analogues actuels comprenant toutes ces espèces sont des stations où le milieu aquatique est temporaire, c'est à dire qu'il présente une inondation continue de 8 à 9 mois par an mais aussi des périodes d'exondation (Yacine-Kassab, 1979). Il n'est donc pas impossible que cette structure ait servi de fossé de drainage ou d'irrigation, comme le suggère l'archéologie.

L'échantillon FO1056 correspond au comblement d'un fossé du bâtiment antique (III^{ème} siècle ap. J.-C.). Les malacofaunes comprises dans cet échantillon sont encore dominées par les deux espèces de prairie humide. Cependant, il semble que cette prairie se ferme nettement et convient mieux aux espèces à affinité forestière ou sciaphiles (*Pomatias elegans*, *Merdigera obscura*, *Oxychilus draparnaudi*, *Cryptomphalus aspersus* et *Cepaea nemoralis*), ainsi qu'aux espèces préférant les habitats plus broussailleux (*Rumina decollata* et *Monacha cantiana*). Cet assemblage est dominé par *Vallonia costata*, espèce qui a une large valence écologique et qui semble ici associée au développement du cortège forestier, comme cela a été déjà remarqué dans certaines séquences de Provence (Martin et Magnin, 2002).

Comme pour les sites de Mas de Vignoles IV et du Cadereau d'Alès, c'est à nouveau un échantillon antique qui traduit une déprise humaine sur le paysage, dans toute la séquence

analysée sur le site de Bassin Magaille Est. Il s'agit bien évidemment d'un prélèvement effectué dans la phase d'abandon des structures, puisque les niveaux d'utilisation de ces structures n'existent plus dans les séquences sédimentaires. Cependant, étant donné l'arasement des structures archéologiques, on peut considérer que ce comblement témoigne d'une phase juste postérieure à l'abandon de l'utilisation du fossé. Ainsi, la prairie s'enriche avant d'être exploitée à nouveau dans les périodes plus récentes (niveau 013).

1.7.4 Conclusion

Le site de Bassin Magaille Est présente une séquence sédimentaire à mettre en relation avec les sites archéologiques néolithiques de Mas de Vignoles IV et du Cadereau d'Alès. En effet, le maintien de formations prairiales au moins au Néolithique dans cette partie de la plaine de la Vistrenque permet de dessiner à l'échelle de la micro-région un paysage en mosaïque avec, d'un côté, des milieux rudéraux associés à l'habitat et, de l'autre, des milieux prairiaux probablement pâturés.

Les occupations du second âge du Fer et de l'époque républicaine ne semblent pas avoir de conséquences drastiques sur le paysage, malgré l'importance des vestiges archéologiques mis au jour. Les formations prairiales sont bien sûr plus ouvertes, mais elles semblent se maintenir et la séquence sédimentaire ne montre pas le développement de milieux rudéraux au niveau local.

C'est encore une fois à partir de l'Antiquité que les malacofaunes traduisent une gestion du paysage par l'homme très différente. Ces différentes études malacologiques réalisées également sur les sites archéologiques voisins (cf. supra) donnent alors l'image d'un paysage hétérogène avec des formations forestières qui se développent aux bords des chemins et fossés antiques (Mas de Vignoles IV et Cadereau d'Alès) et des zones d'habitat où la végétation demeure plus ouverte, comme sur le site de Bassin Magaille Est.

1.8 Le site de Mas de Vignoles VII

1.8.1 Les structures archéologiques (d'après Pomarèdes et Rascalou, 2002 ; Séjalon et Dedet, 2003)

Le site archéologique de Mas de Vignoles VII comporte un grand nombre de fossés de l'âge du Fer (de la fin du VI^{ème} siècle av. J.-C. au III^{ème} siècle av. J.-C.) témoignant d'un ancien agro-système (Pomarèdes et Rascalou, 2002), ainsi qu'un ensemble de trois enclos funéraires du V^{ème} siècle av. J.-C. (Séjalon et Dedet, 2003), ayant livré trois dépôts

funéraires (deux vases-ossuaires et un dépôt en fosse) comprenant des restes humains incinérés.

Au II^{ème} siècle av. J.-C. se met en place un habitat interprété comme un établissement à vocation agricole, témoin de la présence d'une "ferme indigène" (Pomarèdes et Rascalou, 2002), traduisant des systèmes d'exploitation anciens de la plaine nîmoise. Une exploitation antique prend progressivement le relais de la ferme protohistorique, comme cela a été également observé sur le site de Bassin Magaille Est. Cette exploitation est organisée autour d'un habitat augustéen en dur ("la ferme du Gouffre des Bouchers"). L'espace est restructuré avec l'abandon et la disparition progressive des grands enclos protohistoriques. L'habitat antique est, quant à lui, abandonné au début du III^{ème} siècle ap. J.-C.

Globalement le site a subi un arasement important dû aux labours récents ou à des phénomènes d'érosion plus anciens. Ainsi, pour l'ensemble des structures archéologiques découvertes, les sols, les surfaces de fonctionnement et les niveaux d'ouverture des structures ne sont plus visibles. Par ailleurs, le comblement des fossés semble relativement homogène.

1.8.2 Description de la séquence analysée

La séquence sédimentaire étudiée a été prélevée au contact d'un des grands fossés du II^{ème} siècle av. J.-C. qui limite l'habitat pré-romain et augustéen. Cette partie du site présentait en effet un niveau extrêmement carbonaté (limon gris contenant des nodules carbonatés millimétriques), existant seulement en lambeaux dans les zones basses de l'aire d'étude, jusqu'à présent peu calé chronologiquement et mal connu en terme de formation et de paléoenvironnement. Ici, il se met en place après une phase du II^{ème} siècle av. J.-C. de comblement d'un fossé d'enclos (FO4004) de l'habitat indigène et est scellé par le recreusement du fossé à l'époque augustéenne. Il date donc des II^{ème}-I^{er} siècles av. J.-C., c'est-à-dire de la toute fin de l'âge du Fer et/ou du début de la conquête romaine de la Gaule transalpine, de la transition entre la ferme indigène et l'établissement romain. Il semble correspondre, par ailleurs, au comblement d'une fosse protohistorique du site du Bassin aval du Vistre de la Fontaine (Breuil et Chevillot, 2000), situé à l'ouest du site de Bassin Magaille Est, et il a également été repéré dans le comblement des structures en creux de l'âge du Fer sur le site du Mas des Abeilles I (Chevillot in Piskorz *et al.*, 2002).

Le premier comblement (US4051) du fossé FO4004 d'époque républicaine mais d'occupation indigène a également été analysé. Il s'agit d'un fossé dégagé sur 63 m de long, d'une profondeur conservée de 1,30 à 1,40 m et de 3 à 4 m de largeur d'ouverture. Il présente un profil en V irrégulier (Pomarèdes et Rascalou, 2002).

En tout, six prélèvements ont été analysés dans cette petite séquence (figure 45) : quatre dans les "limons coquilliers" néolithiques (**IIIa**) (4012e, 4012d, 4012c et 4012b) ; un dans le premier comblement du fossé indigène qui s'installe sur ces limons (4051) ; un dans le dépôt très carbonaté des IIème-Ier siècles av. J.-C. (4012a).

On constate, par ailleurs, que la partie sommitale des limons coquilliers néolithiques est tronquée. La découverte de vestiges de l'âge du Bronze ancien/moyen au toit de ces limons a, cependant, permis de poser un *terminus ante quem* à la mise en place de ces formations limoneuses.

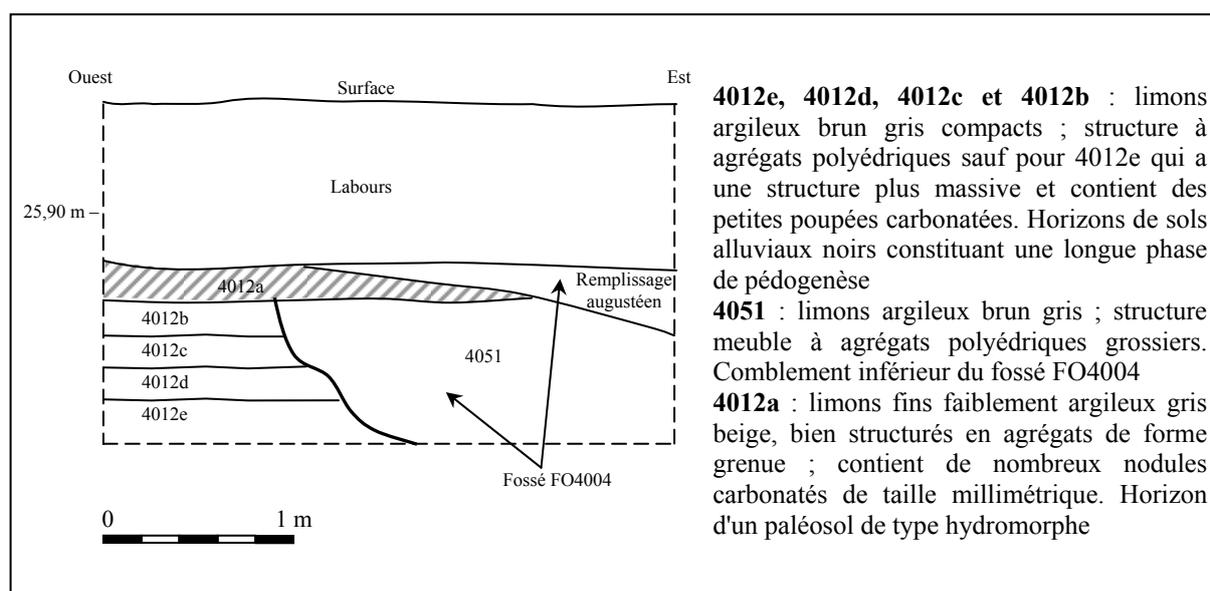


Figure 45 : Séquence sédimentaire du site de Mas de Vignoles VII (Nîmes, Gard), d'après Chevillot in Pomarède (2004, à paraître).

Hormis la séquence stratigraphique, deux prélèvements malacologiques ont été effectués dans les structures funéraires protohistoriques du Vème siècle av. J.-C. Le premier, FO7008, appartient au fossé d'un premier enclos, de forme quadrangulaire sur une surface reconstituée totale de 30 à 40 m². Le second échantillon provient du comblement d'une fosse (3,5 m de large sur 5 m de long : FS7003) faisant partie intégrante de l'ensemble funéraire. Le prélèvement malacologique a été réalisé dans la partie de la fosse qui recoupe un des fossés du troisième enclos. Du point de vue chronologique, l'échantillon FO7008 est légèrement antérieur à l'échantillon FS7003. Le but de leur étude était, comme précédemment, de tenter de piéger des phases non présentes dans les séquences sédimentaires et de compléter le panel de prélèvements malacologiques pour les périodes protohistoriques, peu documentées par ailleurs.

1.8.3 Résultats malacologiques

Les huit prélèvements malacologiques analysés ont livré 48451 coquilles réparties en 38 espèces terrestres (25892 individus) et 10 taxons aquatiques (22559 individus) (annexe 22).

Comme pour le site de Bassin Magaille Est, les assemblages malacologiques de la séquence du site de Mas de Vignoles VII sont largement dominés par les espèces de prairie humide *Succinea oblonga* et *Vallonia pulchella*. Leur proportion est identique pour tous les échantillons des "limons coquilliers" et avoisine les 80 % des espèces terrestres. Cette présence écrasante de ces deux espèces indique le maintien de milieux de prairie humide sur le site pendant une longue période correspondant globalement au Néolithique, puisque cette sédimentation limoneuse est au moins antérieure au Bronze moyen/ancien selon les données archéologiques. Comme pour le site de Bassin Magaille Est, le maintien de ces formations prairiales ne peut s'expliquer que par la permanence d'une pression de l'homme sur le milieu qui empêche la mise en place d'une couverture arborée. On peut suggérer l'hypothèse d'un pâturage de cette zone pour expliquer la composition de ces assemblages. Ce dépôt sédimentaire semble correspondre à une ancienne zone basse de la plaine de la Vistrenque, soumise à des fluctuations hydrologiques, liées à des phases d'inondation des cours d'eau irriguant la plaine. Globalement, on note la forte abondance des espèces aquatiques de milieu temporaire, ce qui donne une image plus humide à la prairie que sur le site de Bassin Magaille Est.

Dans le détail, l'examen de la composition des assemblages malacologiques, en écartant *Succinea oblonga* et *Vallonia pulchella*, nous permet d'apporter des précisions quant à l'humidité ou à la structure de ces prairies (figure 46 et annexe 22) et de proposer trois phases caractérisant l'évolution de ces formations.

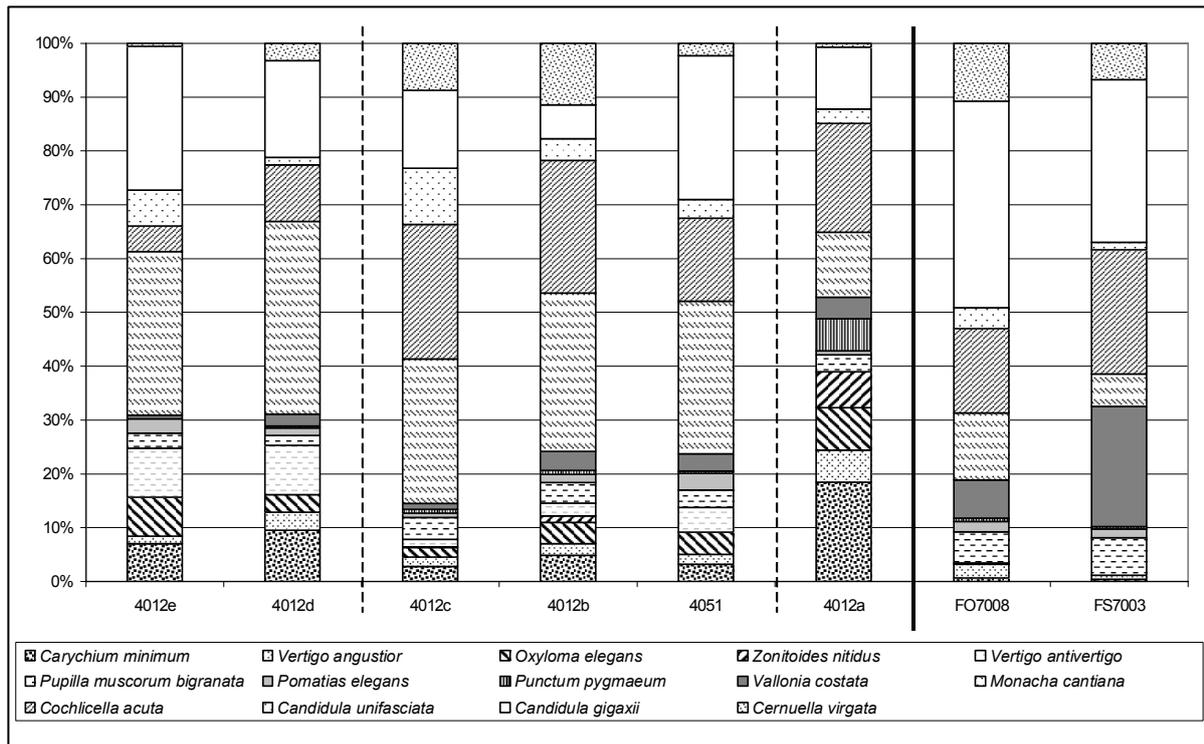


Figure 46 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale de la séquence du site de Mas de Vignoles VII (Nîmes, Gard), sans *Succinea oblonga* et *Vallonia pulchella*.

La première phase (4012e et 4012d) se caractérise par l'abondance d'une espèce de broussailles (*Monacha cantiana*) qui est ici un indice de l'établissement d'une prairie à strate herbacée haute bien développée. La prairie est globalement très humide, comme l'indique la présence d'espèces palustres (*Carychium minimum*, *Oxyloma elegans*, *Vertigo antiveritigo* et *Vertigo angustior*), d'une espèce ubiquiste à tendance hygrophile (*Pupilla muscorum bigranata*) et d'espèces aquatiques de milieu temporaire. Ces espèces (*Anisus leucostoma*, *Stagnicola palustris*, *Galba truncatula*) peuvent supporter d'importantes périodes de dessiccation, mais se retrouvent principalement, dans le paysage actuel, quand l'inondation dure en moyenne pendant 8 à 9 mois par an (Yacine-Kassab, 1979). Elles sont également caractéristiques des milieux aquatiques temporaires d'eau stagnante au sein des prairies à renoncules (Yacine-Kassab, 1979).

Parallèlement, la présence d'espèces de milieu ouvert et sec (*Candidula gigaxii* et *Candidula unifasciata*) peut indiquer soit l'établissement d'un paysage en mosaïque avec, aux marges de la prairie humide, des espaces plus secs et très ouverts, soit une micro-hétérogénéité spatiale, comme c'est le cas actuellement des prés pâturés du Pays de Galles (Davies et Grimes, 1999).

La deuxième phase (4012c, 4012b et 4051) montre un assèchement de la prairie et une augmentation de l'anthropisation sur le site. En effet, les espèces typiquement palustres et hygrophiles diminuent au profit de *Cochlicella acuta*, espèce typique des formations prairiales plus mésophiles. La strate herbacée haute semble se maintenir (*Monacha cantiana*). La part des espèces aquatiques d'eau douce est très importante dans cette phase : il s'agit, comme dans la phase précédente, d'espèces de milieu temporaire d'eau stagnante (*Galba truncatula*, *Anisus leucostoma*, *Stagnicola palustris*). C'est dans le niveau 4012b que ces espèces sont les plus abondantes. L'augmentation progressive de l'abondance de *Cernuella virgata* (depuis le niveau 4012d jusqu'au niveau 4012b) suggère la mise en place d'un paysage en mosaïque comportant une prairie assez haute, subissant la présence, vraisemblablement temporaire, de milieux aquatiques d'eau stagnante, et des milieux plus ouverts où l'impact humain se fait sentir plus fortement que durant la phase précédente (milieux rudéraux à proximité des zones prairiales pâturées ?).

L'échantillon 4051, du comblement du fossé indigène de l'époque républicaine FO4004, ne se distingue pas particulièrement de la séquence sédimentaire qui constitue son encaissant, ce qui pourrait s'expliquer, comme le suggère l'analyse sédimentologique (Chevillot in Pomarèdes et Rascalou, 2002), par un effondrement des parois dans la structure. Ce remplissage n'est donc pas tout à fait caractéristique de l'environnement concomitant de la période d'utilisation du fossé. Le fait qu'il comporte une proportion plus grande d'espèces de pelouse (*Candidula gigaxii*) pourrait pourtant suggérer une augmentation de l'anthropisation sur le site dont témoigne l'ouverture des structures archéologiques.

Les deux échantillons protohistoriques du début du second âge du Fer (Vème siècle av. J.-C.), en dehors de la séquence sédimentaire, s'intègrent chronologiquement entre la deuxième phase et la troisième phase de la séquence. Ils montrent une diminution de la part de *Succinea oblonga* et de *Vallonia pulchella*, puisqu'elles ne représentent plus que 50 % (pour FO7008) et 40 % (pour FS7003) des assemblages malacologiques. Cette diminution s'accompagne d'un assèchement du milieu (disparition des espèces palustres, forte diminution des espèces aquatiques de milieu temporaire). Les formations prairiales sont moins prépondérantes : les espèces de pelouse sèche se développent nettement (*Candidula gigaxii* surtout) et *Cernuella virgata* est bien représentée. La structure de la végétation est également plus basse (diminution de *Monacha cantiana*). Cette régression des prairies humides peut être la conséquence d'une intensification de l'action de l'homme sur le paysage. La mise en place de structures funéraires pourrait effectivement s'accompagner de travaux de drainage, à relier

avec la présence des fossés. Cette augmentation de l'impact anthropique est plus visible dans l'échantillon le plus ancien (FO7008). Pour l'échantillon FS7003, l'augmentation très importante de l'abondance de *Vallonia costata* est difficile à expliquer, car cette espèce a une large valence écologique. Cependant, même si, sur les sites holocènes de Provence, son augmentation est parallèle à celle des espèces à affinité forestière, elle peut également être très abondante dans les milieux ouverts humides (Magnin, 1991).

La troisième phase (4012a) (IIème-Ier siècles av. J.-C.) traduit l'engorgement de la zone avec l'augmentation très importante de l'abondance des espèces palustres (*Carychium minimum*, *Vertigo angustior*, *Oxyloma elegans*, *Zonitoides nitidus*), parallèlement au développement du milieu aquatique temporaire d'eau stagnante. Cette paludification du milieu s'accompagne de la mise en place d'une végétation prairiale plus dense puisque des espèces sciaphiles se développent (*Punctum pygmaeum*, *Cepaea nemoralis*) au détriment des espèces de pelouse. On note dans ce prélèvement l'apparition discrète d'une espèce méditerranéenne (*Trochoidea elegans*).

Ce niveau à nodules carbonatés correspond donc à la paludification locale du milieu. Ce type de niveau hydromorphe est généralement associé à une remontée de la nappe phréatique (Berger, 1996), qui peut être causée par un phénomène local lié aux changements dans la gestion du site par l'homme ou qui peut être la conséquence d'un changement climatique plus général. En effet, différents auteurs identifient une péjoration climatique, du Ier siècle av. J.-C. au Ier siècle ap. J.-C., en Provence et dans le Languedoc, marquée par un fort détritisme et des modifications hydrologiques qui affectent le Rhône inférieur (Arnaud-Fasseta *et al.*, 2000 ; Bruneton *et al.*, 2001) et le Vidourle, avec une recrudescence des crues et une paludification des zones basses (Provansal *et al.*, 1999). Cependant, l'abandon des fossés de drainage au niveau local peut également avoir comme conséquence la remontée de la nappe phréatique et donc la paludification des zones basses (Provansal *et al.*, 1999).

Du point de vue malacologique, aucune espèce n'indiquant un climat différent de l'actuel n'a été découverte dans ce niveau. Pourtant, si l'on considère que cet assemblage a une signification paléoclimatique, il faudrait également l'envisager pour tous les autres assemblages étudiés, au moins pour les périodes antérieures à l'époque romaine. Or, étant données d'une part l'hétérogénéité spatiale des assemblages malacologiques en fonction des zones plus ou moins déprimées de l'aire d'étude, qui indique un paysage en mosaïque sous un climat identique, et d'autre part l'identification de gestions du paysage différentes d'une période à l'autre, il semble que les changements dans la composition des malacofaunes au

cours du temps dans la plaine du Vistre ne nous permettent pas de proposer une interprétation paléoclimatique. Il apparaît donc délicat d'envisager que cet assemblage à la transition âge du Fer/période romaine corresponde à l'enregistrement d'une péjoration climatique. L'engorgement local identifié par les gastéropodes terrestres s'expliquerait alors mieux par une modification dans la gestion du site, dont nous ne pouvons cependant pas déterminer la forme. Enfin, il n'est pas à négliger que, du point de vue historique, cet échantillon se met en place à une période correspondant à des modifications politiques et économiques très profondes, avec la conquête romaine de la Gaule transalpine (à la fin du II^{ème} siècle av. J.-C.) et l'intégration de la région à l'économie commerciale de l'empire romain (Leveau, 1998 ; Trément, 1993). Or il a également été constaté que les périodes d'instabilité politique peuvent conduire à l'abandon des systèmes de drainage des basses terres, comme c'est le cas au Bas Empire en Angleterre (Philipps, 1970 in Berger, 1996) et au Haut Moyen Age en Provence (Provansal *et al.*, 1999).

1.8.4 Conclusion

Le site de Mas de Vignoles VII permet de confirmer la mise en place de formations prairiales, probablement pâturées, dans les anciennes zones déprimées de l'aire d'étude. Les assemblages malacologiques de ces niveaux formés au cours du Néolithique sont très semblables à ceux du site de Bassin Magaille Est et sont donc toujours à mettre en relation avec les occupations néolithiques *lato sensu* des parties hautes de la zone considérée, qui s'intègrent dans un paysage très ouvert et sec, de type milieux rudéraux. Ce site permet donc de confirmer l'hypothèse de l'établissement d'un véritable paysage en mosaïque au niveau de l'aire d'étude.

Les deux échantillons des enclos funéraires du début du second âge du Fer montrent une anthropisation locale du milieu plus importante, bien que celle-ci ne soit pas réellement drastique puisque la prairie est conservée.

Enfin, la petite séquence sédimentaire de Mas de Vignoles VII a également permis d'analyser le niveau hydromorphe à nodules carbonatés mis en place à la transition âge du Fer/période romaine, rarement conservé dans cette partie de la plaine du Vistre. Du point de vue malacologique, il correspond à la paludification locale du milieu.

1.9 L'évolution paléoenvironnementale de la plaine de la Vistrenque

1.9.1 Méthodologie

Afin de suivre l'évolution environnementale de la plaine de la Vistrenque à partir des sept sites étudiés, nous avons tenté de synthétiser ces informations disparates dans un diagramme unique qui reprend les différents échantillons malacologiques analysés (figure 47). La construction d'un tel diagramme regroupant les données de différents sites est méthodologiquement envisageable puisque ces sites sont disséminés dans une très petite aire d'étude (10 km² environ) présentant un même contexte climatique et géographique. D'autre part, le problème majeur que pourrait poser la construction de ce diagramme, en partie basé sur des échantillons provenant des comblements des structures archéologiques, est la non-prise en compte d'éventuelles lacunes chronologiques. En effet, le prélèvement dans les phases de comblement des structures archéologiques crée le risque de ne pas enregistrer l'abandon total des sites après comblement des structures entre deux périodes d'occupation, alors que l'étude de séquences sédimentaires ne présente pas théoriquement de telles contraintes. Cependant, des séquences sédimentaires ont également fait l'objet d'une analyse malacologique quand cela a été possible. Finalement elles semblent encore moins exploitables que les comblements de structure archéologique par les nombreux hiatus qu'elles comportent. Enfin, les comparaisons chronologiques entre des échantillons prélevés dans les phases de comblement des structures archéologiques sont possibles, car ces échantillons ne sont pas datés de manière relative par rapport à la période d'utilisation des structures, ce qui poserait des problèmes de vitesse de comblement post-abandon pour proposer une attribution chronologique cohérente, mais par le matériel archéologique compris dans le sédiment et donc contemporain de la mise en place du sédiment et du comblement des structures.

Sur les 156 échantillons analysés dans les sept sites de la plaine de la Vistrenque, seuls 79 échantillons ont été sélectionnés pour l'élaboration du diagramme de synthèse (tableau 4). En effet, d'une part, les échantillons dont la datation n'était pas très précise n'ont pas été pris en compte et, d'autre part, pour la période néolithique qui montre un paysage en mosaïque entre les zones déprimées (ou soumises aux influences des cadereaux latéraux) et les zones plus hautes de l'aire d'étude, seuls les échantillons correspondant aux zones hautes ont été sélectionnés, pour des problèmes de représentation graphique. Cependant, nous reviendrons également sur les échantillons des zones déprimées dans l'examen du détail du diagramme. Enfin, les échantillons sont le plus possible classés dans l'ordre chronologique au sein des grandes périodes individualisées (par exemple, l'âge du Fer) ; cependant, parfois, pour une

même période un classement n'est pas apparu possible entre les échantillons (par exemple, pour certains échantillons fontbuxiens). Il a donc fallu prendre dans son ensemble la période considérée.

En ce qui concerne les espèces, nous avons écarté les espèces aquatiques d'eau douce, qui ne renseignent pas directement sur les changements du couvert végétal mais davantage sur les conditions de dépôt du sédiment. Enfin, pour la lisibilité du diagramme qui porte sur 67 espèces terrestres, certaines espèces ont été regroupées en fonction de leur affinité écologique. Cependant, les espèces les plus abondantes ou les plus représentatives de l'évolution paléoenvironnementale de la plaine de la Vistrenque ont été individualisées. En tout, 90310 escargots participent à la construction du diagramme.

Nous allons examiner maintenant le détail de ce diagramme en proposant une synthèse de l'évolution paléoenvironnementale de la plaine de la Vistrenque.



Figure 47 : Diagramme malacologique simplifié des sites de la plaine de la Vistrenque (Nîmes, Gard).

M15001	Labours
Ms1001	
Ms1007	
Ms1026	
Bme013	
Ms2040	
MdmA	
CaFO5333	
Fhm1074	
CaFO3165	
CaFO5004	Antiquité
CaFO5127	
M25005	
M25006	
M25008	
M25009	
M5076	
M13010	
M13012	
CaFO5136	
Bme012	Age du Fer
Mv4012A	
Mv4051	
MvFO7008	
MvFS7003	
BmeFO2099	
CaFO5109	
CaFO5101	
CaFO5175	
M6001	
M6245	
Bme014	Age du Bronze final
M6423	
M6428	
M3240	
M3235	
MSP3052	
M8146	Bronze moyen
M1667	Campaniforme
M1668	
MSL1559	
M3300	
M3208	
M3306	Campaniforme/ Fontbousse
M3310	
M3218	
M3311	
M3298	
M17014	Fontbousse
M17017	
M17005	
M17007	
M8099	
M8163	
M8534	
M1783	
M1394	
M2182 B	Ferrières
M8286	Néolithique récent
M1395	Chasséen
M1398	
M4120	
M8584	
M1781	
Ms1027	Epicardial
Ms1003	
Ms1004	
Ms2042	
Ms2043	
Ms1005	Mésolithique
Ms2044	
Ms1006	
Ca20004	
Ca20003	
Ca20002	Tardiglaciaire
M6001e	
Ms2045	
Bme011	
M13018	

Tableau 4 : Liste des échantillons utilisés pour la construction du diagramme de synthèse des sites de la plaine de la Vistrenque (M : Mas de Vignoles IV ; Mdm : Mas de Mayan ; Bme : Bassin Magaille Est ; Fhm : Fossé de Haute Magaille ; Ca : Cadereau d'Alès ; Ms : Mas de Vignoles VI ; Mv : Mas de Vignoles VII).

1.9.2 Le Tardiglaciaire

Les échantillons malacologiques du Tardiglaciaire analysés sur les sept sites étudiés de la plaine du Vistre indiquent la présence de milieux très ouverts, de type pelouse sèche. Ils correspondent à des niveaux de lœss carbonatés plus ou moins remaniés formant le remplissage de la Vistrenque. Ils comprennent encore, de manière relictuelle, quelques individus de climat plus froid que l'actuel (*Trochoidea geyeri*), tandis que se mettent en place des faunes plus thermophiles (*Candidula gigaxii*, *Pomatias elegans*), indicatrices du passage progressif aux conditions plus chaudes de l'Holocène.

Certains échantillons analysés (Mas de Mayan, Bassin Magaille Est, Mas de Vignoles VI), traduisent des milieux plus humides, de type prairies humides. Un paysage en mosaïque est donc en place, probablement dans le cadre d'une ancienne topographie, aujourd'hui gommée. Cette toposéquence induirait alors des zones de la plaine du Vistre plus sensibles aux crues de la rivière et de ses cadereaux ou aux remontées de nappe phréatique, par leur proximité géographique avec l'ancien lit des cours d'eau (Bassin Magaille Est) mais aussi par leur plus faible altitude (Mas de Mayan, Mas de Vignoles VI). C'est dans ce paysage en mosaïque que s'installent les hommes du Magdalénien moyen et de l'Épipaléolithique (site de Mas de Mayan), sans que la malacologie ne puisse enregistrer de variations locales de ce paysage pendant toute la période considérée.

Ces résultats sont conformes aux données anthracologiques (Heinz et Thiébault, 1998 ; Vernet, 1997) et palynologiques (Triat-Laval, 1978) régionales qui identifient la mise en place d'une "forêt-steppe" (pin sylvestre, genévrier, armoise, chénopodiacées), ouverte et sèche, dans un contexte climatique encore froid au Tardiglaciaire.

1.9.3 Le début de l'Holocène et le problème de l'absence de niveaux forestiers

La première partie de l'Holocène est très mal représentée dans tous les échantillons analysés dans cette étude. Elle ne semble conservée que dans un site représentant une ancienne zone déprimée (Mas de Vignoles VI) en liaison avec une occupation humaine sauveterrienne suivie d'une occupation épicaudiale.

Les quelques échantillons analysés montrent, cependant, que les espèces d'escargots indiquant un climat plus froid que l'actuel ont effectivement disparu tandis que les espèces plus thermophiles continuent de se développer. Ces dernières traduisent la mise en place d'une couverture plus arborée qu'à la période précédente dans un contexte local très humide, qui suggère donc le développement d'une ripisylve relativement ouverte. De plus, cette formation forestière du début de l'Holocène est déjà particulièrement ouverte dès l'Épicaudial.

Le faible nombre des échantillons analysés est d'autant plus gênant que cette période correspond selon les données palynologiques et anthracologiques régionales à la mise en place de la chênaie caducifoliée (Triat-Laval, 1978 ; Vernet et Thiébault, 1987), caractéristique de l'optimum climatique de l'Atlantique. Or les seuls assemblages malacologiques concernant cette période représentent un contexte de ripisylve et ne permettent donc pas d'observer la reconquête forestière de l'Holocène dans l'ensemble de la zone d'étude. Cependant, on peut aussi suggérer que l'établissement local d'une ripisylve est l'expression de l'extension des essences forestières mésophiles au début de l'Holocène en liaison avec le réchauffement climatique, dans la plaine de la Vistrenque.

De plus, même si les échantillons étudiés sont peu nombreux et malgré ce contexte local particulier, il est intéressant de constater que le début de l'Holocène, autour du Boréal, se caractérise, dans la plaine du Vistre, par la mise en place de formations forestières encore très ouvertes, ce qui semble s'accorder avec les études paléoenvironnementales régionales. Cependant, l'optimum de développement de la forêt à l'Atlantique ancien n'est pas visible par la malacologie dans la plaine du Vistre, puisque, d'une part, on observe une dégradation locale des formations forestières dès l'Epicaldial, qui ne peut être que la conséquence d'un impact anthropique précoce durant une période où la forêt est théoriquement en pleine recrudescence, et, d'autre part, on constate l'absence des niveaux correspondant à l'Atlantique ancien dans les autres séquences étudiées. Effectivement, des troncatures concernant la première partie de l'Holocène semblent assez systématiques dans les séquences sédimentaires de la plaine du Vistre, à l'exception du site de Mas de Vignoles VI où des occupations humaines ont pu sceller les niveaux anciens. Ces troncatures ont pour conséquence l'absence d'information sur l'évolution environnementale des parties hautes de la zone d'étude avant les premiers échantillons chasséens. Or, au Chasséen, le paysage est déjà très largement ouvert et ne comporte plus de végétations arborées, même dans les contextes locaux de bord de cours d'eau, où la ripisylve a également disparu, comme nous le développerons par la suite.

La rareté de ces niveaux stratigraphiques avait également été observée par Triat-Laval (1978) pour la basse vallée du Rhône, avec notamment une lacune sédimentaire courante pour le Boréal. L'holocène ancien serait donc fréquemment éliminé des séquences sédimentaires de fonds de vallée. Pour la plaine du Vistre, deux hypothèses peuvent être avancées pour expliquer l'érosion des sols et les troncatures dans les séquences : a) une reconquête forestière relativement lente qui induirait "une faible couverture végétale inapte à jouer son rôle de protecteur des sols" (Poupet in Garmy et Monteil, 2000 ; Jorda et Provansal, 1996) et qui donc ne suffirait pas à enrayer l'érosion dans le cas de phénomènes climatiques tels que les orages

b) les conséquences d'impacts anthropiques d'envergure, comme les premiers grands défrichements néolithiques. Si la deuxième hypothèse est parfois envisagée pour expliquer l'érosion des sols à partir du Néolithique moyen où elle est alors considérée comme "le résultat "normal" du fonctionnement du géosystème méditerranéen anthropisé" (Wainwright, 2000), elle est rarement retenue pour les périodes légèrement plus anciennes, qui s'insèrent pourtant dans des conditions climatiques dites optimales de l'Atlantique ancien (Magny, 1995). Une combinaison de ces deux hypothèses est largement envisageable pour expliquer cette troncature dans la plaine de la Vistrenque, d'autant plus que des impacts anthropiques d'importance sont détectés précocement, au niveau local, dès l'Epicardial, et que, sur l'ensemble de la zone d'étude, le paysage est largement ouvert au Chasséen.

Ainsi, la présence de la forêt atlantique n'est pas visible dans la plaine du Vistre, soit parce qu'elle n'a jamais pu se mettre en place localement à cause d'une anthropisation forte du paysage dès l'Epicardial, soit parce que son développement est stoppé par des défrichements d'importance qui s'expriment déjà fortement au Chasséen et qui pourraient conduire à l'érosion de ces horizons forestiers.

1.9.4 Le maintien d'une forte anthropisation depuis le Néolithique moyen et le peu de changement des modes de gestion du paysage

A partir du Chasséen, les escargots présents dans les échantillons de la Vistrenque traduisent la très forte diminution des espèces forestières, tandis que des espèces de pelouses sèches se développent considérablement. Cependant, le fait marquant de toute la période néolithique est l'apparition à partir du Chasséen, le développement rapide, et la prédominance au Néolithique final/Chalcolithique, d'une espèce caractéristique des milieux rudéraux (*Cerņuella virgata*). Ces assemblages malacologiques correspondent donc à une anthropisation très forte de la plaine du Vistre dès le Chasséen, celle-ci s'accroissant encore au Néolithique final/Chalcolithique. Ainsi, si l'on peut considérer que des garrigues basses se maintiennent au Chasséen, au Néolithique récent et au Ferrières (même si ces deux dernières périodes sont très peu représentées dans nos échantillons), il semble que l'impact anthropique atteigne son paroxysme au Fontbouisse, où le paysage est alors nettement composé de milieux rudéraux en relation avec la forte implantation de l'homme dans la plaine du Vistre.

Cette tendance est visible dans les sites présentant des profils de sols bruns colluviaux sur les anciens points hauts de la zone d'étude (Mas de Vignoles IV, Cadereau d'Alès). Dans les zones basses (Mas de Mayan, Mas de Vignoles VII) ou très proches d'un cadereau latéral

(Bassin Magaille Est), les sols hydromorphes contiennent une malacofaune traduisant alors l'établissement de prairies humides, tandis que l'ancienne ripisylve a complètement disparu. Comme nous l'avons vu précédemment, le maintien de prairies humides sur une longue période couvrant la grande partie du Néolithique, à partir du Chasséen, ne peut s'expliquer sans la permanence d'une anthropisation forte sur le paysage. Au vu des assemblages présents, l'hypothèse d'une mise en pâturage des zones humides, basses ou proches des cadereaux latéraux, est donc proposée.

Les études anthracologiques effectuées sur le site de Moulin Villard à Caissargues, situé sur la rive gauche du Vistre, en face des sept sites analysés dans cette étude, indiquent un état déboisé du paysage au Fontbouisse (attesté par la prédominance des charbons de chêne vert), suivi d'une régénération de la forêt de plaine à l'âge du Bronze puis de son déboisement, à nouveau, à la période romaine (Blanchemanche et Chabal, 1995 ; Vernet, 1997). Cependant, ce site n'avait pas pu permettre l'analyse d'échantillons anté-chalcolithiques et de ce fait d'observer le début de ces défrichements. Dans un deuxième temps, il fut finalement établi, à partir des mêmes données, que "rien n'indique un état déboisé au Chalcolithique" (Chabal, 1997), étant donné que l'absence dans les assemblages anthracologiques des essences de plaine alluviale (frêne, orme) suggérait que la vallée du Vistre n'était pas encore une "plaine alluvionnaire humide", mais plutôt qu'elle était alors bien drainée jusqu'au bord du Vistre. Ainsi, la chênaie est alors la seule forêt "adaptée à l'environnement immédiat des Chalcolithiques, des berges du Vistre jusque sur les reliefs proches" et donc, si les Chalcolithiques l'avaient effectivement exploitée, elle restait cependant bien développée, avec un fort pouvoir de régénération (présence également du chêne à feuillage caduc) (Chabal, 1997). Au vu des résultats malacologiques présentés ci-dessus et de ceux des quelques échantillons fontbuxiens analysés par Joël André au Moulin Villard (André in Freitas (de) *et al.*, 1988), qui montrent également des milieux très ouverts et secs, il semble bien que le paysage de la plaine soit largement déboisé au Chalcolithique et il apparaît même que c'était déjà le cas dès le Chasséen. De plus, les conditions humides identifiées dans les assemblages malacologiques de prairie incitent à penser que la plaine du Vistre était déjà au Néolithique une "plaine alluvionnaire humide" et que la structure basse du couvert végétal de cette plaine ainsi que l'absence d'essences forestières de plaine et de malacofaunes forestières ne peuvent s'expliquer que par un fort déboisement de toute la plaine. Il semble donc que les charbons de bois de la chênaie verte identifiée au Moulin Villard traduisent la permanence d'un couvert forestier dégradé uniquement sur les pentes, qui, en outre, pourraient subir la pratique des

cultures essartées (Blanchemanche et Chabal, 1995). Nos résultats concordent ainsi avec la première hypothèse proposée par les anthracologues et contredisent l'interprétation qu'ils ont faite ultérieurement.

Par ailleurs, cette première interprétation renforce l'hypothèse proposée précédemment pour expliquer le maintien des formations de prairie humide. Nous avons effectivement suggéré qu'un pâturage des zones basses était possible. Or, Blanchemanche et Chabal (1995), toujours au Moulin Villard, indiquent que l'état déboisé de la plaine du Vistre, au Chalcolithique (Fontbouisse) peut être attribué à "l'élevage du bœuf et à l'existence de prairies en milieu défriché", étant donnée l'abondance d'ossements de bœuf sur le site. De plus, selon les archéologues spécialistes de la culture fontbuxienne, il semble que "dans les zones de plaine, les groupes humains adoptent l'habitat fossoyé et vraisemblablement un élevage orienté vers l'exploitation préférentielle des bovins", tandis que "l'élevage dans la garrigue semble plus orienté vers l'exploitation du cheptel ovin" (Gutherz et Jallot, 1994).

La distinction pour la malacologie entre les milieux typiquement rudéraux et les champs cultivés n'est pas évidente à établir. Cependant, pour les anciennes parties hautes de la plaine du Vistre, l'hypothèse de la pratique d'activités agricoles n'est pas à écarter étant donné que différentes études, soit archéologiques, soit palynologiques, ont établi cette pratique à proximité des sept sites présentés plus haut, pour différentes périodes du Néolithique. Ainsi, au Chalcolithique, sur le site de Moulin Villard, "la céréaliculture est attestée localement par la présence de pollens du type *cerealia*" (Planchais in Freitas (de) *et al.*, 1987), associés aux taxons rudéraux. En outre, un champ cultivé du Chasséen est identifié par les archéologues sur les pentes du piémont des Garrigues dans la partie nord de l'agglomération nîmoise (Poupet et Jallot in Garmy et Monteil, 2000).

Finalement, la juxtaposition de deux types de milieux dans la plaine du Vistre, l'un de prairies humides, l'autre de milieux rudéraux, indique l'établissement d'un paysage en mosaïque en fonction d'une gestion spatiale différente entre les zones hautes, liées à l'habitat et peut-être aux pratiques agricoles, et les zones basses (ou proches des cadereaux latéraux), probablement consacrées aux pratiques pastorales. Ces variations spatiales peuvent être comparées au schéma théorique que définit Wainwright (2000) pour un site rural, comprenant quatre zones présentant un degré d'anthropisation décroissant en fonction de l'éloignement à l'habitat : "le site même, qui est totalement anthropisé ; une zone agricole très anthropisée ; une zone pastorale moins anthropisée ; et une zone de marge peu ou non-anthropisée", en cercles concentriques. Même si ce schéma d'un "site catchment idéal" est défini pour l'âge du

Bronze, nous pouvons le reprendre à notre compte pour les établissements néolithiques de la plaine du Vistre, avec, d'une part, le site d'habitat en lui-même et sa zone agricole, dans les anciennes zones hautes de la plaine du Vistre, présentant des assemblages malacologiques de milieux rudéraux, et, d'autre part, la zone d'activité pastorale sur les parties plus déprimées et vraisemblablement plus proches du lit des anciens cours d'eau, présentant une malacofaune caractéristique des prairies humides. Enfin, la dernière zone, de marge, n'est pas mise en évidence par la malacologie, mais elle pourrait cependant correspondre à la chênaie verte identifiée par l'analyse anthracologique du Moulin Villard à Caissargues (en rive gauche du Vistre), au moins pour les niveaux chalcolithiques (Chabal, 1997).

Il semble que ce paysage se soit maintenu pendant tout le Néolithique moyen, récent et le Chalcolithique, ce qui implique une pérennité des pratiques agro-pastorales et le maintien d'un impact anthropique d'envergure sur la longue durée tout à fait remarquables. En effet, le fait que les archéologues aient montré que les plaines du Languedoc oriental sont densément peuplées au Chalcolithique (Gutherz et Jallot, 1994), vraisemblablement en liaison avec un essor démographique important (Lemercier, 1998), est tout à fait cohérent avec l'image d'un paysage très ouvert et très fortement anthropisé donné par la malacologie. Cependant, cette forte anthropisation du paysage est encore plus intéressante pour le Chasséen, dont les sites retrouvés sont généralement moins nombreux, même si la présence du Chasséen est attestée en de nombreux endroits autour de notre zone d'étude (à Nîmes même, sur différentes stations de la plaine du Vistre, par exemple au Damier (Hervé et Breuil, 1998) ou au Vistre de la Fontaine (Breuil et Chevillot, 2000) et au Moulin Villard à Caissargues) (Jallot in Garmy et Monteil, 2000) et même si les résultats récents du Projet Collectif de Recherche, intitulé "Espace rural et occupation du sol de la région nîmoise, de la Préhistoire récente à l'époque moderne", coordonné par Jean-Yves Breuil (INRAP), tendent à rétablir un équilibre entre les sites du Néolithique final et les sites chasséens (Sauvage, 2002). De plus, les prospections sur sol nu effectuées sur la commune de Nîmes ont fréquemment livré du matériel chasséen "mais sans concentrations notables" (Jallot in Garmy et Monteil, 2000), alors que des niveaux de sol comprenant de fortes concentrations de mobilier sont attestés sur deux sites proches de notre zone d'étude (Breuil et Chevillot, 2000 ; Hervé et Breuil, 1998). Ne pourrait-on pas voir dans ces épandages de matériel les conséquences d'une anthropisation, voire d'une mise en culture, plus générale, du paysage ? Bien évidemment cette hypothèse encore hasardeuse ne pourra être étayée que par la multiplication des études paléoenvironnementales, qui pourraient confirmer l'aspect très ouvert du paysage dès le Chasséen, sur une aire plus large que le site de Mas de Vignoles IV, le seul où ces niveaux ont pu finalement être étudiés.

Ainsi, les résultats de l'analyse malacologique montrent la présence de paysages en mosaïque avec des milieux très ouverts juxtaposés à des prairies humides durant tout le Néolithique, du Chasséen jusqu'au Chalcolithique fontbuxien. Ces paysages sont marqués par un haut degré d'anthropisation ayant pour conséquence majeure l'absence de développement local des milieux forestiers.

1.9.5 Le passage du Fontbouisse au Campaniforme

C'est très nettement à partir du Campaniforme que l'on observe une diminution des espèces d'escargots de milieux rudéraux ou de pelouses au profit des espèces à affinité forestière, de broussailles et de prairies. Ces assemblages malacologiques traduisent la mise en place d'un paysage à strate herbacée bien développée, soit de prairies assez denses soit de friches hautes, dans les anciennes zones hautes de la plaine du Vistre. Ils correspondent donc à une diminution de l'impact anthropique sur le milieu et à une probable déprise agricole. La zone d'étude est cependant toujours occupée par les populations campaniformes, ce qui signifie que ce retour à des conditions plus fermées n'est pas dû à un abandon du site mais, plutôt, qu'il marque une rupture très nette dans la gestion du paysage par l'homme par rapport à la période précédente, et notamment le Fontbouisse. Ce changement des modes de gestion du paysage par l'homme à la transition Fontbouisse/Campaniforme est d'autant plus intéressant que l'on peut l'observer dans la continuité sur des structures archéologiques qui ont servi aux deux groupes humains. Même si la pression humaine sur le paysage est peut-être moins forte sur une large échelle, suite à une probable diminution de la taille des populations (moins d'espace occupé, moins de structures découvertes par les archéologues), localement la présence de faunes plus fermées, dans le cadre de réemploi de structures déjà existantes et de construction de fossés monumentaux, témoigne d'un véritable changement dans la gestion du paysage, plutôt que d'un relatif abandon du site et du début d'une succession malacologique. Nous avons donc suggéré le passage d'une utilisation des zones hautes par les hommes du Fontbouisse plutôt comme lieu d'habitat et/ou d'agriculture, à une utilisation probablement plus pastorale de ces mêmes lieux par les hommes du Campaniforme.

Ce changement dans les modes de gestion du paysage, même localisé dans cette partie de la plaine du Vistre, est intéressant dans le débat archéologique sur les formes de l'économie campaniforme. En effet, dans un premier temps, la découverte des habitats en dur sur des sites perchés aurait permis aux archéologues de proposer que l'économie campaniforme était plutôt centrée sur des activités pastorales. Cependant, dans un deuxième temps, "la découverte de

nombreux sites de plaine, dans la moyenne et basse vallée du Rhône, qui a montré une probable densité importante de peuplement des zones basses et considérées comme à fort potentiel agricole (dans les limons du fleuve et de ses nombreux affluents)", suggère une deuxième hypothèse reposant sur "un modèle plus classique où les activités agricoles ont pu jouer, comme dans les autres groupes de la fin du Néolithique, un rôle important" (Lemerrier, 2000). Bien que l'analyse malacologique des niveaux campaniformes de la plaine du Vistre ne permette pas de généraliser à l'ensemble de la culture campaniforme, il semble cependant que, si les basses terres sont effectivement exploitées, c'est probablement dans une perspective plus pastorale qu'agricole, ce qui confirmerait l'hypothèse ancienne d'une économie campaniforme assez tournée vers le pastoralisme, d'autant plus que la différence dans l'exploitation du milieu et dans les choix de gestion du paysage par l'homme est très nette entre le Fontbouisse et le Campaniforme sur les sites étudiés dans la plaine du Vistre.

Enfin, si nous avons séparé chronologiquement les deux civilisations du Chalcolithique présentes dans la plaine du Vistre, le Fontbouisse et le Campaniforme, les études archéologiques récentes montrent qu'une contemporanéité de ces deux groupes est possible (Lemerrier, 1998 ; Lemerrier, 2000). Ainsi, plutôt qu'une évolution du paysage vers des milieux plus prairiaux au Campaniforme, on peut également interpréter nos données comme une juxtaposition, cette fois sur des espaces très réduits et dans les anciennes parties hautes de la Vistrenque, de différents types de milieux gérés différemment en fonction du groupe de populations qui l'utilise.

1.9.6 La Protohistoire et l'épisode palustre de la transition âge du Fer/époque romaine

La reconquête végétale déjà appréhendée pour le Campaniforme se poursuit à l'âge du Bronze : le milieu continue de se fermer progressivement avec une strate arbustive plus développée. C'est l'âge du Bronze moyen qui correspond le mieux à cette tendance. Cependant les échantillons analysés pour l'âge du Bronze sont peu nombreux dans notre étude, et nous ne pouvons généraliser à l'ensemble de la zone étudiée l'image d'une relative déprise humaine à cette époque. Par ailleurs, si ces échantillons sont peu nombreux, cela signifie également que les structures du Bronze sont peu abondantes sur les sites étudiés, ce qui est un autre indice de la diminution de l'emprise humaine sur le paysage. En effet, dans l'ensemble de la commune de Nîmes, l'âge du Bronze est mal connu par l'archéologie et peu de sites de cette période ont été découverts (Monteil, 1999).

Les résultats anthracologiques du Moulin Villard à Caissargues pour l'âge du Bronze final donne l'image d'une reconquête forestière, avec la présence d'une forêt mésophile mixte,

dite de plaine (frêne, chêne à feuillage caduc, orme) (Chabal, 1997). Ces résultats enregistrent la même tendance que les données malacologiques : une déprise humaine a bien lieu à l'âge du Bronze, avec une remontée végétale dans la plaine. Cependant, les assemblages malacologiques du Bronze comportent encore très peu d'espèces à affinité forestière. On observe ainsi un décalage entre les données paléoenvironnementales qui peut s'expliquer par des variations dans la résolution spatiale des assemblages malacologiques et anthracologiques. Il semble que la reconquête forestière appréhendée par l'anthracologie ne soit pas généralisée à toute la plaine du Vistre et qu'un impact anthropique se maintienne sur la rive droite du Vistre, même s'il est moins fort qu'aux époques précédentes. De plus, l'éventualité que la péjoration climatique, identifiée pour le début de la Protohistoire (Bravard *et al.*, 1992 ; Magny, 1995), expliquerait dans la plaine du Vistre la reconquête végétale ne peut ici être retenue, à l'instar des réflexions menées pour le site de Moulin Villard (Blanchemanche et Chabal, 1995). En effet, d'une part, l'archéologie enregistre bien une déprise humaine et, d'autre part, la malacologie ne traduit pas localement une véritable reconquête forestière, mais plutôt un relatif abandon des anciennes pratiques agricoles sur les sites étudiés.

Le début de l'âge du Fer n'est pas représenté dans nos échantillons : en effet, les seuls niveaux identifiés pour cette période sur l'ensemble des sept sites étudiés (cf. supra site de Mas de Vignoles VI) n'ont pas pu être prélevés, tandis que les sites archéologiques sont pour l'instant très rares dans la plaine du Vistre, jusqu'au dernier quart du VI^{ème} siècle av. J.-C. (Monteil, 1999).

A partir de la toute fin du premier âge du Fer et pendant le second âge du Fer, les analyses malacologiques marquent une reprise d'un impact anthropique plus fort sur le paysage, mais qui reste sans comparaison avec le haut degré d'anthropisation identifiée pour la période néolithique. A nouveau, un paysage en mosaïque est visible entre les zones hautes qui correspondent à des milieux de pelouse ou de garrigue basse et les zones basses (ou proches d'un cadereau latéral) qui montrent des milieux de prairie humide. Ces milieux prairiaux se sont peut-être maintenus depuis la fin du Néolithique, mais l'absence d'échantillons pour l'âge du Bronze ne permet pas de constater une éventuelle reprise forestière de la ripisylve ou un éventuel maintien de prairies pour cette période dans la plaine inondable du Vistre.

Ces résultats s'accordent avec les données palynologiques et archéologiques locales. En effet, les assemblages palynologiques du site de la ZAC des Halles, localisé en amont des

sites de la Vistrenque, à environ 2 km au nord-est du Mas de Vignoles IV, traduisent, pour les Vème et IIème siècles av. J.-C., d'une part, la présence de cultures (de blé et de seigle), mais également de zones de pâturage (Bui Thi Mai in Monteil, 1993). De plus, même si "l'environnement est déforesté", il subsiste, d'après ces mêmes résultats palynologiques, "un certain nombre d'essences telles que les chênes caducifoliés et sempervirents" (Bui Thi Mai in Monteil, 1993), ce qui pourrait également correspondre à l'image donnée par la malacologie d'une reprise d'un fort impact anthropique sur le site mais cependant moins drastique qu'au Chalcolithique. Pour l'archéologie, le second âge du Fer correspond au développement de l'agglomération nîmoise préromaine, qui devient "l'agglomération la plus importante du Languedoc oriental dès le courant du IVème siècle av. J.-C." (Monteil, 1999). Des champs labourés sont identifiés à Nîmes, dès la fin du IVème siècle av. J.-C., au Mont Cavalier, dans la partie nord de l'agglomération, et sur le site de la ZAC des Halles ; ils s'accompagnent de la mise en place d'un système en terrasses de cultures (Garmy et Monteil, 2000). Le nombre de sites découverts pour cette période atteste que "les campagnes protohistoriques étaient bien cultivées, structurées en quartiers et parcelles, parsemées de bâtiments" (Garmy et Monteil, 2000).

Enfin, la toute fin de l'âge du Fer, à la transition avec la période romaine, est marquée par une rupture morphosédimentaire liée à l'apparition de paléosols alluviaux à nodules carbonatés, piégés dans les zones déprimées et en comblement de structures archéologiques, en liaison avec le développement local de milieux palustres mis en évidence par la malacologie. Bien que l'analyse malacologique ne porte que sur un seul échantillon, nous nous proposons de généraliser l'information étant donné que ces niveaux à nodules carbonatés, très particuliers, ont bien été identifiés par les géomorphologues sur d'autres anciennes zones basses de la plaine du Vistre. On peut donc supposer un engorgement des anciennes parties basses de la Vistrenque.

Comme nous l'avons vu précédemment nous ne pouvons pas réellement trancher entre une explication climatique (péjoration climatique ayant conduit à la remontée des nappes phréatiques) et une explication anthropique (modification de la gestion du paysage par l'homme) à cet engorgement, même si notre préférence est, pour l'instant, en faveur de l'hypothèse anthropique. En effet, la progression de la romanisation s'accompagne d'un développement économique important, perceptible par un accroissement de la pression agricole sur les campagnes dès la première moitié du IIème siècle av. J.-C. (Monteil, 1999), avec notamment l'irrigation des terres dans la plaine du Vistre (Boissinot, 2000) dès le IIème

siècle av. J.-C. et de vastes entreprises de mise en terrasses au début de Ier siècle av. J.-C. attestées sur le site de la ZAC des Halles (Poupet *et al.*, 1993). Ces grands aménagements apparaissent comme une "rupture brutale avec l'usage antérieur du sol". Cependant, "malgré l'investissement important réalisé dans cette entreprise de mise en valeur", les systèmes de terrasse sont abandonnés dans le courant du Ier siècle av. J.-C. (Poupet *et al.*, 1993). Ces importants travaux de mise en valeur de terres agricoles, leur mise en place, leur utilisation ou leur abandon peuvent fournir une explication à des bouleversements locaux de l'hydrologie et la paludification locale du milieu qu'enregistrent les malacofaunes. Cependant, la poursuite des prélèvements pour obtenir un nombre plus élevé d'échantillons et sur un plus grand nombre de sites paraît absolument indispensable à la confirmation, ou l'infirmité, de cette hypothèse.

1.9.7 La forêt à l'Antiquité ?

Les échantillons malacologiques de la période romaine (deuxième moitié du Ier siècle av. J.-C. jusqu'au IIIème siècle ap. J.-C.) montrent tous le développement des espèces forestières aux abords d'un chemin ou de fossés de parcellaire. Ils correspondent aux échantillons les plus forestiers, toutes périodes confondues, étudiés dans la plaine du Vistre ; ils traduisent donc une reconquête forestière. Cette tendance est cependant moins nette à proximité de la petite ferme antique du site de Bassin Magaille Est. On peut imaginer un paysage en mosaïque avec, d'une part, des zones encore exploitées par des pratiques agropastorales à proximité des fermes et, d'autre part, des zones où la reconquête forestière est effective.

Pour expliquer cette reconquête forestière que montre la malacofaune, l'éventualité de la plantation de haies aux abords du chemin et des fossés de parcellaire antique a été avancée par les archéologues. Cependant, les échantillons malacologiques antiques que nous avons étudiés comportent tout le cortège classique des espèces à affinité forestière qui se retrouvent dans les paysages actuels de forêts relativement ouvertes. Ils ne paraissent pas correspondre à l'établissement de haies bordières entre deux champs, très limitées spatialement. C'est pourquoi, il nous semble que de vrais milieux forestiers ont pu prendre place à l'époque antique. De plus, cette reconquête forestière n'est pas circonscrite à la plaine du Vistre, puisque sur le site de la ZAC des Halles, l'étude malacologique réalisée par Grenut et Peyric (Argant *et al.*, 2001) montre également, pour la fin du Ier siècle ap. J.C. et le IIème siècle ap. J.-C., le développement de faunes sciaphiles et typiquement forestières, qui laissent percevoir

"un environnement où le couvert arboré s'est développé", alors que l'anthracologie identifie le retour de la chênaie verte sur le site à la même époque (Chabal, 1993).

Cette reconquête forestière identifiée par la malacologie semble tout à fait étonnante pour l'époque romaine. Cependant, du point de vue archéologique, les "premiers signes d'une déprise urbaine sont perceptibles dès la fin du Ier siècle ap. J.-C. et le début du IIème siècle ap. J.-C." (Monteil, 1999), tandis que "la périphérie du centre urbain est progressivement désertée" (Garmy et Monteil, 2000). Ainsi, alors qu'une crise économique et/ou démographique est amorcée dès le Ier siècle ap. J.-C., il est envisageable que le phénomène de déprise humaine ait aussi bien touché la ville que la campagne. On peut alors proposer l'hypothèse suivante : alors que des domaines plus ou moins étendus sont encore exploités (comme la petite ferme du site du Bassin de Magaille Est), d'autres parties du territoire sont abandonnées et subissent une reconquête forestière (sites de Mas de Vignoles IV et du Cadereau d'Alès). Cette hypothèse a également été évoquée pour un autre site du Languedoc oriental, Lunel-Viel, qui connaît également une "régénération de boisements" et une "certaine déprise agricole" aux IIème et IIIème siècles ap. J.-C. comme le montre l'analyse anthracologique (Chabal, 1997), alors que de nombreux sites ruraux sont abandonnés. Cependant, une deuxième hypothèse est possible pour expliquer ce paysage en mosaïque : en effet, les gallo-romains ont pu également mettre en œuvre une gestion du paysage tout à fait originale par rapport aux périodes précédentes, grâce à laquelle des milieux très ouverts sont dévolus aux pratiques agricoles et des milieux forestiers sont volontairement conservés et même entretenus.

Que l'on penche pour la première ou la deuxième des hypothèses évoquées ici, on peut, de toute façon, avancer que la période antique correspond à une gestion du paysage très originale qui a pour conséquence une forte hétérogénéité de celui-ci à l'échelle de la zone d'étude.

1.9.8 Une permanence des cultures à l'époque historique ?

Les données malacologiques concernant la période historique sont très disparates et ne sont pas très bien calées chronologiquement. La faiblesse de cet échantillonnage est liée à des séquences sédimentaires très contractées, associées à l'absence de sites archéologiques, qui attestent du faible taux de sédimentation et/ou de la troncature anthropique des sols à la période historique, dans le cadre d'horizons culturels. Malgré ces biais, les assemblages malacologiques semblent correspondre à un retour à des milieux très ouverts, peut-être utilisés

à des fins agricoles, dès le Haut Moyen Age. Encore une fois, on constate une mosaïque de paysages, comprenant des milieux ouverts et secs et des prairies humides aux abords du Vistre, également constatée sur le site voisin de la ZAC des Halles. En effet, les analyses malacologiques et palynologiques de ce dernier site témoignent de milieux très ouverts, rudéraux et cultivés en céréales, jouxtant des milieux pâturés (Argant *et al.*, 2001).

Un échantillon moderne se distingue pourtant par la forte prédominance des espèces forestières qu'il contient. Cependant, cette information ne peut être généralisée, car les attributions chronologiques assez floues ne nous permettent pas de comparer directement cet échantillon avec d'autres. Ainsi, il peut correspondre soit à un phénomène local de reconquête forestière, soit à une phase de diminution de l'emprise humaine sur le paysage.

Le reste des échantillons étudiés, qui montrent des milieux très ouverts, peut également être interprété de deux façons : a) ils n'enregistrent que les phases ouvertes dans un ensemble plus varié, les sols "forestiers" ayant alors disparu des séquences, ce qui ne permettrait pas de lire des alternances d'emprise et de déprise humaine sur le paysage pendant la longue période historique. Dans ce cas-là, l'échantillon moderne forestier pourrait constituer un piègeage de ces niveaux disparus. Cette hypothèse se fonde sur l'aspect extrêmement contracté des séquences et sur la possibilité qu'elles comportent des troncutures ou érosions, naturelles ou anthropiques. b) Ils correspondent au maintien de milieux très ouverts pendant toute la période historique et enregistreraient alors une succession de champs. L'iconographie et les archives de la période moderne vont dans le sens de cette deuxième hypothèse, puisqu'elles montrent "un paysage particulièrement dénudé" sur les pentes du nord de l'agglomération nîmoise (Garmy et Monteil, 2000). Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne pouvons trancher entre ces deux hypothèses.

1.9.9 Anthropisation ou climat ?

Tous les changements environnementaux observés dans les sites de la plaine du Vistre ont été interprétés en terme de variations du degré d'anthropisation sur le milieu, sans prendre en compte les effets des changements climatiques.

Effectivement, à part les quelques individus de *Trochoidea geyeri*, présents dans les échantillons tardiglaciaires, toutes les espèces récoltées sur ce site sont également présentes aujourd'hui en région méditerranéenne dans un contexte climatique équivalent. Leur distribution dépend du degré d'anthropisation des éléments du paysage actuel dans lesquels elles ont été prélevées (Martin et Magnin, 2002).

De plus, en ce qui concerne les variations de la composition spécifique des assemblages de gastéropodes terrestres, aucun changement climatique n'a, pour l'instant, pu également être mis en avant pour expliquer les variations du couvert végétal et du taux d'humidité qu'elles expriment, à l'exception de la remontée végétale de l'Holocène ancien identifiée par la malacofaune. Ainsi, à partir des premières implantations épicaudales, les différences de composition des assemblages s'expliquent par a) des variations spatiales, fonction du contexte géomorphologique, pour une même période, et donc sous un même climat : elles impliquent une gestion anthropique des paysages ; b) des variations temporelles du couvert végétal en inadéquation avec ce que l'on connaît par ailleurs de l'évolution climatique de l'Holocène : elles sont, en revanche, en meilleure adéquation avec les changements de densité de l'occupation du sol, selon l'état actuel des découvertes archéologiques.

1.10 Conclusion

Malgré un contexte sédimentaire complexe, l'analyse malacologique de ces sept sites de la Vistrenque a permis d'observer un paysage modelé par l'homme dès le Chasséen, la permanence de pratiques agro-pastorales sur une longue période et enfin un changement radical de gestion du paysage à l'Antiquité (figure 48).

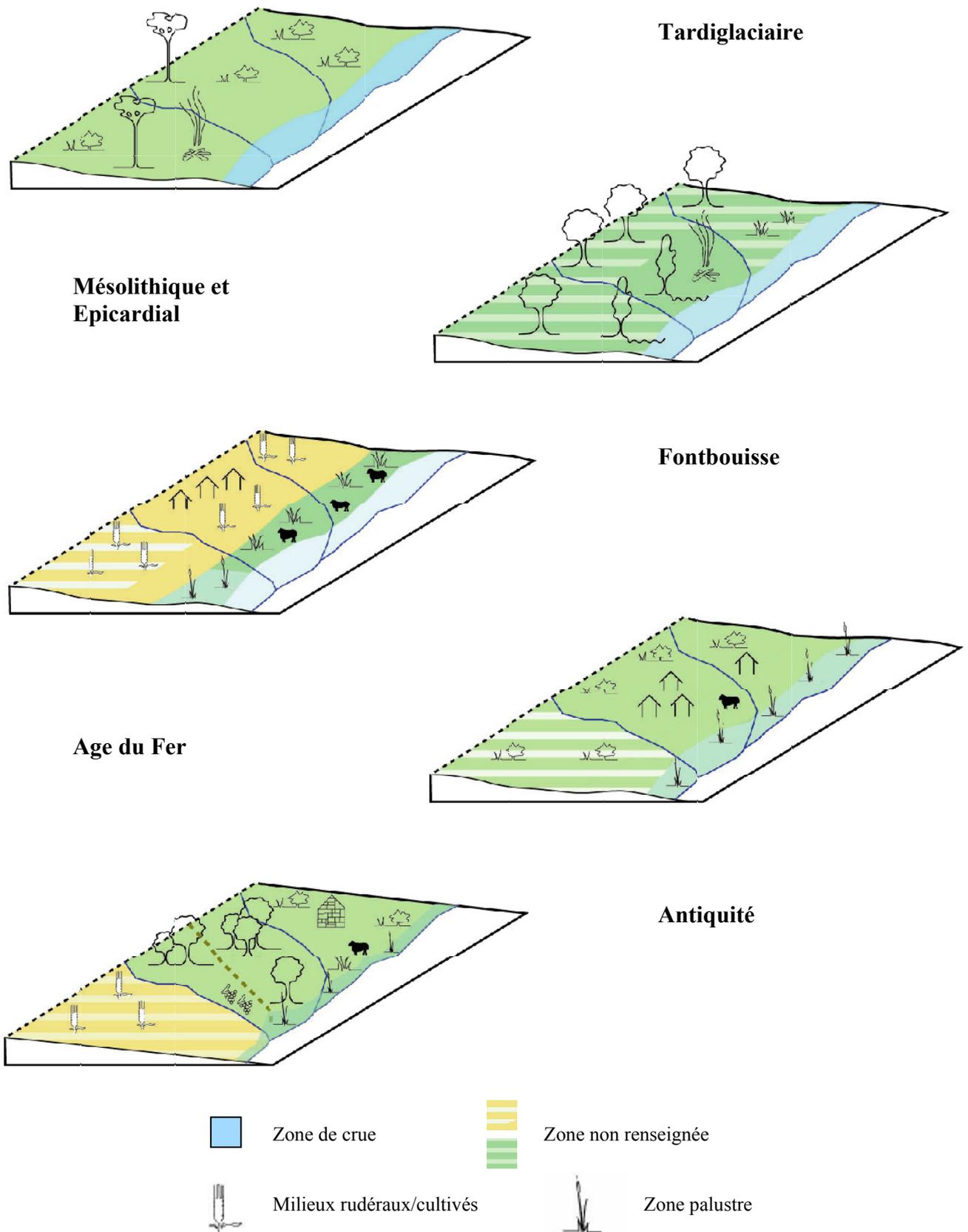


Figure 48 : Proposition de reconstitution de l'évolution du paysage au cours du temps dans la plaine du Vistre (Nîmes, Gard).

2 La séquence holocène de La Céreirède (Lattes, Hérault)

La séquence de La Céreirède a été analysée à l'occasion d'une opération de fouilles de sauvetage, menée par l'INRAP dans le cadre de l'extension d'une station d'épuration des eaux usées de la ville de Montpellier. L'opération archéologique était dirigée par Gilles Loison (INRAP) et comprenait un fort volet paléoenvironnemental dont cette étude fait partie. Cependant, si la phase de terrain est, à l'heure actuelle, terminée, ce n'est pas le cas de la phase d'études post-fouilles qui n'a pas pu démarrer en raison de difficultés budgétaires. C'est aussi pour cette raison que l'étude malacologique ne prend en compte que la partie supérieure de la séquence, la partie inférieure n'ayant pu être traitée. De plus, cette analyse malacologique est un peu isolée puisque aucun des autres acteurs, soit archéologues, soit paléoenvironnementalistes, n'a pu terminer son travail. Nous avons choisi néanmoins d'inclure ce travail dans cette thèse du fait des aspects déjà intéressants qu'a livré la séquence sédimentaire étudiée. Seule une description très succincte du site archéologique et du contexte sédimentaire sera donc exposée.

2.1 Le site d'étude

2.1.1 Situation géographique et cadre géomorphologique

Le site archéologique de La Céreirède est localisé dans la plaine deltaïque du Lez, à moins de 200 m de la rive droite du cours d'eau, au sud de l'agglomération montpelliéraine et au nord de la cité protohistorique et antique de *Lattara*. Il est localisé à environ 7 km de la rive actuelle de la mer Méditerranée (figure 49).

Le Lez est un petit fleuve côtier alimenté par une source karstique ; il a un régime torrentiel typiquement méditerranéen (Jorda et Jung, 2000). Il est aujourd'hui endigué, en aval du site de la Céreirède, jusqu'à la mer Méditerranée dans laquelle il se jette.

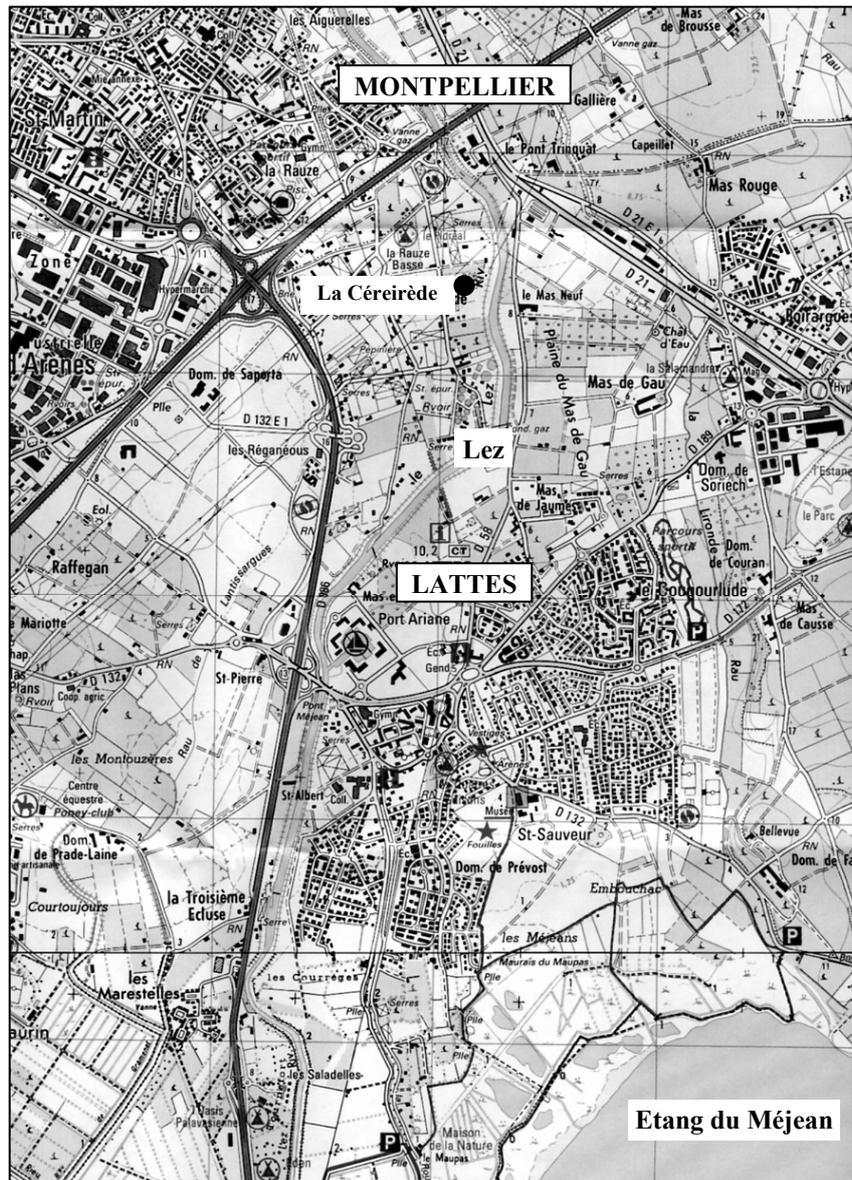


Figure 49 : Carte de localisation du site de La Céréirède (Lattes, Hérault). Extrait de la carte IGN au 1:25000.

La Céréirède se situe à une altitude d'environ 8,50 m.

Le trait de côte a beaucoup varié au cours de l'Holocène avec notamment la remontée rapide du niveau marin au cours à l'Holocène ancien et moyen. Cependant, les derniers millénaires montrent une stabilisation de cette remontée et la mise en place probable du système lagunaire sur le littoral languedocien (Jorda et Jung, 2000).

2.1.2 Contexte environnemental actuel

Le climat de la zone étudiée est méditerranéen subhumide (classification d'Emberger ; 1930), avec une sécheresse estivale d'au moins trois mois ($P < 2T$) et un hiver tempéré

comprenant deux à trois mois froids ($T < 7^{\circ}\text{C}$). La température moyenne annuelle est comprise entre 14°C et 15°C . La moyenne des précipitations annuelles est de 740 mm à Lattes (Kessler et Chambraud, 1986 in Puertas, 1998).

La végétation actuelle appartient à l'étage mésoméditerranéen (Ozenda, 1994). Sur le terrain, la végétation au moment du prélèvement était quasiment inexistante (friche urbaine) étant donné les travaux d'aménagement effectués dans cette zone déjà largement urbanisée. Puertas note pourtant qu'une ripisylve à peupliers est encore présente actuellement dans certains secteurs du bord du Lez (Puertas, 1998).

2.1.3 Contexte archéologique, d'après Jorda et Jung (2000)

Le site de La Céreirède s'inscrit dans un contexte archéologique très riche dont l'élément phare est la cité protohistorique et antique de *Lattara*, à moins de 2 km de La Céreirède. Cette agglomération se développe à partir du VI^{ème} siècle av. J.-C. et perdure jusqu'à la fin du II^{ème} siècle ap. J.-C., sur un territoire très vaste (plus d'une dizaine d'hectares).

De nombreux sites archéologiques plus anciens ont également été détectés aux abords de La Céreirède, avec notamment de nombreuses traces d'occupation du Néolithique moyen, par exemple sur le site de Port Ariane, à 1 km environ de La Céreirède. Les vestiges du Néolithique final et du Chalcolithique sont moins nombreux mais peuvent, cependant, prendre la forme de vastes habitats groupés pour la période fontbuxienne (Blanchemanche *et al.*, 2003). Alors que, pour le Bronze ancien et moyen, les sites archéologiques détectés dans la plaine du Lez sont rares, ils sont plus abondants pour le Bronze final, particulièrement autour de l'étang de Mauguio et à l'emplacement de *Lattara*. Pour ce qui est des occupations humaines de l'âge du Fer, les vestiges archéologiques détectés à l'heure actuelle sont peu nombreux, en dehors de *Lattara*.

Pour les périodes historiques, on note la forte implantation des vestiges antiques, avec notamment les nombreuses traces de centuriations romaines. Enfin, le Moyen Age montre une présence très forte de l'homme dans la plaine deltaïque du Lez. C'est une époque durant laquelle de profonds aménagements du territoire sont réalisés avec le développement de Montpellier et du *Castrum* de Lattes, associés à la présence de nombreux mas et hameaux. Le Moyen Age et l'époque moderne correspondent également à d'importants aménagements du réseau hydrographique dans le delta du Lez, qui conduisent, entre autres, à la canalisation du cours du Lez au XVIII^{ème} siècle (Blanchemanche, 2002).

On constate finalement une absence de vestiges, dans l'état actuel des connaissances, pour le Néolithique ancien et l'âge du Bronze moyen.

2.2 Les occupations archéologiques

Le site de La Céreirède a livré de nombreuses phases d'occupations humaines, stratifiées sur une épaisseur de plus de 8 mètres, du Néolithique cardial aux temps modernes. Sans entrer dans le détail, les études post-fouilles n'étant pas terminées, nous pouvons cependant indiquer que les archéologues ont identifié des phases d'occupation du site au Cardial, à l'Epicardial, au Néolithique moyen *lato sensu*, ainsi que deux phases du Chasséen récent, un site d'habitat du Bronze ancien, des occupations de différentes périodes de l'âge du Fer, une occupation de l'Antiquité et du Moyen Age et enfin l'édification d'une noria pour les périodes modernes. Le site antique comporte différents vestiges agraires (fossés ; chemin creux empierré, utilisé du Ier siècle av. J.-C. jusqu'au Ier siècle ap. J.-C., et qui sert de drain après son abandon ; épandages) et une nécropole.

Ce site montre une continuité impressionnante des occupations du Néolithique jusqu'aux périodes les plus récentes, avec cependant une lacune pour le Néolithique final et l'âge du Bronze moyen/final pour lesquels aucune structure archéologique n'a pu être attestée.

2.3 Description de la séquence prélevée (d'après C. Jorda, comm. perso. ; Jorda et Jung, 2000 ; Blanchemanche *et al.*, 2003)

La séquence holocène de La Céreirède a été prélevée sur deux coupes en fonction d'une plus grande dilatation de certains niveaux, principalement antiques, dans la seconde par rapport à la première (figure 50). Nous n'avons pu, pour l'instant, traiter que les échantillons postérieurs à l'établissement du Chasséen récent jusqu'à un niveau post-antique à graines carbonisées.

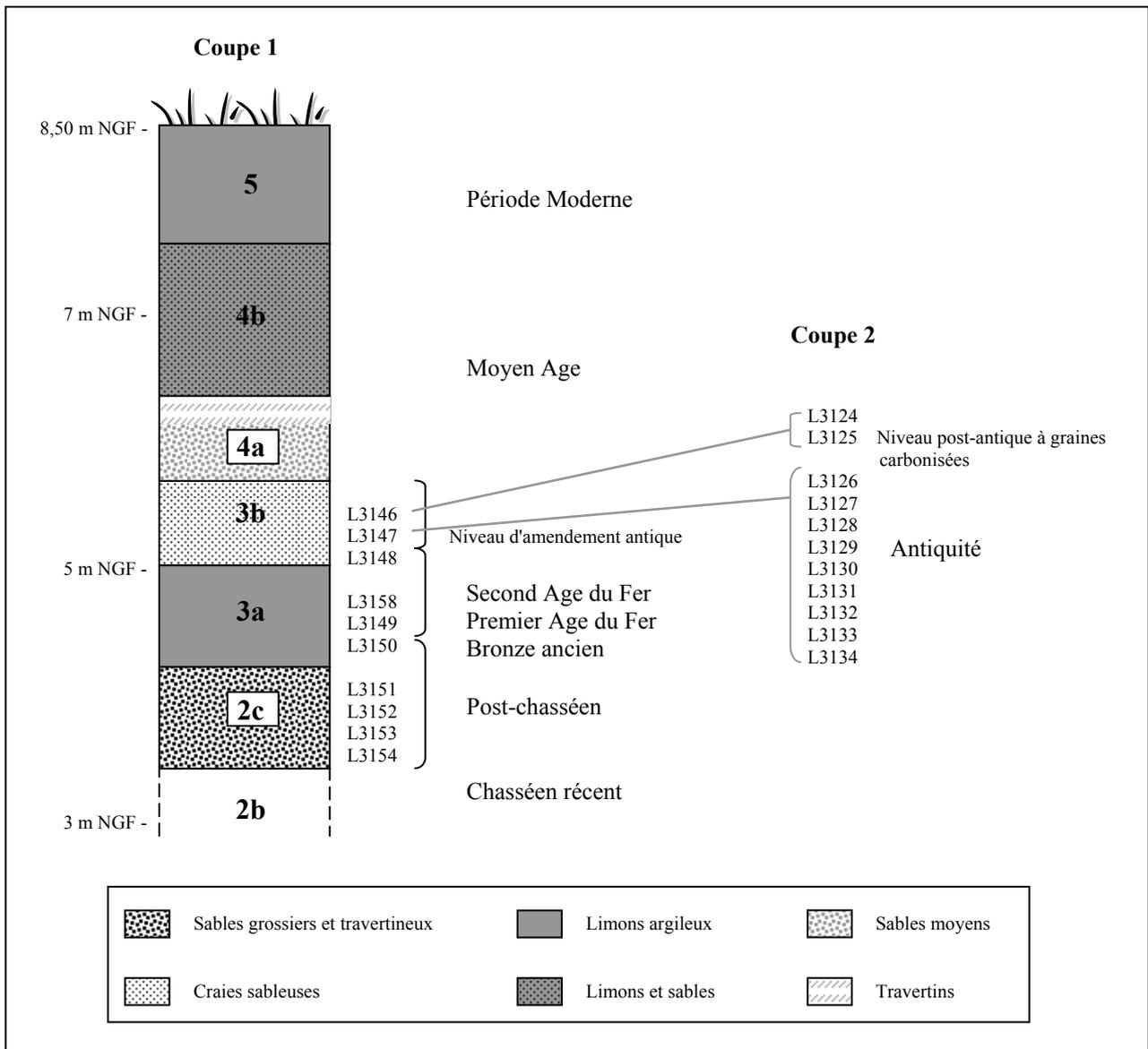


Figure 50 : Coupe schématique de la séquence de La Céceirède (Lattes, Hérault), d'après C. Jorda (comm. perso.).

La séquence étudiée commence par la phase 2c qui se dépose après la dernière implantation du Chasséen récent. Cette phase 2c correspond à la période de comblement définitif d'un ancien bras du Lez, mis en place sur le site durant les phases précédentes. Le site reste cependant proche d'un bras du fleuve, ou même du chenal principal, étant donné que des apports sédimentaires perdurent. A partir de la phase suivante 3a, le mode de sédimentation change radicalement. Le Lez ne déborde plus que rarement et faiblement (40 cm de dépôt en 2000 ans), il incise son lit et s'encaisse dans la plaine. Une levée de berge commence à se former. Dans ce contexte, les deux coupes prélevées sont situées entre la levée de berge et la plaine d'inondation, dans une partie non inondée. Le sol est cependant détrempe (formation de

gley), car la plaine d'inondation est très basse et la nappe phréatique assez haute. Pendant la phase 3b, la levée de berge, qui sépare la plaine du fleuve, continue de se mettre en place. Le secteur d'étude est alors plus vallonné qu'à l'heure actuelle, ce qui peut conduire à des variations locales du degré d'humidité en fonction de l'ancienne topographie. Cette phase correspond au colmatage du chemin creux antique, qui devait traverser le Lez à gué. Elle est dominée par des formations crayeuses indiquant un début de sédimentation travertineuse au niveau local. Les parties supérieures de cette séquence, qui n'ont pas non plus été étudiées, traduisent la fin de l'épisode calme précédent. Le Lez est alors dans sa position actuelle mais les canaux d'irrigation médiévaux subissent des crues et les dépôts deviennent plus puissants (4a et 4b). La séquence se termine classiquement par un horizon cultural (5).

Ainsi, la séquence étudiée correspond à des niveaux post-chasséens, protohistoriques, antiques et immédiatement post-antiques. Elle comporte un niveau post-antique à graines carbonisées, présentant des traces d'araire (échantillon L3125). La première coupe représente la séquence globale et la seconde a été prélevée dans un secteur du site où les niveaux antiques étaient plus dilatés.

Quatre échantillons (L41, L42, L35inf et L35sup) ont été également prélevés dans le site d'habitat du Bronze ancien, qui était bien calé chronologiquement et plus dilaté que dans la séquence globale. Il s'agit d'échantillons prélevés dans les phases de comblement des structures archéologiques (fosses). Enfin, deux échantillons (L5040 et L5042) correspondent à des comblements de fossés antiques longeant le chemin creux.

2.4 Résultats malacologiques

En tout, 61574 coquilles ont été récoltées dans les 27 échantillons analysés (annexe 23). Elles se répartissent en 47 espèces terrestres et 19 taxons aquatiques.

2.4.1 Analyse Factorielle des Correspondances

L'Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence de la Céreirède porte sur 27 échantillons (les individus) et 46 espèces terrestres (les variables). *Cecilioides acicula* a été retiré de la matrice de données du fait de ses caractères fouisseurs, et les 19 taxons aquatiques ont été placés en variables supplémentaires, car ils nous renseignent sur les milieux de dépôt et non directement sur les variations du couvert végétal. L'AFC prend donc en compte 54522 coquilles (48477 escargots terrestres et 6045 individus aquatiques).

Le premier plan factoriel représente 50,8 % de l'inertie (27,7 % pour l'axe 1 et 23,1 % pour l'axe 2) (figure 51 et figure 52). L'axe 3 qui représente 10,3 % de l'inertie ne fait que reproduire l'information déjà donnée par le premier plan factoriel.

L'axe 1 oppose *Monacha cantiana* (20,6 %), *Pomatias elegans* (17,5 %), *Vallonia costata* (5,8 %), *Candidula unifasciata* (3,7 %), *Candidula gigaxii* (2,7 %), *Discus rotundatus* (2,7 %) et *Cerņuella virgata* (2,3 %), sur le côté négatif, à *Vallonia enniensis* (5,4 %), *Trichia hispida* (4,8 %), *Vallonia pulchella* (4,3 %), *Vertigo pygmaea* (3,3 %), *Cochlicella acuta* (2,6 %) et *Succinea oblonga* (2,3 %), sur le côté positif.

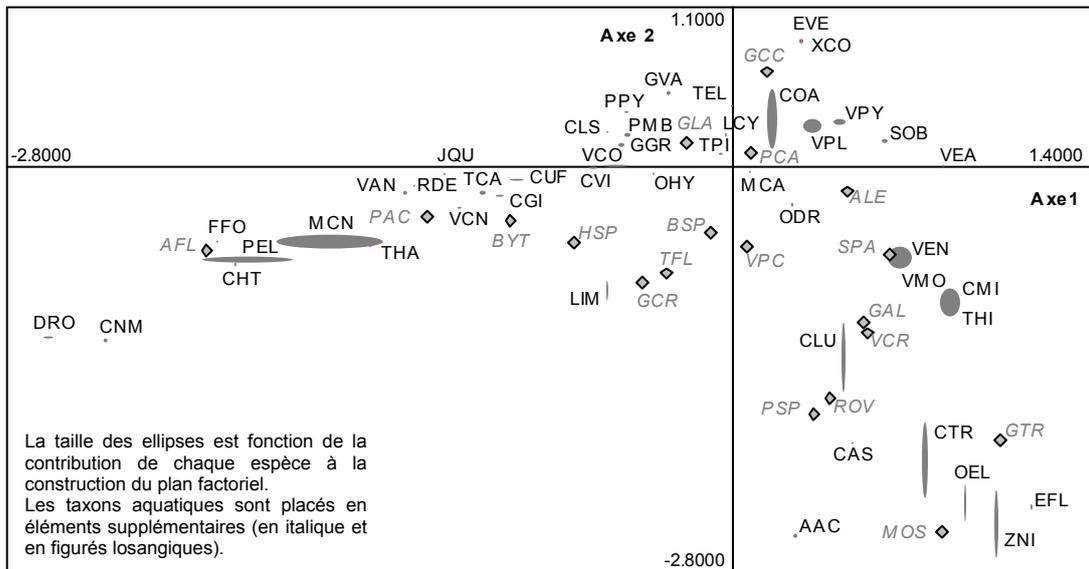
Pour les échantillons, le côté négatif de cet axe comprend L41 (18,7 %), L35inf (6,1 %), L3147 (5,7 %), L3149 (5,6 %), L3148 (5,4 %), L3158 (5,4 %), L3146 (5,2 %) et L35sup (5 %) (et pour les échantillons les plus fortement corrélés à l'axe : L42, L3154, L3153, L3150, L3152 et L3151) ; le côté positif comprend L3129 (7,7 %), L3134 (7,5 %), L3128 (6,7 %) et L3133 (4,1 %) (et pour les échantillons les plus fortement corrélés à l'axe : L3127, L5042, L3126 et L3132).

La partie négative de l'axe 1 correspond à des espèces plutôt xérophiles, à l'exception de *Vallonia costata* qui peut se développer dans des formations végétales assez humides, comme les prairies humides (Evans, 1972). Elles sont soit franchement à affinité forestière (*Pomatias elegans*, *Discus rotundatus*), de broussailles ou à strate herbacée bien développée (*Monacha cantiana*, *Cerņuella virgata*), soit même de milieux plus ouverts et plus secs (*Candidula unifasciata*, *Candidula gigaxii*). Ces espèces traduisent donc des milieux allant de la forêt méditerranéenne à des fruticées, voire des à garrigues.

La partie positive de l'axe 1 regroupe des espèces toutes hygrophiles (*Vallonia pulchella*, *Succinea oblonga*, *Trichia hispida*, *Vertigo pygmaea*, *Cochlicella acuta*), voire palustres (*Vallonia enniensis*). Elle représente des prairies humides plus ou moins gorgées d'eau.

En fait, les prairies humides et les milieux palustres de la partie positive de l'axe s'opposent à tous les autres types de milieux présents dans le reste de la séquence, globalement plus secs. Cet axe représente donc un gradient d'humidité locale.

Pour ce qui est des échantillons, l'axe 1 distingue principalement les échantillons de la seconde coupe, antiques et post-antiques, sur la partie positive associée aux prairies humides et aux milieux palustres, aux échantillons de la première coupe et aux échantillons du Bronze ancien, sur la partie négative associée aux milieux plus secs.



AAC : *Acanthinula aculeata* (Müller 1774) ; **AFL** : *Ancylus fluviatilis* (Müller 1774) ; **ALE** : *Anisus leucostoma* (Millet 1813) ; **BSP** : *Bythiospeum* sp. ; **BYT** : *Bythinia tentaculata* (Linné 1758) ; **CAS** : *Cryptomphalus aspersus* (Müller 1774) ; **CGI** : *Candidula gigaxii* (Pfeiffer 1850) ; **CHT** : *Chondrula tridens* (Müller 1774) ; **CLS** : Clausiliidae ; **CLU** : *Cochlicopa lubrica* agg. (Müller 1774) ; **CMI** : *Carychium minimum* (Müller 1774) ; **CNM** : *Cepaea nemoralis* (Linné 1758) ; **COA** : *Cochlicella acuta* (Müller 1774) ; **CTR** : *Carychium tridentatum* (Risso 1826) ; **CUF** : *Candidula unifasciata* (Poirret 1801) ; **CVI** : *Cerņuella virgata* (da Costa 1778) ; **DRO** : *Discus rotundatus* (Müller 1774) ; **EFL** : *Euconulus fulvus* (Müller 1774) ; **EVE** : *Eobania vermiculata* (Müller 1774) ; **FFO** : *Ferussacia follicula* (Gmelin 1791) ; **GAL** : *Gyraulus albus* (Müller 1774) ; **GCC** : *Gyraulus crista f. cristatus* (Draparnaud 1805) ; **GCR** : *Gyraulus crista* (Linné 1758) ; **GGR** : *Granopupa granum* (Draparnaud 1801) ; **GLA** : *Gyraulus laevis* (Alder 1838) ; **GTR** : *Galba truncatula* (Müller 1774) ; **GVA** : *Granaria variabilis* (Draparnaud 1801) ; **HSP** : *Hauftenia* sp. ; **JQU** : *Jaminia quadridens* (Müller 1774) ; **LCY** : *Lauria cylindracea* (da Costa 1778) ; **LIM** : Limacelles ; **MCA** : *Monacha cartusiana* (Müller 1803) ; **MCN** : *Monacha cantiana* (Montagu 1803) ; **MOS** : *Moitessieria* sp. ; **ODR** : *Oxychilus draparnaudi* (Beck 1837) ; **OEL** : *Oxyloma elegans* (Risso 1826) ; **OHY** : *Oxychilus hydatinus* (Rossmässler 1838) ; **PAC** : *Physella acuta* (Draparnaud 1805) ; **PCA** : *Planorbis carinatus* (Müller 1774) ; **PEL** : *Pomatias elegans* (Müller 1774) ; **PMB** : *Pupilla muscorum bigranata* (Linné 1778) ; **PPY** : *Punctum pygmaeum* (Draparnaud 1801) ; **PSP** : *Pisidium* sp. ; **RDE** : *Rumina decollata* (Linné 1758) ; **ROV** : *Radix ovata* (Draparnaud 1805) ; **SOB** : *Succinea oblonga* (Draparnaud 1801) ; **SPA** : *Stagnicola palustris* (Müller 1774) ; **TCA** : *Truncatellina callicratis* (Scacchi 1833) ; **TEL** : *Trochoidea elegans* (Gmelin 1791) ; **TFL** : *Theodoxus fluviatilis* (Linné 1758) ; **THA** : *Testacella haliotidea* (Draparnaud 1801) ; **THI** : *Trichia hispida* (Linné 1758) ; **TPI** : *Theba pisana* (Müller 1774) ; **VAN** : *Vertigo antiverigo* (Draparnaud 1801) ; **VCN** : *Vitrea contracta* (Westerlund 1871) ; **VCO** : *Vallonia costata* (Müller 1774) ; **VCR** : *Valvata cristata* (Müller 1774) ; **VEA** : *Vertigo angustior* Jeffreys 1830 ; **VEN** : *Vallonia enniensis* (Müller 1774) ; **VMO** : *Vertigo moulinsiana* (Dupuy 1849) ; **VPC** : *Valvata pulchella* Studer 1820 ; **VPL** : *Vallonia pulchella* (Müller 1774) ; **VPY** : *Vertigo pygmaea* (Draparnaud 1801) ; **XCO** : *X. conspurcata* (Draparnaud 1801) ou *M. armillata* (Lowe 1852) ; **ZNI** : *Zonitoides nitidus* (Müller 1774).

Figure 51 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence de la Céreirède (Lattes, Hérault).
Projection des espèces sur le premier plan factoriel.

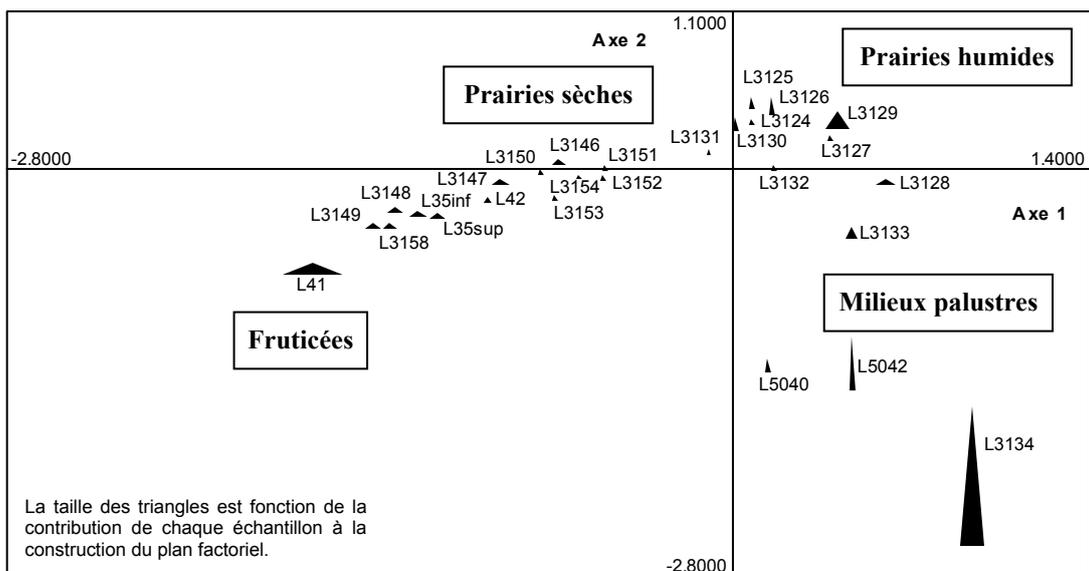


Figure 52 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence de la Céreirède (Lattes, Hérault).
Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.

L'axe 2 oppose *Carychium tridentatum* (15 %), *Zonitoides nitidus* (14 %), *Cochlicopa lubrica* agg. (13,8 %), *Oxyloma elegans* (8,3 %), *Trichia hispida* (6,7 %), *Vallonia enniensis* (5,6 %), les limacelles (4 %), *Monacha cantiana* (2,9 %) et *Pomatias elegans* (2,6 %), sur le côté négatif, à *Cochlicella acuta* (12 %) et *Vallonia pulchella* (3,4 %), sur le côté positif.

Pour les échantillons, le côté négatif de cet axe comprend L3134 (44,7 %), L5042 (18,9 %), L5040 (4,7 %), L3133 (4 %) et L41 (3,9 %) (et pour les échantillons les plus fortement corrélés à l'axe : L3158, L3149 et L35sup) ; le côté positif comprend L3129 (6,4 %), L3126 (5,8 %), L3130 (4,7 %) et L3125 (4,5 %) (et pour les échantillons les plus fortement corrélés à l'axe : L3127 et L3124).

La partie négative de l'axe 2 regroupe des espèces palustres (*Zonitoides nitidus*, *Oxyloma elegans*) et hygrophiles (*Trichia hispida*, *Cochlicopa lubrica* agg., les limacelles) et des espèces plus xérophiles de milieux plus fermés (*Pomatias elegans*, *Monacha cantiana*). Il correspond, en fait, aux deux types de milieux distingués sur l'axe 1.

La partie positive de l'axe regroupe des espèces de prairies humides (*Cochlicella acuta* et *Vallonia pulchella*).

Cet axe 2 distingue donc les formations prairiales relativement humides de tous les autres types de milieux présents dans la séquence, que ce soit des milieux palustres ou des milieux plus secs et plus fermés.

Pour les échantillons, cet axe distingue une partie de la coupe 2 antique, associée aux prairies humides, de tout le reste de la séquence.

Finalement, cette AFC a tendance à isoler les deux coupes prélevées. En effet, les échantillons antiques et post-antiques de la seconde coupe présentent un degré d'humidité beaucoup plus fort que ceux de la première coupe montrant des milieux plus secs. Cette variation du degré d'humidité entre les deux coupes semble être due à un phénomène stationnel, dont l'ancienne topographie vallonnée est probablement la cause. Cette AFC permet, pourtant, de rapprocher certains échantillons des deux coupes. En considérant les coupes individuellement, sur des Analyses Factorielles des Correspondances indépendantes (avec l'autre coupe projetée en élément supplémentaire), on retrouve globalement les mêmes tendances. C'est pourquoi nous avons choisi de ne pas présenter ici ces deux AFC, même si nous en tenons compte pour l'interprétation globale de la séquence exposée par la suite.

Pour ce qui est des taxons aquatiques, placés en variables supplémentaires, on observe qu'ils se répartissent sur le plan factoriel principalement le long de l'axe 1, qui est un gradient d'humidité locale. Cet axe les ordonne en fonction du degré de tolérance à une plus ou moins bonne qualité de l'eau. Ainsi, on retrouve sur la partie négative de l'axe 1 des taxons de milieux aquatiques permanents d'eau claire et courante, très exigeants (*Ancylus* cf. *fluviatilis*, *Physella acuta*, *Theodoxus fluviatilis*) (Germain, 1931 ; Yacine-Kassab, 1979). *Bythiospeum* sp. et *Hauffenia* sp., deux genres de milieux intersticiels ou de sources karstiques, se replacent parmi ce groupe. Plus on se rapproche de l'axe 2, plus les taxons aquatiques deviennent tolérants à la qualité de l'eau et au degré de permanence du milieu aquatique : on retrouve des espèces de milieu permanent d'eau stagnante ou de milieu temporaire (*Gyraulus crista*, *Gyraulus crista* f. *cristatus*, *Gyraulus laevis*, *Planorbis carinatus*, *Valvata pulchella*). Enfin, sur la partie positive de l'axe 1, avec les espèces terrestres palustres, se trouvent les espèces aquatiques les plus tolérantes. Elles caractérisent les milieux aquatiques temporaires d'eau stagnante (*Anisus leucostoma*, *Gyraulus albus*, *Valvata cristata*, *Radix ovata*, *Stagnicola palustris*, *Galba truncatula*) (Yacine-Kassab, 1979). *Pisidium* sp. se replace parmi le groupe précédent, mais ce genre comporte différentes espèces, à écologies variées, que nous n'avons pas pu déterminer.

Malgré leur grande richesse spécifique, les taxons aquatiques sont beaucoup moins abondants que les individus terrestres (figure 53). Seuls les échantillons L3153, de la base de la coupe 1 (niveau postérieur à la dernière implantation chasséenne), L3134 (premier niveau antique de la coupe 2), L3129, L3128 (échantillons antiques) et L5042 (échantillon antique de comblement d'un fossé) présentent des abondances notables en individus aquatiques.

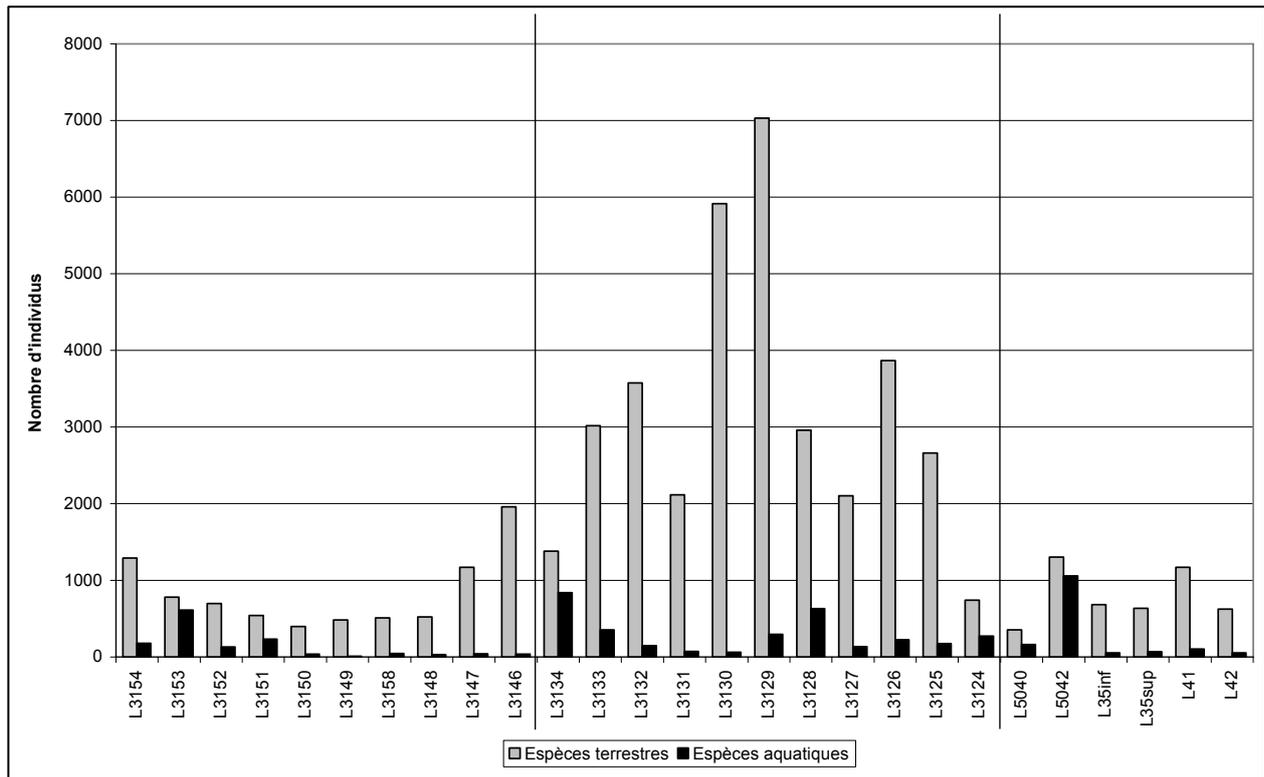


Figure 53 : Abondances des individus terrestres et aquatiques dans les échantillons de la séquence de La Céreirède (Lattes, Hérault).

De plus, en examinant dans le détail les proportions des différents taxons aquatiques entre eux (figure 54) (en éliminant pour la lisibilité de la représentation graphique les taxons les plus rares), on constate que les assemblages aquatiques changent radicalement à partir de la période romaine. En effet, la base de la séquence (globalement toute la coupe 1) et les échantillons archéologiques du Bronze ancien montrent la prédominance de *Bythinia tentaculata*, et, dans une moindre mesure, de *Valvata cristata*, de *Hauffenia* sp. et de *Bythiospeum* sp. Les deux premiers taxons sont peu exigeants en ce qui concerne la qualité du milieu aquatique et ils ont globalement une large valence écologique puisqu'on les retrouve aussi bien dans les milieux temporaires que permanents et aussi bien dans les milieux stagnants que d'eau plus courante. De plus, *Bythinia tentaculata* peut se retrouver dans des pièces d'eau variées, aussi bien dans la prairie à renoncules que dans les forêts (Yacine-Kassab, 1979). *Hauffenia* sp. et *Bythiospeum* sp., deux genres de sources karstiques et de milieux intersticiels, indiqueraient également des battements de la nappe phréatique, probablement post-dépositionnels. En revanche, la coupe 2 antique et post-antique, le niveau supérieur post-antique (l'échantillon L3146) de la coupe 1 et les deux échantillons archéologiques antiques correspondent à des assemblages aquatiques très différents, dominés

fortement par *Galba truncatula*, et, dans une moindre mesure, par *Valvata pulchella* (notamment pour les échantillons dans lesquels l'abondance des individus aquatiques est significative). Ces deux espèces indiquent des milieux aquatiques temporaires d'eau stagnante. *Galba truncatula* est une espèce encore beaucoup moins exigeante quant à la qualité du milieu aquatique que *Bythinia tentaculata*, puisqu'elle est considérée presque plus comme amphibie qu'aquatique (Yacine-Kassab, 1979). De plus, elle semble particulièrement bien se développer actuellement dans les prairies à renoncules ou les phragmitaies (Yacine-Kassab, 1979), ce qui correspond assez bien aux milieux palustres identifiés par les espèces terrestres, sur la partie négative de l'axe 2 sur laquelle cette espèce se replace. Ce sont donc vraisemblablement ces différences, d'une part, dans la tolérance à la permanence du milieu aquatique et, d'autre part, dans le degré d'ouverture des formations végétales dans lesquels s'établissent les milieux aquatiques, qui conditionnent le changement des assemblages aquatiques autour de la période romaine.

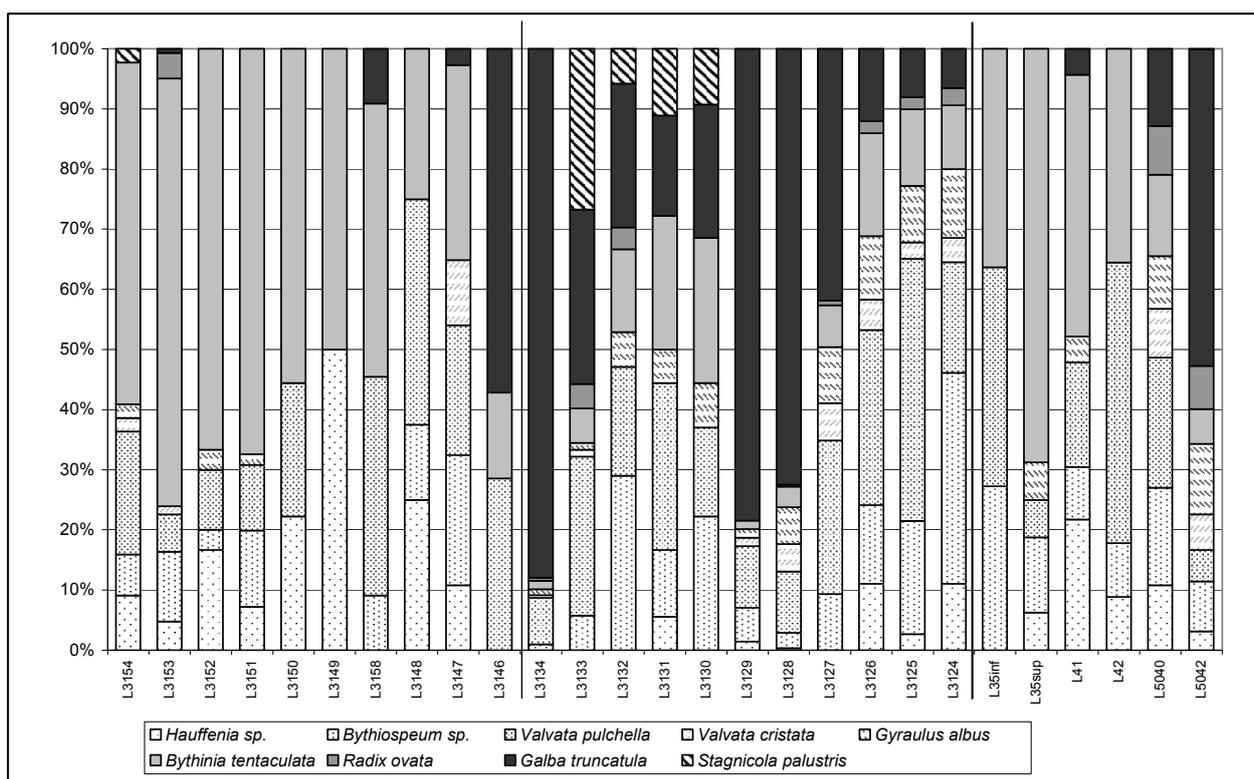


Figure 54 : Proportions des taxons aquatiques les plus abondants dans la séquence de La Céreirède (Lattes, Hérault).

Cet examen des taxons aquatiques permet également de rapprocher les deux coupes : les assemblages aquatiques de la coupe 2 sont relativement analogues à celui du niveau

supérieur de la coupe 1. Le changement dans les assemblages malacologiques aquatiques n'est donc pas dû à un phénomène stationnel, qui différencierait les deux coupes, mais bien à un changement dans les milieux aquatiques à partir de l'époque romaine.

En résumé, l'AFC globale, bien que complexe pour ce qui concerne les échantillons, permet pourtant de distinguer trois pôles :

- un premier pôle sur les parties négatives des deux axes représente les milieux forestiers ouverts et secs, caractérisés par *Pomatias elegans* et *Monacha cantiana*. Les milieux aquatiques, globalement temporaires et stagnants (même s'ils comprennent encore quelques individus de milieu plus courant et plus permanent), sont peu représentés. Ce pôle est associé aux échantillons archéologiques du Bronze ancien (L41, L42, L35inf et L35sup) et aux échantillons protohistoriques de la première coupe (L3148, L3158 et L3149).
- un deuxième pôle autour de l'axe 1 et autour de la partie positive de l'axe 2, correspond à des formations prairiales plus ou moins humides, caractérisées par *Cochlicella acuta* et *Pupilla muscorum bigranata*. Les milieux aquatiques sont plus franchement temporaires, mais ils restent peu représentés. Ce pôle est associé à la grande majorité des échantillons de la coupe 1 et de la coupe 2. L'AFC pratiquée sur la seule coupe 2 et la représentation graphique du plan factoriel de l'AFC globale permettent cependant de distinguer L3127, L3128 et L3128. Ces trois derniers échantillons traduisent des prairies plus humides (*Succinea oblonga*, *Vallonia pulchella*) que le reste de la coupe 2 qui montre des milieux prairiaux relativement plus secs, dont L3130 et L3131 sont les plus caractéristiques. Quant à l'AFC pratiquée sur la seule coupe 1, elle distingue plus particulièrement la base de la coupe 1, correspondant à des échantillons immédiatement supérieurs à la dernière implantation chasséenne (L3154, L3153 et L3152), qui présente des milieux prairiaux plus humides que le reste de la coupe.
- un troisième pôle, sur les parties positives des deux axes, traduit des milieux palustres, caractérisés par *Vallonia enniensis*, *Carychium minimum*, *Zonitoides nitidus* et *Oxyloma elegans*. Les milieux aquatiques sont bien représentés. Il s'agit de milieux très temporaires d'eau stagnante. Ce pôle est

associé aux échantillons archéologiques de comblement des fossés antiques (L5040 et L5042) et aux échantillons antiques de la coupe 2 (L3134, L3133) correspondant à la phase de colmatage des structures antiques.

Cette AFC montre que, globalement, l'ensemble des échantillons considérés correspond à des formations prairiales plus ou moins humides. Seuls les prélèvements protohistoriques, et plus particulièrement ceux de l'âge du Bronze ancien (milieux plus fermés et plus secs), et certains échantillons antiques, notamment ceux de comblement des fossés et ceux contemporains du colmatage du chemin creux (milieux à dominance palustre, alors que la plaine alluviale s'engorge), se distinguent.

Nous allons maintenant examiner le détail de ces changements environnementaux en reprenant l'ordre chronologique, par le biais d'un diagramme malacologique.

2.4.2 Diagramme malacologique et comparaison avec la sédimentologie

L'ensemble des échantillons a été replacé sur un diagramme en fonction de la chronologie. L'examen de ce diagramme (figure 55) et du tableau de données (annexe 23) nous permet de proposer sept phases dans l'évolution du paysage au cours du temps sur le site de La Céreirède. Nous les comparerons aux phases identifiées par la sédimentologie.

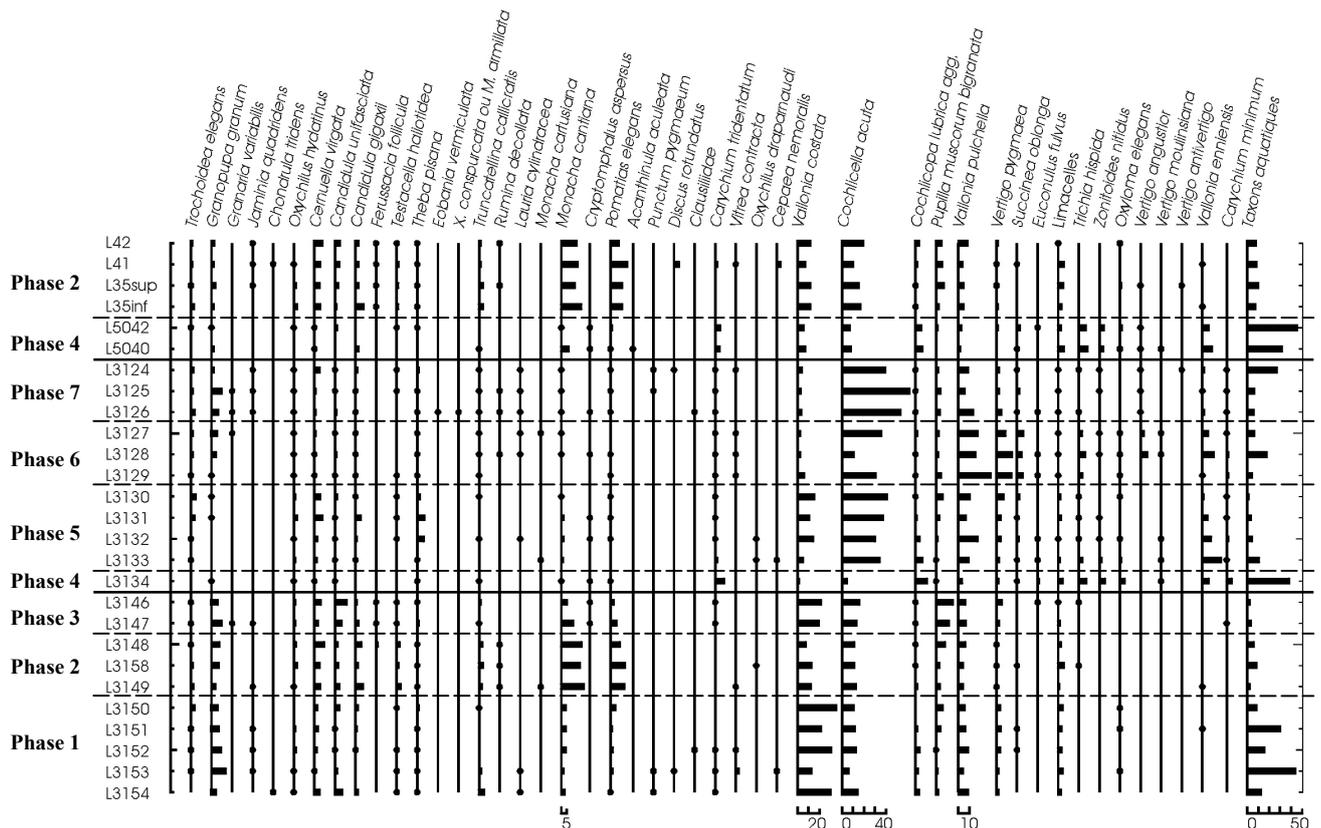


Figure 55 : Diagramme malacologique du site de La Céreirède (Lattes, Hérault).

Phase 1 : L3154, L3153, L3152, 3151 et L3150, échantillons post-chasséens

La première phase, des échantillons post-chasséens, correspond à des assemblages dominés par *Vallonia costata*, *Cochlicella acuta* et les taxons aquatiques. Les taxons aquatiques montrent des milieux temporaires d'eau stagnante, tandis que des battements de la nappe phréatique post-dépositionnels sont enregistrés par la présence de taxons de conduits karstiques et de milieux intersticiels.

Pour ce qui est du milieu terrestre, il semble qu'ici *Vallonia costata*, dont on a déjà souligné la grande valence écologique, indique des milieux ouverts assez humides, en association avec la présence de *Cochlicella acuta*, une espèce de prairie, et, dans une moindre mesure, de *Vallonia pulchella*, une espèce de prairie humide. Cependant, la présence, discrète mais néanmoins significative, d'escargots plus xérophiles comme *Granopupa granum*, et, dans une moindre mesure, *Cernuella virgata* et *Candidula unifasciata*, nous indique un deuxième biotope toujours très ouvert mais nettement plus sec. Ces assemblages peuvent ainsi signifier la présence d'un paysage en mosaïque comprenant une zone soumise à un plus grand degré d'humidité et une zone où des milieux plus secs peuvent se mettre en place. Cette

mosaïque pourrait correspondre à une ancienne topographie, plus vallonnée qu'actuellement, avec des zones plus basses et donc plus proches de la nappe phréatique et/ou conservant mieux l'humidité après des périodes de crues et des zones plus hautes qui s'assèchent plus vite après ces crues. En effet, des épisodes de crues encore assez importants sont identifiés par la sédimentologie durant cette première phase malacologique, qui est par ailleurs symétrique de la phase 2b sédimentologique. Ces crues ne semblent pas avoir perturbé les assemblages malacologiques par l'apport de coquilles de l'amont. Briggs *et al.* ont d'ailleurs montré, dans un contexte de fleuve en tresse, que les assemblages malacologiques actuels proviennent du milieu local et reflètent donc les conditions environnementales locales (Briggs *et al.*, 1990). Les crues conditionnent, en revanche, la présence de milieux aquatiques temporaires.

La présence de milieux très ouverts, que ceux-ci soient humides ou plus secs, est notable dans ces échantillons qui ne sont pas associés à la présence d'un établissement humain sur le site de La Céreirède. En effet, l'évolution naturelle de la végétation après la dernière phase d'occupation humaine du Chasséen récent aurait dû conduire nécessairement à l'implantation de milieux plus forestiers. S'il n'en est rien, c'est que des perturbations naturelles ou anthropiques ont empêché la reconquête forestière. Or, selon les données sédimentologiques (C. Jorda, comm. perso.), les épisodes de crues durant cette phase ne sont pas suffisants pour empêcher le développement d'une végétation plus arborée. La persistance de milieux très ouverts ne peut donc s'expliquer que par l'existence d'une pression anthropique qui reste forte sur le site en dépit de l'absence d'habitats. Pour renforcer cette hypothèse, on peut également noter la présence dans les assemblages malacologiques d'espèces très xérophiles comme *Granopupa granum* et *Candidula gigaxii* et d'une espèce nettement anthropophile, *Cerņuella virgata*, qui apparaît dans le sud de la France à partir du Néolithique (Magnin, 1991). Cette dernière espèce est souvent associée dans le paysage actuel aux milieux rudéraux (Labaune, 2001). La présence de prairies humides et de milieux ouverts et secs impliquerait donc une gestion agro-pastorale du site.

Phase 2 : L3149, L3158, L3148 et L35inf, L35sup, L41 et L42, échantillons protohistoriques et échantillons archéologiques du Bronze ancien

Cette phase se distingue par la quasi-disparition des taxons aquatiques et par la diminution des espèces de prairies humides. Cette diminution se fait au profit des espèces plus xérophiles, mais, également, des espèces de couvert arbustif ou arboré plus développé. En effet, c'est la seule phase de la séquence de La Céreirède pendant laquelle *Pomatias elegans*, une espèce de la forêt méditerranéenne ou des fruticées, et *Monacha cantiana*, une espèce de

broussailles et de formations arbustives, sont dominantes. La présence de ces deux espèces et d'espèces de milieux plus ouverts, comme *Candidula unifasciata* et *Candidula gigaxii*, suggère la mise en place d'un milieu de fruticées. Ce milieu, plus fermé que celui de la phase précédente, correspond, cependant, à une phase d'occupation du site par l'homme. Ainsi, plus qu'une diminution de l'impact anthropique sur le site, les malacofaunes enregistrent alors un changement de gestion du paysage, qui permet une certaine remontée biologique. L'hypothèse qu'une couverture végétale plus haute se mette en place localement en conséquence de la péjoration climatique du milieu du Subboréal, identifié notamment par Magny (1992), semble pouvoir être écartée. En effet, d'une part, ces milieux plus fermés se maintiennent durant toute la Protohistoire, et, d'autre part, cette péjoration climatique est traditionnellement définie par une augmentation de l'humidité (Berger *et al.*, 2000 ; Bruneton *et al.*, 2002), ce qui semble contradictoire avec l'enregistrement local par les malacofaunes de milieux plus secs que durant la phase précédente. Enfin, cet épisode qui démarre à l'âge du Bronze ancien peut difficilement être rapproché de la reconquête quasi-générale de la forêt, parallèle à la régénération des couvertures pédologiques, identifiée pour le bassin valdainais et interprétée par une très forte déprise humaine sur le paysage (Berger *et al.*, 2000), étant donné l'aspect plus nuancé de cette fermeture des milieux sur le site de La Céreirède, la présence de vestiges archéologiques et le maintien, voire même le développement de l'espèce anthropophile *Cerņuella virgata*.

Cette phase malacologique est presque en adéquation avec la phase sédimentologique 3a, traduisant un changement des modes de sédimentation très net par rapport aux phases précédentes. Cette phase 3a correspond, en effet, au début de l'incision du Lez dans sa plaine, alors qu'une levée de berge commence à se mettre en place, et à la très nette diminution des épisodes de crues. Cette phase, plus calme, s'exprime, pour la malacologie, par une diminution importante du degré d'humidité locale, parallèlement à la diminution de la part des taxons aquatiques dans les assemblages, alors que la sédimentologie identifie, en revanche, un sol très détrempé, caractérisé par la formation de gley. On peut noter, également, que cette deuxième phase malacologique s'arrête à l'échantillon L3148, alors que la phase sédimentologique 3a se termine avec l'échantillon précédent L3158. On constate donc le maintien de milieux de fruticées assez secs alors que commence à se développer une sédimentation crayeuse sur le site.

Phase 3 : L3147 et L3146, échantillons antiques

Cette troisième phase traduit la disparition des espèces de couvert arboré ou arbustif et le retour à des milieux nettement plus ouverts et plus humides, de type prairies humides, dont *Cochlicella acuta*, *Vallonia costata* et *Pupilla muscorum bigranata* sont caractéristiques. Le maintien des espèces plus xérophiles comme *Granopupa granum*, *Candidula unifasciata* et *Cerņuella virgata* indique, comme pour la première phase, l'existence d'un paysage en mosaïque en fonction d'une ancienne topographie, identifiée par la géomorphologie. Ces milieux ouverts suggèrent à nouveau un fort impact anthropique sur le paysage. Cette phase se distingue cependant de la première par l'absence des taxons aquatiques. Elle correspond globalement à la phase 3b sédimentologique, qui indique encore un épisode sédimentaire calme. La mise en place de formations crayeuses traduit cependant un épisode plus humide localement que durant la phase précédente, ce qui correspond bien à un retour des formations prairiales humides enregistré par la malacofaune. Ainsi, la formation locale de craies n'est pas incompatible avec l'absence de milieux aquatiques, dans un contexte restant cependant très humide.

Phase 4 : L3134, L5040 et L5042, échantillons antiques de comblement des fossés et du chemin creux

Cette phase se caractérise par un retour à une forte proportion des individus aquatiques dans les assemblages malacologiques. Les taxons aquatiques présents dans cet épisode montrent des milieux très temporaires d'eau stagnante. Ils pourraient correspondre à des phénomènes de débordements du Lez dans sa plaine d'inondation. Ces assemblages sont également marqués par la forte diminution des espèces xérophiles, tandis que les espèces palustres (*Zonitoides nitidus*, *Oxyloma elegans*, *Vertigo angustior*, *Vallonia enniensis*, *Carychium minimum*) se développent, dans le cadre de prairies très humides, d'autant plus que ces dernières espèces vivent principalement au bord de l'eau.

Cette quatrième phase correspond au début de la seconde coupe et met en évidence, comme nous l'avons vu précédemment, un plus fort degré d'humidité que pendant la première coupe, qui pourrait être la conséquence de différenciations liées à un phénomène stationnel. Cependant, les assemblages aquatiques permettent de rapprocher l'échantillon L3146 (de la phase précédente) et l'échantillon L3134, même si dans le deuxième cas l'humidité stationnelle est dominante. Ainsi la troisième et la quatrième phases sont peut-être les expressions locales d'un même changement environnemental plus global, qui concerne surtout

le milieu aquatique et qui correspond au développement de milieux aquatiques très temporaires à partir de l'Antiquité.

Phase 5 : L3133, L3132, L3131 et L3130, échantillons antiques

Cette phase correspond au développement de *Cochlicella acuta* qui devient dominante dans les assemblages. C'est une espèce typique des prairies assez humides. Son développement est parallèle à celui de *Vallonia pulchella*, une autre espèce caractéristique des prairies humides. On note, également, la relative diminution des espèces de milieu ouvert et sec avec, notamment, la quasi-disparition de *Granopupa granum*. En revanche, *Theba pisana*, une espèce anthropophile de prairies assez sèches, se développe particulièrement bien. Elle est ici plus à sa place que dans les phases précédentes où elle était probablement intrusive (quelques individus récoltés dans les niveaux antérieurs), puisqu'elle est introduite dans le sud de la France à partir de l'âge du Fer (Magnin, 1991). Ces assemblages pourraient traduire un certain changement dans les modes d'utilisation du paysage par l'homme, avec une régression des milieux très ouverts et secs au profit de milieux à strate herbacée plus développée, plus ou moins humides. Il est possible qu'une gestion pastorale du paysage prenne le pas sur une gestion plus mixte (agro-pastorale) du site, d'autant plus que *Cochlicella acuta*, l'espèce la plus abondante de ces assemblages, est aujourd'hui fréquente dans les milieux pâturés (cf. supra Rognes).

Dans cette phase, on note également la diminution des espèces palustres (*Vallonia enniensis* notamment) qui sont encore relativement bien représentées au début de la phase et quasi-absentes à la fin. Cette diminution traduit un assèchement progressif du milieu, alors que, à la toute fin de la phase, commencent à se développer (mais encore en faible quantité) des espèces plus typiquement xérophiles (*Trochoidea elegans* notamment).

Phase 6 : L3129, L3128 et L3127, échantillons antiques

Cette sixième phase se caractérise par la forte augmentation des espèces de prairies très humides (*Vallonia pulchella*, *Vertigo pygmaea*, *Succinea oblonga*) et, dans une moindre mesure, des espèces palustres (*Vertigo angustior*, *Vallonia enniensis*), tandis que les espèces de milieux ouverts mais plus secs sont peu abondantes et que les espèces de prairies relativement plus sèches diminuent fortement (*Cochlicella acuta*, *Theba pisana*). Cette phase est associée à un nouveau développement du milieu aquatique d'eau stagnante, toujours très temporaire.

Cette nouvelle augmentation du degré d'humidité locale pourrait correspondre à des débordements du Lez. On peut difficilement décrire les variations du degré d'anthropisation, puisque, de toute façon, les assemblages malacologiques montrent toujours des milieux extrêmement ouverts qui ne peuvent se maintenir localement sans une forte pression de l'homme sur le milieu. Comme à la phase précédente, l'éventualité d'une gestion plus pastorale du site peut être suggérée pour expliquer la présence de ces milieux herbacés humides, puisque les espèces de milieux typiquement rudéraux sont peu représentées.

Phase 7 : L3126, L3125 et L3124, échantillons du brûlis post-antique

La septième et dernière phase, correspondant aux niveaux juste antérieurs, contemporains et juste postérieurs à un épisode post-antique à graines carbonisées, montre une diminution du degré d'humidité locale, puisque *Cochlicella acuta* redevient l'espèce dominante des assemblages au détriment des espèces plus hygrophiles et palustres. La présence des espèces xérophiles est à nouveau un peu plus forte que dans les épisodes précédents, avec notamment l'augmentation de la part de *Granopupa granum* (mais sans pour autant que cette part soit équivalente à ce qu'elle était dans les phases 1, 2 et 3). Cette phase correspond donc à la mise en place de prairies relativement peu humides à strate herbacée bien développée. Un éventuel paysage en mosaïque comprenant également une zone plus sèche et à structure plus basse est envisageable. Les formations végétales identifiées par la malacologie témoignent d'une probable gestion pastorale du site, alors que les archéologues ont identifié sur le terrain ce qui serait un champ de blé brûlé sur place dans le niveau L3125 (sol brûlé sur quelques centimètres et abondance de grains et de tiges de blé carbonisés). Cependant, dans l'attente d'une analyse plus précise de ce niveau dans le cadre du travail post-fouille, cette identification pose quelques problèmes : a) il semble en effet que n'aient été identifiés que des grains de blé brûlés sur le site, or il est curieux que cette céréale ne soit pas mélangée à des messicoles ; b) la conservation d'un champ brûlé en stratigraphie est surprenante étant donné que l'incendie d'un champ de céréales n'est plus visible sur le terrain au bout de quelques semaines, et avant toute nouvelle intervention agricole (obs. perso.) ; c) de nombreuses coquilles brûlées se trouvent dans les champs brûlés récemment, or, les assemblages malacologiques de La Céreirède ne contiennent absolument aucune coquille brûlée, ni même juste altérée par la chaleur. De toute façon, même si ce champ de blé devait être avéré par des études complémentaires, il ne peut traduire qu'une gestion très locale et/ou très temporaire du paysage qui a dû rester plus généralement dominé par des prairies. En effet, dans le cas de l'établissement de milieux agricoles sur une plus longue période, les

malacofaunes enregistreraient tout d'abord une forte diminution de l'abondance et de la richesse spécifique (Martin *et al.*, 2003), ce qui n'est pas le cas à La Céreirède, puis un remplacement des espèces de prairies par des espèces de milieux rudéraux, plus anthropophiles, comme c'est le cas dans le paysage actuel. Ainsi, malgré la présence, à confirmer, d'un champ de blé brûlé sur le site, les malacofaunes de cette septième phase enregistrent plutôt une gestion pastorale du site.

Cette séquence de La Céreirède est finalement intéressante par le peu de variations environnementales qu'elle enregistre, puisque, depuis les échantillons post-chasséens jusqu'aux premiers niveaux médiévaux, on y constate le maintien de milieux prairiaux, qui sont plus ou moins secs en fonction des phases d'inondation du Lez, et plus ou moins herbeux en fonction du degré d'anthropisation. Seuls les échantillons protohistoriques enregistrent des milieux secs et surtout plus nettement fermés, dans le cadre cependant d'une forte présence humaine sur le site. Il apparaît donc que ce site a bénéficié d'une gestion continue du paysage même pendant les périodes où l'homme n'établissait pas d'habitats *in situ*. Le paysage est donc très artificialisé depuis au moins le Néolithique final. Il semble également que les activités pastorales ont été privilégiées, comme le suggère la présence quasi-constante des formations prairiales, dans un contexte de basse plaine toujours plus ou moins régulièrement inondée par le Lez. La culture de l'herbe dans les zones alluviales, pour le fourrage, associée au pâturage des animaux est, par ailleurs, attestée dans les archives pour la période moderne (Blanchemanche et Chabal, 1995). L'hypothèse d'une gestion comparable du paysage durant les périodes plus anciennes pourrait être retenue pour expliquer le maintien de ces prairies humides identifiées par la malacologie.

2.5 Discussion

2.5.1 Comparaison avec les données malacologiques régionales

Les analyses malacologiques effectuées sur la séquence du site de Port-Ariane, à moins de 2 km de La Céreirède, indiquent pour les niveaux néolithiques, entre le Chasséen et le Néolithique final, des milieux très ouverts, bas et assez secs (Geniez in Daveau *et al.*, 2001), au sein d'un paysage en mosaïque où des formations herbacées plus humides sont également présentes. Cette analyse est relativement analogue à celle de la première phase malacologique de La Céreirède et confirme l'absence de couvert arboré dans ce secteur, dans une période d'apaisement de l'alluvionnement et de diminution de la compétence du fleuve (Daveau *et al.*, 2001). On note, cependant, que les malacofaunes de La Céreirède comportent

de fortes proportions d'individus aquatiques qui traduisent des épisodes d'inondation de la plaine du Lez, alors qu'à Port-Ariane ces épisodes ne sont pas enregistrés.

Les assemblages malacologiques protohistoriques de La Céreirède, correspondant à des fruticées, n'ont pas d'équivalents à Port-Ariane, où ils n'ont pas été échantillonnés.

Pour ce qui est de l'Antiquité, la séquence de La Céreirède montre des milieux très humides, parfois palustres, de types prairies. C'est ce même type de milieux ouverts et humides que André a identifié sur le site même de *Lattara* (André, 1989). Pour pouvoir mieux comparer les résultats de l'analyse malacologique de La Céreirède avec ceux de l'analyse malacologique de Port-Ariane, réalisée par Geniez (in Daveau *et al.*, 2001), nous avons introduit les échantillons antiques de Port-Ariane en tant qu'éléments supplémentaires dans l'Analyse Factorielle des Correspondances de La Céreirède. Nous constatons ainsi que les échantillons antiques des deux sites sont très analogues et qu'ils traduisent globalement des milieux de prairies très humides.

Enfin, il est à noter la quasi-absence d'espèces lagunaires à La Céreirède comme à Port-Ariane (Geniez in Daveau *et al.*, 2001). Ces absences confirment que cette zone n'a pas été sous influence lagunaire au cours de l'Holocène, comme l'avait déjà proposé Geniez (Daveau *et al.*, 2001).

Finalement, la malacofaune du secteur de La Céreirède et de Port-Ariane traduit les mêmes tendances et, notamment, la forte ouverture des milieux depuis le Chasséen, ce qui confirme la pérennité des pratiques agro-pastorales sur le long terme et dans une zone assez large. Dans ce cas, la signification paléoécologique de La Céreirède n'a plus seulement une valeur locale.

2.5.2 Comparaison avec les données palynologiques et anthracologiques régionales

Les résultats des analyses polliniques de Puertas pour la plaine deltaïque du Lez (Puertas, 1998) permettent de confirmer la forte ouverture des milieux enregistrée par la malacofaune pour la phase post-chasséenne, alors qu'aucun site archéologique n'est connu localement pour ces périodes, ni à La Céreirède ni à l'emplacement des séquences étudiées par la palynologie. En effet, le diagramme pollinique d'Embouchac, à proximité de l'emplacement de *Lattara*, montre, par exemple, qu'un "maximum de surface est défriché" au Chalcolithique, "probablement en vue de mises en cultures" (Puertas, 1998). Si on ne peut cependant pas généraliser cette observation, on peut tout de même envisager que la forte ouverture des milieux sur le diagramme malacologique de La Céreirède, bien que mal datée, constitue un écho à celle identifiée par la palynologie quelques kilomètres en amont, même si Puertas

souligne le caractère très local de l'information pollinique dans le contexte de la plaine du Lez (Puertas, 2000). La formation de paysages en mosaïque comprenant des zones très ouvertes et sèches aux abords de prairies plus humides sur le site de La Céreirède pourrait alors être mise en parallèle avec l'identification de céréaliculture et le défrichement des ripisylves, pour ces périodes, dans la séquence d'Embouchac (Puertas, 1998). L'anthracologie, qui montre, en revanche, des milieux dominés par la chênaie caducifoliée à Port-Marianne (à moins de 3 km en amont de La Céreirède) pour le Chalcolithique (Chabal, 1997), confirme les disparités locales de la gestion du paysage par l'homme, avec une exploitation probablement préférentielle de la plaine alluviale à des fins agro-pastorales et la conservation de boisements sur les collines alentours.

Les analyses polliniques montrent également une phase de relative déprise humaine probablement au Bronze ancien/moyen, liée à une diminution du peuplement humain régional (Puertas, 2000), tandis qu'au bord de l'étang de Mauguio, une reconquête forestière est, de la même façon, enregistrée à partir du Bronze moyen (Planchais, 1982). Nous avons vu, sur le site de La Céreirède, que le Bronze ancien correspond à la fois à une occupation humaine d'importance, identifiée par l'archéologie, et une remontée biologique effective mais limitée encore par l'impact anthropique. Il semble donc que le site de La Céreirède soit relativement original pour cette période et dans le contexte local.

La palynologie montre, ensuite, une reprise de l'impact anthropique au Bronze final (Puertas, 1998). Sur le site de La Céreirède, le Bronze final n'est pas individualisé dans la séquence et la malacologie indique le même type de couvert végétal (des fruticées) et, de ce fait, le même type d'utilisation du paysage par l'homme pendant toute la Protohistoire. Les résultats malacologiques semblent alors plus s'accorder avec les résultats de l'analyse anthracologique du site de Tonnerre I, à proximité de l'étang de Mauguio, qui révèlent la présence d'un couvert arboré bien développé, jusqu'au Bronze final (Chabal, 1997), même si la malacofaune de La Céreirède ne traduit pas un tel degré de fermeture. Cependant, cette époque indique surtout, pour l'anthracologie, le remplacement de la chênaie par une forêt mésophile de plaine (orme et frêne) (Blanchemanche *et al.*, 2003), lié à une diminution de la capacité de drainage des sols. Si la malacologie de La Céreirède montre bien des milieux plus fermés qu'aux périodes précédentes, elle correspond, en revanche, à des milieux très secs, contraires à l'image donnée par l'anthracologie pour le site de *Lattara*. On peut donc proposer que, localement, et peut-être plus en amont, ces forêts de plaine ne soient pas encore mises en place, comme le suggèrent, de la même façon, Blanchemanche *et al.* (2003).

A contrario avec l'archéologie qui enregistre la présence de nombreux habitats dispersés, la palynologie indique une forte diminution de l'impact anthropique au premier âge du Fer (Puertas, 1998). Il semble également que, localement, la séquence de La Céreirède confirme cette relative déprise humaine, ou plutôt, comme pour le Bronze ancien, une gestion du paysage assez originale qui permet le maintien du couvert arbustif relativement bien développé. C'est également le cas du deuxième âge du Fer, alors que la cité de *Lattara* est en plein développement. Ces résultats vont dans le sens des analyses anthracologiques du site de *Lattara*, qui montrent le maintien à l'amont de la cité protohistorique de boisements de plaine (jusqu'au III^{ème} siècle av. J.-C.) et de la chênaie verte, de plus en plus exploitée (Chabal, 1997), même si localement le couvert végétal caractérisé par la malacofaune ne traduit pas l'établissement de formations très fermées ni très humides, comme nous venons de le voir. Il semble ainsi que le secteur de La Céreirède soit relativement épargné par rapport aux zones plus proches de l'agglomération protohistorique qui témoignent d'un fort développement de la céréaliculture et de la viticulture, comme l'atteste l'analyse pollinique (Puertas, 1998 ; Puertas, 2000).

Les niveaux antiques, correspondant au fonctionnement de la cité romaine de *Lattara*, traduisent, sur le site de La Céreirède, un nouveau développement de milieux très ouverts de type prairie humide. Or, Puertas souligne qu'à proximité de la cité antique, les "taxons liés aux pâtures sont peu représentés, ce qui pourrait indiquer des zones de pâtures relativement éloignées mais difficiles à localiser précisément" (Puertas, 1998). L'hypothèse d'une utilisation par le pâturage qui expliquerait la présence de ces prairies humides à La Céreirède, comme cela a été évoqué précédemment, pourrait ainsi correspondre au système d'exploitation très large de la plaine du Lez défini par Puertas, dans le cadre d'un "site catchment" (Wainwright, 2000). En outre, l'anthracologie enregistre également un fort accroissement des essences de terrain plus ouvert, associé à une pénurie locale de bois à *Lattara* (Chabal, 1989 ; Chabal, 1997).

Enfin, la déprise humaine décrite par la palynologie (Puertas, 1998) à partir du déclin de la cité de *Lattara* ne semble pas réellement enregistrée par la malacologie de La Céreirède. On peut éventuellement proposer, comme Jorda (in Daveau *et al.*, 2001) que l'importante phase de paludification de la zone d'étude à l'Antiquité pourrait correspondre à des modifications de l'hydrologie locale en fonction d'un bouleversement de la gestion du paysage par l'homme. Cependant, cette phase n'est pas très bien calée chronologiquement et, de plus, d'autres facteurs, liés par exemple aux variations du régime du Lez pourraient également expliquer la paludification du milieu.

2.6 Conclusion

Dans cette séquence de La Céreirède, comme dans celle de Port-Ariane, "l'apogée de la chênaie caducifoliée" (Blanchemanche *et al.*, 2003) n'est encore une fois pas enregistrée par la malacofaune, du fait d'un impact anthropique local très fort. En effet, pendant toute la séquence, ce sont des milieux très ouverts qui dominent, à l'exception de la Protohistoire qui enregistre une relative remontée biologique. Ils suggèrent la pérennité de pratiques agropastorales sur de longues périodes, pendant tout le Néolithique, depuis le Chasséen, et pendant toute l'Antiquité.

Par ailleurs, la période de la domination de la cité protohistorique et antique de *Lattara* ne se marque pas par un véritable changement dans la gestion du paysage par l'homme sur le site voisin de La Céreirède.

3 Les sites couronniers de Martigues (Bouches-du-Rhône) : Collet-Redon et Ponteau-Gare

Les deux sites de Collet-Redon et de Ponteau-Gare ont été étudiés conjointement lors des opérations de fouille dans une perspective de comparaison entre les résultats archéologiques et paléoenvironnementaux, par les deux responsables d'opération (Gilles Durrenmath et Xavier Margarit, UMR 6636-ESEP, MMSH, Aix-en-Provence). En effet, ces deux sites présentent des occupations couronnieres (Néolithique final de la Provence) de plein air, dans une succession chronologique comparable. De plus, ils se localisent dans un même ensemble géographique et géomorphologique. Ils s'intègrent tous les deux dans un Projet Collectif de Recherche, coordonné par Olivier Lemercier (UMR 6636-ESEP, MMSH, Aix-en-Provence), intitulé "le Couronnien en Basse-Provence occidentale. Etat des connaissances et nouvelles perspectives de recherches". En plus de leur intérêt archéologique indéniable, ces deux sites présentaient la possibilité d'étudier les conséquences de l'installation précoce des hommes du Néolithique sur le paysage du littoral provençal. Nous avons décidé de reprendre à notre compte cette volonté d'associer les deux sites en présentant les résultats malacologiques dans une même partie. Nous verrons d'abord les résultats de l'étude malacologique du site de Collet-Redon, site éponyme du Couronnien, puis ceux du site de Ponteau-Gare et enfin nous tenterons une comparaison entre les deux sites.

3.1 L'aire d'étude

3.1.1 Situation géographique et cadre géomorphologique

Les deux sites de Collet-Redon (au lieu-dit La Couronne) et de Ponteau-Gare sont localisés sur la commune de Martigues (Bouches-du-Rhône) en bordure sud et ouest de la Chaîne de la Nerthe (un relief peu élevé d'une altitude maximale de 150 m, qui s'étend de Marseille, au sud-est, à l'étang de Berre, au nord-ouest). Ils sont distants de quatre kilomètres (figure 56).



Figure 56 : Carte de localisation des sites de Collet-Redon et Ponteau-Gare (Martigues, Bouches-du-Rhône). Extrait de la carte IGN au 1:25000.

Le site du Collet-Redon se trouve à 900 m du rivage actuel de la Mer Méditerranée, dont il est séparé par les anciens marais de la Salce, un petit fleuve côtier. Il se situe sur la bordure d'un petit plateau de calcaire miocène (Burdigalien supérieur) (Durrenmath et Cauliez, 2002), à une altitude d'environ 44 m.

Le site de Ponteau-Gare est localisé à un kilomètre du rivage actuel de la Mer Méditerranée et à cinq kilomètres du sud de l'étang de Berre. Il est implanté sur la partie sud du plateau calcaire miocène (Burdigalien supérieur) de la Plaine-Saint-Martin (Margarit *et al.*, 2002), à une altitude d'environ 37 m.

Les lignes de rivage ont beaucoup varié au cours de l'Holocène. Ainsi, pour la commune de Fos (à l'ouest des sites étudiés), au Néolithique final, la mer est à -1,7 m du niveau actuel à 4085 ± 60 BP, sur le site du Marais de Fos, et à -2,4 m du niveau actuel à 4195 ± 50 BP, sur le site de l'anse de Saint-Gervais, (Morhange *et al.*, 1998). De manière générale, la remontée du niveau de la mer est effective depuis le début de l'Holocène, avec un ralentissement constant des vitesses globales de montée relative depuis 5000 ans et une probable stabilisation vers 500 ap. J.-C. (Provansal, 1991).

3.1.2 Contexte environnemental actuel

Le climat actuel est de type méditerranéen subhumide (classification Emberger, 1930) avec une saison sèche estivale. Il présente une température moyenne annuelle de plus de 15°C ; il comprend quatre mois secs ($P < 2T$) et de zéro à un mois froid ($T < 7^{\circ}\text{C}$) ; à la station du Cap Couronne, la moyenne des précipitations annuelles est de 537 mm (CNRS, 1975).

Les zones sub-littorales de la commune de Martigues appartiennent à l'étage bioclimatique mésoméditerranéen, représenté localement par le pin d'Alep (Triat-Laval, 1978), comme c'est le cas sur le site de Ponteau-Gare. En revanche, la pinède du site de Collet-Redon a été incendiée récemment (septembre 2001), la végétation a, depuis, repris sous forme d'une garrigue très ouverte.

3.1.3 Contexte archéologique

La commune de Martigues comporte de nombreuses découvertes archéologiques, de l'Épipaléolithique/Mésolithique, principalement autour de l'Étang de Berre, du Néolithique moyen et final, du Bronze final, et enfin de l'âge du Fer et de l'Antiquité. Sans recenser exhaustivement les sites archéologiques découverts dans cette région très riche, on peut cependant noter la proximité de nos sites avec l'abri de la Font-aux-Pigeons du Mésolithique (site éponyme du Castelnovien) et du Néolithique (Courtin, 1974). C'est sur ce site qu'apparaissent les premiers témoignages d'agriculture et de sédentarisation de tout le Midi de la France, au Néolithique ancien cardial. Quelques stations chasséennes ont également été reconnues dans trois petites grottes surplombant l'anse de Carry-le-Rouet (Courtin, 1974). C'est pourtant la période du Néolithique final couronnien qui est la mieux documentée pour le

Néolithique, avec de nombreuses occupations sous abri autour de la Plaine-Saint-Martin (abri de Saint-Martin, abri du Château, abri du Ball-trap) (Margarit *et al.*, 2002) et des sites de hauteur (station du Collet-du-Verdon à Saint-Chamas) (Courtin, 1974). Pour les périodes plus récentes, des sites protohistoriques sont attestés à Saint-Pierre-les-Martigues (*oppidum* des VIème – Ier siècles av. J.-C.), au Quartier de l'Ile à Martigues (village gaulois exceptionnellement conservé) (Chausserie-Laprée *et al.*, 1988), à proximité de Ponteau-Gare, à Tamaris (VIIème – VIème siècles av. J.-C.) et à l'Arquet (VIIème – IIIème siècles av. J.-C.), à proximité de la Couronne (Gateau, 1993). Enfin, pour l'Antiquité, en plus du port romain de Fos, fondé à la fin de l'époque républicaine et abandonné au Haut Moyen Age (Provansal *et al.*, 1995), de nombreuses *villae* sont recensées autour de nos sites, dans les zones basses, à Martigues (Trément, 1993), à Ponteau et à Saint-Julien-les-Martigues (Leveau, 1993). Les deux sites étudiés s'inscrivent donc dans une zone fréquemment occupée par l'homme depuis le début de l'Holocène.

3.2 Le site de Collet-Redon

3.2.1 Les structures archéologiques (d'après Durrenmath et Cauliez, 2002)

La culture du Couronnien a été découverte et identifiée par Max Escalon de Fonton dès 1939, à partir de fouilles sur le site de Collet-Redon (lieu-dit La Couronne). Il s'agit d'un Néolithique final provençal, situé chronologiquement entre 4400 et 3900 BP (D'Anna, 1999). Les anciennes campagnes de fouille ont mis au jour un habitat, des aires d'activités et une enceinte (Escalon de Fonton, 1956). Les campagnes de fouilles ont repris à partir de 1997 sous la responsabilité de Stéphane Renault (UMR 6636-ESEP, MMSH, Aix-en-Provence) puis de Gilles Durrenmath à partir de 1999, afin de mieux caractériser le Couronnien. Le site est encore en cours de fouille, dans le cadre d'un programme triennal de fouille programmée (2001-2003).

Les opérations archéologiques actuelles ont permis de distinguer au moins deux phases dans l'occupation couronnienne. Celle-ci prend la forme d'habitats en pierres sèches avec des vestiges de murs en élévation associés à des trous de poteau et des soles de cuisson. La première phase est datée de 4310 ± 100 BP (LyonMC714a) et la deuxième phase de 3780 ± 80 BP (LyonMC2181).

Le site est ensuite fréquenté au Campaniforme comme l'atteste la découverte de tessons de cette époque. Il comprend également une enceinte en pierres calcaires qui serait à mettre en relation avec une occupation de l'âge du Bronze ancien. Cette enceinte massive est

conservée sur une longueur de 31 m. Après cette dernière occupation, le site est abandonné, au moins pour ce qui est de l'habitat.

3.2.2 Description de la séquence prélevée

Le site de Collet-Redon présente une séquence sédimentaire extrêmement contractée (un peu plus d'un mètre d'épaisseur conservé) ce qui peut s'expliquer par des phénomènes de tassement, d'érosion et de tronçatures au moins pour la partie haute. En effet, les niveaux du Bronze ancien sont scellés par le niveau de surface actuel comprenant des tessons du XIX^{ème} siècle.

Sur une même coupe, les prélèvements ont donc été serrés le plus possible pour essayer d'obtenir une résolution temporelle assez fine. Cependant, le niveau le plus récent, très fin, n'a pu être prélevé, car il n'était plus visible sur le site au moment de notre intervention. Deux échantillons ont été effectués dans le niveau du Bronze ancien (102a et 102b) ; deux autres dans le niveau couronnien le plus récent (104a et 104b) ; puis trois dans le niveau couronnien 103 présentant deux niveaux de mobiliers successifs (103a et 103b ; puis 103c) ; enfin deux prélèvements ont été effectués dans le niveau le plus ancien juste au contact du substrat rocheux (106a et 106b). Ce niveau 106 contient du mobilier du Néolithique final mais qui pourrait être intrusif ; sa mise en place, antérieure aux niveaux couronniers *stricto sensu*, ne peut être datée précisément. En tout, l'ensemble de la séquence du site de Collet-Redon comprend neuf échantillons malacologiques (figure 57).

Le niveau 102 correspond à une couche brun noir limoneuse à structure grumeleuse, incluant un cailloutis centimétrique et décimétrique. C'est un niveau comprenant de nombreuses bioturbations. Le niveau 103 est un sédiment limoneux beige-gris à structure massive, compact, avec un cailloutis centimétrique et décimétrique. Il contient de nombreux charbons de bois. Le niveau 104 est une nappe limoneuse pulvérulente blanc gris incluant de nombreux charbons de bois et un cailloutis rare. Enfin, le niveau 106 est une couche argilo-limoneuse rouge-orangé à structure massive, compacte. Il repose directement sur le substrat calcaire (Durrenmath et Cauliez, 2002).

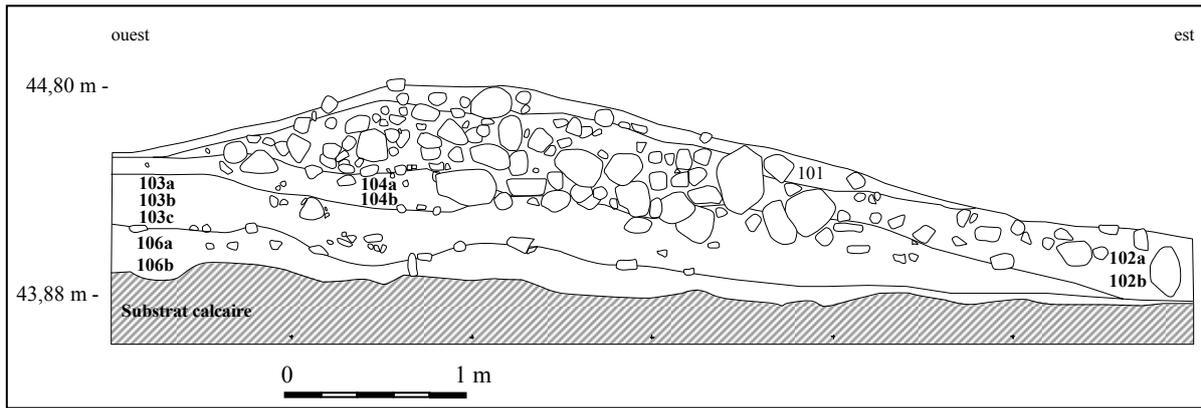


Figure 57 : Coupe schématique du site de Collet-Redon (Martigues, Bouches-du-Rhône), d'après Durrenmath et Cauliez (2002).

3.2.3 Résultats malacologiques

Les neuf échantillons prélevés ont livré 49974 coquilles réparties en 36 espèces terrestres (47972 individus) et une seule espèce aquatique d'eau douce (2 individus). Nous analyserons l'évolution paléoenvironnementale du site par l'examen de l'ensemble du tableau de données (annexe 24) et la représentation graphique des espèces les plus représentatives des assemblages malacologiques (figure 58).

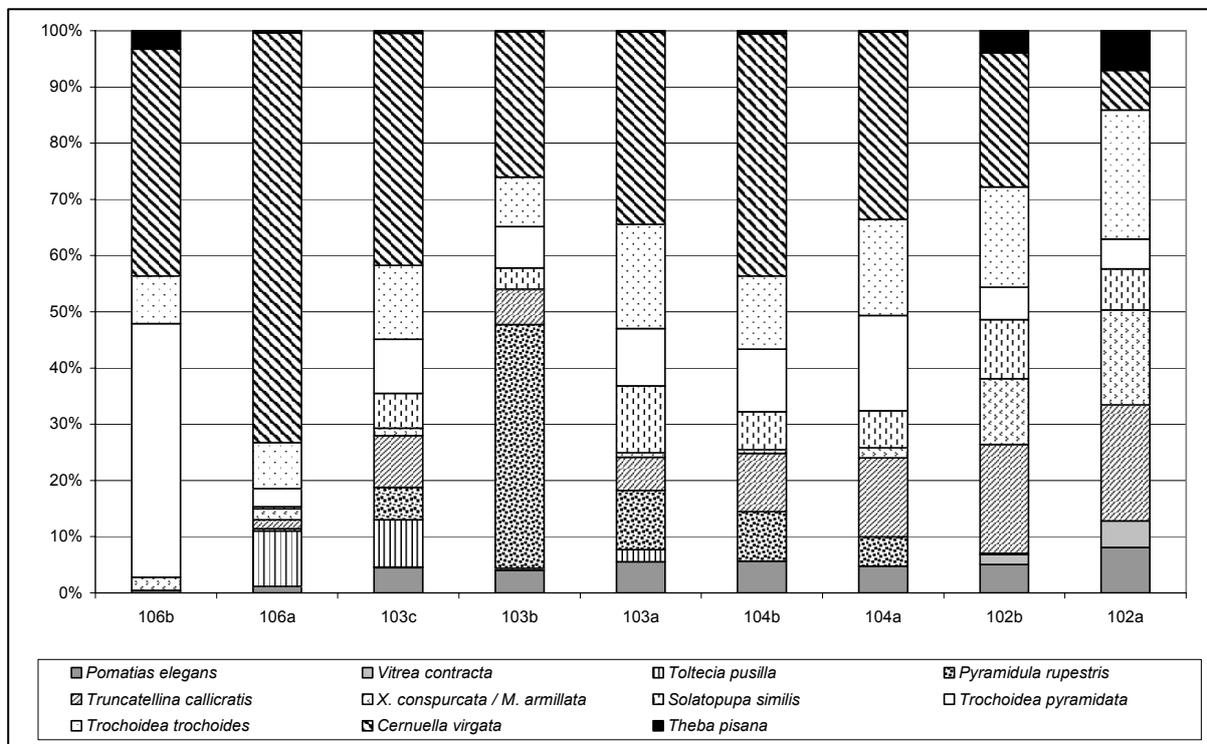


Figure 58 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale du site de Collet-Redon (Martigues, Bouches-du-Rhône).

La base de la séquence (106b, antérieur au Couronnien *stricto sensu*) correspond déjà à un milieu très ouvert. En effet, les espèces dominantes sont *Trochoidea pyramidata*, une espèce méditerranéenne de milieux secs et exposés, et *Cerņuella virgata*, une espèce anthropophile. Elles sont associées à tout un panel d'espèces de milieux également très ouverts (*Trochoidea trochoides*, *Vitrea narbonensis*, *Oxychilus hydatinus*). Cet assemblage suggère l'établissement d'une végétation à structure très basse. Ces espèces se développent, par exemple, dans les milieux rudéraux actuels des îles de Marseille (Kabouche, 1998). Toutes ces espèces sont méditerranéennes. Elles sont présentes sur le littoral méditerranéen provençal dès le Préboréal (Kabouche, 1999). La présence de ces espèces de milieux très ouverts et l'absence *a contrario* de faunes plus forestières nous suggèrent une forte anthropisation locale du paysage, puisque sur la séquence voisine de Carry-le-Rouet, quand l'impact anthropique est encore limité, des assemblages plus fermés se mettent en place, même si "la phase forestière de l'Atlantique moyen est à peine marquée" dans les contextes littoraux (Magnin et Martin, 2004, à paraître).

Le niveau 106a (partie supérieure de la phase précédente) est très différent de l'échantillon précédent, d'une part, par l'augmentation importante de *Cerņuella virgata*, au détriment de *Trochoidea pyramidata* notamment, et, d'autre part, par l'apparition d'une espèce à affinité forestière (*Pomatias elegans*) et, surtout, d'une espèce appréciant la litière des endroits frais (*Toltecia pusilla*). L'augmentation importante de *Cerņuella virgata*, une espèce anthropophile, pourrait suggérer à elle seule une intensification de l'impact anthropique sur le site durant cette phase. Cependant, dans des contextes littoraux comme le site de Collet-Redon, cette espèce, qui apprécie les formations herbacées assez hautes maintenant une certaine fraîcheur (Kabouche, 1999), en association avec des espèces assez sciaphiles, semble nous indiquer, au contraire, le développement d'une strate herbacée et donc une pression humaine sur le paysage moins forte ou tout du moins différente de la phase précédente.

La base du niveau couronnien *stricto sensu* (103c) correspond à l'augmentation du nombre d'espèces et d'individus dans les échantillons. Cette double augmentation profite aux espèces sciaphiles ou de litière (*Pomatias elegans*, *Oxychilus draparnaudi*, *Vallonia costata*, *Vitrea contracta*, *Toltecia pusilla*, *Truncatellina callicratis*) mais aussi aux espèces aimant les habitats à strate arbustive ou herbacée bien développée (*Rumina decollata*, *Cochlicella acuta*). Les espèces xérophiles (*Trochoidea trochoides*, *Trochoidea pyramidata*, *Pseudotachea splendida*, *Pyramidula rupestris*, *Solatopupa similis*, *Oxychilus hydatinus*, *Granopupa granum*) reprennent également de l'ampleur au détriment de *Cerņuella virgata* (dont la part

diminue mais dont l'abondance se maintient par rapport à l'échantillon précédent). Cet assemblage traduit donc un paysage dominé par des milieux ouverts et secs mais comprenant également des micro-habitats plus fermés. On peut envisager la mise en place de garrigues ou de fruticées qui peuvent se développer en parallèle avec un impact anthropique relativement modéré par rapport aux épisodes précédents.

L'échantillon 103b prélevé au milieu du niveau couronnien 103 est tout à fait particulier par le développement remarquable d'une espèce rupicole *Pyramidula rupestris*, au détriment principalement de l'espèce de litière *Toltecia pusilla*. Le reste de l'assemblage demeure cependant relativement semblable à celui de l'échantillon précédent. Cet échantillon montre la présence de secteurs très exposés et très secs à végétation clairsemée. Le développement de *Pyramidula rupestris* peut être associé à la mise en place des structures archéologiques de type murs en pierres sèches, dans un contexte très anthropisé.

Les trois échantillons suivants (103a, 104b et 104a du deuxième niveau couronnien) sont très semblables. Ils correspondent tous les trois à la brusque diminution de *Pyramidula rupestris* dans un contexte toujours très ouvert et très sec (*Vitrea narbonensis*, *Trochoidea pyramidata*, *Trochoidea trochoides*, *Oxychilus hydatinus*, *Solatopupa similis*, *Ferussacia follicula*), de type pelouse sèche. La part de *Cernuella virgata* augmente à nouveau dans l'échantillon 104b, ce qui traduit un milieu comportant une strate herbacée légèrement plus développée que précédemment. La présence d'une espèce aquatique d'eau douce courante (*Theodoxus fluviatilis*), dans l'échantillon 103a, est ici sans aucun doute intrusive. Cette espèce a pu être apportée de manière accidentelle sur le site par l'homme.

Enfin, la dernière phase, incluant des vestiges du Bronze ancien, montre une déprise humaine sur le site. En effet, les espèces de litière ou sciaphiles sont à nouveau bien représentées (*Pomatias elegans*, *Oxychilus draparnaudi*, *Vitrea contracta*, *Lauria cylindracea*, *Microxeromagna armillata/Xerotricha conspurcata*, *Truncatellina callicratis*), en association avec le développement d'une espèce de prairie (*Cochlicella acuta*). Il est à noter que les espèces xérophiles se maintiennent en nombre important et dominant toujours l'assemblage (notamment *Trochoidea trochoides*, *Trochoidea pyramidata*, *Solatopupa similis*, *Papillifera solida*). Le nombre d'individus est par ailleurs beaucoup plus conséquent que dans les niveaux inférieurs, ce qui peut suggérer un faible taux de sédimentation. Les assemblages malacologiques de ces échantillons ne semblent pas correspondre uniquement à la phase de l'âge du Bronze identifiée par l'archéologie. Ils incluent, en effet, des espèces introduites dans la région à partir de l'âge du Fer (*Theba pisana* et *Eobania vermiculata*) (Magnin, 1991). Il semble donc que ces échantillons aient enregistré une succession malacologique, depuis l'âge

du Bronze et peut-être jusqu'à la période historique, alors que le site ne semble pas avoir été fréquenté par l'homme, puisque l'on ne retrouve que des tessons du Bronze ancien. Ce mélange de différents assemblages dans un seul niveau pourrait être dû, d'une part, au faible taux de sédimentation sur le plateau lié à une érosion des sols et, d'autre part, à une éventuelle mise en culture de la zone qui aurait brassé les niveaux supérieurs de la séquence sédimentaire. Ainsi, la présence dans ce niveau d'espèces traduisant des biotopes très différents, que ce soit des milieux très ouverts ou des milieux plus fermés, peut suggérer deux interprétations : soit elle montre la mise en place d'un paysage en mosaïque avec une reprise de la végétation aux abords d'une zone conservant une structure très basse ; soit elle indique une succession dans le temps et un abandon par l'homme avec une remontée progressive du couvert végétal. Dans ce deuxième cas, la malacofaune ne permet pas de distinguer d'éventuelles reprises de l'impact anthropique. En effet, l'abandon de l'utilisation du site ne s'est pas forcément effectué de manière linéaire. Je pencherais volontiers pour cette deuxième hypothèse, car un paysage en mosaïque peut difficilement se maintenir tel quel sur une longue période, allant au moins de l'âge du Bronze ancien à l'âge du Fer sans intervention anthropique.

La présence de quelques individus de *Theba pisana*, introduite en Provence à partir de l'âge du Fer (Magnin, 1988), dans les niveaux antérieurs à la couche 102, indique des phénomènes de pollution affectant la base de la séquence. Ces intrusions semblent liées aux bioturbations identifiées dans la structure des sédiments considérés.

3.2.4 Conclusion

Le site de Collet-Redon présente des malacofaunes traduisant globalement des milieux très ouverts, les différentes phases de l'occupation humaine se distinguant peu les unes des autres en terme de gestion du paysage par l'homme : on passe de milieux de pelouses à des phases de légère déprise humaine correspondant à des milieux à strate herbacée plus développée, de type garrigues ou fruticées. La possibilité que ces milieux soient pâturés peut éventuellement être avancée mais elle reste au stade de l'hypothèse, même si les données archéozoologiques (Blaise in Durrenmath et Cauliez, 2002), indiquant la présence constante de nombreux restes de caprinés dans tous les niveaux étudiés (sans grande variation, également, entre les différentes phases d'occupation), semblent confirmer cette interprétation. Les assemblages malacologiques les plus fortement soumis à l'impact anthropique correspondent à la base du niveau 106 (première occupation néolithique du site), à la partie médiane du niveau 103 (première phase de l'occupation couronnaie) et à la base du niveau

104 (deuxième phase de l'occupation couronnaie). Au-dessus de chacun de ces échantillons, les malacofaunes enregistrent de relatives déprises humaines. De manière générale, cette séquence montre un maintien de l'anthropisation jusqu'à l'âge du Bronze ancien au moins, sans retour à des conditions plus forestières entre les différentes phases d'occupation.

La difficulté de l'analyse malacologique de ce site réside dans l'absence de niveaux antérieurs à l'occupation néolithique, ce qui ne permet pas d'avoir une idée des assemblages malacologiques dans un contexte "naturel". La séquence complète correspond à une "séquence anthropique" puisqu'elle comporte de nombreux artefacts liés à l'occupation humaine du site (charbons de bois, fragments osseux, coquilles marines), ce qui augmente encore la difficulté de distinguer des nuances dans le degré d'anthropisation, car localement cet impact est très fort et il le reste tout au long de la séquence. De plus, cette séquence est très peu dilatée. Enfin, il est difficile de détecter l'impact anthropique sur les milieux littoraux : ils sont naturellement plus ouverts que les milieux de l'intérieur des terres ; ils comportent des espèces prenant un caractère nettement rudéral à l'intérieur des terres, alors qu'elles sont dans leur habitat de prédilection sur le littoral.

3.3 Le site de Ponteau-Gare

3.3.1 Les structures archéologiques (d'après Margarit *et al.*, 2002)

Le site de Ponteau-Gare est également un site couronnaie de plein air. Il a été découvert par Max Escalon de Fonton et en partie fouillé dans les années 1970 par André Cazenave. Les fouilles ont repris récemment dans le cadre d'un programme triennal de fouilles programmées sous la responsabilité de Xavier Margarit (2000-2002).

Ce site comporte de nombreux vestiges architecturaux en pierres sèches, sous forme de neuf murs ou tronçons de murs, majoritairement à doubles parements de dalles et à blocage interne. Cette densité de structures, sur une superficie estimée à environ 3000 m², est associée à une grande variété de techniques de constructions (pierres sèches, architecture mixte, terre crue de type pisé). Leur interprétation est encore incertaine (maisons, enceintes, enclos ?), même si l'implantation de ces structures plaide pour une juxtaposition d'unités d'habitat mitoyennes. Peu de vestiges domestiques sont associés à ces murs (seulement quatre foyers). Il est à noter l'absence remarquable de structures de conservation de type silos.

Le site subit des fréquentations épisodiques à la Protohistoire et durant l'époque historique comme l'attestent les quelques tessons retrouvés. A la fin du XVIII^{ème} siècle, la parcelle correspondant au site archéologique semble utilisée comme "pâturage" comme l'indique

le cadastre napoléonien. Cependant, des marques de soc sur la partie supérieure des blocs de pierre suggèrent une mise en culture du plateau antérieure au XIX^{ème} siècle. Ces pratiques agricoles ont arasé les structures archéologiques et la séquence sédimentaire dans laquelle elles sont incluses.

Enfin, sur la partie nord du site néolithique, une carrière de pierres calcaires a été exploitée pendant la période historique, ce qui a, d'une part, détruit partiellement l'établissement couronnien par la réalisation de fenêtres d'extraction et, d'autre part, protégé une partie du site couronnien sous les tas de déblais de carrière. Cette carrière était encore exploitée à la fin du XVIII^{ème} siècle ou au début du XIX^{ème} siècle selon le cadastre napoléonien (Margarit *et al.*, 2002).

A l'heure actuelle, le site prend place dans une clairière au sein d'une pinède.

3.3.2 Description de la séquence prélevée

La séquence sédimentaire du site de Ponteau-Gare est très peu dilatée (0,70 m d'épaisseur) et présente de nombreuses bioturbations sur tout son développement. L'extrême contraction de cette séquence s'explique par un atterrissement sédimentaire faible sur le plateau associé à une érosion importante des sols. En outre, des troncatures dans la partie supérieure de la séquence, probablement dues aux activités agricoles historiques, peuvent expliquer la mauvaise conservation de la stratigraphie.

Cette séquence a été finement prélevée en fonction des différents niveaux archéologiques, jusqu'au substrat calcaire. Ainsi, huit prélèvements ont pu être effectués sur la séquence complète (figure 59) :

- les échantillons 111b et 111a dans le niveau d'occupation le plus ancien attesté sur le site, qui pourrait correspondre à une phase ancienne du Néolithique final couronnien ("Couronnien ancien" ou Néolithique récent") ou même à un Néolithique moyen de type chasséen. Le sédiment est composé de limons brun rouge à taches brunes, à structure massive et incluant un cailloutis millimétrique épars. Il repose directement sur le substrat calcaire du plateau.
- l'échantillon 158 dans une phase d'occupation d'un Néolithique final couronnien ancien, correspondant à un sédiment limoneux orangé à taches brunes, à structure légèrement massive.
- l'échantillon 51 dans une phase d'occupation couronnienne proprement dit, correspondant à l'édification d'une partie des murs en pierres sèches. C'est une phase très bien conservée, qui montre un sol archéologique en place. Il s'agit d'une

couche limoneuse beige à taches brunes et grises, présentant une structure grumeleuse.

- les échantillons 41b et 41a dans une dernière phase couronnienne, correspondant également à l'édification de murs en pierres sèches. Cette phase est également très bien conservée et s'intègre dans un sédiment limoneux beige clair à taches brun clair, présentant une structure grumeleuse et incluant un cailloutis centimétrique.
- l'échantillon 39 dans un niveau remanié, vraisemblablement par les cultures de la période contemporaine, postérieur à l'abandon du site couronnien. Ce niveau correspond à une phase de fréquentations diffuses du site aux périodes campaniforme (probablement synchrones des fréquentations campaniformes du Collet-Redon ; Lemerrier, 2000), épicanpaniforme/âge du Bronze ancien, protohistorique *lato sensu* et peut-être même antique. Ce sédiment est limoneux, de couleur brun foncé, à structure grumeleuse voire grenue et à cailloutis centimétrique épars.
- et enfin l'échantillon 1 dans le niveau correspondant à la terre végétale, qui permet d'obtenir une représentation des assemblages malacologiques sub-actuels.

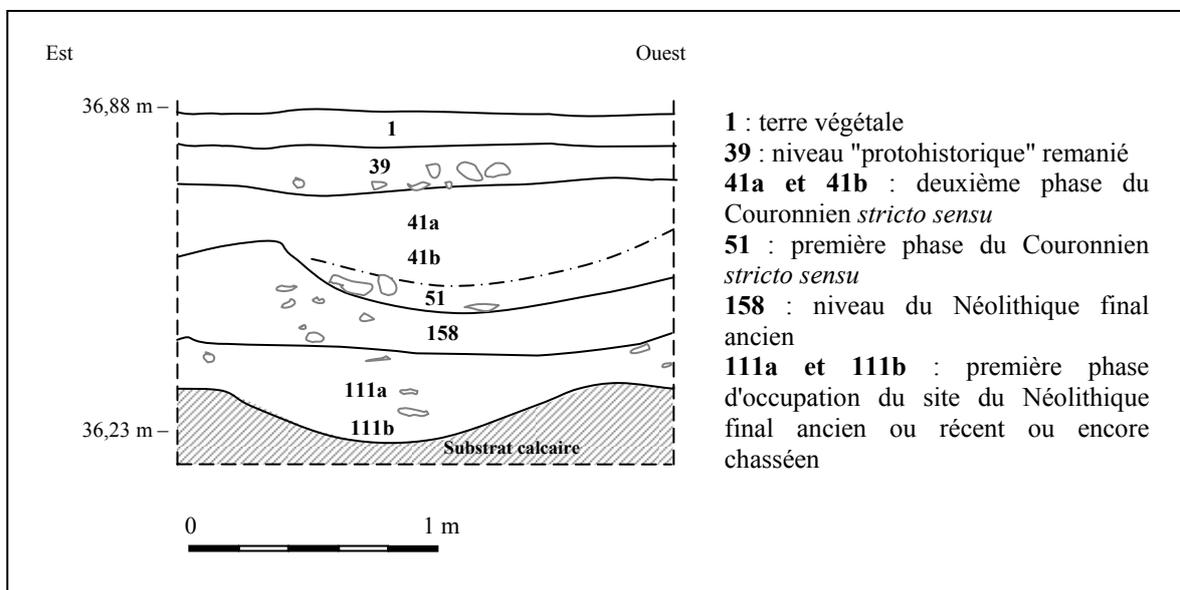


Figure 59 : Coupe schématique du site de Ponteau-Gare (Martigues, Bouches-du-Rhône).

Enfin, trois prélèvements ont également été effectués à l'intérieur du site, à proximité des murs couronniers (50, 52 et 59). Ils s'inscrivent, en effet, dans des couches sédimentaires non visibles dans la séquence globale. L'échantillon 59 correspond à la phase du Couronnien

ancien (comme l'échantillon 158 de la séquence sédimentaire) ; l'échantillon 52 correspond à la première phase du Couronnien proprement dit (qui équivaut à l'échantillon 51 de la séquence sédimentaire) ; et enfin l'échantillon 50 appartient à la deuxième phase de l'occupation couronnaie proprement dit (comme les échantillons 41a et 41b de la séquence sédimentaire globale).

3.3.3 Résultats malacologiques

Sur les 11 échantillons analysés, 21369 coquilles ont été extraites. Elles se répartissent en 33 espèces terrestres. Nous analyserons les variations de la composition des assemblages malacologiques par l'examen du tableau de données (annexe 25) et l'examen de la représentation graphique des espèces les plus représentatives (figure 60).

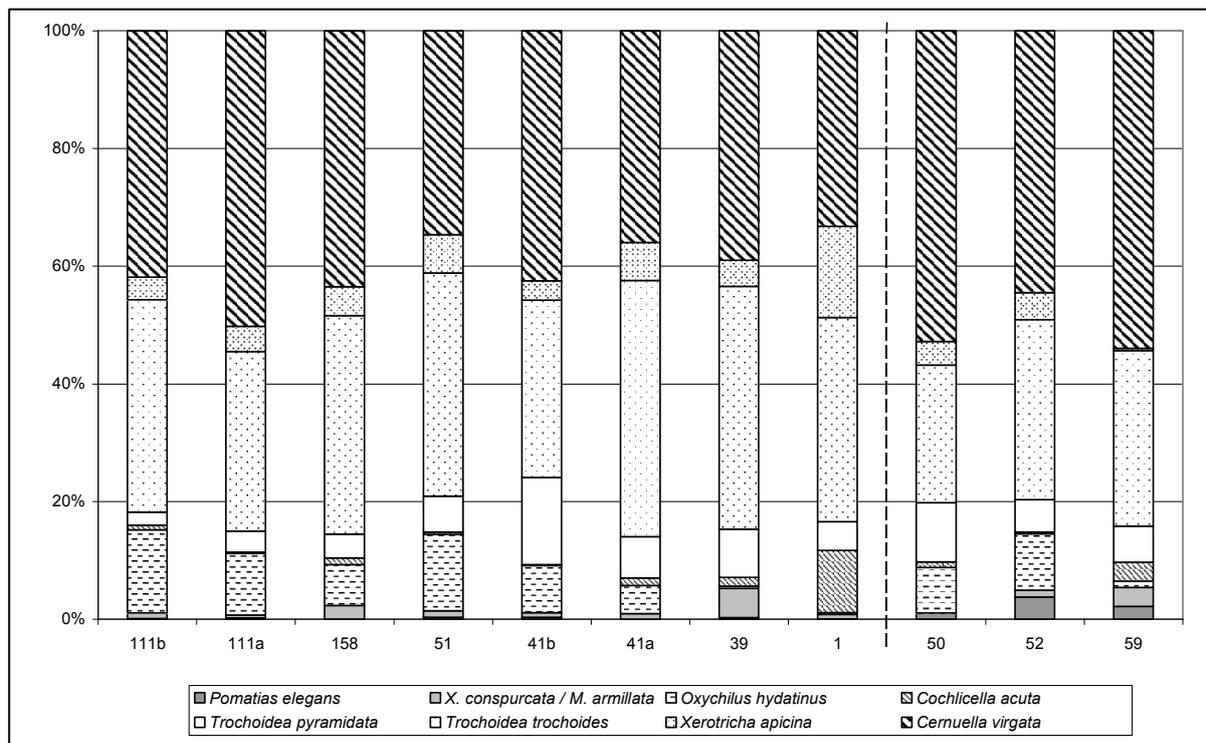


Figure 60 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale du site de Ponteau-Gare (Martigues, Bouches-du-Rhône).

Les gastéropodes terrestres montrent, dès la base de la séquence (111b et 111a), des milieux déjà extrêmement ouverts. En effet, les espèces les plus fréquentes sont deux espèces méditerranéennes (*Trochoidea trochoides* et *Oxychilus hydatinus*) et une espèce anthropophile (*Cernuella virgata*). On retrouve également, en quantité moins importante, une espèce méditerranéenne (*Trochoidea pyramidata*), une espèce du littoral méditerranéen (*Xerotricha*

apicina) et une espèce lapidicole (*Solatopupa similis*). Cet assemblage caractérise des milieux très ouverts, qui sont vraisemblablement très fortement anthropisés, étant donnée l'absence totale d'espèces à affinité plus forestière. En effet, d'une part, selon le même raisonnement que pour le site de Collet-Redon, des milieux forestiers, très ouverts, sont bien identifiés pour l'Atlantique par les gastéropodes terrestres, dans une séquence voisine de Ponteau-Gare (Carry-le-Rouet ; Kabouche, 1999). Et, d'autre part, dans le paysage actuel, on retrouve bien dans les pinèdes du littoral, à proximité de nos sites, des malacofaunes forestières dominées par *Pomatias elegans*, *Lauria cylindracea* et *Rumina decollata* (F. Magnin, comm. perso.). L'absence des espèces forestières dans la séquence de Ponteau-Gare ne peut donc s'expliquer que par une forte ouverture des milieux liée à l'action de l'homme. Dans ce niveau, il est à noter la présence très discrète de quelques individus de *Vallonia pulchella* (2 coquilles en 111b et 2 en 111a), une espèce de prairie humide, qui indique vraisemblablement ici l'apport de matériaux par l'homme, puisque cette espèce ne peut survivre dans les milieux très secs qu'exprime le reste de l'assemblage malacologique.

Cet environnement très ouvert se maintient pendant toutes les phases néolithiques, sans grande variation dans la composition des assemblages malacologiques et, de ce fait, dans la gestion du paysage par l'homme (158, 51, 41b et 41a). Les échantillons provenant du site archéologique même (50, 52 et 59) comportent des assemblages similaires, très homogènes. On peut cependant noter l'apparition discrète d'une espèce à affinité forestière (*Pomatias elegans*) et d'une espèce de litière (*Lauria cylindracea*) dans les deux échantillons prélevés sous le mur couronnien (50 et 52). Ces espèces pourraient indiquer le développement d'une végétation à structure un peu plus haute que pour les autres échantillons couronniers, traduisant peut-être un léger embroussaillage de la zone. Cependant, cette information n'est vraisemblablement que stationnelle. Dans l'échantillon 59, appartenant au niveau de fonctionnement des murs couronniers, on note la présence de huit individus de *Succinea oblonga*, une espèce de prairie humide, qui traduit encore l'apport de matériaux sur le site par l'homme, éventuellement à mettre en liaison avec l'édification de murs en pisé.

Le niveau 39 remanié correspond à un paysage encore plus xérique (*Jaminia quadridens*, *Sphincterochila candidissima*, *Solatopupa similis* et *Granopupa granum*, qui sont des espèces vivant sur les blocs de pierre et la roche nue, et *Parmacella* sp.) que pour les niveaux couronniers. L'apparition de ces espèces indique l'existence d'habitats comprenant des sols squelettiques ou à végétation très rase (Kabouche, 1999). La présence de quelques individus de *Parmacella* sp. (4 parmacelles) dans cette phase est particulièrement remarquable. Il s'agit d'un animal limaciforme habitant exclusivement les steppes chaudes

(Germain, 1930). C'est un genre qui n'est connu en France que dans la plaine du Crau, où il n'a pas été observé depuis plus d'un siècle (Kerney *et al.*, 1999). En plus des problèmes taxonomiques que pose ce genre (Falkner *et al.*, 2002), sa mention dans ce site archéologique est intéressante car ces escargots sont relativement rares et inédits à l'est de la Crau. Pour ce qui est de l'assemblage malacologique de ce niveau 39 remanié, on constate que bien qu'il corresponde à des "fréquentations humaines diffuses", il ne montre pas de déprise humaine sur le paysage. L'abandon du site couronnien n'est pas enregistré dans l'assemblage malacologique, ce qui peut s'expliquer, d'une part, par le maintien d'une anthropisation très forte sur le plateau depuis la Protohistoire jusqu'à l'actuel, sans, selon les données archéologiques, d'établissement d'habitations, mais plus sous forme de mises en culture ou de pâturages, ou bien, d'autre part, par le décaissement des niveaux de sols pédogenétisés traduisant une reprise végétale, par des actions anthropiques récentes, tes les labours. Un mélange de ces deux explications paraît le plus vraisemblable.

Enfin, le niveau sub-actuel (1) comporte, en plus des espèces xérophiles encore très largement prédominantes, quelques individus d'espèces plus mésophiles qui préfèrent les habitats plus fermés et plus humides (*Discus rotundatus* surtout, *Oxychilus draparnaudi* et *Vallonia costata* plus discrètes). Ceci peut indiquer le début d'une phase de reconquête forestière sur le plateau, alors qu'actuellement le site archéologique s'inscrit dans une clairière au sein d'une pinède. L'ouverture de cette clairière n'est, par ailleurs, pas connue avec précision mais remonte au moins au début du XXème siècle (X. Margarit, comm. perso.). Cet assemblage est de toute façon très hétérogène, puisqu'en plus de la présence d'espèces mésophiles, il correspond à l'apparition ou au développement des espèces très xérophiles du littoral (*Xerotricha apicina*, *Pomatias sulcatus* et *Papillifera solida*), traduisant des milieux à végétation clairsemée (Kabouche, 1998). Il traduit donc vraisemblablement une juxtaposition temporelle de différentes communautés dans un même échantillon.

3.3.4 Conclusion

Il a été noté sur le terrain que la séquence présentait des traces importantes de bioturbations, avec le risque que l'information paléoenvironnementale livrée par l'analyse malacologique soit en partie biaisée par les pollutions que peuvent induire ces phénomènes biologiques. De plus, le fait que les niveaux analysés les plus anciens correspondent à une occupation humaine ne permet pas d'avoir une image du paysage avant l'action anthropique. Il semble, en effet, qu'une forte érosion et/ou un taux de sédimentation très faible n'ont pas rendu possible la conservation des phases antérieures à l'implantation humaine sur le site. En

revanche, les structures archéologiques ont postérieurement permis la conservation de la stratigraphie "anthropique", attestée par la présence de nombreux artefacts (charbons, silex, os, coquilles marines et céramique) dans tous les niveaux.

Ainsi, pour toute la séquence analysée, les malacofaunes traduisent des assemblages homogènes de milieux très ouverts. Or, même si l'information paléoenvironnementale est lissée du fait des bioturbations, on peut tout de même penser que le site conserve des milieux ouverts pendant toute la séquence couronnienne, puisque les assemblages correspondants ne comportent aucune espèce caractérisant une reprise des formations arborées. On peut donc exclure l'existence de niveaux de déprise humaine dans la séquence couronnienne : même mélangées aux assemblages plus ouverts, par la bioturbation, les espèces traduisant l'abandon du site devraient être encore visibles, ce qui n'est pas le cas. Cette séquence couronnienne du site de Ponteau-Gare traduit donc une très forte anthropisation du plateau qui se maintient jusqu'aux époques les plus récentes.

3.4 Comparaison entre les deux sites de Collet-Redon et Ponteau-Gare

Afin de comparer les assemblages malacologiques des sites de Collet-Redon et de Ponteau-Gare, une Analyse Factorielle des Correspondances a été effectuée sur les échantillons du Collet-Redon en introduisant les échantillons de Ponteau-Gare comme éléments supplémentaires.

L'analyse porte donc sur 36 espèces terrestres (les variables) et les 9 échantillons de Collet-Redon (les individus), plus les 11 échantillons de Ponteau-Gare en tant qu'individus supplémentaires.

Le premier plan factoriel (figure 61 et figure 62) représente 75,9 % de l'inertie du nuage de points (52,7 % pour l'axe 1 et 23,2 % pour l'axe 2). Ce pourcentage d'inertie très important s'explique par le petit nombre d'échantillons considérés. Nous avons préféré, en effet, ne pas faire porter l'analyse sur les échantillons des deux sites ensemble, car ils incluent chacun quelques espèces rares qui auraient pu perturber l'interprétation de l'AFC. Ainsi, l'Analyse Factorielle des Correspondances porte d'abord sur les échantillons du Collet-Redon, qui ont montré des différences plus nettes dans la composition des assemblages ; ensuite, les échantillons de Ponteau-Gare sont introduits en éléments supplémentaires, afin d'observer d'éventuelles ressemblances entre les deux sites. Le fort pourcentage d'inertie du premier plan factoriel explique également l'impossibilité de donner une signification écologique aux axes suivants.

L'axe 1 de l'AFC oppose *Pyramidula rupestris* (38,4 %) et *Cernuella virgata* (10,7 %) sur la partie positive à *Microxeromagna armillata/Xerotricha conspurcata* (12,3 %), *Papillifera solida* (5 %), *Theba pisana* (4,9 %), *Truncatellina callicratis* (4,7 %), *Granopupa granum* (4,5 %) et *Vitrea contracta* (3,9 %) sur la partie négative.

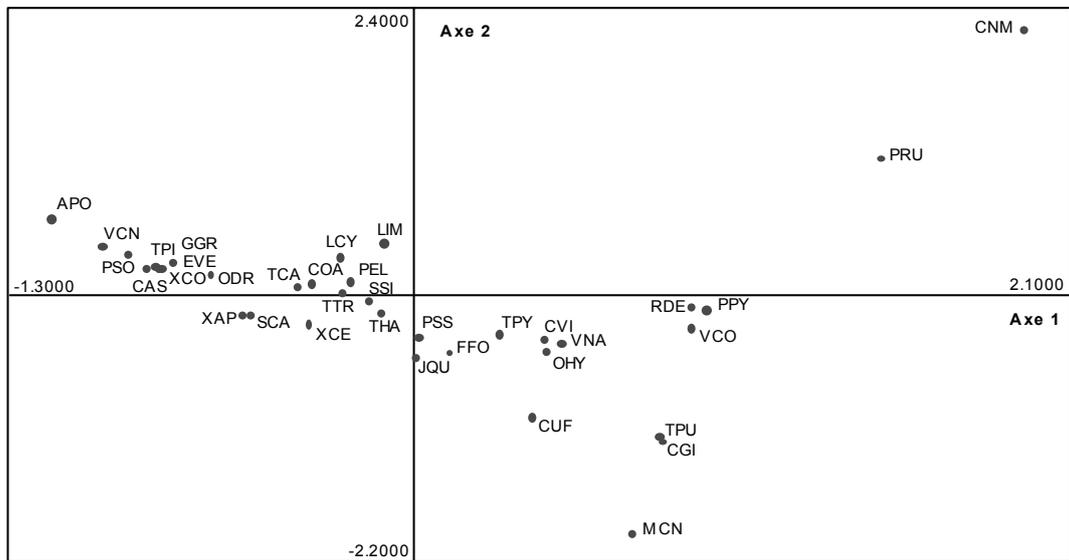
Il oppose une espèce rupicole et une espèce anthropophile à des espèces à écologie plus variée préférant les habitats légèrement moins ouverts, de type garrigues ou fruticées. On peut considérer que cet axe représente un gradient d'anthropisation malgré l'extrême ouverture des milieux. Par ailleurs, la présence de *Theba pisana*, une espèce de milieu plus humide à strate herbacée bien développée, parmi les espèces de garrigues ou de fruticées s'explique par les phénomènes de pollution puisqu'elle n'apparaît en Provence qu'à partir de l'âge du Fer (Magnin, 1991).

En terme d'échantillons, cet axe oppose l'échantillon 102a (36,4 %) (et l'échantillon 102b qui est fortement corrélé à l'axe), sur la partie positive, à l'échantillon 103b (37,6 %) (et pour les échantillons les plus fortement corrélés à l'axe : 103a, 103c, 104a, 104b et 106a). Il oppose globalement tous les échantillons couronniens aux échantillons du niveau de "l'âge du Bronze ancien" du site de Collet-Redon.

Pour ce qui est de **l'axe 2**, il oppose *Pyramidula rupestris* (50,7 %) sur la partie positive, à *Cernuella virgata* (17,1 %), *Toltecia pusilla* (7,5 %), *Theba pisana* (4,6 %) et *Oxychilus hydatinus* (2,9 %) sur la partie négative.

Cet axe distingue en fait *Pyramidula rupestris* de l'ensemble des autres espèces et sépare deux types d'anthropisation, l'une drastique ne permettant le développement que des espèces les plus xérophiles, l'autre permettant à une végétation plus haute de se développer.

En terme d'échantillons, l'axe 2 oppose l'échantillon 103b (47,2 %), sur la partie positive, à l'échantillon 106a (11,4 %) (et pour les échantillons les plus fortement corrélés à l'axe : 106b, 104a, 104b et 103c), sur la partie négative. Il distingue le niveau central de la phase couronnaire *stricto sensu* du reste des échantillons couronniens.



APO : *Abida polyodon* (Draparnaud 1801) ; **CAS** : *Cryptomphalus aspersus* (Müller 1774) ; **CGI** : *Candidula gigaxii* (Pfeiffer 1850) ; **CNM** : *Cepaea nemoralis* (Linné 1758) ; **COA** : *Cochlicella acuta* (Müller 1774) ; **CUF** : *Candidula unifasciata* (Poiret 1801) ; **CVI** : *Cerneuella virgata* (da Costa 1778) ; **EVE** : *Eobania vermiculata* (Müller 1774) ; **FFO** : *Ferussacia follicula* (Gmelin 1791) ; **GGR** : *Granopupa granum* (Draparnaud 1801) ; **JQU** : *Jaminia quadridens* (Müller 1774) ; **LCY** : *Lauria cylindracea* (da Costa 1778) ; **LIM** : Limacelles ; **MCN** : *Monacha cantiana* (Montagu 1803) ; **ODR** : *Oxychilus draparnaudii* (Beck 1837) ; **OHY** : *Oxychilus hydatinus* (Rossmässler 1838) ; **PEL** : *Pomatias elegans* (Müller 1774) ; **PPY** : *Punctum pygmaeum* (Draparnaud 1801) ; **PRU** : *Pyramidula rupestris* (Draparnaud 1801) ; **PSO** : *Papillifera solida* (Draparnaud 1805) ; **PSS** : *Pseudotachea splendida* (Draparnaud 1801) ; **RDE** : *Rumina decollata* (Linné 1758) ; **SCA** : *Sphincterochila candidissima* (Draparnaud 1801) ; **SSI** : *Solatopupa similis* (Bruguière 1792) ; **TCA** : *Truncatellina callicratis* (Scacchi 1833) ; **THA** : *Testacella haliotidea* (Draparnaud 1801) ; **TPI** : *Theba pisana* (Müller 1774) ; **TPU** : *Toltecia pusilla* (Lowe 1831) ; **TPY** : *Trochoidea pyramidata* (Draparnaud 1805) ; **TTR** : *Trochoidea trochoides* (Poiret 1789) ; **VCN** : *Vitrea contracta* (Westerlund 1871) ; **VCO** : *Vallonia costata* (Müller 1774) ; **VNA** : *Vitrea narbonensis* (Clessin 1877) ; **XAP** : *Xerotracha apicina* (Lamarck 1822) ; **XCE** : *Xerosecta cespitum* (Draparnaud 1801) ; **XCO** : *Xerotracha conspurcata* (Draparnaud 1801) ou *Microxeromagna armillata* (Lowe 1852).

Figure 61 : Analyse Factorielle des Correspondances du site de Collet-Redon (Martigues, Bouches-du-Rhône) avec le site de Ponteau-Gare (Martigues, Bouches-du-Rhône) en élément supplémentaire. Projection des espèces sur le premier plan factoriel.

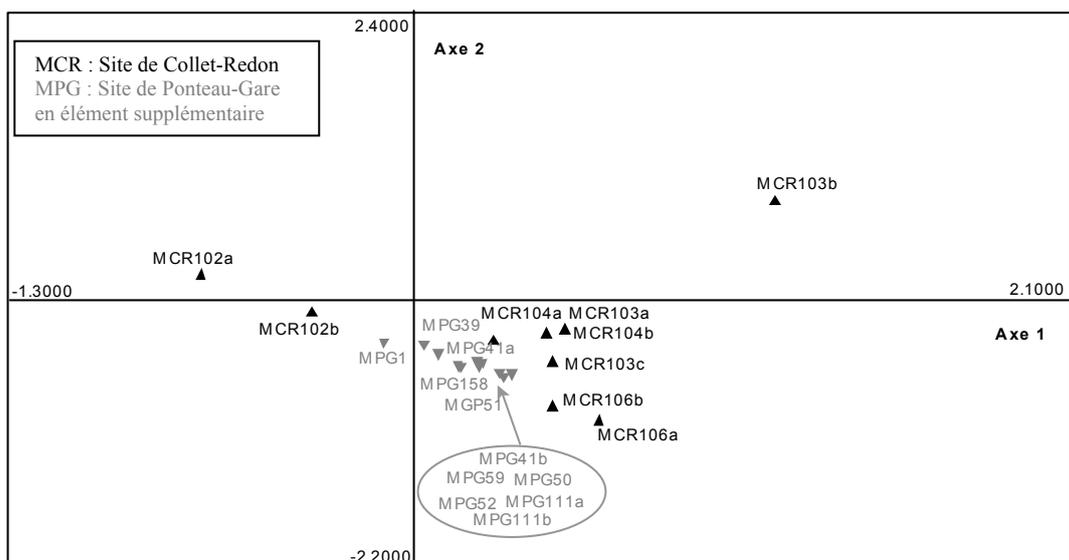


Figure 62 : Analyse Factorielle des Correspondances du site de Collet-Redon (Martigues, Bouches-du-Rhône) avec le site de Ponteau-Gare (Martigues, Bouches-du-Rhône) en élément supplémentaire. Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.

Ainsi, ce premier plan factoriel permet d'observer trois pôles : le premier (partie positive de l'axe 1 et partie négative de l'axe 2) correspond à l'ensemble des échantillons couronniens, à l'exception de 103b, et est associé à des milieux très ouverts et très anthropisés dont la végétation a une structure basse ; le deuxième (parties positives des axes 1 et 2) correspond à l'échantillon 103b, associé à l'espèce rupicole *Pyramidula rupestris*. Il montre un milieu très xérique, traduisant une intensification de l'anthropisation, vraisemblablement liée à la mise en place de l'habitat ; le troisième (partie négative de l'axe 1) correspond aux deux échantillons du niveau "Bronze ancien", associés à des espèces à écologie variée mais traduisant globalement la mise en place de milieux plus fermés et la déprise humaine sur le paysage.

Quand on introduit les échantillons de Ponteau-Gare dans cette analyse, on observe qu'ils se replacent presque tous dans le premier pôle déterminé plus haut. Seul l'échantillon subactuel (1) se replace dans le troisième pôle traduisant l'abandon du site. Les échantillons couronniens des deux sites présentent donc des milieux très analogues, correspondant à un même degré d'anthropisation et à une gestion du paysage comparable. Les espèces malacologiques associées à ce premier pôle sont des espèces correspondant aux milieux rudéraux du littoral provençal (Kabouche, 1998), comme c'est le cas de l'assemblage malacologique du Néolithique final étudié par Kabouche sur la séquence voisine de Carry-le-Rouet (Kabouche, 1999).

3.5 Conclusion

L'analyse malacologique des deux sites de Collet-Redon et Ponteau-Gare est conforme à l'ouverture générale des forêts caducifoliées à partir du Subboréal dans les plaines régionales, identifiée par la palynologie (Triat-Laval, 1978). Localement, cette forte ouverture des milieux commence précocement, avec l'identification par les gastéropodes terrestres de garrigues très ouvertes dans les niveaux cardiaux de Châteauneuf-les-Martigues (Magnin, 1991) et de prairies humides dans des sédiments atlantiques de la coupe du Vallat Neuf de l'Etang de Berre (Jorda *et al.*, 1991). Les milieux ouverts qui se mettent en place au Néolithique pourraient se maintenir localement jusqu'à l'actuel, puisque les rares données paléoenvironnementales de cette région montrent pour toutes les époques considérées, postérieures au Néolithique, la présence de milieux fortement anthropisés et très proches de l'actuel, comme l'atteste Thinon pour l'âge du Fer à Martigues (pinèdes claires à pin d'Alep) (Thinon, 1988), Kabouche pour l'Antiquité tardive à l'Anse des Laurons à Martigues (milieu

ouvert à strate herbacée bien développée) (Kabouche in Devillers, 1999) ou Triat-Laval pour le Subboréal et le Subatlantique sur le pourtour de l'Etang de Berre (Triat-Laval, 1982).

Il est particulièrement difficile de préciser dans ces séquences les variations environnementales dues à l'homme, étant donné que l'anthropisation agit déjà sur des milieux naturellement très ouverts. Cependant, l'absence totale de faunes plus forestières, même dans ce contexte du littoral, nous permet de penser que le maintien de milieux ouverts au Néolithique final est bien dû à l'action de l'homme et que l'homme dégrade encore un milieu qui était déjà naturellement très fragile. Ces réflexions rejoignent celles des anthracologues (Thiébaud, 1995) qui proposent que la prédominance du pin d'Alep au Néolithique à Châteauneuf-les-Martigues et dans l'Etang de Berre (Triat-Laval, 1978 ; Laval *et al.*, 1991) doit s'accompagner d'un fort impact anthropique sur le milieu, alors que sa mise en place est vraisemblablement naturelle, étant donné son indigénat sur les côtes de la Provence.

Les espèces méditerranéennes de gastéropodes terrestres sont nettement en place au Néolithique final sur le littoral provençal, contrairement à certains sites de l'intérieur des terres (cf. supra site du dolmen de l'Ubac). Elles semblent s'être mises en place plus précocement que, par exemple, les micromammifères dont les espèces méditerranéennes les plus typiques n'apparaissent sur le littoral provençal qu'après l'âge du Bronze (Poitevin *et al.*, 1990). Le fort développement local des escargots méditerranéens pourrait être lié à l'augmentation de l'action anthropique sur le milieu : en effet, l'anthropisation favorise l'extension des milieux ouverts, qui constituent l'habitat de prédilection de ces espèces. Le littoral a, également, vraisemblablement servi de bases pour la dispersion des espèces méditerranéennes d'escargots à l'intérieur des terres à la faveur de l'augmentation de l'anthropisation ; elles ont alors principalement colonisé les zones ouvertes rudérales. Nous reviendrons sur ces problèmes d'expansion des faunes méditerranéennes dans la dernière partie de ce mémoire.

4 La séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône)

Cette séquence a été étudiée à l'occasion d'un diagnostic archéologique, avant l'aménagement d'une zone périurbaine de l'agglomération marseillaise dans le cadre d'un projet immobilier. Ce diagnostic a été effectué par Lucien-François Gantès, archéologue de la Ville de Marseille. Le quartier du Petit Saint-Marcel à Marseille est archéologiquement particulièrement sensible puisqu'il comporte un site couronnien et protohistorique anciennement connu, localisé sur le plateau de la Tourette.

4.1 Le site d'étude

4.1.1 Situation géographique et cadre géomorphologique

La séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel est située à 8 km à l'est du centre-ville de Marseille (Bouches-du-Rhône), sur la rive droite de la basse vallée de l'Huveaune, à environ 100 m du cours actuel de la rivière et à environ 9 km de la mer Méditerranée (figure 63). Elle est localisée à mi-hauteur sur le flanc sud du petit plateau de la Tourette. Cette zone du nord-est marseillais comprend différents massifs et plateaux (massif d'Allauch, plateau de Salette et de Saint-Julien, massif de Carpiagne) qui dominent la vallée de l'Huveaune avant que le fleuve ne se jette dans la mer.

Le plateau de la Tourette est constitué d'une dalle de travertin attribué au Villafranchien, sur un socle stampien composé de poudingue, de grès, de marnes et d'argiles. Il culmine à une altitude de 125 m (Gantès, 2001). Ce plateau est bordé d'escarpements dans lesquelles de nombreuses grottes ou abris sous roche sont apparents. Au pied de ces escarpements rocheux, des coteaux à pentes encore assez fortes relient sur une courte distance le plateau à la vallée de l'Huveaune. Ces pentes sableuses sont généralement aménagées en restanques, comme c'était le cas du terrain d'étude au moment de l'intervention archéologique. La séquence en elle-même est localisée dans un léger replat à une altitude d'environ 80 m.

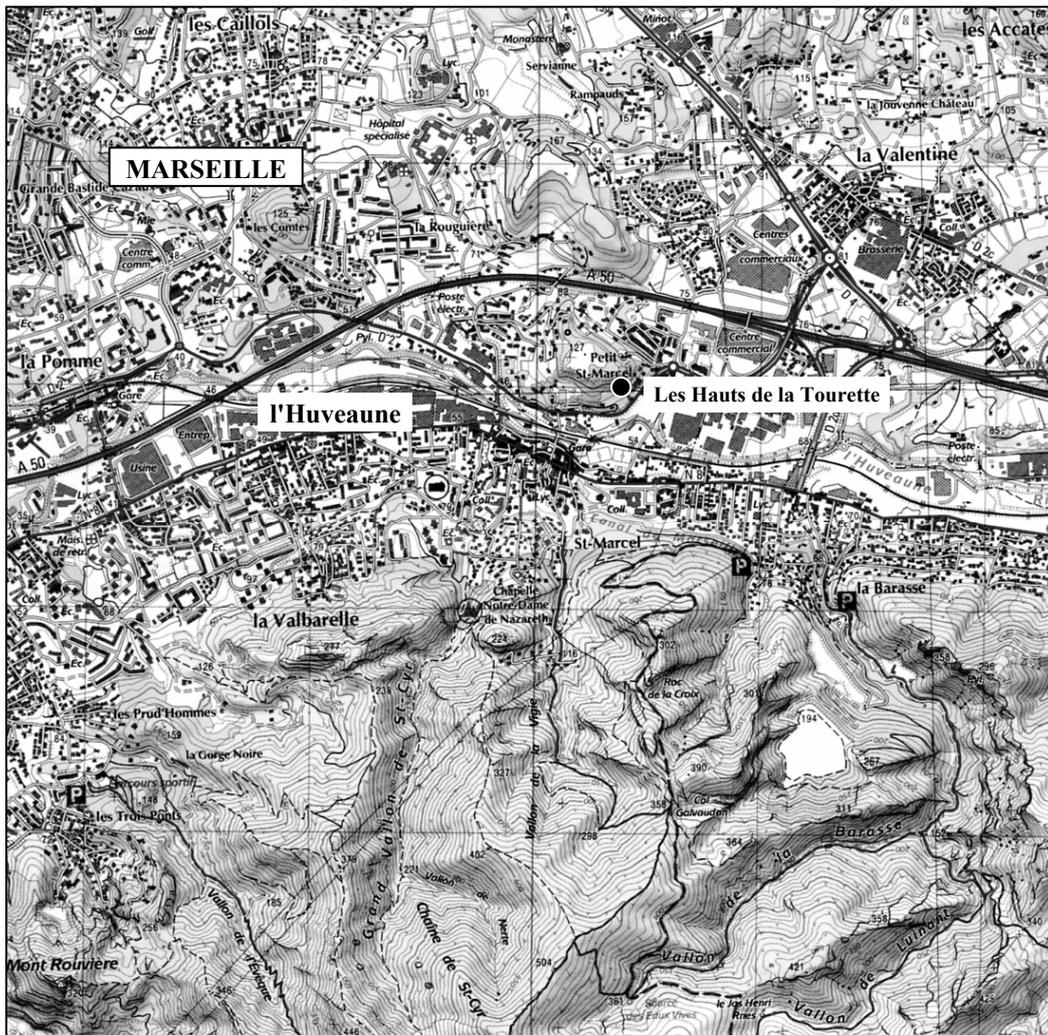


Figure 63 : Carte de localisation de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône). Extrait de la carte IGN au 1:25000.

4.1.2 Contexte environnemental actuel

Le climat actuel est de type méditerranéen subhumide selon la classification d'Emberger (1930). Il est caractérisé par une température moyenne annuelle comprise entre 14°C et 15°C ; il comprend trois mois secs ($P < 2T$) et deux à trois mois froids ($T < 7^{\circ}\text{C}$) ; pour la station voisine de Marseille, la moyenne des précipitations annuelles est de 608 mm (CNRS, 1975).

Au moment du diagnostic, la végétation correspondait à une garrigue haute (chêne vert, genévrier), dans un contexte très anthropisé de friche urbaine.

4.1.3 Contexte archéologique d'après Gantès (2001)

Le contexte archéologique dans lequel prend place cette étude est particulièrement riche, puisque la séquence étudiée se situe en contrebas d'un site couronnien installé sur le

plateau de la Tourette. Ce site archéologique consiste en un village couronnien identifié par Escalon de Fonton (1956). Sur ce même site de hauteur, une ou plusieurs occupations indigènes de l'âge du Fer, entre les VI^{ème} et V^{ème} siècles av. J.-C. et le II^{ème} siècle av. J.-C., sont attestées. Elles correspondent à un *oppidum*, dont l'enceinte est à l'heure actuelle très mal conservée. Par ailleurs, les escarpements bordant le plateau, en amont du site, sont creusés de nombreux abris sous roche qui ont également pu être exploités par l'homme.

La position topographique de l'aire d'étude est également particulièrement intéressante, puisqu'elle est située sur la partie sud de la "brèche de Saint-Marcel", qui constitue un étranglement au sein de la vallée de l'Huveaune. C'est une position privilégiée pour contrôler le cours d'eau et les anciennes voies de communication qui suivaient le lit de la rivière.

Au nord de ce site de hauteur, on trouve également les abris du plateau des Baou de Saint-Marcel, comportant des occupations du Paléolithique supérieur et de l'Épipaléolithique, puis plus tard des structures du Chasséen et des constructions rupestres de la deuxième moitié du II^{ème} siècle av. J.-C. Le plateau des Baou en lui-même a été occupé à l'âge du Fer, comme le prouvent les restes d'une enceinte monumentale en pierres de tuf, datée pour sa fondation du VI^{ème} siècle av. J.-C. et remaniée jusqu'au II^{ème} siècle av. J.-C., en même temps que s'installe un village, qui est occupé jusqu'à la conquête romaine. Ce village protohistorique semble avoir été habité par des communautés indigènes dépendantes économiquement du territoire de Marseille grecque et paraît contemporain de l'*oppidum* de la Tourette et de l'*oppidum* du Ruissatel des VI^{ème} et V^{ème} siècles av. J.-C. Ce dernier établissement est localisé sur le massif d'Allauch, juste au nord-est de la séquence des Hauts de la Tourette. A moins de 4 km du site des Hauts de la Tourette, un parcellaire agraire préromain (du IV^{ème} siècle au II^{ème} siècle av. J.-C.), le plus étendu reconnu dans le Midi de la France (Boissinot, 2000), a également été détecté. Il correspond probablement à la culture de la vigne.

Le site de Saint-Joseph Fontainieu, dans la banlieue nord de Marseille, a également livré les traces d'une occupation couronnienne (Courtin, 1974).

Enfin, pour les périodes les plus récentes, le vieux Saint-Marcel comprend un château féodal installé sur la colline de Saint-Clair dominant le village médiéval. Il est mentionné dès le milieu du XI^{ème} siècle.

Ainsi, cette micro-région marseillaise est très dense en sites chalcolithiques et protohistoriques. Cette densité d'occupations humaines a dû influencer fortement sur la structure du paysage.

4.2 Les occupations archéologiques au sein de la séquence prélevée

Vu le cadre de l'intervention archéologique, d'urgence, de réelles structures n'ont pu être mises au jour. Plusieurs indices d'occupation humaine ont cependant pu être détectés par la présence de matériel archéologique dans les coupes stratigraphiques, bien qu'il soit difficile de caractériser avec précision les différentes formes de ces occupations. Une séquence en particulier a retenu notre attention, tant du point de vue archéologique que malacologique.

La séquence holocène des Hauts de la Tourette est peu dilatée (figure 64 et tableau 5). Elle repose en revanche sur une épaisse couche de loess, probablement pléniglaciaire, dont la base n'a pas pu être atteinte dans le cadre de cette étude. La séquence holocène est largement dominée par le colluvionnement en provenance du plateau de la Tourette.

Dans la partie inférieure de cette séquence, après les niveaux supérieurs du loess (échantillon malacologique PSM 1), une fréquentation du site au Néolithique final a été mise en évidence par le matériel archéologique (échantillons PSM 2 et PSM 3), même si des sols d'habitat ou des structures particulières n'ont pu être découverts.

Du matériel couronnien a été détecté dans le niveau supérieur (échantillons PSM 4 et PSM 5). Bien que ce niveau soit interprété par l'archéologie comme un probable remblai d'égalisation du sol avant l'occupation protohistorique suivante et que le matériel contenu dans le sédiment semble donc être en position secondaire (Gantès, 2001), on peut cependant supposer l'existence de niveaux d'occupation couronnien à proximité immédiate de la séquence, vraisemblablement à mettre en liaison avec le site du plateau de la Tourette.

Ce probable remblai est surmonté d'un sol d'habitat (échantillon PSM 6) associé à des murs (en blocs de tuf et peut-être en terre crue), en grande partie détruits, datés du premier âge du Fer. Cet ensemble pourrait correspondre à une ferme indigène ligure du VII^{ème} siècle av. J.-C.

La période des VI^{ème} - V^{ème} siècles av. J.-C. est représentée par un abondant matériel céramique qui pourrait indiquer la présence d'un habitat indigène sur le site, bien qu'aucune structure archéologique n'ait été détectée dans les petits sondages. Cette phase d'habitat (échantillons PSM 7 et PSM 8) montre également les liens qu'ont pu avoir les indigènes et les colons grecs, puisque quelques tessons d'amphores grecques archaïques ont été découverts dans les mêmes niveaux.

La période suivante entre le V^{ème} siècle et le IV^{ème} siècle av. J.-C. semble également correspondre au fonctionnement d'une petite ferme, soit indigène soit grecque, aux abords de la zone étudiée. En effet, de nombreux tessons de céramique ont été découverts dans les niveaux de comblement des terrasses de culture modernes. Ce matériel, même en position

secondaire, constitue, avec du matériel céramique de la période des IV^{ème} – II^{ème} siècles av. J.C., un indice de la présence, à proximité du site, d'une ou de plusieurs occupations de ces périodes. L'éventualité de la présence d'une ferme grecque dès le V^{ème} siècle av. J.-C. est particulièrement intéressante du point de vue archéologique, même si effectivement le quartier du Petit Saint-Marcel est situé sur la *chôra* (territoire) de Marseille grecque (Gantès, 2001).

Enfin, les restanques, encore visibles avant la mise en place du projet immobilier, peuvent avoir été installées au XVIII^{ème} siècle et avoir été reconstruites, pour les parties hautes, au XIX^{ème} siècle (échantillon PSM 9). Aucun témoin d'une occupation antique et médiévale n'a été découvert sur le site ; il semble, en effet, qu'une forte érosion associée à la construction des terrasses de culture à l'époque moderne aient pu détruire ces niveaux.

Tous ces indices indiquent une occupation fréquente et peut-être même continue du site pour la période allant de la fin du Néolithique au second âge du Fer, au moins.

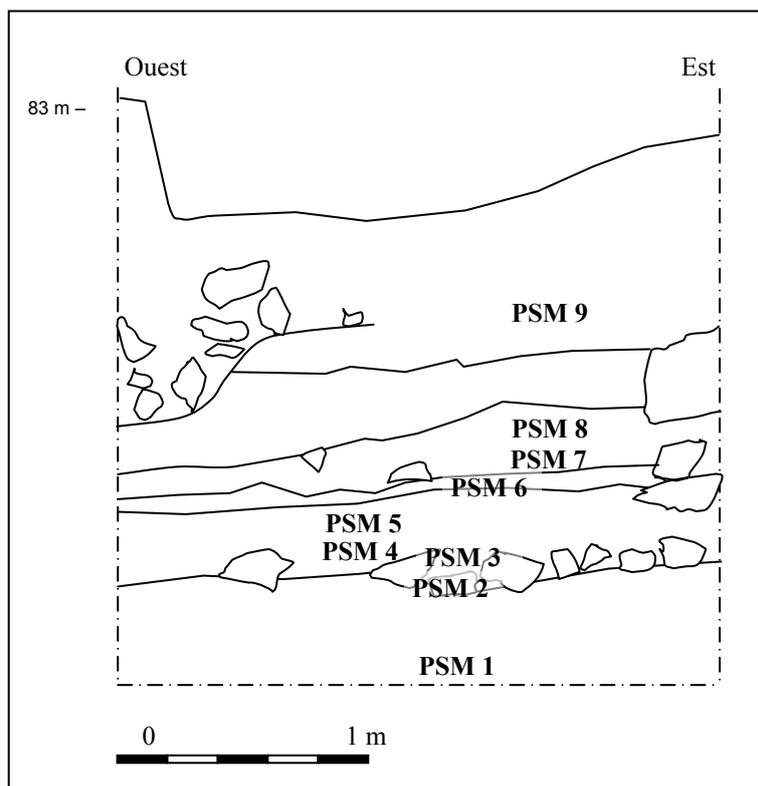


Figure 64 : Coupe schématique de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône), d'après Gantès (2001).

Prélèvements malacologiques	Descriptions sédimentologiques	Attributions chronologiques
PSM 9	Sédiment historique <i>lato sensu</i>	XVIIIème-XIXème siècles
PSM 8	Niveau noirâtre compact, avec petits cailloux émoussés	Premier âge du Fer, VIème – Vème siècles av. J.-C.
PSM 7		
PSM 6	Sol d'habitat, niveau argileux gris blanchâtre, cendreuse, avec de petits nodules d'argile rubéfiée rouge-orangé	Bronze final/Premier âge du Fer, VIIème siècle av. J.-C.
PSM 5	Niveau brun foncé à taches rougeâtres, avec quelques cailloutis. Remblai de terre rapportée ?	Chalcolithique (couronnien)
PSM 4		
PSM 3	Niveau limoneux brun rouge, à cailloutis centimétrique serré	Néolithique final
PSM 2	Transition limoneuse rougeâtre à cailloutis serré	Néolithique final
PSM 1	Sables jaunes à blocs de travertin brûlés, en position secondaire (éboulis)	Début de l'Holocène

Tableau 5 : Description sédimentologique des niveaux de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône) et attributions chronologiques, d'après Gantès (2001).

4.3 Résultats malacologiques

Le tableau de données portant sur les neuf échantillons malacologiques prélevés dans la séquence des Hauts de la Tourette a d'abord été traité par le biais d'une Analyse Factorielle

des Correspondances, puis par un diagramme malacologique afin d'affiner la lecture des changements environnementaux le long de la séquence.

4.3.1 Analyse Factorielle des Correspondances

11540 coquilles ont été extraites de ces 9 échantillons. Elles correspondent à 47 espèces terrestres et 8 taxons aquatiques (annexe 26).

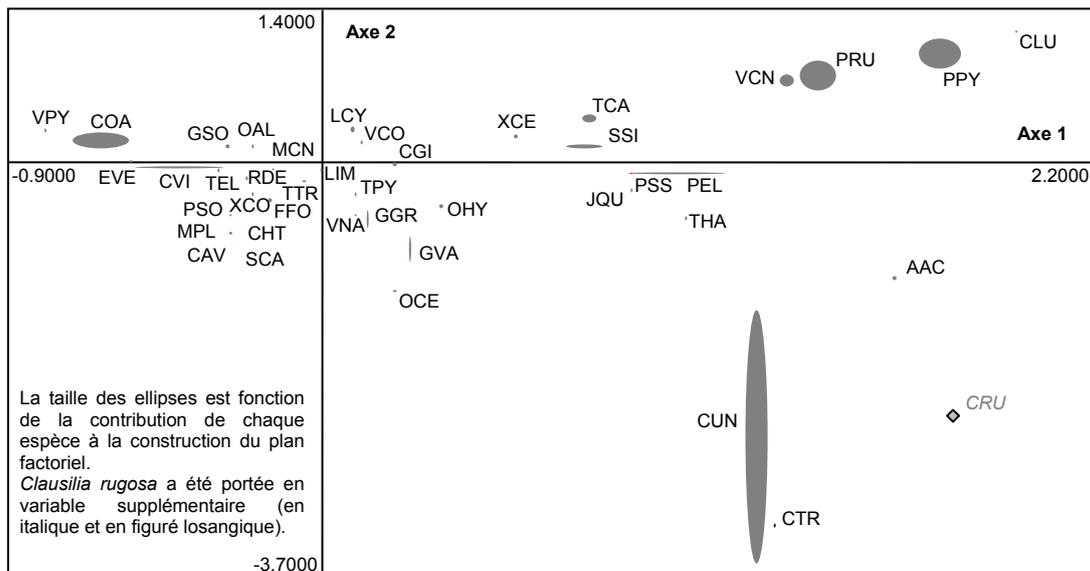
Afin que l'analyse statistique soit la plus correcte possible, tout d'abord et comme toujours, *Cecilioides acicula* a été écartée de l'analyse, car ses caractères fouisseurs ne permettent pas de la replacer dans le niveau stratigraphique correspondant à sa période de dépôt.

Ensuite, certaines espèces ont été considérées comme "allochtones" et ont donc été éliminées de la matrice de données. Il s'agit des 8 taxons aquatiques et de 3 espèces palustres (*Vallonia enniensis*, *Carychium minimum*, *Vertigo antivertigo*), qui n'ont pas pu vivre sur place. Leur écologie et leur rareté dans la séquence (24 individus en tout) permettent de supposer que ces coquilles ont pu être amenées sur le site par l'homme, peut-être avec des matériaux de construction, comme par exemple des apports de terre (Boissinot et Magnin, 1992). Ces espèces "allochtones" sont absentes de la base de la séquence (jusqu'à l'échantillon PSM 3 inclus). Elles sont en revanche plus "abondantes" dans l'échantillon PSM 7 de l'âge du Fer et dans l'échantillon historique PSM 9.

Enfin, *Clausilia rugosa* a été retirée de l'analyse et placée en variable supplémentaire, car cette espèce tirait complètement l'analyse vers l'un des pôles (côté positif de l'axe 1 et côté négatif de l'axe 2) et rendait illisible le reste de l'AFC, bien qu'elle ne soit présente qu'en très faible quantité (3 coquilles), uniquement dans l'échantillon le plus ancien (PSM 1).

En tout, 8732 escargots ont donc été retenus pour constituer la matrice de données de l'Analyse Factorielle des Correspondances, qui porte alors sur les 9 échantillons, considérés comme les individus, et 42 espèces terrestres, considérées comme les variables.

Le premier plan factoriel représente 71,9 % de l'inertie (52,1 % pour l'axe 1 et 19,8 % pour l'axe 2) (figure 65 et figure 66). Le deuxième plan factoriel, qui représente 65,1 % de l'inertie (52,1 % pour l'axe 1 et 13 % pour l'axe 3), n'apporte pas de nouvelles informations pour expliquer la construction du nuage de points étant donné la très forte inertie du premier plan factoriel. Le très fort pourcentage d'inertie pris par le premier plan factoriel s'explique, d'une part, par le faible nombre d'échantillons considérés, et, d'autre part, car l'information principale de la construction du nuage de points est donnée par cet axe.



AAC : *Acanthinula aculeata* (Müller 1774) ; **CAV** : *Chondrina avenacea* (Bruguière 1792) ; **CGI** : *Candidula gigaxii* (Pfeiffer 1850) ; **CHT** : *Chondrula tridens* (Müller 1774) ; **CLU** : *Cochlicopa lubrica* agg. (Müller 1774) ; **COA** : *Cochlicella acuta* (Müller 1774) ; **CRU** : *Clausilia rugosa* (Draparnaud 1801) ; **CTR** : *Carychium tridentatum* (Risso 1826) ; **CUN** : *Candidula unifasciata* (Michaud 1831) ; **CVI** : *Cerneuella virgata* (da Costa 1778) ; **EVE** : *Eobania vermiculata* (Müller 1774) ; **FFO** : *Ferussacia follicula* (Gmelin 1791) ; **GGR** : *Granopupa granum* (Draparnaud 1801) ; **GSO** : *Gittenbergia sororcula* (Benoit 1887) ; **GVA** : *Granaria variabilis* (Draparnaud 1801) ; **JQU** : *Jaminia quadridens* (Müller 1774) ; **LCY** : *Lauria cylindracea* (da Costa 1778) ; **LIM** : Limacelles ; **MCN** : *Monacha cantiana* (Montagu 1803) ; **MPL** : *Macrogastera plicatula* (Draparnaud 1801) ; **OAL** : *Oxychilus allarius* (Miller 1822) ; **OCE** : *Oxychilus cellarius* (Müller 1774) ; **OHY** : *Oxychilus hydatinus* (Rossmässler 1838) ; **PEL** : *Pomatias elegans* (Müller 1774) ; **PPY** : *Punctum pygmaeum* (Draparnaud 1801) ; **PRU** : *Pyramidula rupestris* (Draparnaud 1801) ; **PSO** : *Papillifera solida* (Draparnaud 1805) ; **PSS** : *Pseudotachea splendida* (Draparnaud 1801) ; **RDE** : *Rumina decollata* (Linné 1758) ; **SCA** : *Sphincterochila candidissima* (Draparnaud 1801) ; **SSI** : *Solatopupa similis* (Bruguière 1792) ; **TCA** : *Truncatellina callicratis* (Scacchi 1833) ; **TEL** : *Trochoidea elegans* (Gmelin 1791) ; **THA** : *Testacella haliotidea* (Draparnaud 1801) ; **TPY** : *Trochoidea pyramidata* (Draparnaud 1805) ; **TTR** : *Trochoidea trochoides* (Poiret 1789) ; **VCN** : *Vitrea contracta* (Westerlund 1871) ; **VCO** : *Vallonia costata* (Müller 1774) ; **VNA** : *Vitrea narbonensis* (Clessin 1877) ; **VPL** : *Vallonia pulchella* (Müller 1774) ; **VPY** : *Vertigo pygmaea* (Draparnaud 1801) ; **XCE** : *Xerosecta cespitum* (Draparnaud 1801) ; **XCO** : *Xerotricha conspurcata* (Draparnaud 1801) ou *Microxeromagna armillata* (Lowe 1852).

Figure 65 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.

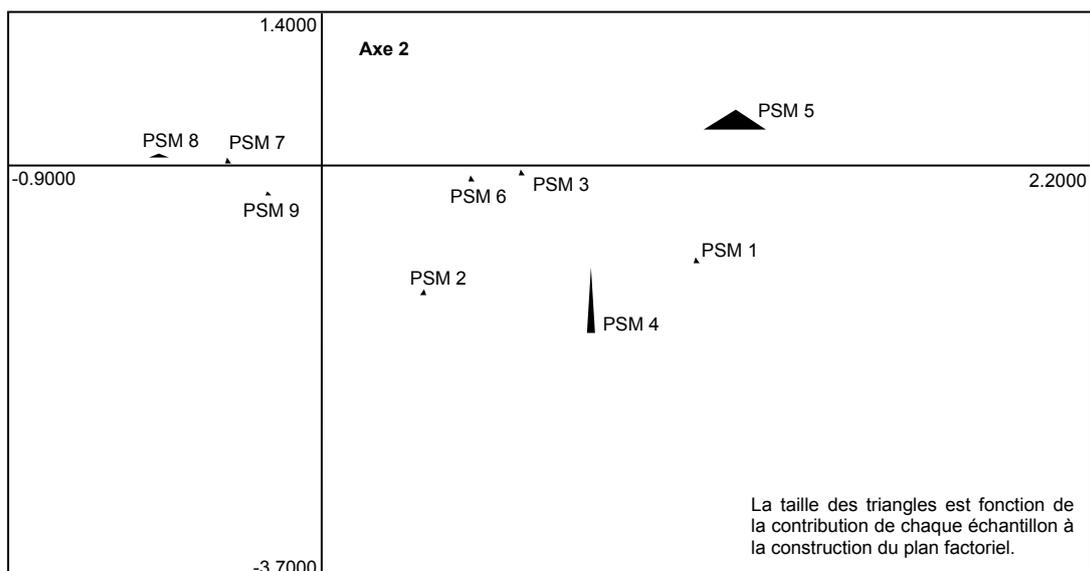


Figure 66 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.

L'axe 1 oppose *Cerneuella virgata* (18,6 %) et *Cochlicella acuta* (12,8 %) sur la partie négative, à *Pomatias elegans* (20,4 %), *Punctum pygmaeum* (9,4 %), *Pyramidula rupestris* (8,6 %), *Solatopupa similis* (8,6 %), *Candidula unifasciata* (5,1 %), *Truncatellina callicratis* (4,6 %) et *Vitrea contracta* (4,4 %) sur le côté positif.

Pour les échantillons, cet axe oppose PSM 8 (21,7 %) (et PSM 7 pour l'échantillon fortement corrélé à l'axe) sur la partie négative, à PSM 5 (58,7 %) (et pour les échantillons les plus fortement corrélés à l'axe PSM 1, PSM 3, PSM 4 et PSM 6) sur la partie positive.

La partie négative regroupe des espèces méditerranéennes de prairie (*Cerneuella virgata* et *Cochlicella acuta*). Ce sont deux espèces inféodées aux milieux anthropisés du littoral (Kabouche, 1998). Sur la représentation graphique du premier plan factoriel (figure 65), on constate que d'autres espèces à forte connotation anthropique (*Rumina decollata*, *Eobania vermiculata*, *Trochoidea elegans*, *Trochoidea trochoides*) sont présentes également sur cette partie négative de l'axe 1. On peut également noter la présence d'espèces, soit supportant une strate herbacée assez bien développée, comme *Rumina decollata*, *Monacha cantiana*, soit de litière, comme *Oxychilus alliarius*, *Xerotricha conspurcata*/*Microxeromagna armillata* et *Gittenbergia sororcula*. Et enfin, quelques espèces très xérophiles appréciant la roche ou les sols nus sont également présentes (*Papillifera solida*, *Ferussacia follicula* et *Chondrina avenacea* ; *Chondrula tridens* et *Sphincterochila candidissima*, qui sont très peu abondantes) ; ce sont également des espèces typiques du littoral. Comme nous l'avons vu pour ces sites de Martigues (cf. supra), bien que les espèces méditerranéennes soient naturellement mieux développées sur le littoral qu'à l'intérieur des terres, leur opposition stricte sur ce plan factoriel aux espèces à affinité plus forestière et le caractère très nettement anthropophile dans le paysage actuel de certaines d'entre elles, même sur les sites de littoral (Kabouche, 1998), permettent d'envisager qu'elles correspondent à des milieux très fortement anthropisés, de type milieux rudéraux. De plus, *Cochlicella acuta* est également caractéristique dans le paysage actuel de l'intérieur de la Provence des prairies humides pâturées par les bovins (cf. supra site de Rognes). Cependant, on peut ici écarter ce mode de gestion du paysage par l'homme étant donné que cette espèce est associée à des espèces très xérophiles, contrairement aux assemblages de Rognes qui comprennent des espèces plus nettement hygrophiles.

La place que prennent *Vertigo pygmaea*, une espèce ubiquiste à tendance hygrophile, et *Macrogastra plicatula*, une espèce à affinité forestière, sur la partie négative de l'axe parmi les espèces de milieu ouvert rudéral, s'explique par le fait que ces espèces ne sont présentes que dans l'échantillon le plus récent (PSM 9) qui est corrélé à cette partie de l'axe. Leur

position sur le plan factoriel ne constitue donc qu'une information chronologique et peut signifier que ces deux espèces doivent également être considérées comme "allochtones". La très forte différence écologique entre ces deux espèces permet d'envisager au moins deux sources de provenance des coquilles, présentant deux biotopes différents, un correspondant probablement à des prairies humides et l'autre à des milieux plus forestiers.

La partie positive de l'axe comprend à la fois des espèces typiques de la forêt méditerranéenne ouverte (*Pomatias elegans* et *Truncatellina callicratis*), de litière (*Punctum pygmaeum*, *Acanthinula aculeata* et *Vitrea contracta*) et xérophiles, voire rupicoles, (*Candidula unifasciata*, *Xerosecta cespitum*, *Pseudotachea splendida*, *Jaminia quadridens*, *Solatopupa similis* et *Pyramidula rupestris*). Il correspond à différents types de milieux plus ou moins ouverts, de la forêt méditerranéenne aux garrigues, voire aux pelouses.

La place que prend *Cochlicopa lubrica* agg., une espèce assez hygrophile, sur cette partie de l'axe peut s'expliquer, comme pour *Vertigo pygmaea* et *Macrogastra plicatula*, par sa rareté (un seul individu dans l'échantillon PSM 5). Elle peut donc être également considérée comme allochtone.

Ainsi, le pôle des milieux très anthropisés est opposé dans cette analyse à l'ensemble des autres types de milieu représentés le long de la séquence.

En terme d'échantillons, PSM 7 et PSM 8, de l'âge du Fer et, dans une moindre mesure, PSM 9, de l'époque moderne et contemporaine, se distinguent de tout le reste de la séquence par un très fort degré d'anthropisation. Ces échantillons sont en opposition radicale avec PSM 5, échantillon du Couronnien.

L'axe 2 oppose *Candidula unifasciata* (53 %), *Granaria variabilis* (5,7 %) et *Granopupa granum* (4,2 %) sur le côté négatif à *Punctum pygmaeum* (7,5 %), *Pyramidula rupestris* (7 %), *Vitrea contracta* (3,5 %) et *Truncatellina callicratis* (3,3 %) sur le côté positif.

Pour les échantillons, PSM 4 (61,8 %) (avec PSM 1 et PSM 2 pour les échantillons les plus fortement corrélés à l'axe) se retrouve sur la partie négative de l'axe 2 en opposition avec tous les autres échantillons (PSM 5 est corrélé à l'axe, mais sa contribution à la construction de la partie positive de l'axe n'est pas significative).

La partie négative de l'axe 2 regroupe trois espèces de pelouses sèches (*Candidula unifasciata*, qui participe le plus fortement à la construction de cet axe, associée à *Granaria variabilis* et *Granopupa granum*, deux espèces à affinité plus rupicole).

La partie positive de l'axe 2 comporte des espèces sciaphiles et aimant vivre dans des litières assez fraîches (*Punctum pygmaeum*, *Vitrea contracta*), une espèce de litière plus sèche et plus aérée (*Truncatellina callicratis*) et une espèce rupicole mais pouvant vivre également dans les milieux forestiers secs (*Pyramidula rupestris*). Cette partie positive de l'axe 2 représente donc des milieux relativement fermés, par rapport à l'ensemble des autres milieux représentés dans la séquence des Hauts de la Tourette, bien qu'elle ne comporte aucune espèce typiquement forestière. On peut considérer que ce pôle marque des tentatives de reconquête forestière et, par exemple, le développement de garrigues assez denses.

Cet axe distingue donc les pelouses à *Candidula unifasciata* des milieux plus fermés de type garrigues.

Quant aux échantillons, l'axe 2 oppose nettement l'échantillon couronnien PSM 4 et, dans une moindre mesure, la base de la séquence, associés aux pelouses sèches, à tout le reste de la séquence et notamment au deuxième échantillon couronnien PSM 5.

Ainsi, ce premier plan factoriel représente un gradient d'anthropisation, avec un premier pôle (sur les parties positives des deux axes) correspondant à des milieux relativement fermés, puis un deuxième pôle (sur la partie positive de l'axe 1 et la partie négative de l'axe 2) à des pelouses et enfin un troisième pôle (sur la partie négative de l'axe 1) à des milieux rudéraux.

Si l'on reprend les échantillons dans l'ordre chronologique en fonction de ce gradient d'anthropisation, on constate que la base de la séquence, correspondant au Néolithique final (en écartant l'échantillon PSM 1, du début de l'Holocène), traduit des milieux déjà très ouverts de type pelouses, puis le deuxième échantillon couronnien (PSM5) semble correspondre à une relative remontée biologique, enfin les niveaux les plus récents, du premier âge du Fer et de la période moderne, traduisent les milieux les plus fortement anthropisés, rudéraux.

4.3.2 Diagramme malacologique

Nous allons dans un deuxième temps détailler l'évolution paléoenvironnementale le long de la séquence des Hauts de la Tourette en examinant la composition des assemblages malacologiques par le biais d'un diagramme (figure 67).

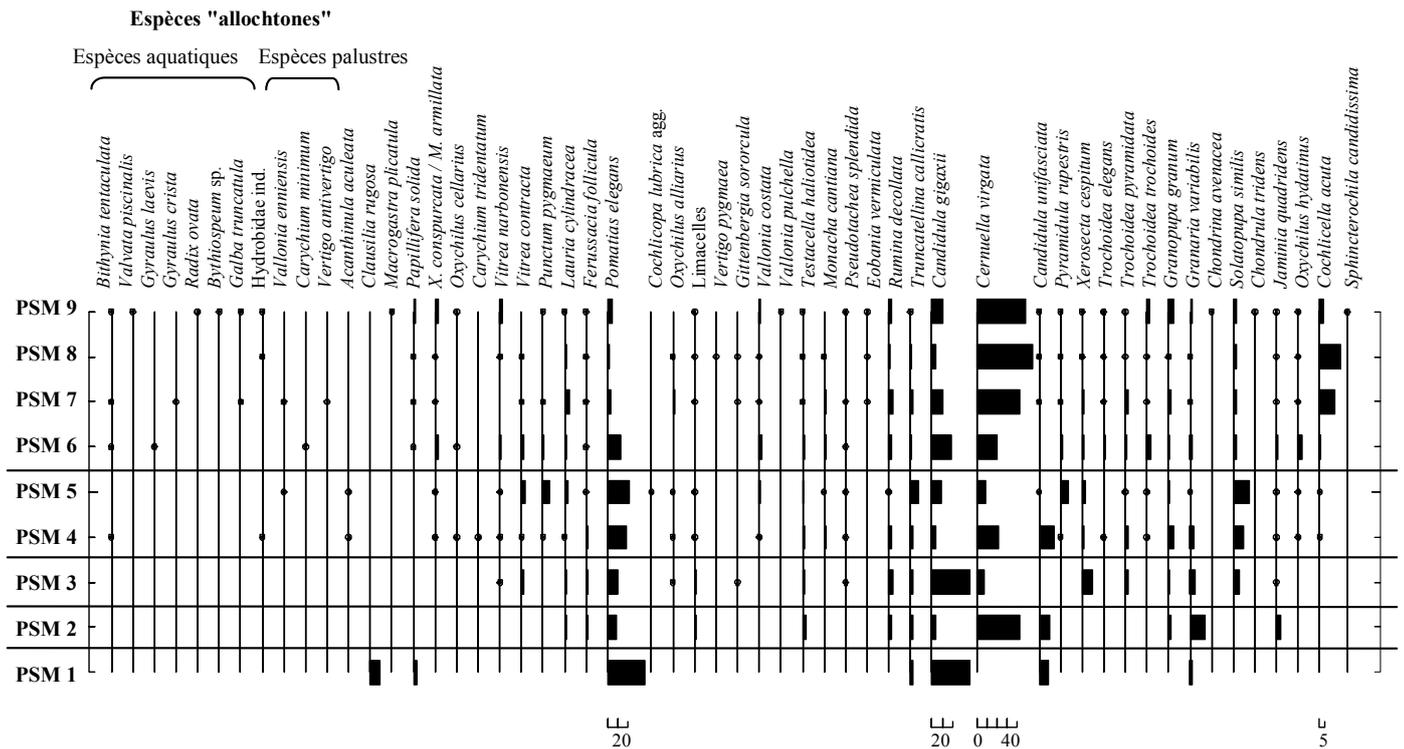


Figure 67 : Diagramme malacologique de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône).

1ère phase : échantillon PSM 1 du début de l'Holocène

Elle est caractérisée par une très faible abondance en individus (33) et en espèces (7). Les deux espèces les plus abondantes dans cet échantillon sont *Pomatias elegans* et *Candidula gigaxii*.

Ces espèces indiquent la présence d'un milieu de type forêt méditerranéenne très claire. La reconquête forestière du début de l'Holocène semble juste amorcée, ce que peut aussi expliquer le faible nombre de coquilles récoltées dans cet échantillon. Cet assemblage pourrait correspondre aux pinèdes très ouvertes identifiées par les études palynologiques régionales pour le Préboréal (Triat-Laval, 1978), d'autant plus que *Candidula gigaxii*, absente de la Provence avant le Tardiglaciaire, est particulièrement abondante vers 9000 BP (Magnin, 1997).

On peut noter également l'absence d'espèces de climat plus froid que l'actuel, comme *Trochoidea geyeri* et *Gallandia annularis* (Studer 1820) retrouvés sur place dans les loess antérieurs à cette séquence. Ainsi, les malacofaunes présentes dans l'échantillon PSM 1 confirment que la base de la séquence se met bien en place à l'Holocène et non pas au Tardiglaciaire.

2ème phase : échantillon PSM 2 (Néolithique final)

Le nombre d'individus est dans cet échantillon encore faible, tandis que le nombre d'espèces commence à augmenter.

On note l'apparition dans la séquence de *Cernuella virgata*, une espèce qui arrive dans le sud-est de la France au Néolithique (Magnin, 1991). Dans cet échantillon, elle est très abondante, alors que l'on constate également la diminution de *Pomatias elegans*, en parallèle avec l'augmentation de *Candidula unifasciata* et de *Granaria variabilis*. La prédominance de *Cernuella virgata* semble correspondre au premier impact anthropique fort sur le site. Cette espèce se développe particulièrement bien en liaison avec l'augmentation de l'impact anthropique à l'Holocène (cf. supra sites de Martigues et Kabouche, 1999). Ainsi, on peut suggérer que l'échantillon PSM 2 peut traduire le développement de milieux rudéraux, ce qui pourrait également expliquer le faible nombre d'individus retrouvés dans le sédiment. En effet, Boissinot et Magnin (1992) ont suggéré que "la rareté de la malacofaune est directement reliée à l'appauvrissement de la couverture végétale" et qu'elle est un "bon marqueur de l'activité anthropique".

3ème phase : échantillon PSM 3 (Néolithique final)

Le nombre d'individus commence progressivement à être plus important à partir de cet échantillon.

On observe une diminution de *Cernuella virgata*, au profit de *Candidula gigaxii* et, dans une moindre mesure, de *Xerosecta cespitum*, ainsi qu'une nouvelle légère augmentation de *Pomatias elegans*.

Le milieu est moins fortement soumis à des pressions anthropiques que durant la phase précédente, mais il est toujours très ouvert et correspond à des pelouses méditerranéennes. Dans le paysage actuel, ces pelouses se mettent en place et se maintiennent grâce au pâturage (Labaune et Magnin, 2002). L'hypothèse d'une utilisation pastorale du site est donc intéressante ici pour expliquer la composition de l'assemblage malacologique de l'échantillon PSM 3.

Il est à noter que les deux échantillons PSM 2 et PSM 3 appartiennent à un même niveau stratigraphique bien que les assemblages malacologiques qu'ils contiennent montrent des milieux très différents. Ce niveau stratigraphique est fortement dominé par la présence de nombreuses pierres centimétriques, éboulis qui peut-être dû à une phase d'érosion en amont du site, conséquence possible de l'ouverture des milieux au Néolithique.

4ème phase : PSM 4 et PSM 5, couronniens

Pour l'échantillon PSM 4, on note la diminution brutale de *Candidula gigaxii*, l'augmentation de *Pomatias elegans*, *Cernuella virgata*, *Candidula unifasciata* et *Solatopupa similis*. Il traduit une diminution de l'impact anthropique sur le paysage, qui est encore plus nette dans l'échantillon PSM 5. En effet, cet échantillon comporte également en nombre important *Vitrea contracta*, *Punctum pygmaeum*, *Truncatellina callicratis* et *Lauria cylindracea*, des espèces de litière et même, pour certaines d'entre elles, sciaphiles. Par ailleurs, les espèces de pelouse sont moins bien représentées : en effet, la proportion de *Granaria variabilis* et de *Granopupa granum* diminue, tandis que celle de *Candidula unifasciata* chute brutalement. On note cependant le maintien de *Solatopupa similis* et l'augmentation de *Pyramidula rupestris*, deux espèces rupicoles.

Ainsi, l'échantillon PSM 4 correspond à l'amorce d'une diminution de la pression anthropique du site, qui s'accélère dans l'échantillon suivant PSM 5. Cette déprise humaine est cependant relative étant donné le maintien d'espèces traduisant des milieux encore ouverts.

De plus, le fait que ces deux échantillons appartenant à un même niveau stratigraphique traduisent des milieux différents montrant le début d'une remontée biologique peut remettre en cause l'interprétation archéologique qui envisageait la possibilité que cette couche corresponde à un remblai destiné à égaliser le sol avant l'occupation postérieure. Logiquement, si ce niveau était un remblai, on devrait retrouver des malacofaunes non organisées en succession. L'aspect assez hétérogène du sédiment pourrait alors être simplement dû à un fort colluvionnement provenant de l'amont, ce qui expliquerait également les fortes proportions des espèces rupicoles.

5ème phase : PSM 6, PSM 7, PSM 8 et PSM 9 (premier âge du Fer et période historique pour PSM 9)

Le nombre d'individus retrouvés dans cette phase est très important, ce qui peut traduire un taux de sédimentation plus faible qu'aux périodes précédentes. Pour les assemblages malacologiques de cette cinquième phase, on note la diminution de *Pomatias elegans*, de toutes les espèces de litière et sciaphiles et, dans une moindre mesure, de *Candidula gigaxii*. La part de *Cernuella virgata* augmente fortement, elle devient l'espèce la plus abondante de ces échantillons. De plus, la présence de *Cochlicella acuta* est significative à partir de l'échantillon PSM 7. Ces deux espèces sont principalement anthropophiles, elles apprécient les milieux ouverts avec une strate herbacée bien développée et traduisent des

milieux de type prairie ou friche. Dans cette phase, d'autres espèces supportant une strate herbacée développée (*Rumina decollata* et *Eobania vermiculata* typiquement anthropophiles ou *Monacha cantiana*) sont bien représentées, aux côtés d'une espèce rupicole (*Solatopupa similis*), même si elle est moins fréquente que durant la phase précédente. Ainsi, ces assemblages malacologiques, principalement dominés par *Cerņuella virgata* et *Cochlicella acuta*, correspondent à des milieux très anthropisés, vraisemblablement liés à la mise en place de milieux rudéraux.

Ce sont les échantillons PSM 7 et PSM 8, du premier âge du Fer (VI^{ème} – V^{ème} siècles av. J.C.), qui traduisent le mieux cette tendance. *Cochlicella acuta* est moins bien représentée dans le dernier échantillon PSM 9, tandis que *Candidula gigaxii* et *Pomatias elegans* augmentent à nouveau légèrement. Ceci semble indiquer une petite diminution de l'emprise humaine sur le milieu dans l'échantillon de la période moderne et contemporaine.

L'échantillon PSM 6 est également un peu à part dans cet ensemble par la chute brutale du nombre d'individus qu'il contient et par la présence de matériel archéologique très abondant. C'est une couche cendreuse, qui correspond à un sol d'habitat du VII^{ème} siècle av. J.-C. Du point de vue malacologique, cet échantillon contient très peu de *Cochlicella acuta* contrairement aux échantillons postérieurs, PSM 7 et PSM 8, et montre encore des proportions importantes de *Candidula gigaxii* et de *Pomatias elegans*. Ainsi, il apparaît que PSM 6 est un échantillon de transition entre la phase précédente et cette cinquième phase. La présence d'un habitat peut, par ailleurs, expliquer le faible nombre de coquilles récoltées.

4.4 Discussion

Globalement, les assemblages malacologiques de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel correspondent à des milieux ouverts. Comme nous l'avons vu précédemment, les changements dans la composition de ces assemblages et la prépondérance de telle ou telle espèce nous permettent d'identifier différents types de milieux ouverts. Etant donné que ces milieux ne peuvent se maintenir à l'Holocène sans l'action humaine, on peut envisager des gestions différentes du paysage par l'homme au cours du temps, pour expliquer les variations de structure de ces milieux ouverts.

En reprenant les espèces qui semblent représentatives de ces différents types de milieux ouverts, une représentation graphique de leur fréquence le long de la séquence nous permet d'avoir une vision synthétique de l'évolution du paysage sur le site des Hauts de la Tourette (figure 68). Les cinq espèces choisies sont également les plus abondantes de la séquence : *Pomatias elegans* est une espèce de forêt méditerranéenne, *Candidula unifasciata*

et *Candidula gigaxii* sont deux espèces de pelouse sèche qui se développent particulièrement dans des paysages actuels pâturés par les moutons (Labaune et Magnin, 2002), *Cernuella virgata* et *Cochlicella acuta* sont deux espèces de prairies ou de friches, qui sont retrouvées dans des milieux rudéraux.

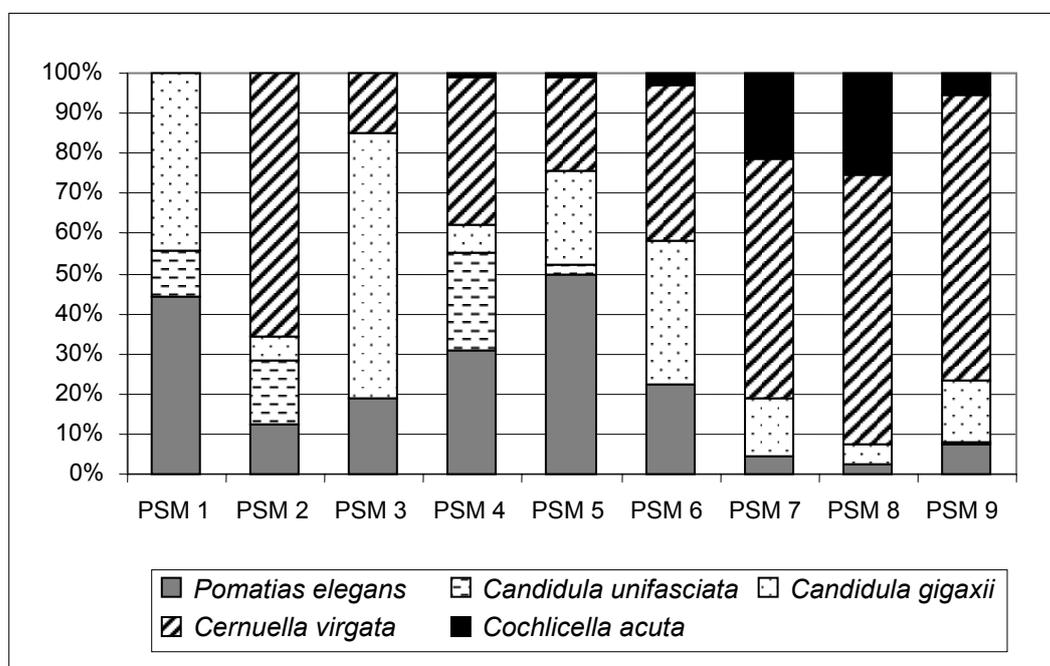


Figure 68 : Fréquences des cinq espèces les plus représentatives de l'évolution environnementale le long de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône).

Donc, si l'on reprend l'analyse malacologique synthétique de la séquence des Hauts de la Tourette en regard des données archéologiques, on constate que :

- la base de la séquence (PSM 1), correspondant au début de l'Holocène, présente des milieux forestiers très ouverts (*Pomatias elegans*, *Candidula gigaxii*). Cette structure très ouverte de la forêt s'explique alors uniquement parce que la reconquête forestière postglaciaire n'est pas encore achevée, comme le montre Triat-Laval (1978) pour le début de l'Holocène.

- le niveau du Néolithique final *lato sensu* (PSM 2 et PSM 3) montre, d'une part, une forte ouverture du milieu liée à un impact anthropique important, vraisemblablement à mettre en relation avec la présence de milieux rudéraux (*Cernuella virgata*), puis, d'autre part, la mise en place d'une végétation à structure plus basse qu'auparavant, de type pelouse (*Candidula gigaxii*), qui peut se maintenir dans le cadre de pratiques pastorales. Sur le site du Baou-Roux à Bouc-Bel-Air, les

assemblages dominés par cette espèce sont, en outre, associés, pour des périodes plus récentes (VI^{ème} siècle av. J.-C.) à des sédiments dans lesquels des traces de fumier d'ovins-caprinés ont été identifiées (Boissinot et Magnin, 1992). Cette succession dans le temps d'un assemblage dominé par *Cerņuella virgata* puis d'un assemblage dominé par *Candidula gigaxii* ne traduit pas une augmentation ou une diminution de l'impact anthropique local mais plutôt un changement dans la gestion du paysage par les hommes du Néolithique final. Il est à noter également que cette ouverture forte des milieux au Néolithique final n'est probablement pas la première ouverture des milieux imputable à l'homme dans le périmètre marseillais, puisque Vernet sur le site du Parc Borely, à Marseille, identifie un épisode de déboisement néolithique dès 6380 +/- 140 BP par la "raréfaction des taxons arboréens" (Vernet et Thiébault, 1987). Pourtant, selon les données sédimentologiques de l'étude du Lacydon à Marseille, la pression anthropique sur les côtes est, dès le Néolithique final, très forte (Morhange *et al.*, 1995) ; elle marque le premier impact d'importance et la fin du fonctionnement naturelle du Lacydon de Marseille (Morhange *et al.*, 1995).

- le Couronnien (PSM 4 et PSM 5) correspond à un paysage légèrement plus fermé (*Pomatias elegans*), dans le cadre d'un début de remontée biologique sur le site. La pression anthropique sur le paysage est alors moins forte sur le coteau tandis que les hommes sont installés sur le plateau.

- l'habitat indigène du VII^{ème} siècle av. J.-C. (PSM 6) correspond à une reprise d'une pression anthropique plus forte localement qui est peut-être à mise en relation avec l'installation des hommes sur le site. Vernet, sur le site du Parc Borely à Marseille, a également identifié une déforestation importante, de fait de l'action de l'homme, juste avant le Subatlantique (Vernet, 1997). Cette période d'installation de la colonie grecque à Marseille coïncident, selon Provansal *et al.* (Provansal *et al.*, 1995), avec une "crise majeure de l'environnement", due à la détérioration climatique humide de l'âge du Fer (Provansal, 1995 ; Berger, 1996). Encore une fois, les escargots n'enregistrent aucune variation locale du degré d'humidité à cette période, qui correspond, comme tout le reste de la séquence analysée, à des milieux très secs. Les variations de la composition des malacofaunes sont liées aux variations de la structure des formations végétales, très certainement influencées par des changements dans la gestion du paysage par l'homme au cours du temps.

- l'implantation du premier âge du Fer (PSM 7 et PSM 8), aux VI^{ème} – V^{ème} siècles av. J.-C., correspond à un paysage extrêmement influencé par l'homme

(*Cernuella virgata* et *Cochlicella acuta*), alors que durant cette même période l'*oppidum* de la Tourette est occupé. Sans préjuger de la nature des activités humaines sur le site des Hauts de la Tourette, on peut simplement indiquer que cette période correspond à l'introduction de la culture viticole dans la *chôra* marseillaise (Gantès, 2001), tandis que, sur le plateau des Baou de Saint-Marcel, l'analyse anthracologique a montré, pour le VI^{ème} siècle av. J.-C., l'existence d'une forêt de type méditerranéen très fortement anthropisée (pin d'Alep, chêne pubescent, chêne vert) (Thinon, 1980). Par ailleurs, au niveau du port hellénistique de Marseille, le déboisement est également "très étendu" (Vernet, 1997), tandis que les marqueurs sédimentologiques enregistrent une érosion accélérée coïncidant avec l'occupation phocéenne de Marseille (Provansal *et al.*, 1995). Un peu plus loin de notre site, les analyses malacologiques du site du VI^{ème} siècle av. J.-C. du Baou-Roux, à Bouc-Bel-Air, ont également montré la présence de milieux très ouverts, de type garrigues, sur le versant alors que des milieux rudéraux sont identifiés, également pour l'âge du Fer, sur le plateau (Boissinot et Magnin, 1992).

- enfin, la période contemporaine des XVIII^{ème} – XIX^{ème} siècles (PSM 9) traduit également un paysage très ouvert, vraisemblablement rudéral (*Cernuella virgata*), à relier probablement à la mise en culture du site attestée par la construction des terrasses.

On ne peut comprendre l'évolution du paysage sur le site des Hauts de la Tourette sans prendre en compte également les énormes hiatus chronologiques et donc sédimentaires qui tronquent la séquence. Pour le hiatus le plus récent, on ne constate aucun dépôt entre le premier âge du Fer et la période contemporaine. Ce hiatus pourrait être dû aux travaux de construction des terrasses de culture. Ainsi, même si les échantillons du premier âge du Fer et de la période moderne et contemporaine correspondent au même type d'assemblages malacologiques, cela ne signifie évidemment pas que des milieux rudéraux se sont maintenus sur le site pendant 1500 ans, d'éventuelles phases de déprise humaine et de reconquête forestière ayant disparu de la séquence.

Le hiatus sédimentaire le plus ancien pose plus de problèmes. Il s'agit de l'absence de dépôt entre le début de l'Holocène et les premiers niveaux du Néolithique final. Cette absence ne permet pas d'étudier la mise en place des forêts au cours du premier Holocène et leur développement à l'Atlantique. On passe directement de milieux encore très peu boisés à des milieux déjà largement anthropisés et on ne peut identifier le début de l'action anthropique sur

le paysage. En effet, cette ouverture des milieux, visible dans les niveaux Néolithique final sur le site des Hauts de la Tourette, pourrait être bien plus précoce, étant donné qu'à proximité du Petit Saint-Marcel, à Saint-Jean du Désert, le paysage était déjà ouvert et associait des champs et des prés dès le Néolithique moyen (Boissinot, 2000). Deux causes peuvent expliquer la disparition de ces niveaux dans la séquence des Hauts de la Tourette : a) une action anthropique locale qui a perturbé la séquence directement ; b) l'érosion de ces sols forestiers, qui peuvent également être la conséquence indirecte d'actions humaines comme des grands défrichements, d'autant plus que les milieux littoraux méditerranéens sont particulièrement fragiles.

C'est cependant la première séquence étudiée dans ce mémoire dans laquelle on peut observer un véritable hiatus sédimentaire correspondant au moins à l'Atlantique.

Enfin, la séquence sédimentaire n'enregistre pas les niveaux du début de la Protohistoire, qui selon Morhange *et al.* (1995) correspondent localement à une "crise écologique d'origine anthropique" au Lacydon à Marseille. Si Morhange *et al.* suggèrent que les collines autour de Marseille devaient demeurer "encore indemnes d'une anthropisation d'importance" (Morhange *et al.*, 1995), car aucune crise détritique n'accompagne cette crise biologique, il est pourtant possible qu'au Petit Saint-Marcel, l'absence de ces niveaux de l'âge du Bronze soit, *a contrario* de ce qui a été observé dans le port de Marseille, la conséquence d'une crise érosive locale, ayant charrié les sédiments, non dans le port de Marseille, mais à l'embouchure de l'Huveaune.

4.5 Conclusion

Cette séquence fait partie des séquences très anthropisées comme celles de Martigues. Cependant, elle s'en distingue par des variations importantes dans la gestion du paysage entre la fin du Néolithique et le premier âge du Fer, avec l'alternance d'impacts anthropiques fort localement et de légères déprises humaines. Finalement, bien que la séquence soit extrêmement tronquée, elle montre une bonne résolution temporelle pour les parties conservées.

5 Les sites de la vallée du Calavon : le dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse) et la séquence de Lymes (Robion, Vaucluse)

5.1 L'aire d'étude

5.1.1 Situation géographique et cadre géomorphologique

Le site du dolmen de l'Ubac, à Goult, et la séquence de Lymes, sur la commune de Robion, sont localisés tous les deux sur la rive gauche du Calavon, en aval d'Apt, dans le département de Vaucluse (figure 69 et figure 70).

Le bassin du Coulon-Calavon constitue un synclinal, inclus entre deux chaînes de montagne de la Provence intérieure, le Luberon, au sud, et les Monts de Vaucluse, au nord, à structures géologiques différentes et à géomorphologies complexes. Il est drainé d'est en ouest, vers la basse Durance (Brochier in Sauzade *et al.*, 2000).

Le Coulon-Calavon ("Coulon" en aval d'Apt et "Calavon" en amont) a un régime hydraulique méditerranéen pur, caractérisé par une grande irrégularité. Le maximum du débit a lieu au mois de décembre. En juillet-août, il est minimal.

Le site archéologique du dolmen de l'Ubac est implanté sur une terrasse alluviale, au pied de la colline des Artèmes, dans la petite plaine du Marican. Il est situé à l'altitude de 136 m. Quant au site de Lymes, il se localise également sur une terrasse alluviale à l'aval du dolmen de l'Ubac, à quelques mètres de distance du cours actuel du Calavon, à une altitude d'environ 100 m. Les deux sites sont distants d'un peu plus de huit kilomètres.

5.1.2 Contexte environnemental actuel

Le climat actuel (Brochier, 1977) se situe à cheval sur la zone méditerranéenne sublittorale et la zone de transition à tendance méditerranéenne (classification de Bénévent, 1926). Il est caractérisé par une température moyenne annuelle comprise entre 12,5°C et 14°C ; il comprend deux mois secs ($P < 2T$) et deux à trois mois froids ($T < 7^{\circ}\text{C}$). Pour la ville voisine de Cavaillon, la moyenne des précipitations annuelles est de 624 mm (CNRS, 1975).

La végétation appartient à l'étage méditerranéen (Girerd, 1990). Le long du bas Calavon, elle est essentiellement une ripisylve, à aulnes, saules et peupliers (Collectif, 1971) ; il s'agit d'un étage inférieur de caractère médioeuropéen (Ziano et Stévanovitch, 1992). Sur le terrain, autour du site du dolmen de l'Ubac, on peut cependant constater que la végétation dominante est la chênaie pubescente. Les deux sites étudiés sont actuellement occupés par des cultures maraîchères ou des vergers.

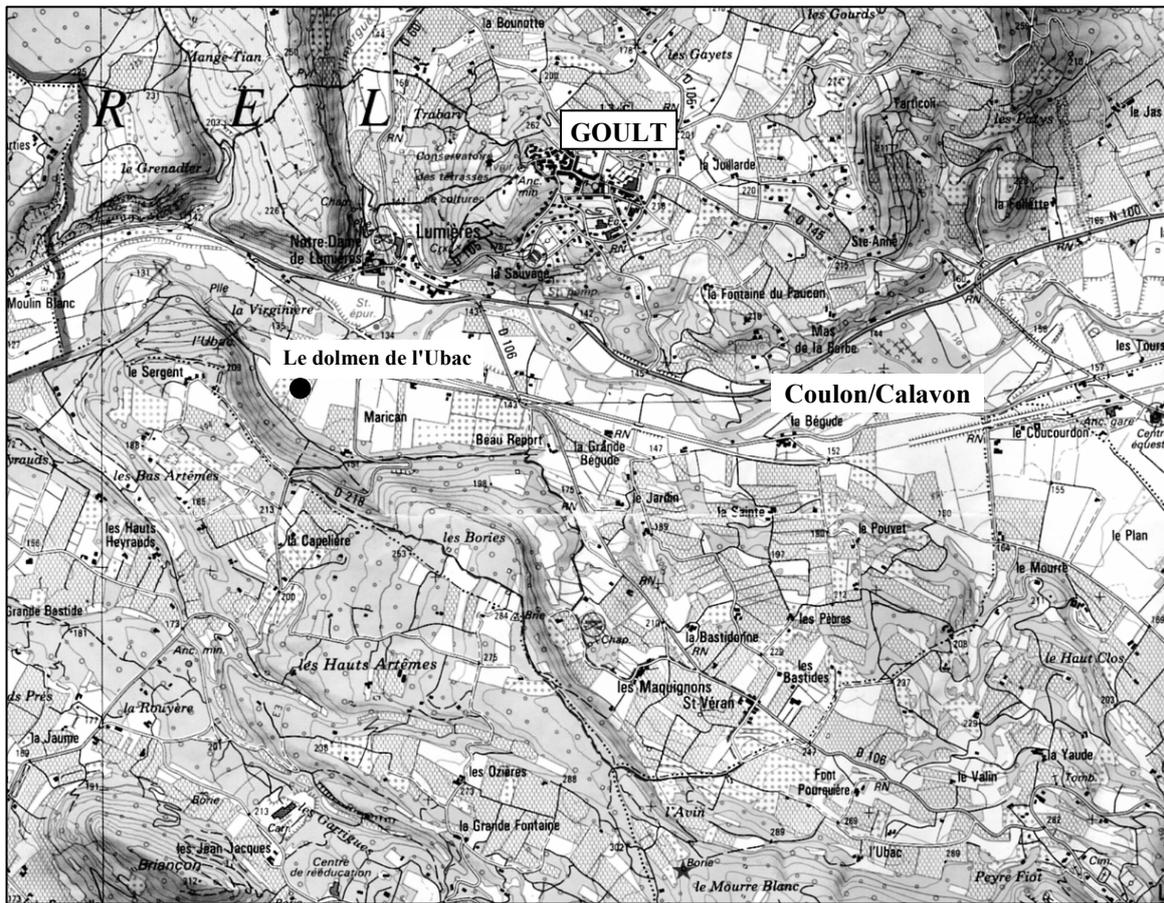


Figure 69 : Carte de localisation du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse). Extrait de la carte IGN au 1:25000.

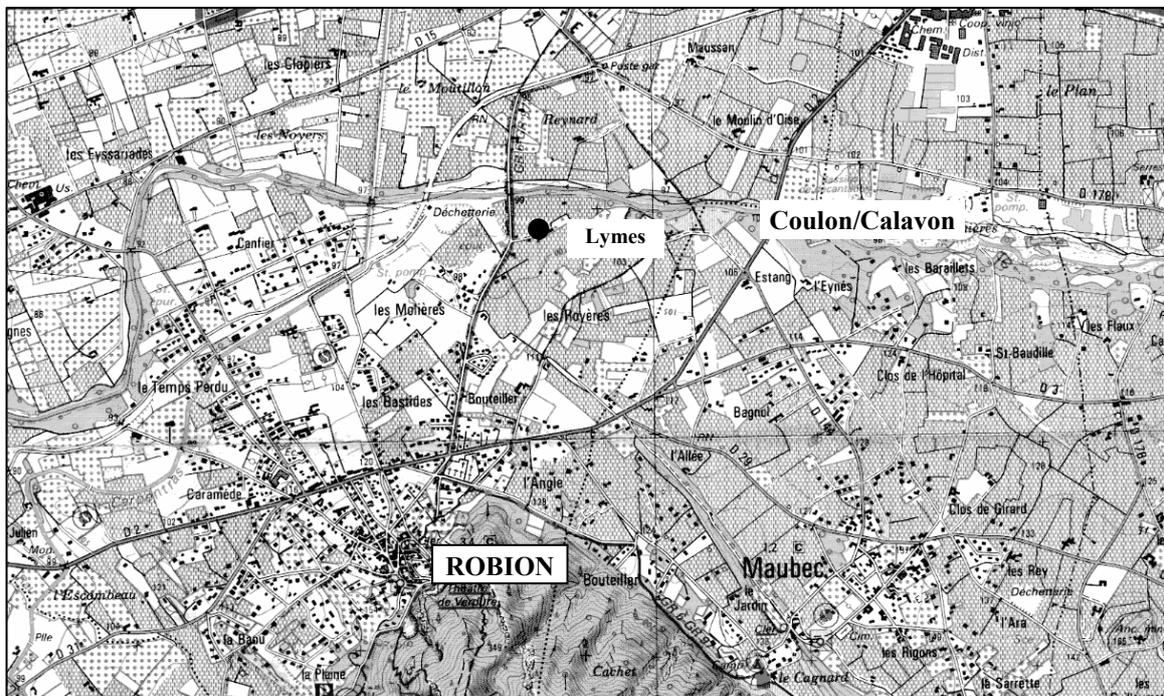


Figure 70 : Carte de localisation de la séquence de Lymes (Robion, Vaucluse). Extrait de la carte IGN au 1:25000.

5.1.3 Contexte archéologique (d'après Sauzade *et al.*, 2000)

Alors que le pied des barres rocheuses et les plateaux ont livré de nombreux sites archéologiques, que ce soit des abris sous roche occupés à la Préhistoire (Recougourdière à Apt, Soubeyras à Ménerbes pour le Paléolithique supérieur, Roquefure à Bonnieux, pour le Mésolithique et la fin du Néolithique) ou des habitats perchés protohistoriques (Roques à Gordes, Eglise haute de Bonnieux), seuls quelques vestiges d'établissements gallo-romains ou médiévaux (site de la Pérussière près du Pont Julien) avaient été découverts dans les alluvions récentes du Calavon. Le dolmen de l'Ubac constitue donc la seule découverte importante concernant la Préhistoire dans le bassin du Calavon.

On peut également signaler trois petits sites du Bronze ancien découverts à proximité des deux coupes étudiées à Goult et à Robion : le gisement de plain air d'Irrisson à Goult, le site de la colline de La Gardi à Goult et la grotte de Fontblanco à Robion (Buisson-Catil et Vital, 2002).

5.2 Le site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse)

L'étude malacologique du site du dolmen de l'Ubac a été commencée à l'occasion de mon mémoire de DEA (Martin, 1999). Cette étude portait sur les deux premières coupes analysées sur le site. Nous en présenterons les principaux résultats obtenus avant de poursuivre l'analyse grâce aux nouveaux travaux réalisés au cours de ce travail de doctorat.

5.2.1 Les structures archéologiques (d'après Sauzade et Buisson-Catil, 1996 ; Sauzade *et al.*, 1997 ; Sauzade *et al.*, 1998 ; Sauzade *et al.*, 2000)

Le site du dolmen de l'Ubac a été découvert en 1995, dans une coupe de plusieurs centaines de mètres de long, taillée par une crue de la rivière l'année précédente et longeant la rive gauche du Calavon.

Il fit l'objet de cinq campagnes de fouille, dirigées par Gérard Sauzade (SRA de Provence-Alpes-Côte d'Azur) et Jacques Buisson-Catil (Service d'Archéologie du Conseil général de Vaucluse) : une fouille de sauvetage en septembre 1996 et quatre campagnes de fouilles programmées de 1997 à 2000. Elles ont mis au jour plusieurs occupations humaines, de nature et de périodes différentes, en plus du dolmen néolithique final parfaitement conservé. Les structures archéologiques étaient incluses dans une terrasse de la rivière correspondant à une séquence holocène.

Le dolmen néolithique final/chalcolithique et son tumulus (4190 ± 45 BP, LYON740) représentent l'un des deux seuls dolmens connus du groupe du nord Luberon (du type dolmens à longue chambre de Provence occidentale), avec le dolmen de la Pichoune à Ménerbes, à 3,5 km environ de l'Ubac (Sauzade, 1998). Le dolmen en lui-même comprend un couloir d'accès et une chambre funéraire, dont les murs sont construits en pierres sèches et recouverts de dalles. La chape du tertre en forme de dôme est composée de dalles plates de molasse burdigalienne. La tombe regroupe plusieurs phases d'inhumations. Il semble que de nombreux remaniements aient eu lieu, avec d'éventuels prélèvements osseux. Plusieurs objets lithiques et céramiques retrouvés à l'entrée du couloir ont été interprétés par les archéologues comme des dépôts d'offrandes.

Sous le tumulus, un foyer à empierrement correspond à une occupation du Néolithique moyen, chasséenne (5220 ± 60 BP, LYON794), sur laquelle l'archéologie n'a pu livrer que peu de données. Sur le tumulus, des foyers du Bronze ancien (3640 ± 40 BP, LY9125), comprenant du matériel lithique et interprétés comme des traces de stations passagères, ont été mis au jour. Enfin, aux abords du site néolithique, des habitats gallo-romains, utilisés de la fin du I^{er} siècle ap. J.-C. au début du IV^{ème} siècle ap. J.-C., se composant d'au moins deux bâtiments et associés à quatre tombes, sont visibles dans la coupe.

5.2.2 Description des séquences prélevées

Afin d'étudier l'évolution environnementale de la séquence holocène, trois coupes ont été analysées : la première en dehors de l'implantation humaine à 40 mètres du dolmen (coupe 1), la deuxième sous la base du tumulus (coupe 2), et la troisième dans un contexte sédimentaire très différent, plus proche du versant (à 20 mètres du dolmen) et caractérisé par un fort colluvionnement provenant de la colline des Artèmes (coupe 3). Plusieurs datations ¹⁴C ont permis d'établir une chronologie assez fine, débutant à 7060 ± 90 ans BP (LYON664) (figure 71).

La deuxième coupe présentait une séquence bien dilatée pour les niveaux antérieurs à l'établissement du dolmen, contrairement à la première coupe, qui, elle, comportait les niveaux supérieurs très dilatés. Ces deux coupes présentent une couche sédimentaire commune (niveaux inférieurs de la terrasse alluviale) qui permet de les relier et d'étudier la séquence complète jusqu'à l'époque actuelle (tableau 6). Ces niveaux témoignent d'un ancien cours du Calavon (Brochier in Sauzade *et al.*, 1998), plus haut que le lit actuel. La sédimentation s'est principalement effectuée par alluvionnement et, dans une moindre mesure, par colluvionnement provenant de la colline des Artèmes. Le dolmen est inclus dans un

horizon altéré (Brochier in Sauzade *et al.*, 1998). La troisième coupe, plus fortement dominée par le colluvionnement, a été échantillonnée afin d'observer d'éventuelles variations spatiales de l'utilisation du paysage.

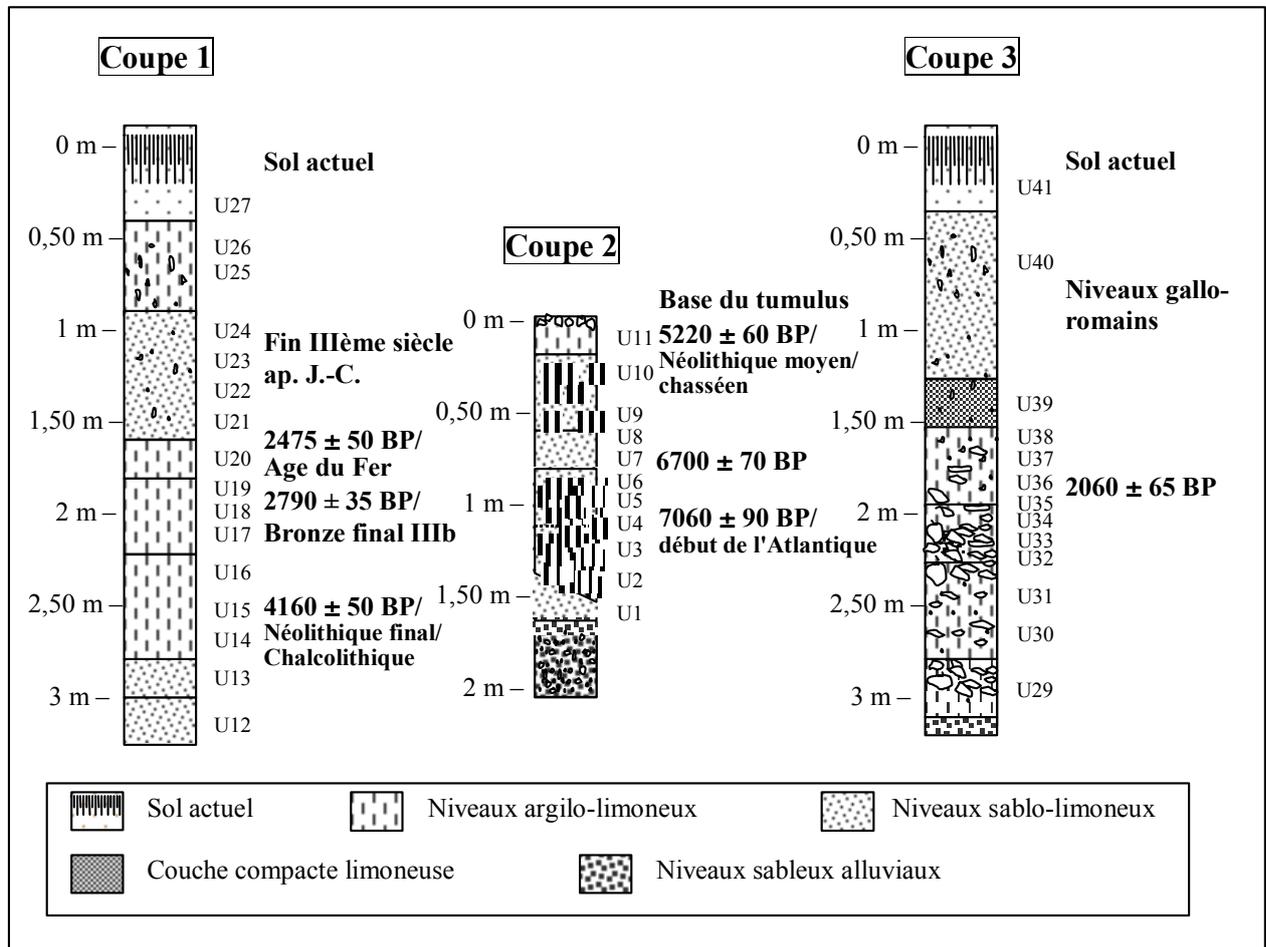


Figure 71 : Coupes stratigraphiques du site de l'Ubac (Goult, Vaucluse) et datations, d'après Martin et Magnin (2002).

Coupe 1	Description sédimentologique	Datation
Ubac 27	Sol actuel, labouré, brun clair	
Ubac 26 Ubac 25	Niveau brun foncé prismatique, à cailloux et fragments de <i>tegulae</i> , avec sables rhizomorphes	
Ubac 24 Ubac 23 Ubac 22 Ubac 21	Niveau sablo-limoneux, peu structuré, brun clair, avec débris de <i>tegulae</i> , charbons, et présence de sables rhizomorphes	Période antique (Ier - IVème siècles ap. J.-C.)
Ubac 20 Ubac 19 Ubac 18 Ubac 17 Ubac 16 Ubac 15 Ubac 14	Niveau brun limono-argileux prismatique Niveau plus gris Niveau moins gris Niveau plus foncé	- Premier âge du Fer (LYON947 : 2475 ± 50 BP) - Bronze final IIIb (LYON1722 : 2790 ± 35 BP) - Chalcolithique (LYON946 : 4160 ± 50 BP)
Ubac 13 Ubac 12	Niveau bioturbé par les lombrics, carbonaté : niveaux supérieurs de la terrasse alluviale très bioturbé moins bioturbé, sablo-limoneux hydromorphe	

Coupe 2	Description sédimentologique	Datation
Ubac 11	Couche argileuse à structure prismatique, de type verticale, présence importante de sables rhizomorphes ; niveau juste sous la base du dolmen	- Néolithique moyen/Chasséen (LYON794 : 5220 ± 60 BP)
Ubac 10 Ubac 9	Niveau sablo-limoneux, brun clair, à petites taches rouille	
Ubac 8 Ubac 7	Limons sableux bruns	- 6700 ± 70 BP (LYON1721)
Ubac 6 Ubac 5 Ubac 4 Ubac 3 Ubac 2	Sables limoneux à taches rouille	- Mésolithique (LYON 664 : 7060 ± 90 BP)
Ubac 1	Lit sableux jaunâtre à petits graviers aérés (niveau supérieur de la terrasse alluviale)	
Non prélevé	Lit sableux oxydé, jaunâtre à graviers Terrasse caillouteuse, composée de galets et de sable	

Coupe 3	Description sédimentologique	Datation
Ubac 41	Sol actuel brun foncé, bioturbé	
Ubac 40	Limons sableux brun foncé, fortement bioturbés	Période antique (Ier – IVème siècles ap. J.-C.)
Ubac 39	Limons beige clair, correspond à une boue carbonatée	
Ubac 38 Ubac 37 Ubac 36 Ubac 35	Limons brun-jaune à structure prismatique, quelques cailloux de molasse	- Fin du second âge du Fer (LY10055 : 2060 ± 65 BP)
Ubac 34 Ubac 33 Ubac 32	Niveau argilo-limoneux brun foncé, polyédrique, très caillouteux, de type dépôt de pente, présence de pseudomycélium	
Ubac 31 Ubac 30	Niveau sablo-limoneux, à structure massive particulière, avec cailloutis abondant, présence de nombreux micro-charbons	
Ubac 29	Sédiment argileux brun noir, polyédrique, très caillouteux correspond à un deuxième dépôt de pente.	

Tableau 6 : Description sédimentologique des niveaux prélevés sur les trois coupes du site de l'Ubac (Goult, Vaucluse) et datations, d'après Sauzade *et al.* (2000).

L'ensemble de la séquence peut être divisé en trois grands ensembles sédimentaires (Brochier in Sauzade *et al.*, 2000) : un premier, du début de l'Atlantique, à la base de la séquence, constitué de dépôts détritiques suivis d'un niveau d'altération ; un deuxième dominé par des alluvions, comprenant deux épisodes principaux (a – alluvions riches en sables ocreux qui se déposent à un rythme rapide jusqu'à la période chasséenne ; b – rythme réduit de dépôt des alluvions et diminution de la part des sables ocreux qui souligne une certaine stabilité des formations superficielles, jusqu'à la Protohistoire où la tendance s'inverse) ; un troisième correspondant à la période historique caractérisée par un colluvionnement nourri de sables soufflés.

En tout, quarante échantillons ont été prélevés en fonction de la stratigraphie, dans les trois coupes : onze échantillons dans la première coupe, seize échantillons dans la deuxième et treize échantillons dans la troisième coupe. Enfin, un échantillon a été prélevé dans la chambre sépulcrale (Ubac 28) ; il correspond au niveau de dépôts funéraires du Chalcolithique.

Comme nous le verrons dans la suite de notre exposé, des assemblages malacologiques actuels ont également été utilisés pour préciser l'interprétation écologique des assemblages holocènes : il s'agit des 27 assemblages étudiés par Magnin *et al.* (1995) sur la commune voisine de Maubec (Vaucluse), complétés par 9 assemblages prélevés par nos soins aux alentours du site de l'Ubac. Les relevés actuels comprenaient une description mésologique de placettes de 25 m², un ramassage à la main des plus grosses coquilles sur l'ensemble de la placette, et quatre prélèvements de la litière et des horizons organiques du sol sur 0,25 m² chacun, pour extraire les plus petites espèces au laboratoire.

5.2.3 Résultats de l'analyse malacologique

Les deux premières coupes, plus l'échantillon de la chambre sépulcrale, (28 échantillons en tout) ont livré 24578 individus répartis en 63 taxons (54 espèces terrestres et 9 espèces aquatiques) (annexe 27 et annexe 28). Les 13 échantillons de la troisième coupe ont livré 15578 coquilles, réparties en 49 espèces terrestres (annexe 29).

Nous examinerons, dans un premier temps, les résultats globaux donnés par une Analyse Factorielle des Correspondances, puis nous proposerons une courbe d'anthropisation en fonction de la chronologie. Nous tenterons, ensuite, une comparaison entre les échantillons holocènes et les assemblages actuels et nous proposerons, enfin, une synthèse des résultats obtenus.

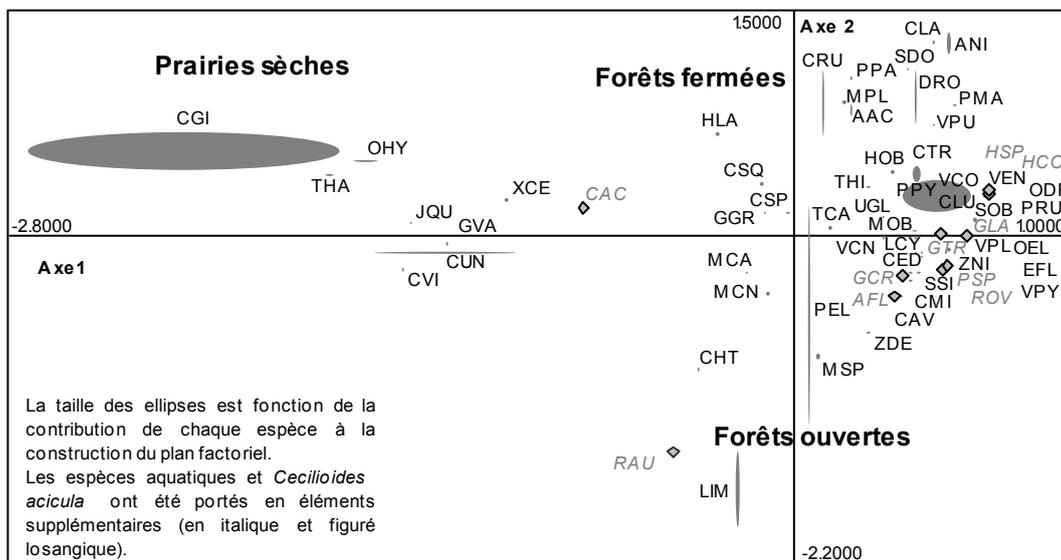
Analyse Factorielle des Correspondances

Une Analyse Factorielle des Correspondances a été effectuée sur les données brutes des deux premières coupes (Martin, 1999). L'échantillon archéologique Ubac 28 et les échantillons de la coupe 3 ont été placés en individus supplémentaires, à cause du caractère particulier de leur mode de dépôt. Les espèces aquatiques et *Cecilioides acicula* ont été placés en variables supplémentaires, d'une part, parce que les espèces aquatiques ne renseignent pas directement sur l'évolution des formations végétales et, d'autre part, à cause des caractères fouisseurs de *Cecilioides acicula*. L'analyse porte donc sur 27 individus (les échantillons des coupes 1 et 2) et 53 variables (les espèces terrestres).

Le premier plan factoriel représente 52,6 % de l'inertie (35,4 % pour l'axe 1 et 17,2 % pour l'axe 2) (figure 72 et figure 73). L'axe 3 (qui représente 12,8 % de l'inertie) ainsi que les suivants n'ont pas de signification écologique évidente.

L'axe 1 oppose *Candidula gigaxii* (48,7 %), *Candidula unifasciata* (22,4 %) et *Oxychilus hydatinus* (4 %) sur la partie négative, à *Vallonia costata* (11,4 %), *Punctum pygmaeum* (2,4 %) et *Carychium tridentatum* (2 %), sur la partie positive.

Le côté négatif comprend des espèces typiques de milieu ouvert et sec. Les espèces fortement corrélées à l'axe sur son côté négatif appartiennent toutes à cette même écologie (*Jaminia quadridens*, *Xerosecta cespitum*, *Cernuella virgata*, *Granaria variabilis*) (à l'exception de *Testacella haliotidea*, qui est une espèce plus mésophile) et confirment cette interprétation.



AAC : *Acanthinula aculeata* (Müller 1774) ; **AFL** : *Ancylus fluviatilis* (Müller 1774) ; **ANI** : *Aegopinella nitidula* (Draparnaud 1805) ; **CAC** : *Cecilioidea acicula* (Müller 1774) ; **CAV** : *Chondrina avenacea* (Bruguière 1792) ; **CED** : *Columella edentula* (Draparnaud 1805) ; **CGI** : *Candidula gigaxii* (Pfeiffer 1850) ; **CHT** : *Chondrula tridens* (Müller 1774) ; **CLA** : *Cochlodina laminata* (Montagu 1803) ; **CLU** : *Cochlicopa lubrica* agg. (Müller 1774) ; **CMI** : *Carychium minimum* (Müller 1774) ; **CRU** : *Clausilia rugosa* (Draparnaud 1801) ; **CSP** : *Cepaea* sp. ; **CSQ** : *Chilostoma squamatum* (Moquin-Tandon 1856) ; **CTR** : *Carychium tridentatum* (Risso 1826) ; **CUN** : *Candidula unifasciata* (Poiret, 1801) ; **CVI** : *Cermea virgata* (da Costa 1778) ; **DRO** : *Discus rotundatus* (Müller 1774) ; **EFL** : *Euconulus fulvus* (Müller 1774) ; **GCR** : *Gyraulus crista* (Linné 1758) ; **GGR** : *Granopupa granum* (Draparnaud 1801) ; **GLA** : *Gyraulus laevis* (Alder 1838) ; **GTR** : *Galba truncatula* (Müller 1774) ; **GVA** : *Granaria variabilis* (Draparnaud 1801) ; **HCO** : *Hippeutis complanatus* (Linné 1758) ; **HLA** : *Helicogona lapicida* (Linné 1758) ; **HOB** : *Helicodonta obvoluta* (Müller 1774) ; **HSP** : *Hauftenia* sp. ; **JQU** : *Jaminia quadridens* (Müller 1774) ; **LCY** : *Lauria cylindracea* (da Costa 1778) ; **LIM** : Limacelles ; **MCA** : *Monacha cartusiana* (Müller 1803) ; **MCN** : *Monacha cantiana* (Montagu 1803) ; **MOB** : *Merdigera obscura* (Müller 1774) ; **MPL** : *Macrogastra plicatula* (Draparnaud 1801) ; **MSP** : *Monacha* ssp. ; **ODR** : *Oxychilus draparnaudi* (Beck 1837) ; **OEL** : *Oxyloma elegans* (Risso 1826) ; **OHY** : *Oxychilus hydatinus* (Rossmässler 1838) ; **PEL** : *Pomatias elegans* (Müller 1774) ; **PMA** : *Phenacolimax major* (Férussac 1807) ; **PPA** : *Pagodulina pagodula* (Des Moulins 1830) ; **PPY** : *Punctum pygmaeum* (Draparnaud 1801) ; **PRU** : *Pyramidula rupestris* (Draparnaud 1801) ; **PSP** : *Pisidium* sp. ; **RAU** : *Radix auricularia* (Linné 1758) ; **ROV** : *Radix ovata* (Draparnaud 1805) ; **SDO** : *Sphyradium doliolum* (Bruguière 1792) ; **SOB** : *Succinea oblonga* (Draparnaud 1801) ; **SSI** : *Solatopupa similis* (Bruguière 1792) ; **TCA** : *Truncatellina callicratis* (Scacchi 1833) ; **THA** : *Testacella haliotidea* (Draparnaud 1801) ; **THI** : *Trichia hispida* (Linné 1758) ; **UGL** : *Urticicola glabellus* (Draparnaud 1801) / *ventouxianus* (Forcard 1946) ; **VCN** : *Vitrea contracta* (Westerlund 1871) ; **VCO** : *Vallonia costata* (Müller 1774) ; **VEN** : *Vallonia enniensis* (Müller 1774) ; **VPL** : *Vallonia pulchella* (Müller 1774) ; **VPU** : *Vertigo pusilla* (Müller 1774) ; **VPY** : *Vertigo pygmaea* (Draparnaud 1801) ; **XCE** : *Xerosecta cespitum* (Draparnaud 1801) ; **ZDE** : *Zebrina detrita* (Müller 1774) ; **ZNI** : *Zonitoides nitidus* (Müller 1774).

Figure 72 : Analyse Factorielle des Correspondances du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.

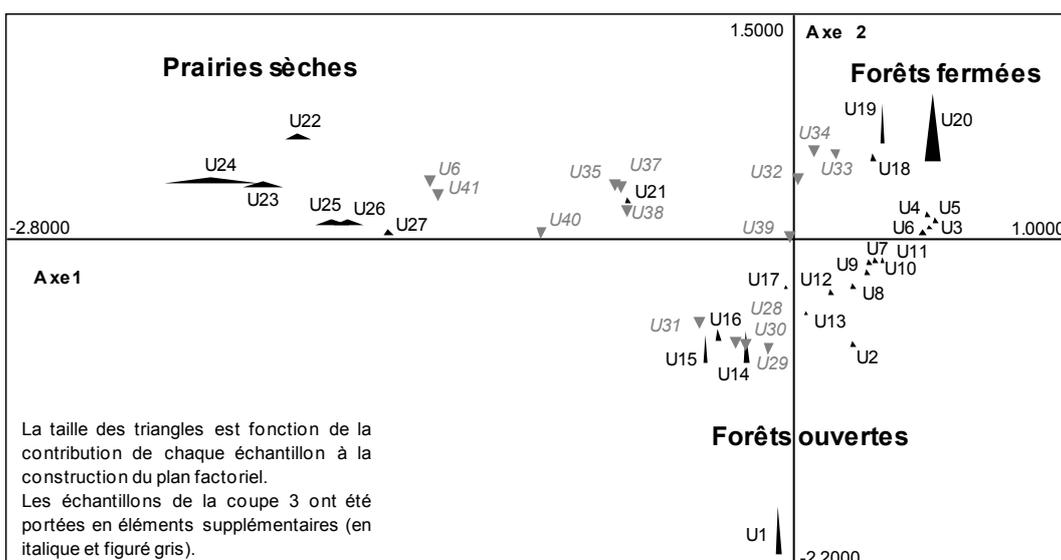


Figure 73 : Analyse Factorielle des Correspondances du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.

La partie positive de l'axe comprend des espèces à l'écologie plus diversifiée : elles sont généralement mésophiles, et traduisent un milieu nettement plus fermé que les espèces de la partie négative de l'axe. Ainsi, *Punctum pygmaeum* et *Carychium tridentatum* sont des espèces sciaphiles (Evans, 1972), vivant dans la litière. L'examen des espèces fortement corrélées à la partie positive de l'axe 1 montre une grande diversité, avec des espèces mésophiles (*Oxychilus draparnaudi*, *Cochlicopa lubrica* agg., *Vertigo pygmaea*, *Trichia hispida*, *Euconulus fulvus*, *Phenacolimax major*, *Aegopinella nitidula*, *Urticicola glabellus/ventouxianus*), des espèces plutôt forestières (*Discus rotundatus*, *Cochlodina laminata*, *Vertigo pusilla*, *Merdigera obscura*, *Helicodonta obvoluta*), des espèces hygrophiles (*Succinea oblonga*, *Vallonia pulchella*), des espèces rupicoles (*Pyramidula rupestris*, *Solatopupa similis*) et une espèce palustre (*Vallonia enniensis*). La partie positive de l'axe 1 correspond, donc, à des milieux fermés, plus ou moins intensivement. On peut en conclure que l'axe 1 oppose un milieu exclusivement ouvert et sec, de type pelouse, à plusieurs milieux fermés, présentant des compositions variées. Cet axe peut être interprété comme un gradient de fermeture de la végétation.

L'axe 2 oppose *Pomatias elegans* (34,8 %) et les limacelles (12,1 %) sur la partie négative à *Clausilia rugosa* (10,7 %), *Discus rotundatus* (9,3 %), *Candidula gigaxii* (6,6 %), *Vallonia costata* (5,8 %), *Aegopinella nitidula* (3,7 %), *Carychium tridentatum* (3,5 %) et *Acanthinula aculeata* (2,2 %) sur la partie positive.

Le pôle positif rassemble des espèces typiquement forestières. Cette observation est confirmée par les espèces à plus faible contribution mais corrélées avec l'axe, qui sont majoritairement également forestières (*Macrogastra plicatula*, *Punctum pygmaeum*, *Cochlodina laminata*, *Vertigo pusilla*, *Helicodonta obvoluta*, *Pagodulina pagodula*, *Helicigona lapicida*, *Phenacolimax major*).

La partie négative de l'axe comporte des espèces de milieux plus ouverts, mais encore boisés, comme *Pomatias elegans*, qui est une espèce de milieu forestier ouvert, sensible à la présence de litière foliacée, en association avec des espèces de broussailles (*Monacha cantiana*, *Monacha cartusiana*, *Monacha* ssp.) qui participent à la corrélation de l'axe.

Cet axe partage donc en deux groupes les milieux forestiers, avec d'un côté les espèces de forêt méditerranéenne ouverte et de l'autre côté les espèces de forêt plus fermée.

Quant à la part que prend *Candidula gigaxii* dans la partie positive de l'axe 2, elle peut s'expliquer par le fait que le pôle négatif de forêt ouverte s'oppose à la fois aux milieux typiquement forestiers et aux milieux très ouverts, représentés par cette espèce. En effet,

l'AFC présente un effet Guttman, avec le premier axe qui est très significatif pour expliquer la composition du nuage de point (Benzécri, 1984) ; elle isole sur le deuxième axe les assemblages de milieux forestiers ouverts, ce qui nous montre ainsi l'originalité de ces formations.

Ainsi, l'axe 1 de l'AFC sépare les espèces de milieu forestier ou sciaphiles, sur le côté négatif, des espèces de milieu ouvert, sur le côté positif. Il représente un gradient d'ouverture des formations végétales. L'axe 2 précise le degré de fermeture des milieux forestiers : en effet, il sépare les espèces de milieux forestiers ouverts, dont le représentant principal est *Pomatias elegans*, des espèces caractérisant des formations forestières plus fermées.

En ce qui concerne la place des échantillons sur le premier plan factoriel de l'AFC, on constate que **l'axe 1** sépare Ubac 24 (30,9 %), Ubac 23 (13,3 %), Ubac 25 (11,1 %), Ubac 26 (9,7 %), Ubac 22 (8,3 %) et Ubac 27 (3,8 %) sur la partie négative, à Ubac 20 (5,1 %) sur la partie positive.

L'axe 2 sépare Ubac 1 (16,6 %), Ubac 14 (10,6 %), Ubac 15 (10 %), Ubac 16 (4,6 %) sur la partie négative, à Ubac 20 (22,4 %) et Ubac 19 (13,8 %) sur la partie positive.

L'axe 1 oppose nettement la base de la séquence, globalement toute la coupe 2 et le début de la coupe 1, sur la partie positive, et la fin de la séquence (Ubac 22 à Ubac 27) correspondant aux niveaux antiques et plus largement historiques, sur la partie négative. Cette répartition semble logique, puisqu'elle est largement chronologique. On peut en revanche noter la part très forte que prennent les échantillons protohistoriques à la contribution du côté positif de l'axe 1, avec l'échantillon Ubac 20 en association avec Ubac 18 et Ubac 19 (à plus faible contribution mais qui sont corrélés à l'axe). Ces échantillons sont, par ailleurs, déterminants dans la réalisation de la partie positive de l'axe 2, en opposition avec les échantillons Ubac 14, Ubac 15 et Ubac 16 (niveaux du Néolithique final).

Les différents prélèvements se répartissent, donc, clairement selon quatre pôles sur le plan factoriel :

- Les échantillons de la coupe 2 (la base de la séquence) et la base de la coupe 1 (Ubac 12 et Ubac 13) se positionnent dans le troisième quadrant (partie positive de l'axe 1 et partie négative de l'axe 2), qui représente les milieux de forêt ouverte. A l'intérieur de ce premier pôle, Ubac 3, Ubac 4, Ubac 5 et Ubac 6 (niveaux du début de l'Atlantique) prennent un caractère plus fermé. Par ailleurs, Ubac 1 est

situé dans la partie la plus négative de l'axe 2 de l'analyse factorielle et est relativement éloigné de ce premier pôle : cet échantillon est particulier, car il a été prélevé dans les niveaux inférieurs de la terrasse. De plus, il comporte très peu d'individus (200) répartis en seulement deux espèces (*Pomatias elegans* et les limacelles), qui traduisent une probable dissolution postérieure au dépôt du sédiment. Ubac 2, associé à Ubac 12 et Ubac 13 (constituant la base de la coupe 1), représente la transition entre ce niveau et les échantillons Ubac 3, Ubac 4, Ubac 5 et Ubac 6. A partir de l'échantillon Ubac 7 et jusqu'à l'échantillon chasséen Ubac 11, la forêt ouverte subit une dégradation : le milieu est plus ouvert et plus sec. Chronologiquement, ces niveaux devraient correspondre à la période de développement optimal de la chênaie caducifoliée à l'Atlantique (Triat-Laval, 1978).

- Le deuxième pôle comporte les échantillons Ubac 14, Ubac 15 et Ubac 16 (niveaux du Néolithique final/Chalcolithique), dans le quatrième quadrant (parties négatives des deux axes) : ils sont marqueurs de milieux plus ouverts, d'un couvert forestier très clair, sec et contenant peu de litière. Ils expriment une anthropisation certaine du milieu, mais il semble intéressant de noter que cette ouverture ne se traduit pas de manière brutale. C'est plutôt la structure du couvert forestier qui est modifiée : en effet, on passe d'un milieu forestier méditerranéen à une forêt plus claire.

- Le troisième pôle regroupe Ubac 18, Ubac 19 et Ubac 20 (les échantillons protohistoriques), dans le deuxième quadrant (parties positives des deux axes) : ces échantillons ont un environnement fermé, typiquement forestier. Le prélèvement Ubac 17 est situé, sur le plan factoriel, entre ces deux pôles, et constitue donc une parfaite transition. Il n'a pas été daté par le radiocarbone, mais sa position stratigraphique nous permet d'avancer une attribution chronologique de l'âge du Bronze ancien, par comparaison avec le niveau sédimentaire dans lequel ont été découvertes les structures archéologiques se rapportant à cette époque et traduisant des stations passagères.

- Le quatrième pôle (partie négative de l'axe 1 et partie positive de l'axe 2) est représenté par les échantillons de la fin de la séquence (Ubac 21 à Ubac 27, niveaux gallo-romains et historiques). La forêt est très fortement dégradée, elle a laissé place à un milieu très ouvert, à tendance steppique, qui correspond à l'implantation gallo-

romaine sur ce site. Les espèces présentes dans ce pôle sont caractéristiques d'une prairie sèche.

La rupture très nette entre le pôle précédent et ce quatrième pôle, dans la gestion de l'environnement, peut s'expliquer par le hiatus sédimentaire entre l'échantillon du premier âge du Fer et les premiers niveaux gallo-romains (Ier siècle ap. J.-C.). Ainsi, ce changement radical du milieu a pu passer par différentes phases de transition non lisibles sur la séquence.

L'anthropisation du milieu faiblit légèrement après l'occupation romaine (à partir de Ubac 25), mais traduit encore une forte ouverture du paysage : le site n'est plus habité mais il est encore probablement utilisé à des fins agricoles, comme c'est le cas actuellement. Cette ouverture du milieu qui se maintient jusqu'au sol actuel pourrait suggérer une utilisation continue du site pendant la période historique ; cependant, l'aspect perturbé du sédiment des niveaux supérieurs de la séquence, au sein d'un horizon cultural, et sa faible épaisseur nous permet d'envisager également l'existence de hiatus sédimentaires.

La projection de l'échantillon Ubac 28 (prélevé dans la chambre sépulcrale du dolmen) sur le plan factoriel permet d'observer qu'il se positionne nettement parmi les échantillons néolithiques du deuxième pôle (Ubac 14, Ubac 15 et Ubac 16). Il représente un environnement relativement ouvert et est caractéristique de milieux broussailleux, ce qui pourrait également confirmer le caractère limité de l'ouverture du milieu par les Néolithiques, et la fréquence irrégulière du site. Cependant, nous connaissons mal son mode de dépôt, même si *a priori* la sédimentation a été rapide (Sauzade *et al.*, 2000), étant donné les nombreux remaniements dans la tombe identifiés par les archéologues.

La projection des espèces aquatiques sur le plan factoriel les positionne dans le premier pôle, parmi les espèces à tendance forestière ouverte. Ce pôle correspond à la base de la séquence. On peut supposer que ces niveaux étaient soumis à des crues du Calavon : ce sont des niveaux constitués par une sédimentation typiquement alluviale (Brochier in Sauzade *et al.*, 1998).

Les échantillons de la coupe 3, projetés sur le premier plan factoriel de l'AFC, montrent généralement des milieux moins tranchés que les deux coupes précédentes : milieux moins typiquement forestiers, moins typiquement ouverts.

Les phases d'éboulis de la coupe 3 (Ubac 29, Ubac 30 et Ubac 31) se replacent très précisément dans le deuxième pôle de l'AFC (niveaux d'utilisation du dolmen), et correspondent donc à un couvert forestier clair.

Ubac 32, Ubac 33 et Ubac 34 se reportent sur le troisième pôle de l'AFC, correspondant aux échantillons du Bronze final et de l'âge du Fer traduisant les milieux les plus forestiers de la séquence. Cette spécificité très fortement marquée pourrait permettre de proposer une datation également protohistorique pour les échantillons Ubac 32, Ubac 33 et Ubac 34 de la coupe 3.

Ubac 35 à Ubac 41 se replacent sur le quatrième pôle de l'AFC, c'est-à-dire le pôle le plus ouvert, correspondant à des milieux de prairie sèche (niveaux gallo-romains et historiques de la coupe 2). Cependant, Ubac 35 à Ubac 41 sont un peu moins ouverts que les échantillons historiques de la coupe 1.

Ubac 39 est à part ; il correspond à un retour à un milieu plus fermé et plus humide de type friche ou broussailles, non représenté sur les deux premières coupes étudiées. Cette particularité peut s'expliquer par un abandon d'utilisation de cette partie du site qui n'était pas visible dans la coupe 1.

Enfin, la place que prend *Vallonia costata* dans le troisième pôle est intéressante à noter : elle apparaît nettement parmi les espèces de milieux fermés et plus humides, alors qu'elle a été définie classiquement comme une espèce de milieu ouvert (Kerney *et al.*, 1999 ; Puisségur, 1976). Ces auteurs soulignent cependant sa capacité à vivre en milieu plus forestier, ou même dans des marais (Evans, 1972). En outre, il semble que *Vallonia costata* est parfois associée à des assemblages forestiers dans des contextes préhistoriques britanniques (Thomas, 1982). Dans un contexte plus méditerranéen, Magnin a retrouvé *Vallonia costata* aussi bien dans les milieux forestiers de basse altitude que dans les milieux ouverts d'altitude du Mont Ventoux (Magnin, 1991). Autour du site de l'Ubac, *Vallonia costata* n'est d'ailleurs présente, aujourd'hui, que dans la litière des formations forestières. Enfin, dans la présente séquence, la courbe d'abondance de cette espèce est toujours inversée par rapport à celle de *Candidula unifasciata*, espèce de milieux ouverts qui tolère les milieux forestiers à condition qu'ils soient ouverts et secs et qu'ils présentent une strate herbacée importante. Cette analyse confirme donc la forte valence écologique de cette espèce et la possibilité de la retrouver, en région méditerranéenne, dans des habitats forestiers.

Courbe d'anthropisation en fonction de la chronologie (Martin et Magnin,

2002)

Etant donné le fort gradient d'ouverture des formations végétales représenté par l'axe 1 de l'AFC, le report des coordonnées des assemblages sur l'axe 1 de cette AFC en fonction de la stratigraphie (figure 74) permet d'obtenir une courbe des variations de la structure de la végétation qui peut être interprétée en terme d'intensité de l'anthropisation le long de la séquence. En effet, l'information paléoenvironnementale fournie par l'analyse des assemblages malacologiques concerne essentiellement la mise en évidence de changements de structure des formations végétales. Ces assemblages ne comprennent d'ailleurs aucune espèce susceptible de caractériser un climat différent de l'actuel, comme *Trochoidea geyeri*, par exemple, réfugiée en altitude à une dizaine de kilomètres seulement du dolmen de l'Ubac (Magnin, 1989). Ils ne comprennent pas, non plus, les indices de l'anthropisation que l'on peut retrouver dans les périodes récentes de l'Holocène (Magnin et Martin, 2004, à paraître), en particulier des espèces introduites ou dispersées par l'homme, comme *Theba pisana* et *Cryptomphalus aspersus*, à partir de l'époque gallo-romaine (Magnin, 1991). La majorité des espèces qui composent les assemblages holocènes de l'Ubac est présente autour du site, à la même altitude, et de ce fait dans un même contexte climatique. Leur distribution est directement liée à l'intensité et au régime des perturbations anthropiques (Magnin et Martin, 2004, à paraître). Cet argument plaide en faveur de l'interprétation anthropique des changements observés dans la structure des formations végétales de la séquence de l'Ubac (Martin et Magnin, 2002). De plus, l'ampleur de ces changements est souvent peu compatible avec ce que l'on connaît par ailleurs des variations climatiques depuis l'Atlantique (Magny, 1995). Nous retenons donc l'hypothèse d'une explication globalement anthropique des changements environnementaux visibles à travers les assemblages malacologiques de la séquence de l'Ubac.

Sur la courbe de report des coordonnées de l'axe 1 de l'AFC, on constate que globalement les assemblages malacologiques des trois coupes du site de l'Ubac, pourtant relativement éloignées les unes des autres (coupe 1 à 40 m de la coupe 2 sous le dolmen et coupe 3 à 20 m du dolmen), traduisent les mêmes changements environnementaux locaux.

La coupe 3, plus proche du versant, montre cependant des variations moins marquées à partir de l'âge du Bronze. Ces différences pourraient être dues, dans un cas, à une certaine marginalité de la coupe par rapport au site – celle-ci ayant enregistré une utilisation du sol moins intensive (phase gallo-romaine) – et, dans un autre cas, à une reconquête forestière plus lente sur le versant (âge du Bronze).

Cette coupe présente également une courte phase de déprise (assemblage correspondant à une friche herbacée relativement dense) pendant la période gallo-romaine (Ubac 39). Cet épisode n'est pas enregistré dans la coupe 1. On observe donc, pour la même période, une hétérogénéité du paysage, qui ne peut être due qu'à l'action de l'homme, étant donnée la proximité des coupes.

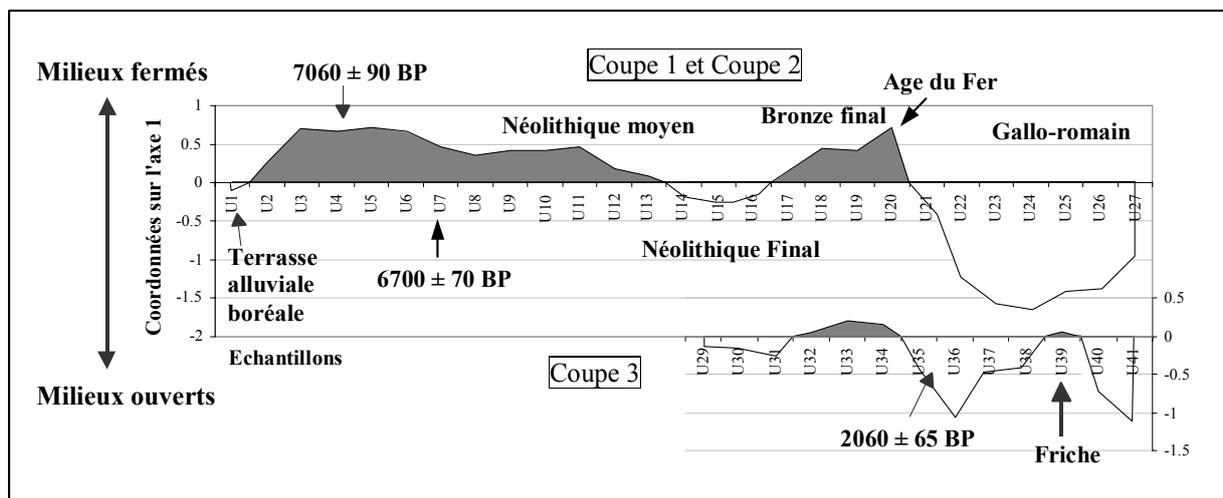


Figure 74 : Report des coordonnées de l'axe 1 de l'AFC du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse), en fonction de la stratigraphie, d'après Martin et Magnin (2002).

Comparaison avec l'actuel

L'interprétation écologique fine des assemblages malacologiques peut être facilitée par une comparaison avec un référentiel actuel concernant la même région. Ce référentiel comporte les données utilisées au cours d'une étude sur l'impact des changements récents de la structure du paysage dans la commune voisine de Maubec (Magnin *et al.*, 1995), complétées par des relevés malacologiques effectués à proximité du site de l'Ubac (annexe 30 et annexe 31).

La majorité des espèces qui composent les assemblages de la séquence holocène de l'Ubac est présente dans les assemblages actuels à proximité du site. Ainsi, en ne prenant pas en compte les espèces rares (moins de 10 individus en tout pour l'ensemble des échantillons considérés), 34 espèces d'escargots sont communes aux deux types d'échantillons (relevés actuels de Goult et Maubec et échantillons holocènes du dolmen de l'Ubac). Six espèces récoltées dans les relevés actuels sont absentes de la séquence holocène : il s'agit, d'une part, de cinq espèces introduites récemment en Provence (*Cryptomphalus aspersus* et *Xerotricha conspurcata* ou *Microxeromagna armillata* (que l'on ne peut distinguer sur la coquille seule) à

partir de l'époque gallo-romaine (Magnin, 1991) ; *Zonites algirus* et *Sphincterochila candidissima* à partir du Moyen Age (Magnin, 1991) ; et *Xeropicta derbentina* apparue dans les années 1940 à Aix-en-Provence (Labaune, 2001)) et, d'autre part, d'une espèce de garrigue et de pinède (*Abida polyodon*) (Germain, 1930). L'éventualité de la recolonisation tardive de la Provence par *Abida polyodon*, à la faveur de l'extension de milieux forestiers xérophiles de type pinède, n'est pas à exclure, étant donné que l'on ne la trouve pas dans les séquences holocènes alors qu'elle est attestée pour des séquences du Pléistocène supérieur (Magnin, 1991) et qu'elle est relativement abondante dans le paysage actuel (Kiss, 2002). Finalement, l'absence de ces six espèces dans les échantillons holocènes s'explique, d'une part, parce que les espèces introduites récemment en Provence semblent être arrivées tardivement sur le site de l'Ubac et, d'autre part, parce que le paysage actuel peut contenir des habitats n'ayant pas d'équivalents dans les paysages anciens. Douze espèces récoltées dans la séquence holocène de l'Ubac ne se retrouvent pas dans les relevés actuels : il s'agit de cinq espèces à affinité forestières ou sciaphiles (*Carychium tridentatum*, *Vertigo pusilla*, *Pagodulina pagodula*, *Discus rotundatus* et *Helicodonta obvoluta*), quatre espèces de milieux très ouverts (*Chondrula tridens*, *Zebrina detrita*, *Oxychilus hydatinus* et *Urticicola glabellus/ventouxianus*), une espèce mésophile (*Aegopinella nitidula*), une espèce hygrophile (*Vertigo pygmaea*) et une espèce de haies et de broussailles (*Euomphalia strigella*). Leur absence dans les relevés actuels peut être due au fait, d'une part, que certains assemblages holocènes, et notamment les assemblages forestiers, n'ont peut-être plus d'équivalents dans le milieu actuel et, d'autre part, que la taille de l'échantillonnage actuel n'est vraisemblablement pas suffisant pour comporter tous les types de formations végétales présentes autour du site de l'Ubac et donc tous les types d'assemblages malacologiques. Ainsi, certaines de ces espèces se retrouvent de nos jours sur les pentes du Luberon (Labaune et Magnin, 2001 ; Labaune et Magnin, 2002), à quelques kilomètres en amont du site. Malgré ces quelques différences entre les deux pools d'espèces étudiés, il semble cependant possible de comparer les assemblages holocènes avec les assemblages actuels, en essayant de déterminer à quels éléments du paysage actuel correspondraient les assemblages holocènes, tout en restant prudent quant à l'interprétation de ces analogues actuels. En effet, il n'est pas certain que le paysage actuel représente le catalogue complet des analogues nécessaires pour reconstruire des pratiques anciennes d'utilisation du sol (Delcourt et Delcourt, 1991).

Au total, les 36 relevés malacologiques actuels ont livré 22915 coquilles réparties en 47 espèces terrestres. L'ensemble des relevés actuels a été analysé à l'aide d'une Analyse

Factorielle des Correspondances. Les 36 relevés actuels constituent les individus et les 47 espèces terrestres sont les variables.

Le premier plan factoriel représente 44,7 % de l'inertie du nuage de points (26,5 % pour l'axe 1 et 18,2 % pour l'axe 2). L'axe 3 qui participe pour 13,08 % à l'inertie du nuage de points n'est pas interprétable.

L'axe 1 exprime un gradient d'ouverture des formations végétales, avec, du côté positif, des espèces de milieux très ouverts de type prairie et friche (*Candidula unifasciata*, *Candidula gigaxii*, *Monacha cantiana*), et, du côté négatif, des espèces caractérisant des milieux forestiers (*Vallonia costata*, *Vitrea contracta*, *Acanthinula aculeata*, *Punctum pygmaeum*, *Pomatias elegans*).

L'axe 2 distingue les types de milieux forestiers : d'un côté, les forêts matures (chênaie pubescente centenaire, chênaie verte, pinède âgée de 60 ans), de l'autre, les forêts jeunes en cours de fermeture (jeune cédraie, jeune chênaie pubescente). Ces jeunes forêts sont des boisements spontanés, parfois à partir d'anciens reboisements, comme par exemple pour les cédraies introduites au début du XX^{ème} siècle sur les sommets du Luberon (Tatoni, 1992). Le détail des contributions à la construction du premier plan factoriel est présenté dans l'annexe 32. On retrouve un paysage dont l'hétérogénéité est directement liée à l'intensité et au régime des perturbations anthropiques. Les différences de composition dans les assemblages malacologiques actuels s'expliquent donc principalement par les différents modes de gestion du paysage et par leur évolution au cours du dernier siècle (Magnin *et al.*, 1995).

Les assemblages holocènes de l'Ubac étant réellement comparables aux assemblages actuels, ils peuvent être introduits en éléments supplémentaires dans l'AFC des relevés actuels, et projetés sur le plan factoriel (figure 75).

On observe que les assemblages gallo-romains se rapprochent des formations de milieux ouverts actuels, caractérisés par un impact anthropique très fort. Cependant, il semble exister dans le paysage actuel des milieux plus ouverts que les milieux ouverts de la période gallo-romaine.

La ressemblance entre les assemblages malacologiques de l'âge du Bronze, les plus fermés de la séquence, et les assemblages actuels de jeunes formations forestières évoque une certaine instabilité des écosystèmes liée à un régime de perturbation assez élevé. Au contraire, la proximité des assemblages anté-chasséens avec ceux des forêts matures actuelles montre, sur le site de l'Ubac, une plus grande stabilité de ces milieux forestiers.

Enfin, la place particulière que prennent les échantillons contemporains de l'utilisation du dolmen du Néolithique final/Chalcolithique, à l'intersection des deux axes, confirme l'originalité des formations végétales qu'ils expriment, sans équivalent dans le paysage actuel.

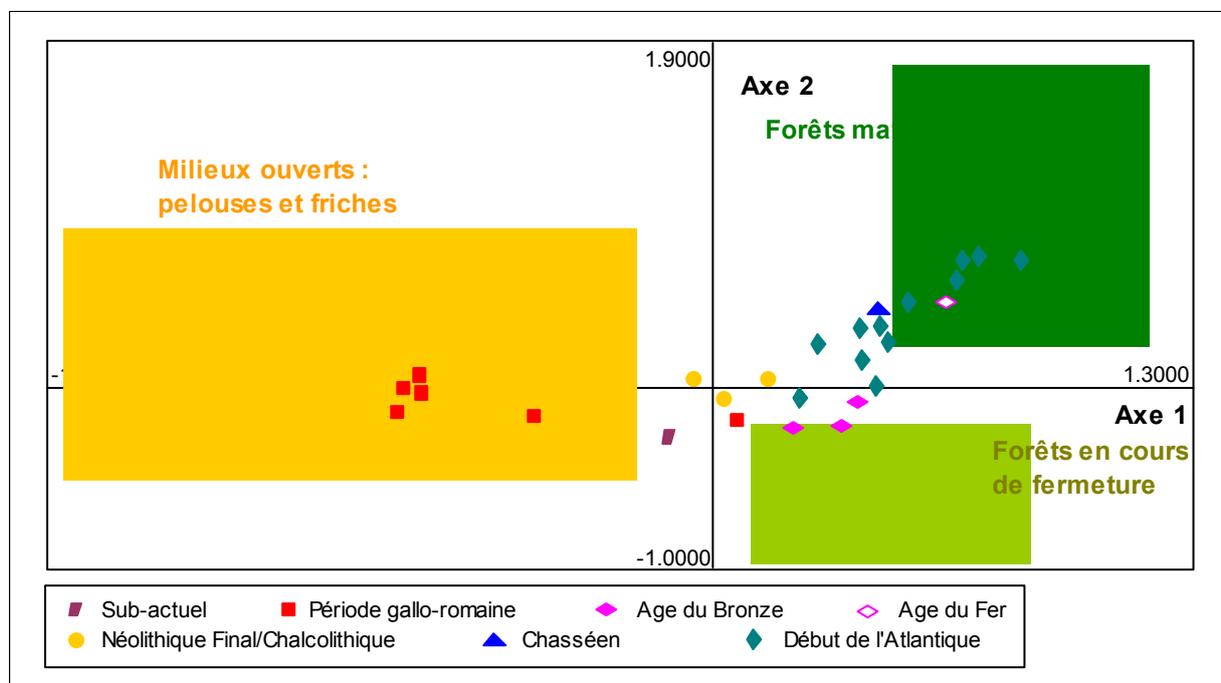


Figure 75 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons actuels de Goult et de Maubec (Vaucluse) (ellipses), avec les échantillons holocènes du site du dolmen de l'Ubac en individus supplémentaires (figurés). Premier plan factoriel (d'après Martin et Magnin, 2002).

Synthèse des résultats malacologiques du site du dolmen de l'Ubac

Les assemblages malacologiques du début de l'Atlantique sont caractéristiques d'une forêt méditerranéenne ouverte, mais avec un faible régime de perturbations. Cette période correspond théoriquement au développement de la chênaie caducifoliée, ce qui pose le problème de la structure effective de la forêt à cette période, les malacofaunes ne montrant pas, localement, le degré de fermeture suggéré par les études palynologiques (Triat-Laval, 1978). Nous discuterons de ce point dans la dernière partie de ce travail.

Les assemblages malacologiques juste antérieurs et contemporains de l'occupation chasséenne traduisent déjà une dégradation de la forêt, mais de moindre intensité que pendant la période suivante d'établissement et d'utilisation du dolmen.

Pendant l'occupation du Néolithique final/Chalcolithique, la malacofaune enregistre une ouverture des formations forestières caractéristique d'une anthropisation certaine du site. Néanmoins, le maintien d'espèces forestières dans ces niveaux peut être la conséquence d'une

faible pression de l'homme sur le milieu (Martin et Magnin, 2002). L'originalité de ces assemblages malacologiques néolithiques a également été remarquée par l'étude de sites archéologiques britanniques où elle a été interprétée comme les conséquences des premiers défrichements (Thomas, 1982). On peut également reprendre l'hypothèse, intéressante ici, d'une utilisation du site à des fins pastorales, avec le pâturage des sous-bois (Brochier, 1984 ; Kerney *et al.*, 1964), ce qui expliquerait l'absence de certaines espèces d'escargots vivant dans la litière (*Carychium tridentatum* et *Punctum pygmaeum* notamment, qui sont, en revanche, bien représentées dans la forêt ouverte précédant l'établissement du dolmen et dans la forêt fermée de la Protohistoire) et la mise en place d'une structure tout à fait particulière de la forêt. Ces interprétations semblent *a priori* en contradiction avec la relative stabilité des formations superficielles, identifiée par l'analyse sédimentologique (Brochier in Sauzade *et al.*, 2000), et la mise en place de niveaux de plus en plus pédogénésés. En fait, ces deux informations peuvent être complémentaires : les hommes du Néolithique final/Chalcolithique n'infligent pas à la végétation un impact drastique malgré l'édification du dolmen, ce qui permet le maintien d'un couvert végétal suffisant pour stabiliser les formations superficielles (Martin *et al.*, 2003).

La période protohistorique, de l'âge du Bronze final et du premier âge du Fer, correspond aux milieux les plus fermés de la séquence après une formation forestière de transition au Bronze ancien. Cet assemblage du Bronze ancien traduit le début de la mise en place d'un couvert forestier plus dense qu'aux périodes précédentes. Cette période a été étudiée dans le cadre d'un travail pluridisciplinaire sur le bassin valdainais (Berger *et al.*, 1997 ; Berger *et al.*, 2000). Elle montre une déprise humaine très marquée et une reconquête quasi générale de la forêt, en parallèle avec une régénération des couvertures pédologiques. Sur le site du dolmen de l'Ubac, cette reconquête semble freinée par les incursions fréquentes de l'homme, identifiées par l'archéologie sous forme de stations passagères, tandis que plusieurs petits sites du Bronze ancien ont également été découverts à proximité de l'Ubac (Buisson-Catil et Vital, 2002). Ainsi, ce n'est qu'à partir du Bronze final que la reconquête forestière est réellement effective. Cependant, le rapprochement des assemblages de l'Ubac avec les relevés actuels de jeunes forêts indique une certaine instabilité des formations végétales, liée à un régime de perturbations assez élevé, ce qui s'accorde avec les analyses sédimentologiques qui montrent une importante augmentation de la part des sables ocreux dans la charge solide transportée par la rivière (Brochier in Sauzade *et al.*, 2000) et donc une intensification de l'érosion en liaison avec l'augmentation des perturbations au niveau du bassin versant (Martin *et al.*, 2003).

On constate une rupture nette dans la composition des assemblages de gastéropodes terrestres entre l'âge du Fer et la période gallo-romaine. Cette rupture marque le passage, sans transition, entre deux types de milieux très contrastés (formations forestières et pelouses). Elle est également associée à une limite nette entre deux types de dépôts (alluvions puis colluvions). Ce changement brutal de la structure des formations végétales et des modes sédimentaires met en avant le problème de la résolution temporelle des assemblages malacologiques qui lui sont associés. En effet, on peut tout d'abord supposer que l'ouverture du milieu à la période gallo-romaine a été réellement brutale et généralisée et qu'un impact anthropique fort s'est maintenu sur le site suffisamment longtemps pour que des espèces pionnières ne puissent pas s'installer ou que des espèces forestières ne puissent pas se maintenir. On peut également émettre l'hypothèse de l'existence d'un effet de seuil avec le déclenchement d'une crise associée à un hiatus sédimentaire. Ce hiatus sédimentaire ne permettrait alors pas d'observer le passage plus ou moins progressif d'assemblages malacologiques forestiers à des assemblages de milieux plus ouverts.

Avec une ouverture des formations végétales sans précédent depuis le début de l'Holocène, la période gallo-romaine marque une rupture nette dans l'évolution du paysage, signe indiscutable d'une anthropisation forte du site, associée à un fort régime de perturbations. Cette forte anthropisation s'inscrit dans un contexte de sédimentation colluviale vraisemblablement rapide. Cependant, en comparant les changements environnementaux dans deux contextes sédimentaires différents (coupes 1 et 2, et coupe 3 plus colluviale), on constate, dans la troisième coupe, la présence d'une courte phase de déprise, qui montre que l'anthropisation n'a pas été continue pour cette période.

Le maintien d'assemblages malacologiques de milieu ouvert jusqu'à l'actuel semble également traduire une anthropisation forte et continue du site pendant l'époque historique. Cependant ils sont inclus dans un horizon cultural et des mélanges de plusieurs horizons malacologiques sont envisageables.

5.2.4 Conclusion

L'analyse malacologique du site du dolmen de l'Ubac a permis de montrer que ce site a subi de nombreuses transformations environnementales durant tout l'Holocène. Les différentes implantations humaines ont provoqué très tôt, et de manière plus ou moins intensive, dès le début de l'Atlantique, des modifications du paysage, qui témoignent de modes de gestion variés.

Ainsi, la forêt ouverte du début de l'Atlantique, dont les assemblages malacologiques n'indiquent pas un grand degré de fermeture, subit des dégradations antérieures à l'installation d'une population chasséenne. Si, l'époque néolithique correspond, de manière générale, à des grands changements dans le paysage, accompagnés de déboisements importants, on note, sur le site de l'Ubac, bien que l'homme néolithique marque sa présence de manière importante par l'édification d'un dolmen, que l'environnement est cependant relativement préservé autour de la tombe. C'est une période durant laquelle la gestion du paysage tout à fait particulière, puisqu'elle prend peut-être la forme d'un pâturage des sous-bois. A partir de l'âge du Bronze, la reconquête forestière est effective malgré un régime de perturbations encore élevé. Enfin, les périodes historiques sont caractérisées par une ouverture drastique du milieu qui semble perdurer jusqu'aux périodes les plus récentes, malgré d'éventuelles courtes phases de déprise.

5.3 La séquence de Lymes (Robion, Vaucluse)

La séquence holocène de Lymes a été découverte à l'occasion de travaux d'aménagement d'un bassin effectués par le propriétaire du terrain. Elle comprend au moins un niveau d'occupation du Néolithique moyen chasséen. Nous avons seulement pu intervenir en urgence pour prélever la coupe qui semblait intéressante par rapport à sa proximité avec le site du dolmen de l'Ubac. Ainsi, cette séquence n'a pu bénéficier de datations fines, ni d'étude archéologique du site néolithique qu'elle contient.

5.3.1 Description de la séquence prélevée

La séquence de Lymes comporte deux ensembles sédimentaires principaux. Le premier, comprenant l'occupation chasséenne, est constitué de sédiment argileux et le deuxième, comprenant des artefacts historiques dans sa partie supérieure, est largement dominé par les sables alluviaux du Calavon (figure 76). Treize prélèvements ont été réalisés en fonction de la stratigraphie, en vue de l'analyse malacologique.

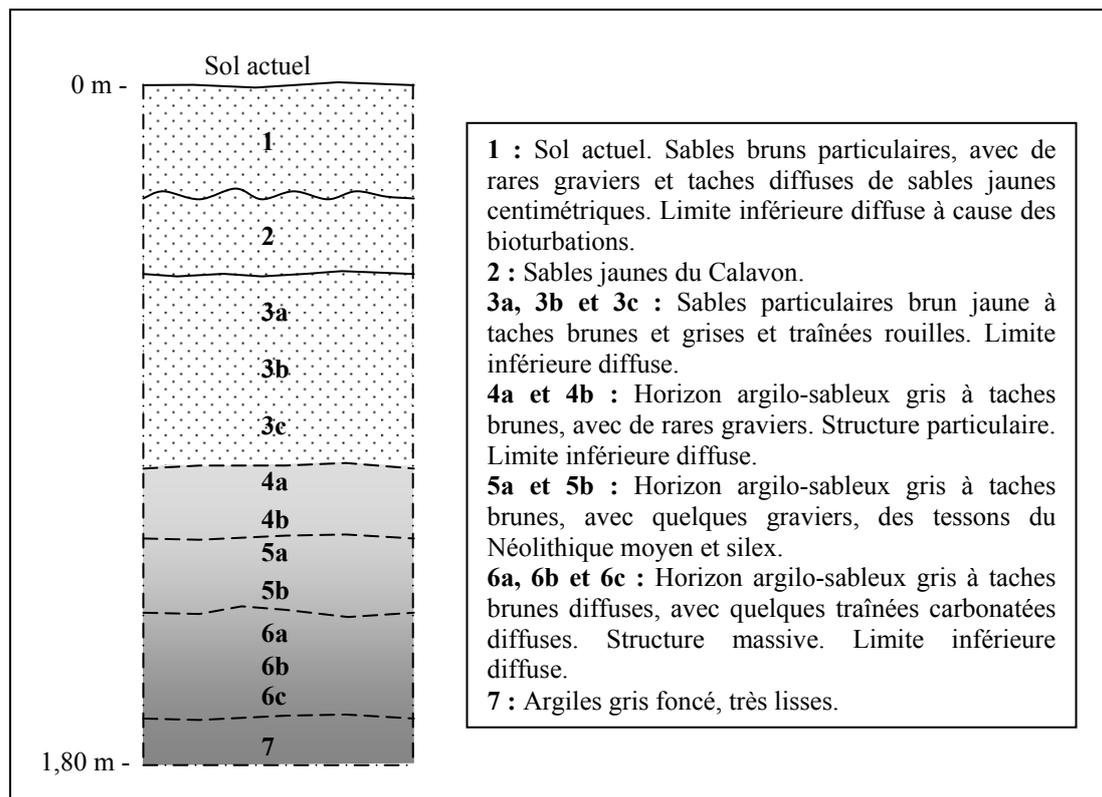


Figure 76 : Séquence sédimentaire de Lymes (Robion, Vaucluse) (Description sédimentologique : J.-E. Brochier).

5.3.2 Résultats de l'analyse malacologique

Les 13 échantillons prélevés ont livré 16887 coquilles réparties en 40 taxons terrestres et 2 taxons aquatiques (annexe 33).

Les *Monacha* n'ont pas pu être déterminées à l'espèce et sont regroupées sous le nom de *Monacha* ssp. Il s'agit principalement de coquilles ayant tout à fait les caractéristiques conchyologiques de *Monacha cartusiana*, mais comportant des traces d'insertion de poils comme *Monacha cantiana*. Cette microsculpture est le seul caractère les distinguant de *Monacha cartusiana*. Aucune espèce ressemblant à nos coquilles ne semble avoir été décrite. Nous avons écarté l'éventualité de l'attribution à *Monacha atacis* par comparaison avec des exemplaires aimablement communiqués par A. Bertrand (Laboratoire Souterrain, CNRS, Moulis). On peut également rejeter l'hypothèse que ces individus appartiennent à l'espèce *Monacha lamalouensis*, individualisée mais non décrite par Falkner *et al.* (2002). En effet, ces auteurs se réfèrent à Reynès (1870) et Germain (1930), qui la décrivent soit comme une espèce ressemblant à une *Trichia*, soit comme une variété de *Monacha cartusiana* mais dont la photographie ne correspond en rien à nos coquilles, étant donnée la spire haute qu'elle comporte. Dans l'actuel, F. Magnin (comm. perso.) a récolté, dans les Alpes Maritimes

(Valbonne), une coquille fraîche unique tout à fait comparable à celles retrouvées dans la séquence holocène de Lymes. En attendant de récolter des exemplaires vivants qui permettraient des comparaisons anatomiques, nous ne pouvons pas attribuer de nom aux escargots de Lymes et nous ne préférons pas tenter une détermination à l'espèce, d'autant plus que les individus immatures ne peuvent être distingués de *Monacha cantiana* et que l'interprétation paléoécologique des assemblages n'est pas compromise.

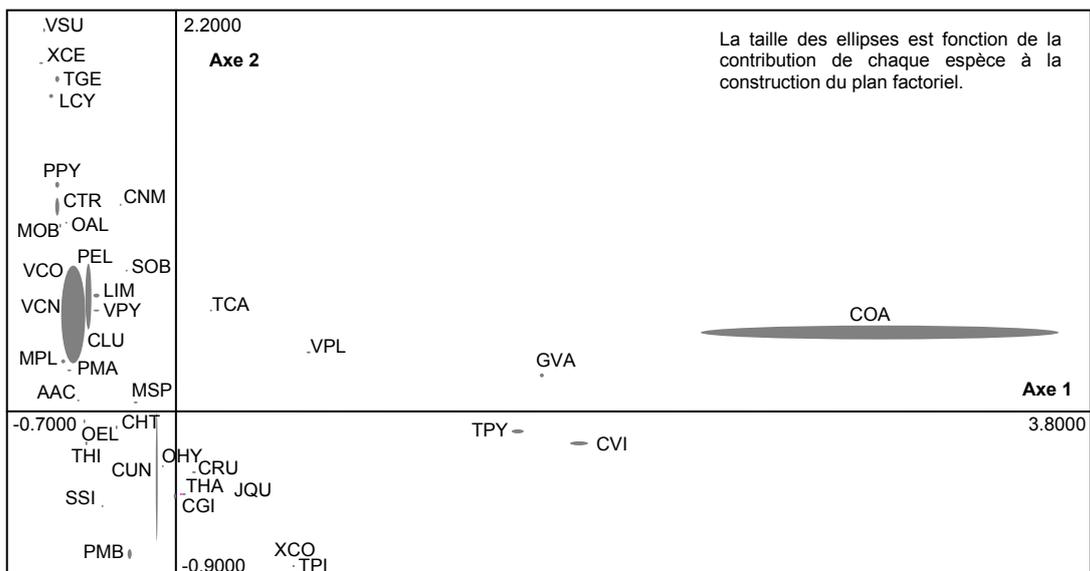
Afin d'étudier l'évolution du paysage le long de la séquence holocène de Lymes, une Analyse Factorielle des Correspondances a été effectuée sur les 39 espèces terrestres (les variables) - l'ensemble du spectre malacologique à l'exception des deux espèces aquatiques qui ne renseignent directement sur l'évolution du couvert végétal et de *Cecilioides acicula* du fait de ses caractères fouisseurs - et sur les 13 échantillons (les individus).

Le premier plan factoriel représente 81,4 % de l'inertie totale du nuage de points, avec 56,7 % pour l'axe 1 et 24,7 % pour l'axe 2 (figure 77 et figure 78). L'axe 3 (qui représente 6,4 % de l'inertie) et les suivants ne sont pas interprétables.

L'axe 1 sépare *Cochlicella acuta* (78,9 %), *Cerņuella virgata* (5,1 %) et *Trochoidea pyramidata* (3,3 %) sur la partie positive, à *Vallonia costata* (5,9 %) sur la partie négative. Globalement toutes les espèces, à l'exception des trois contribuant à la construction de la partie positive de l'axe, sont corrélées à la partie négative de l'axe. En l'occurrence, cet axe distingue les espèces typiquement méditerranéennes caractéristiques des milieux ouverts à strate herbacée relativement développée (*Cochlicella acuta* et *Cerņuella virgata*). Ce sont également des espèces anthropophiles (*Cerņuella virgata* et *Trochoidea pyramidata* surtout).

Pour les échantillons, il oppose la partie supérieure de la séquence correspondant aux niveaux historiques (Lymes 2 : 85,7 %, avec Lymes 1 fortement corrélé à partie positive de l'axe) à tous les autres échantillons.

Cet axe exprime donc l'expansion des espèces méditerranéennes à l'époque historique.



AAC : *Acanthinula aculeata* (Müller 1774) ; **CGI** : *Candidula gigaxii* (Pfeiffer 1850) ; **CHT** : *Chondrula tridens* (Müller 1774) ; **CLU** : *Cochlicopa lubrica* agg. (Müller 1774) ; **CNM** : *Cepaea nemoralis* (Linné 1758) ; **COA** : *Cochlicella acuta* (Müller 1774) ; **CRU** : *Clausilia rugosa* (Draparnaud 1801) ; **CTR** : *Carychium tridentatum* (Risso 1826) ; **CUN** : *Candidula unifasciata* (Poiret 1801) ; **CVI** : *Cermea virgata* (da Costa 1778) ; **GVA** : *Granaria variabilis* (Draparnaud 1801) ; **JQU** : *Jaminia quadridens* (Müller 1774) ; **LCY** : *Lauria cylindracea* (da Costa 1778) ; **LIM** : Limacelles ; **MOB** : *Merdigera obscura* (Müller 1774) ; **MPL** : *Macrogastera plicatula* (Draparnaud 1801) ; **MSP** : *Monacha* ssp. ; **OAL** : *Oxychilus alliarius* (Müller 1822) ; **OEL** : *Oxyloma elegans* (Risso 1826) ; **OHY** : *Oxychilus hydatinus* (Rossmässler 1838) ; **PEL** : *Pomatias elegans* (Müller 1774) ; **PMA** : *Phenacolimax major* (Férussac 1807) ; **PMB** : *Pupilla muscorum bigranata* (Linné 1778) ; **PPY** : *Punctum pygmaeum* (Draparnaud 1801) ; **SOB** : *Succinea oblonga* (Draparnaud 1801) ; **SSI** : *Solatopupa similis* (Bruguière 1792) ; **TCA** : *Truncatellina callicratis* (Scacchi 1833) ; **TGE** : *Trochoidea geyeri* (Soós 1926) ; **THA** : *Testacella haliotidea* (Draparnaud 1801) ; **THI** : *Trichia hispida* (Linné 1758) ; **TPI** : *Theba pisana* (Müller 1774) ; **TPY** : *Trochoidea pyramidata* (Draparnaud 1805) ; **VCN** : *Vitrea contracta* (Westerlund 1871) ; **VCO** : *Vallonia costata* (Müller 1774) ; **VPL** : *Vallonia pulchella* (Müller 1774) ; **VPY** : *Vertigo pygmaea* (Draparnaud 1801) ; **VSU** : *Vitrea subrimata* (Reinhardt 1871) ; **XCE** : *Xerosecta cespitum* (Draparnaud 1801) ; **XCO** : *Xerotracha conspurcata* (Draparnaud 1801) ou *Microxeromagna armillata* (Lowe 1852).

Figure 77 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence de Lymes (Robion, Vaucluse).
Projection des espèces sur le premier plan factoriel.

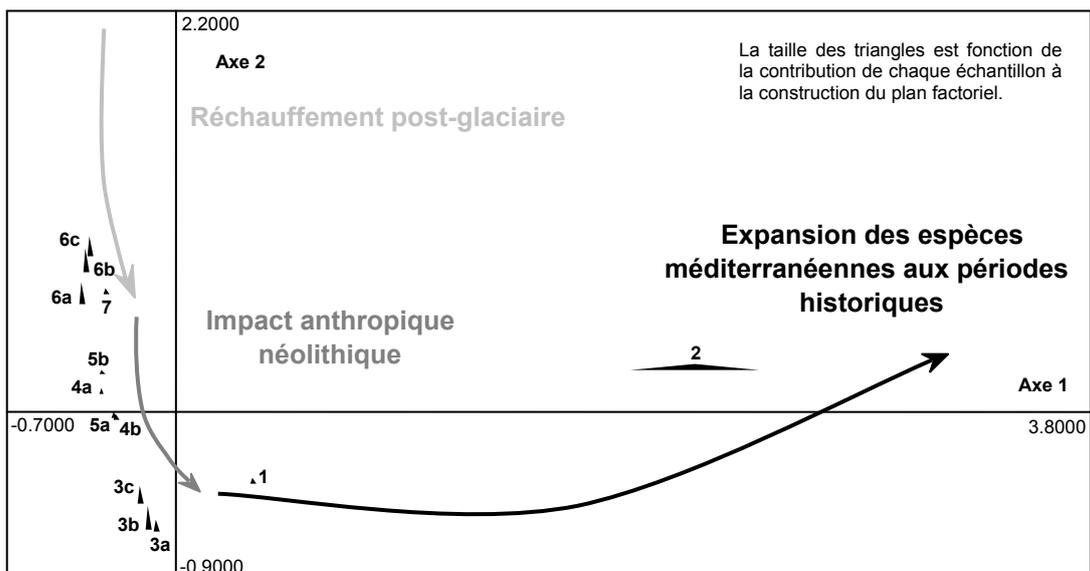


Figure 78 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence de Lymes (Robion, Vaucluse).
Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.

L'axe 2 oppose *Vallonia costata* (22,3 %), *Pomatias elegans* (15,7 %) et *Carychium tridentatum* (4,6 %) sur la partie positive, à *Candidula unifasciata* (28,9 %), *Pupilla muscorum bigranata* (3,7 %) et *Candidula gigaxii* (2,9 %) sur la partie négative. Il oppose les espèces sciaphiles ou à affinité forestière aux espèces de milieux globalement très ouverts.

Pour ce qui est des échantillons, il oppose les échantillons argileux du bas de la séquence (Lymes 6b : 16,6 %, Lymes 6a : 14,4 %, Lymes 6c : 14,3 % et Lymes 7 et Lymes 5b pour les échantillons qui sont fortement corrélés à l'axe) aux échantillons sableux du milieu de la séquence (Lymes 3b : 16,9 %, Lymes 3c : 13 %, Lymes 3a : 9,5 % et Lymes 1 pour l'échantillon fortement corrélé à l'axe).

On constate que le milieu forestier de la base de la séquence s'éclaircit progressivement puis disparaît franchement pour laisser place à de la pelouse. Les échantillons chasséens constituent la parfaite transition entre ces deux types de milieux, puisqu'ils se positionnent autour de l'axe 1. Ils correspondent alors à une ouverture de la forêt et à l'établissement d'une fruticée.

Enfin, quand on observe la représentation graphique de ce premier plan factoriel, on constate qu'un petit groupe d'espèces se distingue à l'extrémité positive de l'axe 2 (partie négative de l'axe 1). Il s'agit d'espèces récoltées juste dans la partie inférieure de la séquence. La rareté de deux d'entre elles (un individu pour *Vitrea subrimata* et un individu pour *Xerosecta cespitum*) les rend peu significatives. La place que prend *Lauria cylindracea*, qui est légèrement plus abondante (11 coquilles) sur le plan factoriel, est principalement due à un classement chronologique. Seul *Trochoidea geyeri* récolté dans les deux échantillons les plus anciens de la séquence peut avoir une vraie signification environnementale en plus de la dimension chronologique. En effet, sa présence, même en petit nombre, est indicatrice et permet d'identifier ici la toute fin du Tardiglaciaire, et plus vraisemblablement le début de l'Holocène, probablement le Préboréal, puisque, d'une part, cette espèce traduit un climat plus froid que l'actuel et que, d'autre part, elle est incluse dans deux assemblages comprenant majoritairement des espèces nettement plus thermophiles (*Pomatias elegans* par exemple).

Globalement, en reprenant l'ordre chronologique et en examinant également le diagramme malacologique du site de Lymes (figure 79), on constate que la base de la séquence correspond à des niveaux encore marqués par des conditions climatiques du Tardiglaciaire et du début de l'Holocène (Lymes 7 et Lymes 6c) comme l'indique la présence de *Trochoidea geyeri*, dans un contexte de forêt méditerranéenne très ouverte (*Pomatias elegans*, *Vallonia costata*, *Candidula unifasciata*). Les niveaux supérieurs (Lymes 6b et

Lymes 6a) confirment, par l'absence, maintenant définitive, d'espèces de climat plus froid que l'actuel, que le sédiment se met alors en place durant le plein Holocène.

A partir du niveau Lymes 5 correspondant à la couche d'occupation chasséenne, la "forêt" se dégrade rapidement, comme le montre la forte augmentation de *Candidula unifasciata* parallèle à la diminution de *Pomatias elegans*. Le maintien de *Vallonia costata* et de *Monacha* ssp. suggère la mise en place de fruticées, en considérant que les *Monacha* ssp. ont la même écologie que *Monacha cartusiana* et *Monacha cantiana*, deux espèces de broussailles. Ces milieux continuent de s'ouvrir progressivement dans le niveau Lymes 4. Dans un contexte climatique optimum (Magny, 1995), cette dégradation forestière ne peut être interprétée qu'en prenant en compte l'impact des Chasséens sur le paysage. Les assemblages malacologiques de cette période enregistreraient alors un défrichement local, qui, cependant, ne semble pas être excessivement fort puisque des escargots sciaphiles ou à affinité forestière se maintiennent. On peut également penser que la structure du paysage et notamment son hétérogénéité ont pu jouer un rôle dans le maintien de ces espèces forestières. L'intensité mais aussi la taille de l'ouverture des formations végétales peuvent finalement être considérées comme deux facteurs coactifs pour expliquer ce maintien, comme le pense Thomas (1982) pour les assemblages néolithiques britanniques.

Les phases suivantes (Lymes 3) traduisent une rupture nette, à la fois dans le mode de sédimentation, puisqu'on passe d'horizons argileux brun gris aux sables jaunes du Calavon, et dans la composition des malacofaunes, qui montrent la disparition définitive des espèces sciaphiles ou forestières au profit des espèces de pelouses (*Candidula unifasciata* et dans une moindre mesure *Candidula gigaxii*), ce qui indique l'établissement de milieux très ouverts et secs. La mise en place de ces formations très ouvertes traduit alors une augmentation du degré de l'impact anthropique sur le milieu.

Enfin, la partie supérieure de la coupe correspond au développement des espèces méditerranéennes (*Cerņuella virgata*, *Trochoidea pyramidata*, *Cochlicella acuta*), dans des assemblages toujours dominés par *Candidula unifasciata*, à l'exception de l'échantillon Lymes 2, sur lequel nous reviendrons. Ce développement des espèces méditerranéennes peut s'expliquer, d'une part, par une intensification de l'anthropisation, puisque ces espèces sont nettement anthropophiles, mais aussi, d'autre part, par la dimension chronologique. En effet, ces espèces, d'abord principalement cantonnées à la frange littorale (Kabouche, 1999) à partir du Préboréal, ont pu profiter de l'expansion des milieux très ouverts dans l'intérieur des terres pour coloniser aussi ces espaces (Magnin, 1991). Elles ont peut-être alors été favorisées localement par l'augmentation de l'anthropisation aux époques historiques. C'est un point sur

lequel nous reviendrons dans la dernière partie de ce travail. Enfin, l'apparition forte et brutale de *Cochlicella acuta* dans le niveau Lymes 2 est particulièrement remarquable. C'est une espèce qui se trouve surtout dans les milieux littoraux et qui a colonisé les prairies assez humides en Provence, à l'intérieur des les terres. On l'a retrouve notamment dans les prairies pâturées du paysage actuel (cf. supra Rognes). On peut suggérer la mise en place dans ce niveau Lymes 2 d'un milieu de prairie, peut-être pâturée, qui disparaît à la phase suivante, la plus récente, pour céder la place à un nouveau milieu de pelouses sèches. Ce niveau marque une rupture nette dans l'utilisation du milieu par l'homme.

Enfin, on peut noter que les individus aquatiques ou palustres sont quasi-absents d'un bout à l'autre de la séquence, malgré la proximité actuelle du Calavon, ce qui indique un terrain bien drainé.

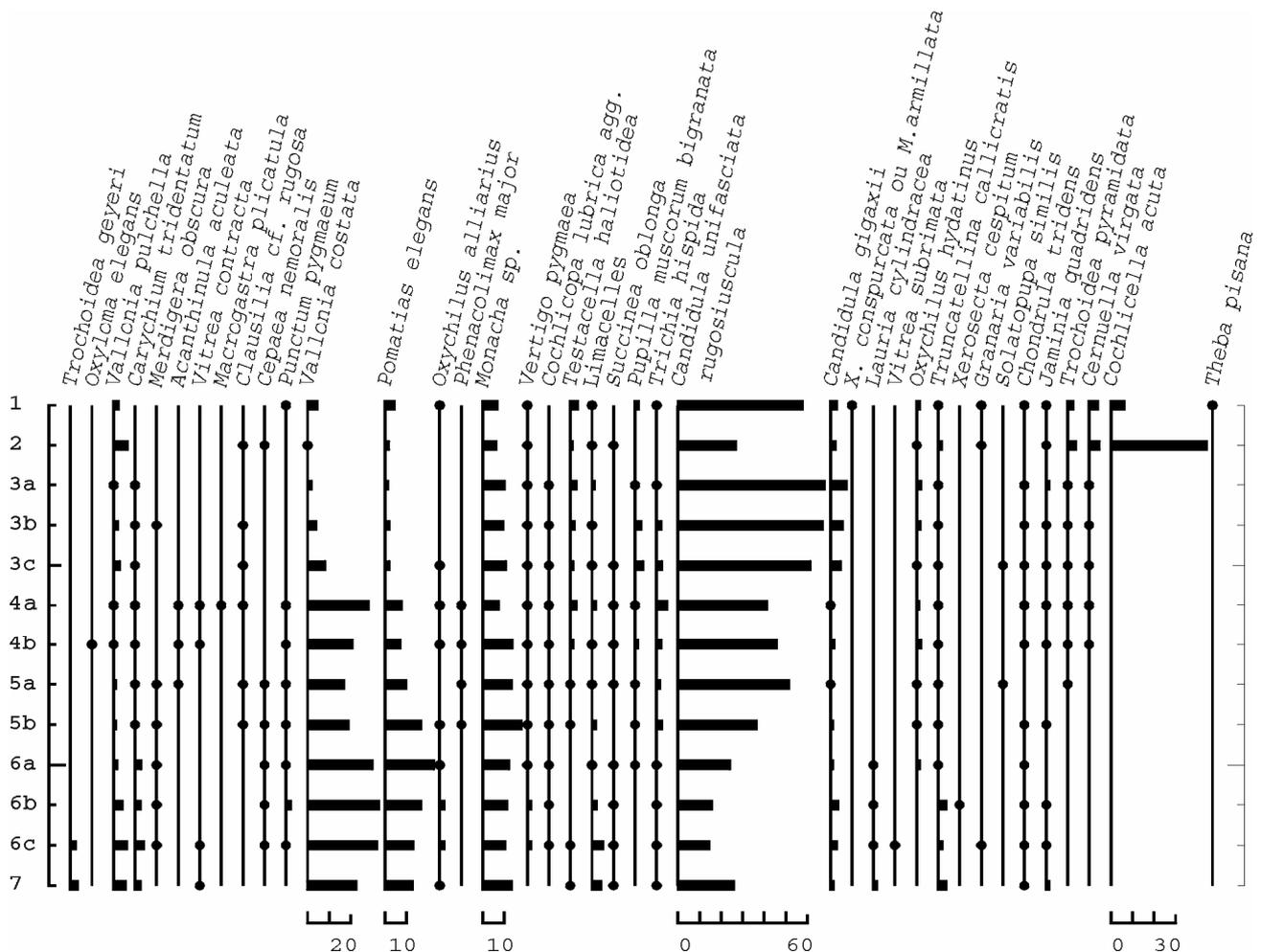


Figure 79 : Diagramme malacologique de la séquence de Lymes (Robion, Vaucluse).

5.3.3 Conclusion

La séquence holocène de Lymes permet de constater à nouveau l'absence de développement des formations vraiment forestières de l'optimum climatique de l'Atlantique (Magny, 1997). Malgré l'absence de datations absolues, on peut penser que la partie basse de cette séquence est complète, depuis le début de l'Holocène, car aucune trace de troncature n'a été détectée dans la stratigraphie. L'installation précoce des populations humaines, ici les Chasséens, pourrait expliquer la dégradation rapide d'un couvert arboré, qui est déjà très ouvert, et l'absence de développement local de milieux plus forestiers. La poursuite de cette anthropisation et même son intensification n'auraient plus permis alors que le développement de malacofaunes de milieux arbustifs ou de pelouse jusqu'aux périodes les plus récentes.

On ne constate également aucune phase de reprise du couvert végétal après l'occupation du Néolithique moyen, ce que l'on pourrait interpréter comme l'absence de déprise humaine sur le site. Il est à noter que cette séquence est peu dilatée et peut comporter des troncatures et des mélanges d'horizons par les labours qui, au moins pour la partie haute de la séquence, ont pu masquer d'éventuels abandons d'utilisation du site par l'homme, depuis le Néolithique moyen.

5.4 Comparaison entre le site du dolmen de l'Ubac et de la séquence de Lymes : l'évolution du paysage à l'échelle de la micro-région

Afin de comparer les deux séquences du dolmen de l'Ubac et de Lymes, les échantillons de Lymes ont été projetés sur l'Analyse Factorielle des Correspondances des deux premières coupes du dolmen de l'Ubac, interprétée plus haut (figure 80).

On constate, sur le premier plan factoriel de cette analyse, que les changements environnementaux régissant la séquence de Lymes sont moins tranchés que pour le site du dolmen de l'Ubac, ce qui peut être expliqué par le mode de réalisation de cette figure, puisque les échantillons de Lymes ne sont pas réellement pris en compte par l'analyse statistique mais juste projetés sur le plan.

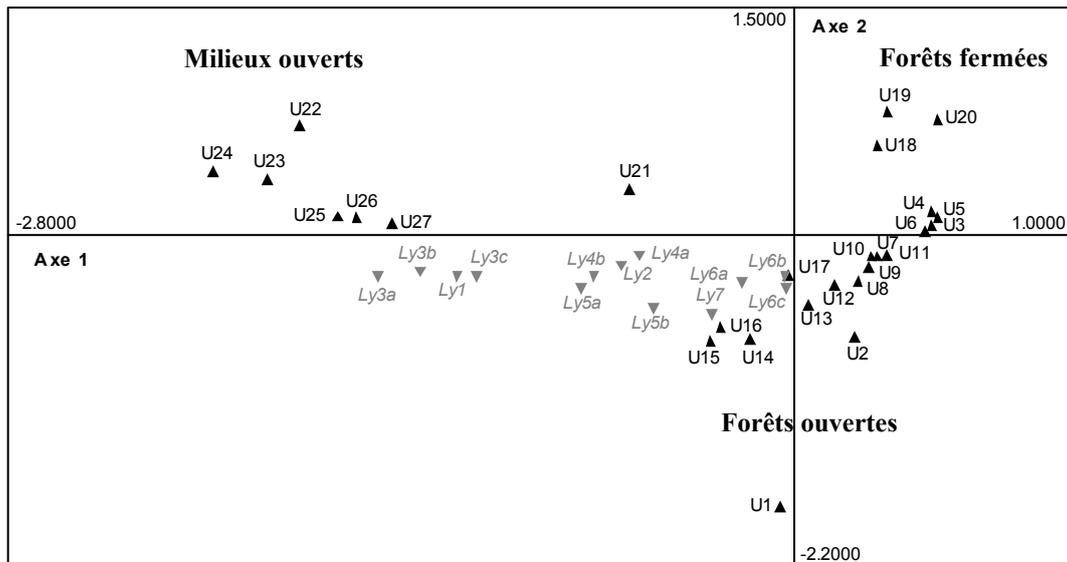


Figure 80 : Analyse Factorielle des Correspondances du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse) avec la séquence de Lymes (Robion, Vaucluse) en élément supplémentaire (en italique et figurés gris). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.

Cependant, le caractère très ouvert des milieux forestiers de l'Atlantique, avant l'implantation locale des hommes, est confirmé par cette AFC pour les deux sites, puisque les échantillons de la base des séquences des deux sites se replacent parmi les milieux forestiers ouverts. La séquence de Lymes montre, par ailleurs, des milieux forestiers encore plus ouverts, ce qui peut également être dû au biais méthodologique vu précédemment. Dans les deux cas, au niveau de la micro-région, on ne constate pas de réel développement des formations forestières de l'optimum climatique de l'Atlantique.

L'absence de véritables forêts à l'Atlantique pourrait être due à un biais lié au mauvais enregistrement des milieux forestiers par les malacofaunes, mais cela ne semble cependant pas être le cas, puisque des assemblages très forestiers ont été identifiés pour l'âge du Bronze sur le site du dolmen de l'Ubac. On peut également suggérer que des perturbations anthropiques, non identifiées par l'archéologie, dégradent les milieux forestiers avant l'implantation des Chasséens et ne permettent pas le développement de vraies forêts. Cependant, la comparaison des échantillons holocènes de l'Ubac avec les relevés actuels nous a montré que les milieux forestiers ouverts du début de l'Atlantique semblaient bien correspondre à des formations végétales stables soumises à un faible régime de perturbations. Ainsi, il semble plus probable que les gastéropodes terrestres mettent en avant une structure tout à fait particulière de ces formations forestières de l'Atlantique, peut-être moins fermées que ce qui a été envisagé par les autres études paléoenvironnementales (Triat-Laval, 1978,

notamment). Nous reviendrons largement sur ces hypothèses dans la synthèse de nos données à l'occasion de la dernière partie de ce travail.

Dès le Chasséen à Lymes et le Néolithique final à l'Ubac, la forêt, déjà très ouverte, se dégrade rapidement par l'action de l'homme, sans que jamais les gastéropodes terrestres n'enregistrent l'apparition d'un milieu plus fermé. En effet, on constate sur l'AFC une certaine proximité entre les échantillons chasséens de Lymes et les échantillons du Néolithique final de l'Ubac, qui semblent donc marquer les premiers défrichements d'importance au niveau local. Le début de la dégradation de la forêt ouverte à partir du Néolithique moyen à Ubac pourrait être également la conséquence, à l'échelle de la micro-région, de l'installation des Chasséens, même si les archéologues n'ont pas identifié de véritables occupations du site à cette période. Cette dégradation précoce des milieux forestiers a également été détectée pour un site chasséen des Bouches-du-Rhône (site de Malvoisin à Orgon), où les gastéropodes terrestres, ainsi que la sédimentologie, enregistrent une image particulièrement découverte du paysage pour cette période (Granier in Brochier, 1984). Sur le site de l'Unang, proche des sites du Calavon, l'anthracologie enregistre la prédominance de buis dès le Chasséen, ce qui indique une forte dégradation de la chênaie caducifoliée due à l'action de l'homme (Thiébaud, 1988). De plus, pour la Provence, la mise en place de garrigues, à la suite de l'action de l'homme, semble assez générale selon les données anthracologiques régionales au Néolithique moyen (Thiébaud, 1995). Cependant l'anthropisation néolithique ne semble pas irrémédiable à l'échelle de la micro-région de Goult et Robion puisque, d'une part, des espèces à affinité forestière perdurent même pendant l'établissement du dolmen néolithique final de l'Ubac et l'occupation chasséenne de Lymes et indiquent que la structure du paysage n'est pas encore totalement ouverte, et que, d'autre part, le site de l'Ubac enregistre nettement une reconquête forestière à la Protohistoire.

Cette période (la Protohistoire) semble marquer un décalage entre Lymes et l'Ubac puisque la séquence de Lymes correspond à un accroissement progressif de l'ouverture des milieux à partir du Chasséen jusqu'aux périodes historiques, à relier avec l'augmentation du degré d'anthropisation, alors que le site de l'Ubac enregistre des milieux très forestiers. Cependant, l'aspect peu dilaté de la séquence de Lymes pourrait signifier la présence de tronçonnages et l'absence locale des niveaux de reconquête forestière et de déprise humaine.

En revanche, pour les périodes historiques, l'emprise humaine sur cette partie de la vallée du Calavon est généralisée et très forte. En effet, des milieux très ouverts se mettent en place et se maintiennent jusqu'à l'actuel ; ils indiquent probablement un défrichement général associé à une mise en culture du terroir. L'aspect brutal de cette ouverture des milieux

correspond également à une rupture brutale dans les modes de sédimentation sur les deux sites, à partir de l'Antiquité, ce qui semble traduire également une rupture dans l'équilibre des milieux, comme cela a déjà été observé pour la même période sur d'autres séquences de Provence (Jorda *et al.*, 1991). Cependant, dans les deux sites, les gastéropodes terrestres confirment leur grande sensibilité aux variations des changements locaux dans la gestion du paysage par l'homme, puisque, d'une part, à l'Ubac, ils mettent en évidence une déprise humaine pendant la période gallo-romaine, et, d'autre part, à Lymes, ils permettent l'identification de pratiques pastorales durant la période historique.

Enfin, la comparaison entre ces deux sites permet de constater une arrivée très tardive des espèces méditerranéennes sur le site de l'Ubac, qui n'ont été retrouvés que dans le paysage actuel, alors qu'elles sont attestées sur le site de Lymes dès l'Antiquité. Ce retard dans la colonisation des espèces méditerranéennes pour le site de l'Ubac pourrait s'expliquer par des facteurs climatiques locaux particuliers, même si pour l'instant aucune raison ferme ne peut être avancée, d'autant plus que le contexte écologique de milieux ouverts semble convenir à l'établissement de ces espèces.

5.5 Conclusion

Sur les deux sites du dolmen de l'Ubac et de Lymes, l'homme, a finalement modifié le paysage très précocement, freinant voire empêchant la mise en place de formations forestières avant la Protohistoire. Les deux sites enregistrent globalement la même évolution de l'environnement pour la plus grande partie de l'Holocène et nous permettent donc d'appréhender l'image d'une vallée très densément anthropisée depuis le Néolithique moyen.

6 La séquence travertineuse du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse)

L'étude de la séquence holocène du Mirail participe d'un Programme Collectif de Recherche intitulé "10000 ans de présence humaine sur le Grand Luberon", coordonné par André Müller (Service Régional de l'Archéologie de Provence-Alpes-Côte d'Azur). Elle a bénéficié d'une étude préliminaire des restes anthracologiques dans le cadre d'un mémoire de maîtrise, réalisé par Raphaële Beauvais et Lolita Cazorla et dirigé par Brigitte Talon (IMEP) (Beauvais et Cazorla, 2002), et d'une étude sédimentologique dans le cadre d'un mémoire de DEA, réalisé par Vincent Ollivier et dirigé par Cécile Miramont (IMEP) (Ollivier, 2001a).

6.1 Le site d'étude

6.1.1 Situation géographique et cadre géomorphologique

Le ravin du Mirail est localisé sur la commune de La Motte d'Aigues, dans le département de Vaucluse, sur le piémont sud du Grand Luberon (figure 81). Le Grand Luberon est un chaînon calcaire qui culmine à 1125 m. Le ravin du Mirail incise son piémont dans un axe nord-sud, perpendiculaire à l'orientation est-ouest du massif (Ollivier, 2002). Il a un profil longitudinal concave sur une longueur d'environ cinq kilomètres, entre 690 m et 380 m d'altitude (Ollivier, 2001a) et est irrigué par le ruisseau du Mirail, un petit cours d'eau qui se jette dans l'Eze, un affluent de la Durance (Beauvais et Cazorla, 2002). Ce ruisseau est alimenté par une exurgence karstique.

Selon Ollivier (2001a), les ravins du type du Mirail se mettent en place pendant le Würm, en incisant le piémont du Luberon, un massif formé au Miocène et composé de calcaires et calcaires marneux du Crétacé inférieur et du Jurassique supérieur. Débordant de ces ravins, les dépôts pléistocènes correspondent souvent à d'imposants glacis perchés. Quant au remblaiement tardiglaciaire et holocène, il est représenté par des terrasses alluviales bordant les ravins, emboîtées dans les formations pléistocènes. Au Mirail, ils prennent la forme de dépôts de type travertineux et tuffacé, comme nous le verrons par la suite.

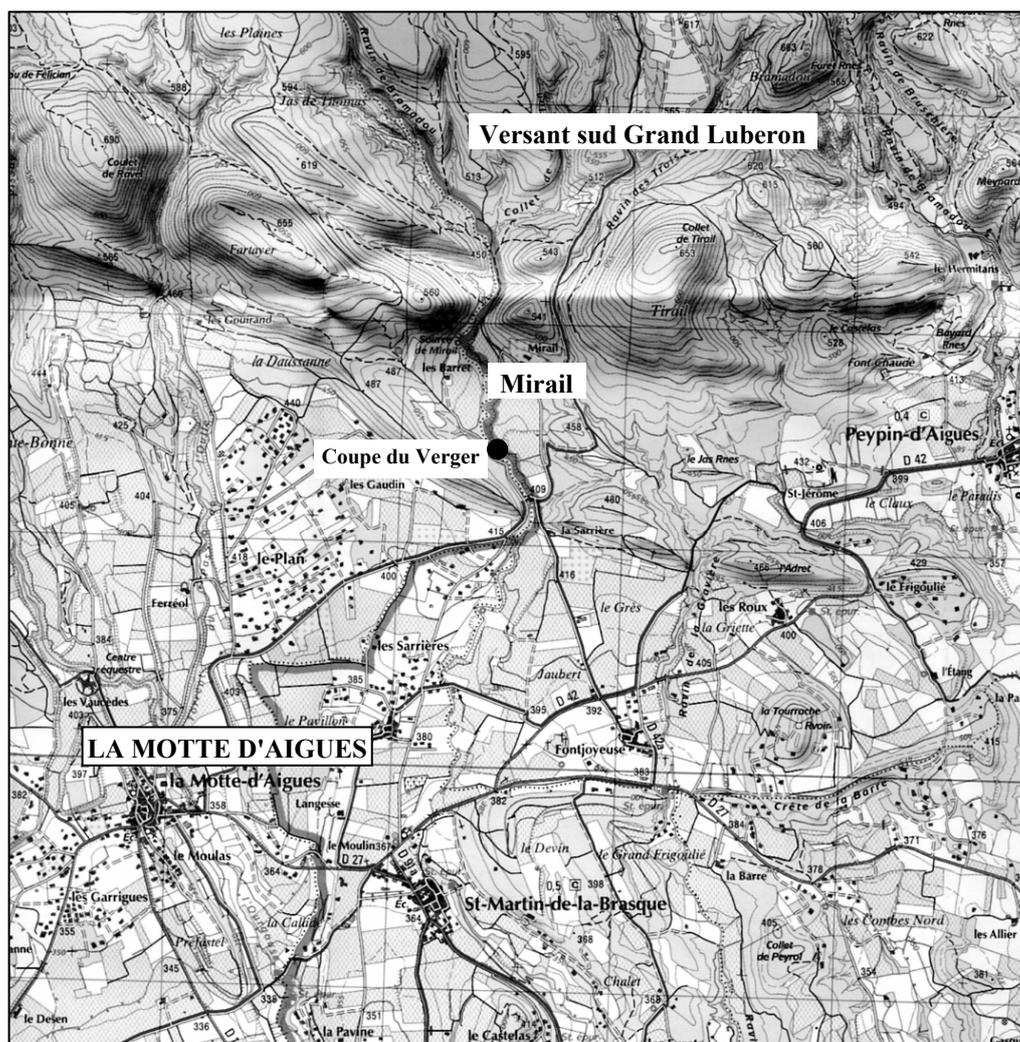


Figure 81 : Carte de localisation de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse). Extrait de la carte IGN au 1:25000.

6.1.2 Contexte environnemental actuel

Le versant sud du Grand Luberon est soumis à un climat de type méditerranéen subhumide selon la classification d'Emberger (1930) avec un été sec et une pluviométrie moyenne qui varie entre 650 et 700 mm d'eau par an (Ollivier, 2001a). Il est caractérisé par une température moyenne annuelle comprise entre 12,5°C et 14°C ; il comprend deux mois secs ($P < 2T$) et deux à trois mois froids ($T < 7^{\circ}\text{C}$) (CNRS, 1975).

La végétation appartient à l'étage mésoméditerranéen (CNRS, 1970). Elle est actuellement composée d'une ripisylve à saules, peupliers, cornouillers sanguins, chênes pubescents, *Rubus* et *Prunus* au fond du vallon du Mirail et d'une forêt claire comprenant principalement des chênes verts, des pins d'Alep, du buis et des chênes pubescents sur les versants du vallon (Beauvais et Cazorla, 2002).

6.1.3 Contexte archéologique

Le versant sud du Grand Luberon comporte de nombreuses traces d'occupation humaine dès le Néolithique et notamment au Néolithique final avec des habitats de hauteur (Combe des Cavaliers à Lourmarin, La Sereine près de Cabrières d'Aigues ; Ollivier, 2001a) et de plein air (La Motte d'Aigues). Les vestiges de la Protohistoire sont peu nombreux. En revanche, la période gallo-romaine correspond à une augmentation du nombre de sites mis au jour, avec notamment de nombreuses *villae*. Cette occupation dense se poursuit au Moyen Age et à l'époque moderne (Müller *et al.*, 2001).

6.2 Description de la séquence prélevée

Le choix de cette séquence particulière dans le ravin du Mirail (Coupe du Verger) parmi de nombreuses autres séquences relevées par les géomorphologues (Ollivier, 2001a) a été motivé par la forte dilatation de la stratigraphie holocène, la possibilité d'effectuer plusieurs datations radiocarbones et la présence, dans la partie supérieure, de vestiges archéologiques témoignant d'une implantation du Néolithique final. Elle est située à environ 300 m de la source du Mirail (Ollivier, 2001b), dans la partie médiane du ravin, à une altitude d'environ 450 m, sur la rive gauche du cours d'eau.

La séquence globale a été prélevée sur deux coupes voisines en fonction des difficultés d'accès. Les deux coupes représentent en fait "le recto et le verso" d'un même pan de stratigraphie conservée : la base de la séquence, jusqu'au niveau 9, a été prélevée sur une des coupes et le haut de la séquence, à partir du niveau 10, sur l'autre. Le niveau 9b correspondant à une passée caillouteuse et les altitudes servent alors de points de référence pour recalculer les deux coupes et proposer une séquence globale.

La séquence étudiée (figure 82) présente des alternances de phases détritiques travertineuses (sables calcitiques, limons carbonatés, cailloutis) et de phases plus construites, sur une épaisseur de plus de 12 mètres. Elle est calée chronologiquement entre la toute fin du Boréal ou le début de l'Atlantique et le Subboréal (tableau 7). En plus des vestiges du Néolithique final découverts dans le niveau 14, en cours de fouille (Gaëlle Delaunay, ESEP, Aix-en-Provence), des tessons néolithiques diffus sont également présents dans la couche 12.

Les trois premiers niveaux de la couche 10 (10a, 10b et 10c) ont été prélevés ensemble, car, d'une part, aucune distinction de composition des malacofaunes n'était visible sur le terrain et, d'autre part, ces trois niveaux étaient très faiblement épais (quelques centimètres pour l'ensemble) et avaient été distingués par les géomorphologues sur leur couleur. En revanche, le niveau 12e a été séparé en deux pour l'échantillonnage

malacologique, en fonction de variations de composition spécifique observées sur le terrain. Certains niveaux différenciés par la géomorphologie n'ont pas pu être prélevés, soit parce que leur induration était trop importante à cause de la travertinisation (1a, 1b, 8a, 12c et 16d), soit parce qu'il s'agissait de passées caillouteuses (5).

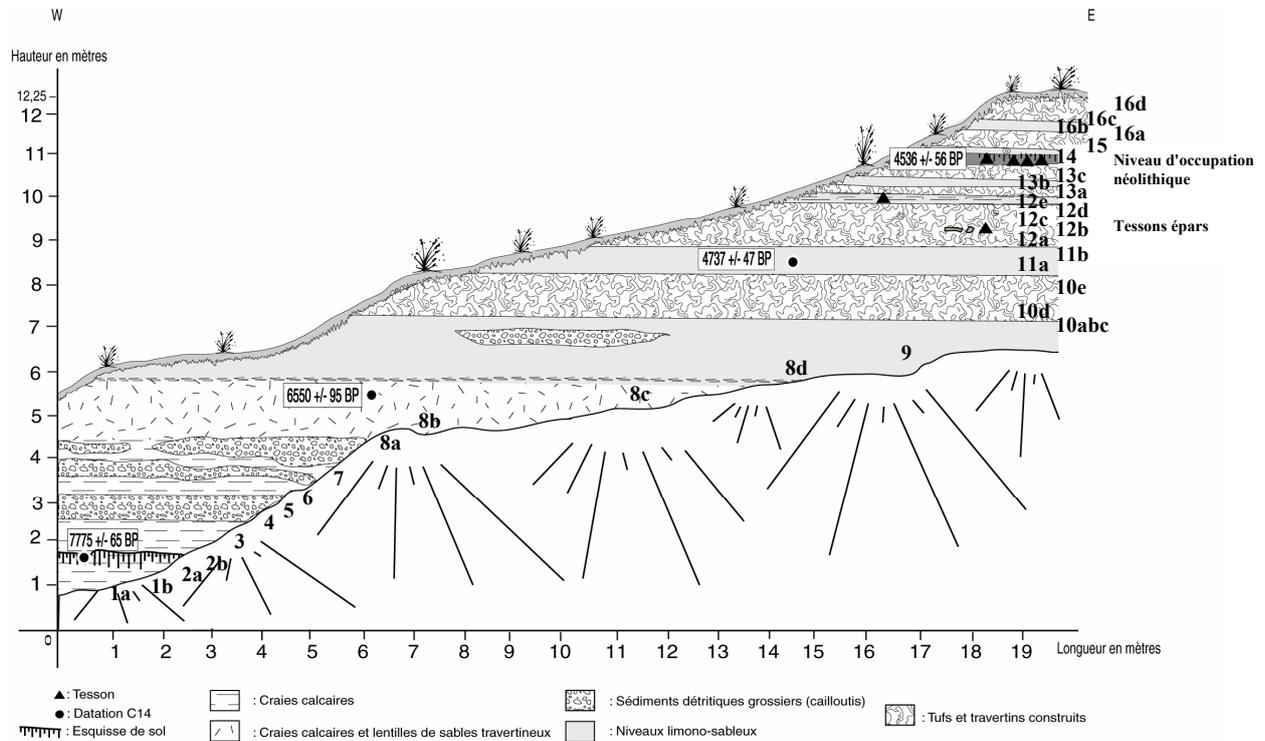


Figure 82 : Coupe schématique de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse), d'après Ollivier (2001b).

La séquence du Mirail est tout à fait particulière dans ce mémoire, car elle est en partie constituée de tufs calcaires et de travertins plus construits. Les tufs ou travertins sont des dépôts carbonatés, dus, dans un premier temps, à la dissolution des karsts et au transport en solution des carbonates de calcium et, dans un deuxième temps, à leur précipitation, à l'occasion de conditions biochimiques particulières. Ces précipitations des carbonates de calcium forment des encroûtements sur la faune et la flore présentes. Leur accumulation produit ainsi des dépôts calcaires qui peuvent être très épais.

La coupe du Verger au Mirail est une séquence travertineuse de vallée, dépendante à la fois de la source karstique, d'écoulements superficiels et de dépôts alluviaux détritiques, par opposition aux travertins de sources, uniquement alimentés par le système karstique (Magnin *et al.*, 1991). En Provence, de nombreux systèmes travertineux holocènes ont été

(re)découverts et étudiés ces vingt-cinq dernières années (coupes du Grand Vallat à Meyrargues (Magnin *et al.*, 1991), Saint-Antonin-sur-Bayon et Vauvenargues (Magnin et Thinon, 1988 ; Guendon *et al.*, 2003), Pont-de-Joux à Auriol dans la vallée de l'Huveaune (Vaudour, 1993), dans les Bouches-du-Rhône ; vallée de l'Argens et ses affluents, Saint-Pierre de Tourtour, le Jonquier à Salernes (D'Anna et Courtin, 1986), dans le Var, ...). Ils étaient pourtant peu connus en ce qui concerne le piémont du Luberon. Les prospections effectuées par Ollivier dans le cadre du programme "10000 ans de présence humaine sur le piémont méridional du Grand Luberon" ont permis de découvrir de nombreuses séquences travertineuses, non seulement dans le vallon du Mirail, mais aussi dans le ravin du Loup et dans le ravin des Hermitans, à Saint Martin de la Brasque et à Peypin d'Aigues (Ollivier, 2001b). Dans le ravin du Mirail, plusieurs séquences travertineuses d'âge varié (tardiglaciaire et holocène) ont, de ce fait, été découvertes, dont un barrage travertineux holocène de type retenue, en aval de la coupe du Verger. Celui-ci a pu favoriser le remplissage sédimentaire en amont (Ollivier, 2001b).

Prélèvements malacologiques	Description sédimentologique	Datation
16d : non prélevé	Niveau sableux brun pâle à gros blocs tuffacés. Sur la partie supérieure, surface actuelle plus pédogenétisée.	
16c	Niveau sablo-limoneux gris à débris carbonatés épars	
16b	Niveau sablo-limoneux brun pâle, avec traces d'oxydation et lentilles plus carbonatées	
16a	Niveau sablo-limoneux gris à blocs carbonatés diffus	
15	Sables assez carbonatés et lités jaune pâle, trace d'oxydation	
14	Niveau sablo-limoneux gris brun, présentant une esquisse de sol. Occupation du Néolithique final.	4536 ± 56 BP (AA42670)
13c	Niveau sablo-limoneux assez carbonaté brun vif	
13b	Niveau limono-sableux olive	
13a	Niveau grossier carbonaté brun pâle, à gros blocs consolidés et non oxydés dans une matrice sablo-limoneuse	
12e"	Niveau limoneux olive. Deux prélèvements malacologiques ont été effectués en fonction de différence de composition spécifique visible sur le terrain.	
12e'		
12d	Niveau limono-sableux lité à lentilles plus carbonatées et diffuses, traces d'oxydation due à un battement de nappe	
12c : non prélevé	Couche jaune rouge très carbonatée et oxydée	
12b	Niveau limono-sableux à traces d'oxydation jaune clair	
12a	Niveau très carbonaté assez consolidé et très oxydé, brun vif	
11b	Niveau limoneux olive foncé	
11a	Limons olive, traces d'oxydation autour d'empreintes racinaires	4737 ± 47 BP (AA42671)
10e	Niveau limoneux brun jaune de plus en plus oxydé et carbonaté	
10d	Niveau sablo-limoneux olive pâle comportant des passées plus oxydées et plus carbonatées d'origine travertineuse	
10abc	Niveau limoneux olive, avec lentille de cailloutis calcaires sub-émoussés	
9	Niveau limono-sableux gris avec lentille de cailloutis calcaires sub-anguleux	
8d	Niveau limoneux gris clair, avec traces de racines oxydées	
8c	Niveau limono-sableux gris clair à passée carbonatée et à litage charbonneux	6550 ± 95 BP (LYON 10574)
8b	Niveau limoneux lité jaune pâle, avec des passées carbonatées plus grossières et des niveaux très fins de charbons	
8a : non prélevé	Niveau sablo-limoneux gris clair à litage charbonneux	
7	Niveau sablo-limoneux jaune pâle à racines oxydées, comportant d'importantes lentilles de cailloutis calcaires hétérométriques émoussés à sub-émoussés	
6	Niveau limoneux gris clair, traces de radicules et d'oxydation, bioturbation. Début de pédogenèse ?	
5 : non prélevé	Niveau grossier à cailloutis calcaires centimétriques anguleux à sub-émoussés dans une matrice sablo-graveleuse carbonatée	
4	Limons gris foncés, à passée médiane de sables fins travertineux, forte bioturbation et présence de petits nodules de carbonates	
3	Sables fins travertineux et limons lités, couche gris clair, traces de radines et d'oxydation	
2b	Niveau limoneux gris foncé, présence de traces de radicules oxydées, début de pédogenèse	7775 ± 65 BP (LYON-10522)
2a	Niveau limoneux jaune pâle	
1b : non prélevé	Niveau limoneux jaune pâle (craies calcaires), présence de nombreuses traces de bioturbation	
1a : non prélevé	Niveau limoneux jaune pâle (craies calcaires)	

Tableau 7 : Description sédimentologique des niveaux de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse), de haut en bas, et datations, d'après Ollivier (2001a).

6.3 Résultats malacologiques

En tout, 28 échantillons ont été analysés, ils ont livré 27835 coquilles, réparties en 52 espèces terrestres et 9 taxons aquatiques (annexe 34). Les assemblages malacologiques ont été étudiés par le biais d'une Analyse Factorielle des Correspondances et d'un diagramme malacologique.

6.3.1 Analyse Factorielle des Correspondances

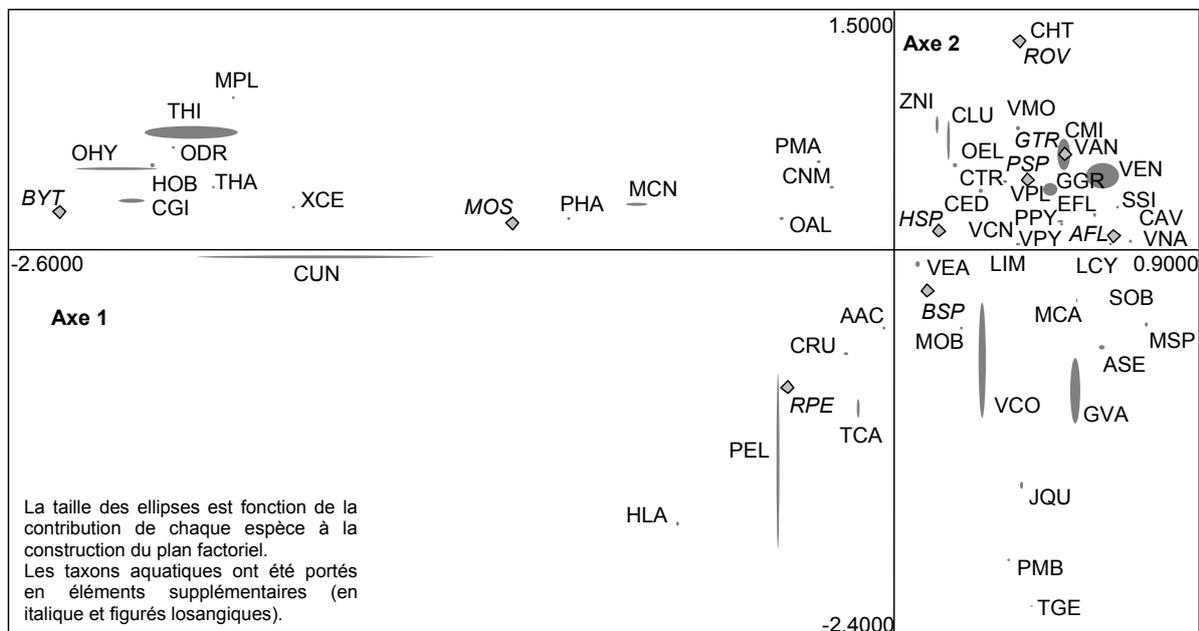
Cette AFC porte sur les 28 échantillons du site de Mirail, considérés comme les individus. Elle concerne 51 variables, c'est à dire les espèces terrestres moins *Cecilioides acicula*, qui a été retiré de l'analyse en raison de ses caractères fouisseurs. Les 9 taxons aquatiques ont été placés en variables supplémentaires. En tout, 21907 coquilles ont donc été traitées dans cette analyse.

Le premier plan factoriel représente 38,4 % de l'inertie (23,3 % pour l'axe 1 et 15,1 % pour l'axe 2) (figure 83 et figure 84). Le deuxième plan factoriel représente 35,6 % de l'inertie (23,3 % pour l'axe 1 et 12,3 % pour l'axe 3).

L'axe 1 oppose *Candidula unifasciata* (36,6 %), *Trichia hispida* (14,7 %), *Oxychilus hydatinus* (13,3 %), *Candidula gigaxii* (5,3 %) et *Monacha cantiana* (3,4 %) sur la partie négative, à *Vallonia enniensis* (5,7 %), *Carychium minimum* (2,6 %), *Vallonia pulchella* (2,6 %) et *Granaria variabilis* (2,5 %) sur la partie positive.

Pour les échantillons, le côté négatif de cet axe comprend 14 (24,7 %), 16b (20,2 %), 16c (18,2 %) et 16a (7,7 %) (et pour les échantillons les plus fortement corrélés à l'axe : 11b, 15 et 12e") ; le côté positif comprend 4 (5,5 %) (et pour les échantillons les plus fortement corrélés à l'axe : 2a, 3, 6, 7, 8b, 8d, 9, 10abc, 10e, 11a, 12a et 12e').

La partie négative de l'axe 1 regroupe des espèces de milieux ouverts et secs (*Candidula unifasciata*, *Oxychilus hydatinus*, *Candidula gigaxii*), une espèce ubiquiste à tendance hygrophile (*Trichia hispida*) et une espèce de broussailles ou de friche (*Monacha cantiana*). Elle correspond à des milieux globalement ouverts et secs.



AAC : *Acanthinula aculeata* (Müller 1774) ; **AFL** : *Ancylus cf. fluviatilis* (Müller 1774) ; **ASE** : *Abida secale* (Draparnaud 1801) ; **BSP** : *Bythiospeum* sp. ; **BYT** : *Bythinia tentaculata* (Linné 1758) ; **CAV** : *Chondrina avenacea* (Bruguière 1792) ; **CED** : *Columella edentula* (Draparnaud 1805) ; **CGI** : *Candidula gigaxii* (Pfeiffer 1850) ; **CHT** : *Chondrula tridens* (Müller 1774) ; **CLU** : *Cochlicopa lubrica* agg. (Müller 1774) ; **CMI** : *Carychium minimum* (Müller 1774) ; **CNM** : *Cepaea nemoralis* (Linné 1758) ; **CRU** : *Clausilia rugosa* (Draparnaud 1801) ; **CTR** : *Carychium tridentatum* (Risso 1826) ; **CUN** : *Candidula unifasciata* (Poiret 1801) ; **EFL** : *Euconulus fulvus* (Müller 1774) ; **MOB** : *Merdigera obscura* (Müller 1774) ; **GGR** : *Granopupa granum* (Draparnaud 1801) ; **GTR** : *Galba truncatula* (Müller 1774) ; **GVA** : *Granaria variabilis* (Draparnaud 1801) ; **HLA** : *Helicigona lapicida* (Linné 1758) ; **HOB** : *Helicodonta obvoluta* (Müller 1774) ; **HSP** : *Hauffenia* sp. ; **JQU** : *Jaminia quadridens* (Müller 1774) ; **LCY** : *Lauria cylindracea* (da Costa 1778) ; **LIM** : Limacelles ; **MCA** : *Monacha cartusiana* (Müller 1803) ; **MCN** : *Monacha cantiana* (Montagu 1803) ; **MOS** : *Moitessieria* sp. ; **MPL** : *Macrogastera plicatula* (Draparnaud 1801) ; **MSP** : *Monacha* ssp. ; **OAL** : *Oxychilus allarius* (Miller 1822) ; **ODR** : *Oxychilus draparnaudi* (Beck 1837) ; **OEL** : *Oxyloma elegans* (Risso 1826) ; **OHY** : *Oxychilus hydatinus* (Rossmässler 1838) ; **PEL** : *Pomatias elegans* (Müller 1774) ; **PHA** : *Perpolita hammonis* (Ström 1765) ; **PMA** : *Phenacolimax major* (Férussac 1807) ; **PMB** : *Pupilla muscorum bigranata* (Linné 1778) ; **PPY** : *Punctum pygmaeum* (Draparnaud 1801) ; **PSP** : *Pisidium* sp. ; **ROV** : *Radix ovata* (Draparnaud 1805) ; **RPE** : *Radix peregra* (Müller 1774) ; **SOB** : *Succinea oblonga* (Draparnaud 1801) ; **SSI** : *Solatopupa similis* (Bruguière 1792) ; **TCA** : *Truncatellina callicratis* (Scacchi 1833) ; **TGE** : *Trochoidea geyeri* (Soós 1926) ; **THA** : *Testacella haliotideae* (Draparnaud 1801) ; **THI** : *Trichia hispida* (Linné 1758) ; **VAN** : *Vertigo antivertigo* (Draparnaud 1801) ; **VCN** : *Vitrea contracta* (Westerlund 1871) ; **VCO** : *Vallonia costata* (Müller 1774) ; **VEA** : *Vertigo angustior* (Jeffreys 1830) ; **VEN** : *Vallonia enniensis* (Müller 1774) ; **VMO** : *Vertigo moulinsiana* (Dupuy 1849) ; **VNA** : *Vitrea narbonensis* (Clessin 1877) ; **VPL** : *Vallonia pulchella* (Müller 1774) ; **VPY** : *Vertigo pygmaea* (Draparnaud 1801) ; **XCE** : *Xerosecta cespitum* (Draparnaud 1801) ; **ZNI** : *Zonitoides nitidus* (Müller 1774).

Figure 83 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.

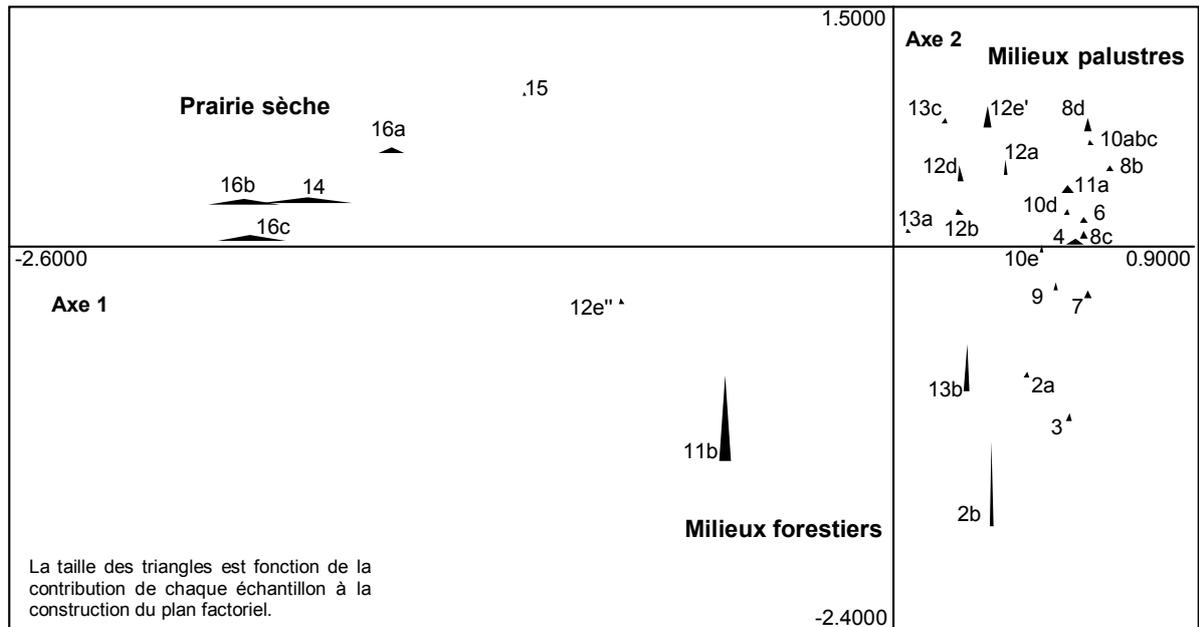


Figure 84 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.

La partie positive de cet axe regroupe des espèces palustres (*Vallonia enniensis*, *Carychium minimum*) et une espèce de prairie humide (*Vallonia pulchella*). Elle correspond à des milieux humides ou palustres.

L'axe 1 représente donc un gradient d'humidité locale. Comme c'est principalement *Candidula unifasciata* qui contribue le plus fortement à la construction de l'axe 1, on peut penser que cet axe sépare les milieux ouverts et secs, de type pelouse, à tout le reste de la séquence, plus humide.

La présence d'une espèce xérophile (*Granaria variabilis*) dans la partie positive de l'axe, parmi les espèces hygrophiles, peut s'expliquer par le fait que l'information est alors plus chronologique que paléoenvironnementale. En effet, *Granaria variabilis* est abondante dans les échantillons les plus anciens de la séquence qui sont également associés à cette partie de l'axe. C'est, en revanche, la rareté de *Chondrula tridens*, une espèce également xérophile, qui explique son regroupement avec les espèces hygrophiles. En effet, elle n'est présente que dans un échantillon (12e') qui est fortement corrélé à cette partie de l'axe.

En terme d'échantillons, l'axe 1 oppose les échantillons les plus récents, à partir de la phase d'occupation du Néolithique final (14, 16a, 16b et 16c), à l'exception de l'échantillon 15, à tout le reste de la séquence. Ces échantillons les plus récents sont associés aux milieux les plus secs.

L'axe 2 oppose *Pomatias elegans* (27,1 %), *Vallonia costata* (18,4 %), *Granaria variabilis* (10,4 %) et *Truncatellina callicratis* (3,5 %) sur le côté négatif, à *Cochlicopa lubrica* agg. (6,9 %), *Carychium minimum* (5,2 %), *Vallonia enniensis* (4,6 %), *Zonitoides nitidus* (3,3 %), *Trichia hispida* (2,7 %), *Vallonia pulchella* (2,7 %) et *Vertigo antivertigo* (2,6 %) sur le côté positif.

Pour les échantillons, le côté négatif de cet axe 2 comprend 2b (23,8 %), 11b (22,5 %) et 13b (13,9 %) (avec 2a, 3, 9 et 12e'' qui sont fortement corrélés à l'axe) ; le côté positif comprend 12e' (6,8 %), 8d (4,9 %), 12d (4,8 %) et 12a (4,3 %) (et 8b, 10abc, 11a, 13c, 15 et 16a qui sont fortement corrélés à l'axe).

La partie négative de l'axe regroupe des espèces à affinité forestière (*Pomatias elegans*, *Vallonia costata*), une espèce de milieu ouvert mais fréquente dans les milieux préforestiers (*Granaria variabilis*) et une espèce de litière sèche (*Truncatellina callicratis*). Cet ensemble caractérise les milieux forestiers ouverts, de type forêt méditerranéenne.

La partie positive de l'axe regroupe des espèces palustres (*Carychium minimum*, *Vallonia enniensis*, *Zonitoides nitidus* et *Vertigo antivertigo*), des espèces ubiquistes à

tendance hygrophile (*Trichia hispida*, *Cochlicopa lubrica* agg.) et une espèce de prairie humide (*Vallonia pulchella*). Elle caractérise les milieux humides voire palustres.

En considérant la représentation graphique, on constate que l'axe 2 oppose, en fait, les milieux forestiers à tous les autres types de milieux présents le long de la séquence.

Quant aux places que prennent *Macrogastera plicatula*, une espèce forestière, et *Oxychilus draparnaudi*, une espèce mésophile, sur la partie positive de l'axe, parmi les espèces de milieux ouverts et secs, elles s'expliquent car ces espèces n'ont été retrouvées que dans un ou deux échantillons de la séquence, qui sont fortement corrélés à cette partie de l'axe. C'est le même phénomène qui explique les places de *Pupilla muscorum bigranata*, une espèce de milieu ouvert assez humide, et de *Trochoidea geyeri*, une espèce de pelouses d'altitude, parmi les espèces forestières, puisqu'elles n'ont été retrouvées que dans les deux échantillons les plus anciens, fortement corrélés à cette partie du plan factoriel.

En terme d'échantillons, cet axe oppose les niveaux les plus anciens de la fin du Boréal et du début de l'Atlantique (2a, 2b et 3), ainsi que les échantillons 11b et 13b, associés aux milieux forestiers, à tout le reste de la séquence.

L'axe 3 est principalement construit par *Vallonia costata* (45,2 %), associée à des espèces sciaphiles ou à affinité forestière (*Acanthinula aculeata*, *Clausilia rugosa*) et l'échantillon 13b (59,4 %). En fait, cet axe, comme les axes suivants, individualise un échantillon, ici 13b, dont l'assemblage malacologique est dominé par une espèce, ici *Vallonia costata*. Bien que cet axe soit interprétable, il apporte peu de renseignements quant à l'organisation du nuage de points, contrairement au premier plan factoriel.

Ainsi, on peut distinguer trois pôles dans le premier plan factoriel (axe 1 et axe 2) : le premier, sur les côtés positifs de l'axe 1 et de l'axe 2, regroupe les espèces de milieux palustres et hygrophiles et la majorité de la séquence ; le deuxième, sur le côté négatif de l'axe 1 et le côté positif de l'axe 2, regroupe les espèces de milieux ouverts et secs associées aux échantillons du haut de la séquence (14, 15, niveaux 16) ; le troisième pôle, plus diffus, sur la partie négative de l'axe 2, autour de la ligne de cet axe (à la fois sur la partie positive et sur la partie négative de l'axe 1), traduirait des milieux plutôt forestiers, plus ou moins ouverts, associés aux échantillons du bas de la séquence (2a, 2b et 3) et aux niveaux 13b, 11b et 12e".

Les taxons aquatiques, en variables supplémentaires, sont peu abondants dans l'ensemble de la séquence étudiée, puisque nous n'avons pu récolter que 1745 coquilles

aquatiques en tout. Ils se replacent principalement sur le premier pôle de l'AFC avec les milieux palustres. Ce pôle correspond donc aux milieux les plus aquatiques de la séquence. Il comprend des espèces de milieux temporaires d'eau stagnante (*Galba truncatula*, *Radix ovata*), qui supportent une ou plusieurs phases d'exondation dans l'année (Yacine-Kassab, 1979). On y retrouve également des taxons de milieu aquatique permanent : *Hauffenia* sp. et *Bythiospeum* sp., deux genres fréquents dans les sources karstiques (Magnin, 1991), dont la présence dans la séquence est liée à l'activité de la source du Mirail ; *Ancylus* cf. *fluviatilis* qui vit dans les sources, les rivières et les ruisseaux (Germain, 1931), globalement dans les milieux aquatiques permanents à faible courant (Yacine-Kassab, 1979) ; et *Pisidium* sp. dont les espèces présentent des écologies très variées.

Radix peregra est associé au troisième pôle des milieux fermés ; c'est une espèce de milieu aquatique temporaire, relativement exigeante en ce qui concerne la qualité de l'eau (par rapport à *Galba truncatula* et *Radix ovata*, notamment). Elle se retrouve, selon Germain (1931), plutôt dans les mares et les fossés, mais très rarement dans les marais et les ruisseaux. C'est cependant une espèce très peu abondante dans la séquence (12 individus).

Moitessieria sp. se replace plutôt vers le deuxième pôle des milieux ouverts et secs : c'est une espèce qui vit dans les sources, les ruisseaux et dans les puits du Midi de la France (Germain, 1931). En fait, la place de cette espèce dans ce deuxième pôle est liée à sa forte abondance dans l'échantillon 14, qui est le niveau d'occupation néolithique. On peut supposer qu'elle peut être "allochtone" dans cet échantillon et que sa présence est liée à l'apport de matériaux par l'homme. Enfin, *Bythinia tentaculata* est nettement associée à ce deuxième pôle des milieux ouverts et secs : c'est une espèce qui vit indifféremment dans les milieux permanents ou temporaires (Yacine-Kassab, 1979) et que l'on peut retrouver dans un grand nombre d'habitats (fleuves, rivières, canaux, fossés, étangs, marais), selon Germain (1931). Elle est cependant très peu abondante dans tous les échantillons analysés (18 individus).

En fait, l'espèce *Galba truncatula* et le genre *Hauffenia* sp. sont les plus abondants dans la séquence étudiée.

Par ailleurs, si on observe l'importance relative des espèces terrestres et aquatiques (figure 85), la part des espèces aquatiques dans les assemblages malacologiques est presque toujours inférieure à 20 %, à l'exception de l'échantillon 10e dont la proportion des terrestres et des aquatiques est nettement plus favorable aux espèces aquatiques (plus de 55 %), mais il est à noter que ce niveau comprend peu d'individus (85 en tout). Pour les échantillons 8b, 8c, 8d, 12e" et 13a, la part des espèces aquatiques se situe autour de 20 %, ce qui est, à l'exception du cas particulier de 10e, la proportion la plus forte de la séquence. Enfin les échantillons les

plus anciens (2a, 2b et 3), le niveau 7 et les échantillons les plus récents (16b et 16c) ne comprennent quasiment pas d'individus aquatiques.

On peut envisager deux sources de provenance de ces individus aquatiques : a) une locale comprenant les espèces de milieux plus ou moins temporaires (*Galba truncatula*, *Radix ovata*, *Radix peregra*, *Bythinia tentaculata*) et une espèce de rivière et de ruisseau (*Ancylus cf. fluviatilis*) ; b) une plus éloignée, correspondant à la source du Mirail qui aurait charrié certaines espèces aimant vivre dans les réseaux karstiques et les milieux interstitiels (*Hauffenia sp.*, *Moitessieria sp.*, *Bythiospeum sp.*).

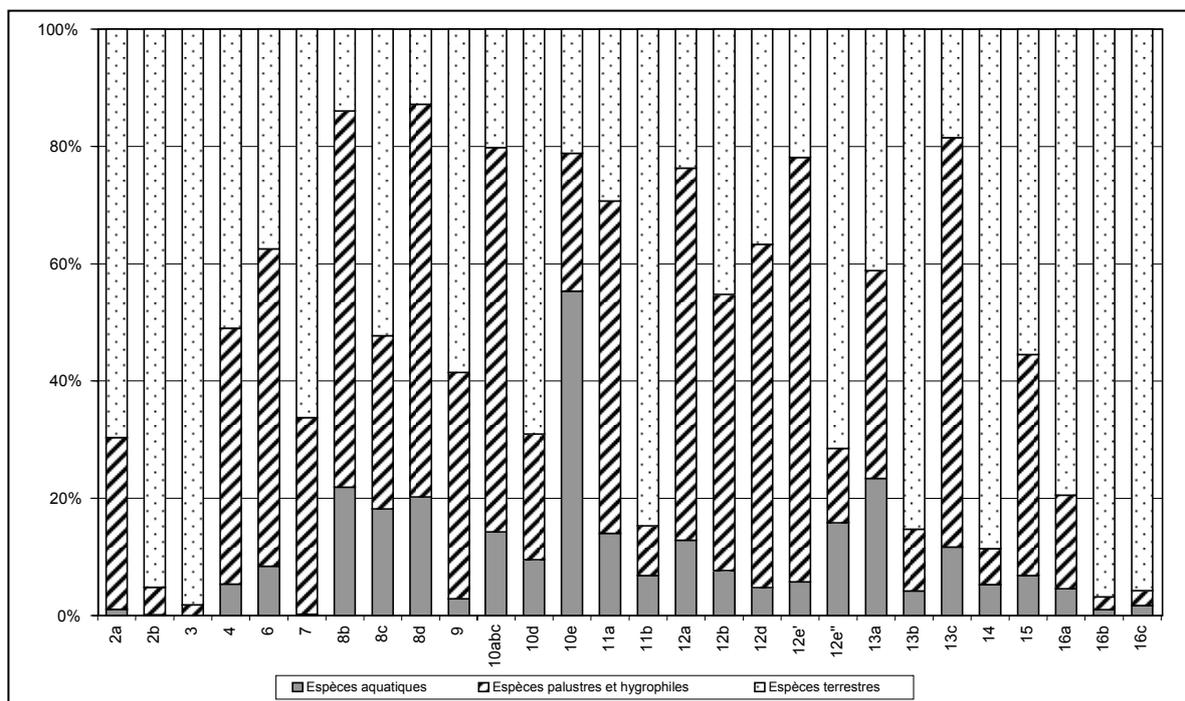


Figure 85 : Importance relative des espèces aquatiques, palustres et terrestres de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse).

6.3.2 Diagramme malacologique

Afin de suivre l'évolution environnementale le long de la séquence du Mirail en reprenant l'ordre chronologique, nous examinerons maintenant les résultats du diagramme malacologique simplifié (figure 86), en se référant également au tableau de données (annexe 34).

1ère phase : niveaux 2a, 2b (7775 ± 65 BP : fin du Boréal) et 3

Cette première phase indique la présence d'un milieu forestier ouvert et sec à la base de la séquence, dont *Pomatias elegans* et *Granaria variabilis* sont les principales caractéristiques.

La présence discrète de *Trochoidea geyeri* dans les deux premiers échantillons de la séquence suggère le passage de conditions climatiques post-glaciaires, au début de l'Holocène, à des conditions plus thermophiles : en effet, *Trochoidea geyeri* est une espèce caractéristique d'un climat froid et qui vit de nos jours sur les pelouses sommitales de la région. Elle a, par exemple, été récoltée sur le versant sud du Grand Luberon à partir de 900 m d'altitude (Labaune et Magnin, 2002) dans des formations ouvertes herbacées et/ou ligneuses basses (Magnin, 1989). Magnin a montré que la diminution de l'aire de distribution de *Trochoidea geyeri* à l'Holocène était également due aux phénomènes de compétition entre cette espèce et *Candidula unifasciata* (Magnin, 1993) : l'augmentation de la température à l'Holocène favorise *Candidula unifasciata* à basse altitude (Magnin, 1993) et on assiste au remplacement de *Trochoidea geyeri* par *Candidula unifasciata*, dès le milieu du Préboréal, sur d'autres séquences travertineuses de Provence (Magnin, 1989). Or, dans la séquence du Mirail, on constate la faible abondance de *Candidula unifasciata* dans les niveaux inférieurs et son développement seulement à partir des niveaux marquant la fin de l'Atlantique et le début du Subboréal. Cette absence dans les niveaux inférieurs peut expliquer le maintien tardif de *Trochoidea geyeri* localement, jusqu'à la toute fin du Boréal. De plus, dans l'actuel, *Trochoidea geyeri* peut également tolérer, dans certains secteurs, des conditions climatiques encore assez chaudes (des populations isolées sont ainsi présentes sur le Mont Ventoux, à une altitude de 370 m) (Magnin, 1993).

Le début de la séquence montre donc les conséquences du réchauffement climatique post-glaciaire et la mise en place d'un couvert arboré clair.

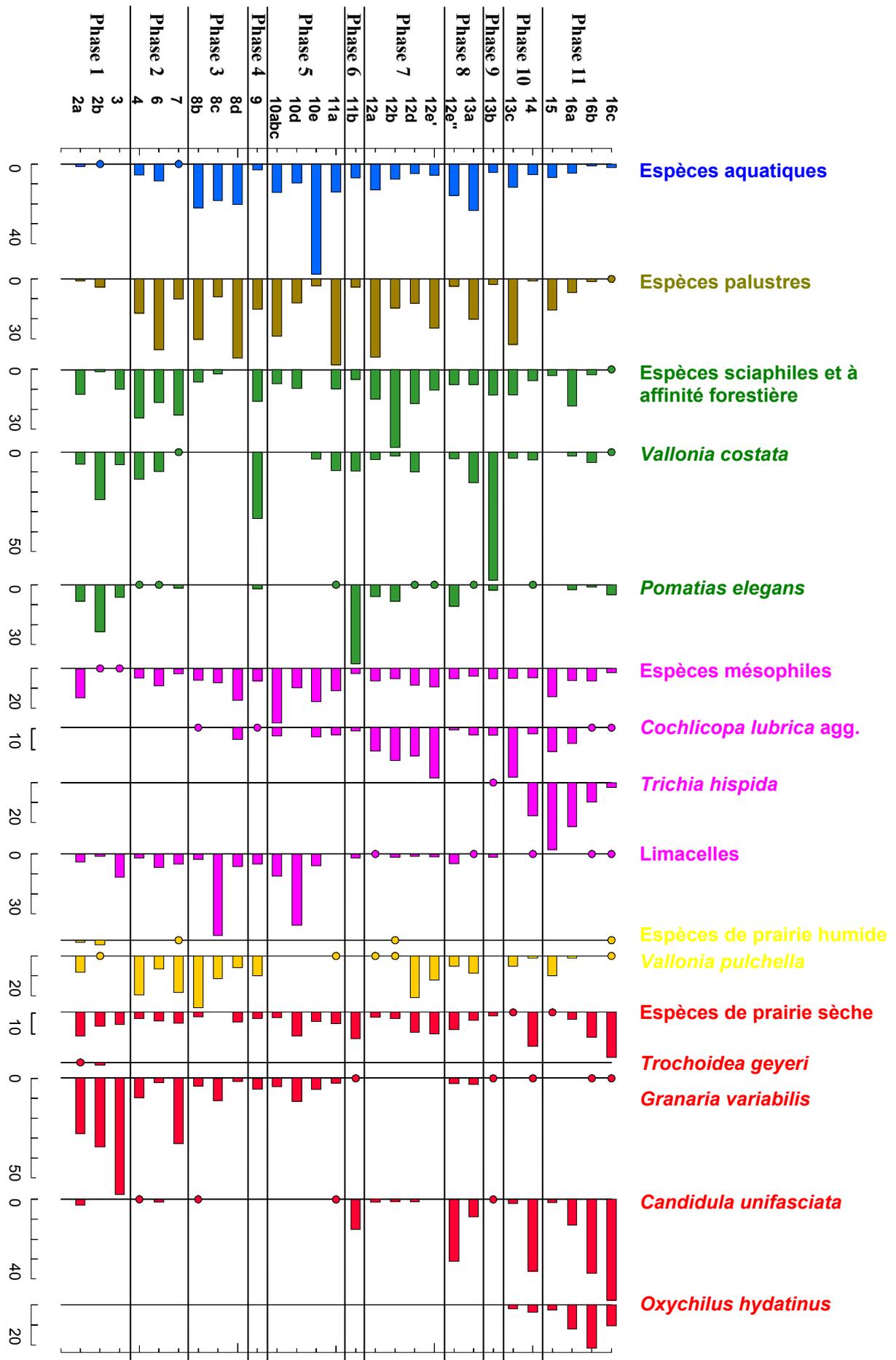


Figure 86 : Diagramme malacologique simplifié de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse).

2ème phase : niveaux 4, 6 et 7

C'est dans cette phase qu'apparaissent les espèces palustres (*Vallonia enniensis*, *Carychium minimum*, *Vertigo angustior*). Les assemblages malacologiques traduisent un paysage complexe dans lequel sont juxtaposés différents types de milieux : en effet, on y retrouve des espèces palustres en nombre important, des espèces à affinité forestière dont la part est en légère diminution par rapport à la phase précédente, des espèces de milieu ouvert et sec qui diminuent également en proportion, mais aussi une espèce caractéristique de prairie humide, abondante dans les trois échantillons (*Vallonia pulchella*). La composition de ces assemblages subit donc un véritable changement, puisque *Pomatias elegans*, une espèce de milieux forestiers secs et relativement clairs, disparaît presque totalement, corrélativement à la diminution des espèces de milieux ouverts et secs participant au cortège des milieux forestiers ouverts de la base de la séquence.

Cette phase traduit ainsi le passage de conditions forestières sèches à des conditions palustres et la mise en place d'une prairie humide, vraisemblablement suffisamment haute pour convenir encore au maintien ou à l'apparition d'espèces sciaphiles (*Cepaea nemoralis*, *Vitrea contracta*, *Punctum pygmaeum*). Cette humidification du milieu s'accompagne de l'apparition, encore très discrète, dans les niveaux 4 et 6, de *Galba truncatula*, une espèce de milieux aquatiques temporaires d'eau stagnante (plusieurs phases d'exondation dans une même année) (Yacine-Kassab, 1979).

Enfin, il est à noter que le nombre d'individus augmente de façon considérable dans l'échantillon 4, puisque 2342 coquilles y ont été récoltées.

3ème phase : niveaux 8b, 8c (6550 ± 95 BP : Atlantique) et 8d

Cette phase se caractérise par un nombre d'espèces et un nombre d'individus peu important, notamment pour l'échantillon 8c, où seulement 44 coquilles ont pu être extraites. Comme cet échantillon suit la même tendance que les deux autres du niveau 8, il a été gardé dans l'analyse malgré son insuffisance statistique.

C'est une phase caractéristique des milieux palustres, présentant une forte proportion d'espèces typiquement palustres (*Vallonia enniensis*, *Carychium minimum*, *Vertigo antivertigo*), mais aussi d'espèces ubiquistes à tendance hygrophile (les limacelles, *Cochlicopa lubrica* agg.) et *Vallonia pulchella*, une espèce de prairie humide. C'est une des phases de la séquence où les espèces aquatiques sont les mieux représentées, en valeurs relatives, en l'occurrence, comme à la phase précédente, par une seule espèce, *Galba*

truncatula, caractéristique des milieux temporaires intermittents à faible hauteur d'eau (Yacine-Kassab, 1979). Elle indique la présence de milieux stagnants qui peuvent être asséchés plusieurs fois dans l'année et parfois même pendant sept mois d'affilé. Cependant, une inondation de plus de deux mois et demi est nécessaire pour que cette espèce vive (Yacine-Kassab, 1979). De plus, cette espèce se retrouve principalement dans les milieux aquatiques au sein des milieux ouverts, de type prairies à renoncules et phragmitaies. Sa présence dans cet échantillon conforte l'image de la mise en place locale de milieux palustres.

On note, également, la disparition totale des espèces forestières et la disparition progressive des espèces de milieu ouvert et sec (*Granaria variabilis*). Cependant, le fait que *Granaria variabilis*, pourtant en diminution constante, se maintienne durant cette phase, indique qu'un habitat favorable à cette espèce (un milieu ouvert et sec) perdure aux abords de la zone palustre.

4ème phase : niveau 9

Cette phase marque le retour à des conditions plus fermées et légèrement plus sèches que durant la phase précédente : en effet, on assiste à la diminution des espèces palustres et aquatiques et à la réapparition d'espèces à affinité forestière ou sciaphiles comme *Punctum pygmaeum*, *Vitrea contracta*, *Carychium tridentatum* et *Vallonia costata*. On peut constater que l'augmentation de ces espèces n'est pas, dans cette phase, parallèle à une nouvelle augmentation de la part de *Pomatias elegans*, une espèce de milieu forestier ouvert. De plus, *Vallonia costata* a également été retrouvée dans des contextes humides, tels que les phragmitaies, au bord de l'eau (Magnin, 1991 ; Evans, 1972). On note également la forte abondance de *Vallonia pulchella*, une espèce de prairie humide. Ainsi cet assemblage marquerait la mise en place d'un couvert végétal plus haut que dans la phase précédente, mais sans véritablement marquer le retour à des conditions plus typiquement forestières, ce qui s'accorde avec la présence de *Monacha cantiana*, une espèce de broussailles. L'écoulement de la rivière est probablement alors plus concentré, comme le montre la diminution des espèces palustres et aquatiques.

Enfin, la présence discrète d'espèces de milieu ouvert et sec, comme *Granaria variabilis* et *Candidula unifasciata*, semble indiquer l'existence d'un paysage en mosaïque, avec, aux abords de la zone humide, la présence de prairies sèches.

5ème phase : niveaux 10abc, 10d et 10e et 11a (4737 ± 47 BP : fin de l'Atlantique)

Certains de ces niveaux comprennent très peu d'individus (42 pour 10d et 85 pour 10e) et très peu d'espèces (8 pour 10d et 16 pour 10e).

Ils sont marqués par la présence abondante de *Zonitoides nitidus*, de *Vallonia enniensis*, des limacelles et de *Carychium minimum*, et traduisent donc le retour des milieux palustres. Cependant, on note également la présence discrète de *Granopupa granum* et de *Granaria variabilis* qui préfèrent les habitats secs et ouverts. On peut donc supposer l'existence d'un paysage en mosaïque avec, aux abords du système travertineux, des milieux très ouverts et secs.

Le niveau 10e comporte une forte proportion d'espèces aquatiques, qui doit, néanmoins, être modérée par le faible nombre de coquilles retrouvées dans ce niveau. L'augmentation de l'abondance des espèces aquatiques est, cependant, significative et marque le début d'une période où le site est soumis aux influences plus ou moins importantes et régulières d'un milieu aquatique, même si ces influences restent globalement relativement faibles localement. Ainsi, pour ce niveau et les suivants (jusqu'au niveau 13c), on constate la présence de *Hauffenia* sp., inféodé aux sources karstiques, associée à celle de *Galba truncatula*, une espèce de milieux aquatiques temporaires intermittents (Yacine-Kassab, 1979). Ces deux taxons indiquent, comme on l'a vu plus haut, d'une part, l'écoulement du Mirail et, d'autre part, l'apparition occasionnelle de milieux aquatiques au niveau local, ce qui est à corrélérer avec l'établissement d'un milieu palustre identifié par les gastéropodes terrestres.

L'échantillon 11a se distingue des précédents par la forte augmentation de son nombre d'espèces (33) et d'individus (1797). Dans un contexte essentiellement palustre, dominé par la présence de *Vallonia enniensis* (et, en nombre moins important, d'*Oxyloma elegans*, de *Carychium minimum*, de *Vertigo antivertigo* et de *Zonitoides nitidus*), il traduit également la mise en place d'un paysage en mosaïque identifié par la présence d'espèces de milieux ouverts et secs (*Granopupa granum*, *Granaria variabilis*, *Solatopupa similis*, *Candidula unifasciata*, *Truncatellina callicratis* et *Oxychilus hydatinus*). Cette tendance est plus nette que dans les échantillons précédents. L'échantillon 11a correspond également à la réapparition des espèces sciaphiles (*Carychium tridentatum*, *Vallonia costata*, *Punctum pygmaeum*, *Vitrea contracta*) et de broussailles (*Monacha cantiana*), ce qui suggère une strate herbacée bien développée dans la zone marécageuse.

6ème phase : niveau 11b

Cet échantillon est caractérisé par le retour de *Pomatias elegans* ; c'est également l'espèce la plus abondante de l'assemblage. Les espèces palustres sont maintenant largement minoritaires, ce qui traduit un assèchement très net du milieu par rapport à la phase précédente. 11b correspond également à une augmentation importante des espèces de milieux ouverts et secs (*Candidula unifasciata*, *Truncatellina callicratis*) et d'une espèce de broussailles (*Monacha cantiana*), parallèlement à la diminution des espèces sciaphiles. Cet assemblage est caractéristique des milieux forestiers ouverts, avec une litière peu épaisse.

7ème phase : niveaux 12a, 12b, 12d et 12e'

Cette phase marque le retour à des conditions palustres après l'épisode précédent de forêt ouverte sèche. Ces conditions palustres sont illustrés par l'augmentation de *Vallonia enniensis*, de *Carychium minimum*, d'*Oxyloma elegans*, de *Vertigo antivertigo* et de *Zonitoides nitidus*. La part de *Pomatias elegans* diminue fortement, jusqu'à presque disparaître. L'abondance des espèces sciaphiles (*Punctum pygmaeum*, *Carychium tridentatum* et *Phenacolimax major*) indique la présence d'une strate herbacée assez dense dans le palud. Elle semble particulièrement bien développée dans le niveau 12b, marqué également par la présence de *Vitrea contracta*, une espèce de litière assez humide, et *Acanthinula aculeata*, une espèce assez nettement forestière. Les espèces mésophiles sont également abondantes dans les quatre niveaux de cette phase ; il s'agit principalement de *Cochlicopa lubrica* agg., une espèce ubiquiste à tendance hygrophile qui peut très bien apprécier des conditions palustres.

Il est à noter que le début de cette phase est plus nettement palustre que les deux derniers échantillons : en effet, la part de *Vallonia enniensis* (et moins fortement de *Carychium minimum* et *Vitrea contracta*) diminue progressivement tandis que la part de *Vallonia pulchella* et celle de *Monacha cantiana* augmente. On passe donc de conditions extrêmement palustres à un milieu un peu plus sec, de type prairie humide à strate herbacée haute.

8ème phase : niveaux 12e" et 13a

Cette phase est caractérisée par l'augmentation des espèces de milieu ouvert et sec (*Candidula unifasciata*, la plus abondante, *Granaria variabilis*, *Jaminia quadridens*, *Solatopupa similis* et *Granopupa granum*) et le maintien d'une légère composante palustre, surtout pour l'échantillon 13a. Elle révèle la mise en place d'un paysage en mosaïque, comme

dans la première phase, mais cette fois dominé par le milieu ouvert et sec, particulièrement bien développé pour l'échantillon 12e".

9ème phase : niveau 13b

Ce niveau est dominé par la présence de *Vallonia costata* (1295 individus sur un total de 2014 coquilles). L'interprétation paléoécologique de cet échantillon est délicate, du fait de la grande valence écologique de cette espèce. Cependant, son augmentation est associée, ici, à l'augmentation des espèces forestières (*Acanthinula aculeata* et *Clausilia rugosa*) et à une diminution des espèces typiques de milieux de pelouse (*Candidula unifasciata* notamment), comme cela a également été constaté pour la séquence holocène du dolmen de l'Ubac (cf. supra). On peut ainsi supposer que, dans cet échantillon, *Vallonia costata* est associée aux conditions de fermeture du milieu, et traduit un milieu forestier où la litière est plus abondante et plus humide que dans la première phase (échantillons 2a, 2b et 3) - dans laquelle *Vallonia costata* était minoritaire par rapport à *Pomatias elegans* - et de la sixième phase (échantillon 11b) - dans laquelle *Vallonia costata* était quasiment absente.

10ème phase : niveau 13c

On constate, dans cet échantillon, la disparition presque totale de *Vallonia costata*. Le niveau comprend un nombre réduit d'individus (265), qui traduisent le retour à des conditions plus humides (*Zonitoides nitidus*, *Carychium minimum*, *Cochlicopa lubrica* agg.) et plus ouvertes, dans un contexte à nouveau palustre.

11ème phase : niveaux 14 (4536 ± 56 BP : début du Subboréal), 15, 16a, 16b et 16c

Elle est caractérisée par le développement d'un milieu très ouvert et très sec, de type pelouse (*Candidula unifasciata*, *Candidula gigaxii*, *Oxychilus hydatinus*). Les composantes palustres précédentes ont totalement disparu et les espèces aquatiques sont quasi-absentes. Cette phase est par ailleurs fortement liée à la présence de l'homme, puisque le niveau 14 comporte des vestiges du Néolithique final.

Dans cette phase, l'échantillon 15 est un peu particulier puisqu'il contient peu de coquilles (191 individus). Il semble traduire un recul des conditions ouvertes et sèches, avec un léger retour de conditions plus humides (développement de *Vallonia pulchella*, *Zonitoides nitidus*, *Cochlicopa lubrica* agg. et *Trichia hispida*). La part importante de *Trichia hispida*, espèce caractéristique des prairies humides, indique le passage progressif d'une prairie encore

humide (échantillon 15) à une prairie très sèche (échantillons 16) marquée par la diminution de *Trichia hispida*, en parallèle avec l'augmentation de *Candidula unifasciata* (les courbes de ces deux espèces sont inversées).

6.4 Discussion

6.4.1 Comparaison avec les données sédimentologiques et anthracologiques

L'analyse anthracologique (annexe 35) révèle, pour la première phase (niveaux 2a et 2b), la présence de milieux forestiers ouverts et secs dominés par le chêne pubescent et comprenant également des espèces plus héliophiles et thermophiles comme le romarin (Beauvais et Cazorla, 2002). Les données malacologiques et anthracologiques traduisent le même environnement pour cette phase. La présence d'une chênaie ouverte à la fin du Boréal au Mirail est conforme aux données palynologiques régionales (Triat-Laval, 1978). De plus, l'étude sédimentologique montre le début d'une pédogenèse (Ollivier, 2001a), ce qui s'accorde également avec les résultats paléoenvironnementaux.

Cette formation forestière ouverte s'inscrit déjà dans un contexte travertineux. Les contraintes du terrain ne nous ont effectivement pas permis d'analyser la base de la séquence, correspondant à la phase de mise en place des premiers niveaux travertineux. Classiquement, en effet, une séquence travertineuse débute par des dépôts grossiers auxquels succède une sédimentation limono-sableuse dans un contexte environnemental de milieux ouverts et secs pléniglaciaires ou tardiglaciaires, puis de milieux plus tempérés correspondant au développement d'une végétation forestière claire (Magnin, 1988). La première phase de la séquence du Mirail correspond alors à des assemblages de transition entre ces deux types de milieux, avec la disparition des espèces de climat froid au profit d'espèces thermophiles traduisant des forêts très ouvertes. Il est à noter également que le développement de craies calcaires, dans cette première phase, ne s'accompagne pas localement de l'apparition de taxons malacologiques ou végétaux à caractère hygrophile ou aquatique. Ainsi, l'écoulement du cours d'eau semble limité à un conduit unique dont les débordements saisonniers provoquent la travertinisation.

La deuxième phase anthracologique (échantillon 3), correspondant au développement d'une ripisylve (saules et troënes) alors que la chênaie pubescente se maintient, n'est pas visible dans les assemblages malacologiques. En effet, l'échantillon 3 traduit encore, pour les escargots, un milieu de forêt méditerranéenne sèche. C'est à partir de la phase suivante (échantillons 4, 6 et 7) que les malacofaunes enregistrent une humidification du milieu et le

passage de conditions forestières sèches à des conditions palustres. Ce décalage entre les deux données paléoenvironnementales peut s'expliquer par des différences d'échelle d'observation : les gastéropodes indiquent le maintien de conditions forestières ouvertes au niveau local, alors que les charbons de bois suggèrent l'existence de berges humides le long du cours d'eau du Mirail dans une zone de répartition vraisemblablement plus large. Les variations latérales du cours du Mirail ou des différences transversales avec la végétation amont pourraient ainsi expliquer ce décalage. Enfin, cette phase d'humidification du milieu comporte de nombreuses passées caillouteuses, significatives de phénomènes d'une forte érosion à l'amont, vraisemblablement au début de l'Atlantique.

Les résultats des analyses anthracologiques et malacologiques pour la troisième phase (niveaux 8b, 8c et 8d), autour d'une date Atlantique (6550 ± 95 BP) sont encore une fois comparables, puisqu'ils traduisent indéniablement la mise en place d'un marécage au niveau local : les assemblages malacologiques sont largement dominés par les espèces typiquement palustres et hygrophiles et comportent également des escargots d'eau douce, tandis que les monocotylédones (phragmites) apparaissent dans les assemblages anthracologiques. Ces niveaux correspondent au dépôt de craies calcaires associées à des lentilles de sables travertineux (Ollivier, 2001b). Le paysage restitué par l'anthracologie est alors hétérogène, puisque se maintiennent également des végétaux mésophiles (chêne pubescent et troëne) et xérophiles (genévrier, filaire), ce qui peut être relié avec la présence discrète d'escargots également xérophiles. Ainsi, même si à l'échelle locale, le milieu est sans aucun doute marécageux, il semble qu'aux abords de la zone palustre, la forêt méditerranéenne soit suffisamment ouverte pour permettre le développement ou le maintien de plantes et d'escargots xérophiles. Cette phase ainsi que la phase précédente sont, en outre, les deux phases comportant la plus importante quantité de charbons de bois (en masses). Les incendies dont proviennent ces charbons sont probablement à corréliser avec les phénomènes de fort détritisme enregistrés dans la phase précédente et la présence de lentilles sableuses dans cette dernière phase. L'hypothèse qu'ils marquent ici les premiers défrichements néolithiques dans le vallon n'est pas à écarter, d'autant plus qu'à Tourves dans le Var, dans un contexte également travertineux, la palynologie enregistre les premiers signes de l'impact humain au début de l'Atlantique, vers $7050 \pm$ BP (Andrieu-Ponel et Ponel, 1999).

Les quatrièmes phases anthracologiques et malacologiques (niveau 9) évoquent la présence d'une ripisylve aux abords du cours d'eau dans un contexte local moins palustre et

plus sec (présence de saules et de chênes pubescents, absence des phragmites, malacofaune sciaphile et à affinité forestière et diminution des espèces palustres et hygrophiles). L'écoulement semble alors plus concentré. Les escargots suggèrent une nouvelle fois la présence de milieux ouverts et secs (présence discrète de malacofaune xérophile et de broussailles) aux abords de la ripisylve, ce que ne détecte pas l'anthracologie. Cette phase est suivie d'une épaisse passée caillouteuse, qui marque à nouveau un fort détristime en amont et qui pourrait être la conséquence d'une ouverture du milieu.

Les malacofaunes de la cinquième phase (niveaux 10abc, 10d, 10e et 11a) traduisent des milieux dominés par des conditions palustres, concomitants de la mise en place de tufs et du développement du système travertineux. Cette phase indique encore une fois, malgré un contexte globalement très palustre, la présence d'un paysage en mosaïque avec, aux abords de la zone palustre, un milieu très sec et ouvert, suggéré par la présence discrète d'espèces de pelouse. Elle n'a bénéficié d'une analyse anthracologique que pour le dernier échantillon (11a), qui est daté de la fin de l'Atlantique. Il montre la présence de genévrier, associé au chêne sclérophylle, et l'absence d'essences plus hygrophiles. Les données malacologiques et anthracologiques sont en décalage, la malacofaune enregistrant encore un milieu local globalement palustre alors que les charbons de bois indiquent déjà la phase suivante d'assèchement du milieu. A nouveau, ce décalage pourrait s'expliquer par des différences d'échelle d'observation ou par une aire assez large de provenance des charbons. Il est également à noter que cet échantillon comprend très peu de charbons identifiables (6 fragments), ce qui limite la fiabilité de l'interprétation anthracologique. De plus, le maintien local de conditions palustres dans cet échantillon est confirmé par la présence de concrétions et de traces d'oxydation autour d'empreintes racinaires dans le sédiment (Ollivier, 2001a).

La sixième phase (échantillon 11b) correspond au retour des formations forestières, à la fois pour la malacologie et l'anthracologie, parallèlement à un assèchement certain du milieu et à la disparition du marécage. L'écoulement du cours d'eau est alors plus concentré. Les essences végétales (genévrier et chêne sclérophylle) et la présence d'escargots de pelouse sèche (*Candidula unifasciata*) indiquent une forte ouverture de la forêt. Cette dégradation du milieu forestier pourrait être la conséquence d'un fort impact anthropique au niveau local. En effet, l'assèchement de la zone palustre ne peut expliquer la mise en place de formations forestières aussi ouvertes. Sans intervention anthropique, on devrait s'attendre au développement d'espèces sciaphiles et mésophiles mais non à l'arrivée brutale d'espèces

xérophiles. Il semble donc que les assemblages malacologiques et anthracologiques correspondent aux premiers stades d'une succession secondaire après une forte ouverture du milieu.

La septième phase (12a, 12b, 12d et 12e') correspond au retour de conditions humides sur le site, avec la présence d'espèces hygrophiles tant végétales (frênes, saules) que malacologiques (espèces palustres et de prairie humide). Ces deux informations indiquent la présence d'une ripisylve aux abords d'une zone d'abord très palustre ; puis le milieu s'ouvre et s'assèche légèrement dans les deux derniers niveaux de cette phase (présence d'une prairie humide assez dense selon les changements de composition des assemblages malacologiques). Du point de vue sédimentologique, cette septième phase correspond au développement de tufs et de travertins plus construits (Ollivier, 2001a).

Dans cette phase, les escargots traduisent l'absence locale de milieux ouverts et secs. En revanche, le pin d'Alep, une espèce colonisatrice des zones incendiées (Beauvais et Cazorla, 2002), est identifié dans le niveau 12b, ainsi que le genévrier, une essence héliophile, dans le niveau 12d. Ces deux taxons mettent en évidence une ouverture du milieu, qui pourrait traduire des perturbations anthropiques, coïncidant avec la présence de tessons néolithiques diffus dans ces niveaux. C'est dans la huitième phase malacologique (correspondant au niveau 12e" et 13a), non analysée du point de vue anthracologique, que cette ouverture semble avoir un fort impact sur les escargots, qui enregistrent alors nettement un milieu ouvert et sec dominant localement la légère composante palustre subsistante. Les escargots enregistreraient donc une déprise humaine dans la septième phase et une forte anthropisation à partir de la phase suivante. Le milieu palustre ou hygrophile semble ainsi localement masquer une ouverture du milieu plus précoce, visible par les données anthracologiques. Ce décalage avec les données anthracologiques est finalement intéressant, puisqu'il indiquerait que le milieu palustre et une forte travertinisation fonctionnent en même temps qu'une phase d'anthropisation. Cette ouverture du milieu, tardivement enregistrée par la malacologie au niveau local, peut, également, être l'écho d'un phénomène intervenant à une échelle spatiale plus large, par exemple plus en amont, d'autant plus que les charbons de bois de pin et de genévrier récoltés sont très peu nombreux (1 *Pinus alepensis*, 2 *Pinus t. sylvestris* et 6 *Juniperus*). En effet, les résultats des études effectuées sur le paysage actuel montrent globalement la très bonne correspondance dans le temps entre la structure de la végétation et la composition des assemblages malacologiques, notamment dans le cas des successions post-culturelles (André, 1981 ; Magnin *et al.*, 1995 ; Magnin et Tatoni, 1995).

En ce qui concerne la neuvième phase (13b) identifiée par l'analyse malacologique, les résultats entre les deux disciplines sont concordants, puisque l'anthracologie et la malacologie enregistrent, toutes les deux, un retour à des conditions forestières plus fermées et plus humides, correspondant au développement d'une ripisylve (frêne et troène, et escargots de litière fraîche et à affinité forestière), dans un contexte plus du tout palustre (absence des escargots palustres). Il semble que l'incision du cours d'eau reprenne, après les phases précédentes d'engorgement. Pour la sédimentologie, ce niveau ne correspond plus à une phase de travertinisation. Les deux indicateurs biologiques témoignent également de l'absence des espèces de milieux ouverts et secs identifiés dans les deux phases précédentes, ce qui suggère une déprise humaine sur le paysage.

La dixième phase malacologique (13c) n'a pas été analysée par l'anthracologie. Elle correspond, pour la malacologie et la sédimentologie, à un retour à des conditions palustres dans un contexte de développement de tufs calcaires.

La onzième et dernière phase (14, 15, 16a, 16b et 16c) comporte une occupation du Néolithique final (niveau 14), qui est datée du début du Subboréal. Le niveau 14 correspond à une esquisse de sol, tandis que les niveaux supérieurs témoignent d'un nouveau développement de la travertinisation comportant des faciès très construits. La prédominance de gastéropodes terrestres de pelouses sèches et de taxons végétaux xérophiiles (pin d'Alep, pin type sylvestre et genévrier) traduit une dégradation d'origine anthropique, concomitante d'un assèchement définitif du site. Une courte phase de déprise humaine est enregistrée par la malacofaune dans le niveau immédiatement supérieur au site archéologique néolithique (échantillon 15). En revanche, à partir du niveau 16a, la pression anthropique sur le paysage se fait de plus en plus forte, jusqu'à l'arrêt progressif de la sédimentation travertineuse et le début d'une phase d'incision, vraisemblablement historique. Ce changement très brutal de l'environnement à partir de l'implantation du site du Néolithique final est tout à fait comparable à l'évolution du paysage dans la séquence tourbeuse et travertineuse de Tourves dans le Var : cette séquence enregistre un changement très important du régime hydrologique au début du Subboréal (Andrieu-Ponel et Ponel, 1999) ; le marais disparaît alors au profit d'un environnement d'eau courante, dû au drainage associé aux activités agricoles, comme le montre l'entomologie et la palynologie. Dans les séquences travertineuses de Vauvenargues et de Saint-Antonin-sur-Bayon (Bouches-du-Rhône), les assemblages malacologiques montrent,

également, une rupture équivalente liée à une forte ouverture de la végétation forestière, à partir de l'installation des hommes du Néolithique (Magnin, 1991).

6.4.2 L'impact anthropique

Dans les séquences travertineuses, on constate une grande difficulté de "distinguer ce qui est propre au milieu local et ce qui est significatif d'une évolution plus générale de l'environnement" (Magnin, 1988). Pour la séquence du Mirail, c'est également le cas puisque le contexte palustre local masque en partie la lecture des changements environnementaux sur une plus large échelle. Cependant, en examinant la présence des espèces de pelouse, et notamment de *Candidula unifasciata*, on peut observer trois phases de forte ouverture du milieu aux abords de la zone palustre, qui peuvent être interprétées comme des phases d'anthropisation du paysage au niveau local : niveaux 11b, 12e" et dernière partie de la séquence (niveaux 14 à 16c). L'anthracologie confirme globalement cette analyse, même si la deuxième période d'anthropisation semble commencer plus tôt que ce qu'enregistre la malacofaune.

Pour la base de la séquence (niveaux de 2a à 6), la présence d'espèces xérophiles s'explique par la mise en place progressive de milieux forestiers à partir de la fin du Tardiglaciaire et le remplacement des espèces de steppe par des espèces thermophiles et forestières. Ce phénomène n'est pas en liaison avec l'anthropisation mais avec le réchauffement climatique du début de l'Holocène.

Trois périodes de déprise humaine sont également bien identifiées localement (niveaux 12, 13b et 13c), par l'absence d'espèces de pelouse.

Entre le haut de la séquence, qui subit des phases d'anthropisation et de déprise humaine, et la base de la séquence, qui traduit la remontée forestière post-glaciaire, les assemblages malacologiques comportent également, en faible abondance, des individus traduisant des milieux ouverts et secs, aux abords du milieu palustre. Cette présence discrète d'une malacofaune xérophile, à l'Atlantique, pourrait également constituer l'indice d'une anthropisation plus diffuse ou moins drastique au niveau local, par rapport aux phases supérieures. L'anthracologie suggère également la mise en place de paysages en mosaïque dont une composante essentielle pourrait être l'action de l'homme. Pour la séquence travertineuse de Saint-Antonin-sur-Bayon, D'Anna et Courtin émettent l'hypothèse que le système d'exploitation chasséen aurait peu perturbé le milieu en lui infligeant une pression relativement faible, les principales activités agricoles étant alors localisées dans un bassin sédimentaire à potentiel agricole plus élevé (D'Anna et Courtin, 1986). C'est également une

hypothèse intéressante dans le cas du Mirail. Ainsi, le paysage du vallon du Mirail subit des phases d'anthropisation précoces, probablement relativement limitées, mais dont la forme et l'ampleur nous sont encore actuellement inconnues. L'hypothèse d'un pâturage des marais, proposée par Brochier pour le système travertineux de La Resclauze dans l'Hérault (Brochier, 1990), nous semble également intéressante à considérer.

6.4.3 L'impact climatique

Si on reprend l'Analyse Factorielle des Correspondances, on constate que la partie négative de l'axe 1 comporte uniquement les échantillons dans lesquels un impact anthropique a été identifié (11b, 12e" et les échantillons de 14 à 16). On peut donc penser que les formations forestières peuvent être nettement séparées en deux groupes : d'une part, les forêts ouvertes dégradées par l'action de l'homme (11b et 12e") et, d'autre part, les forêts ouvertes "naturelles" de la fin du Boréal et du début de l'Atlantique (2a, 2b et 3). L'échantillon 13b fait partie de ce dernier groupe ; c'est le seul échantillon qui traduit à la fois une déprise humaine et une reconquête forestière, dans un contexte local sec, contrairement aux niveaux 12 et à l'échantillon 13c qui montrent une déprise humaine en liaison avec le retour de conditions palustres. L'assèchement du marais et la reprise forestière qui accompagne la mise en place de l'assemblage 13b pourraient peut-être s'expliquer par un changement climatique à la fin de l'Atlantique. En effet, dans la séquence travertineuse de La Resclauze (Gabian, Hérault), Brochier (1988) a mis en évidence à l'Atlantique récent (aux alentours de 3400 BC) des périodes d'assèchement et d'interruption de la sédimentation carbonatée dans le marais. Ces épisodes sont liés à de courtes crises rhéxistasiques à caractère xérique marqué (Brochier, 1990), sans que soit identifiées des pressions anthropiques particulières sur le milieu. Cette crise pourrait s'exprimer localement, dans la séquence travertineuse du Mirail, par un assèchement du marais, dont l'échantillon 13b serait l'expression.

Il est, par ailleurs, difficile d'expliquer les variations locales du degré d'humidité, et notamment les épisodes de paludification qui s'expriment particulièrement bien dans les phases malacologiques 3, 5, 7 et 10. L'éventualité de péjorations climatiques peut effectivement être envisagée pour expliquer cette augmentation locale de l'humidité. En effet, plusieurs géomorphologues et sédimentologues ont, par exemple, identifié une crise climatique à la charnière Atlantique/Subboréal, liée à l'augmentation des flux hydriques, dans les Alpes du Sud et en Basse Provence (Jorda et Provansal, 1996 ; Miramont *et al.*, 1999). Cependant, ces changements locaux du degré d'humidité dans la séquence malacologique du Mirail pourraient également être dus à des fluctuations latérales du ou des chenal(aux).

Enfin, à l'Atlantique, on constate au Mirail que la travertinisation est parfois interrompue par des passées caillouteuses témoignant d'un fort détritisme. Ces phases de détritisme peuvent être interprétées comme des épisodes torrentiels déclenchés par des dégradations climatiques (Jorda et Provansal, 1996 ; Jorda *et al.*, 2002). Il semble également qu'une explication anthropique à ces phénomènes puisse être avancée, comme cela l'a été, par exemple, pour la formation travertineuse du Jonquier (Salernes, Var) et de Saint-Antonin-sur-Bayon (Bouches-du-Rhône) au Chasséen (D'Anna et Courtin, 1986). Ces phases de détritisme s'intercalent, effectivement, au Mirail, entre des périodes de mise en place de paysages en mosaïque liés à l'action de l'homme dans un contexte globalement palustre (2ème et 3ème phases malacologiques). Dans l'état actuel de nos connaissances, nous ne pouvons cependant pas trancher entre les deux explications possibles, qui peuvent également être combinées.

6.4.4 L'évolution de la travertinisation dans le ravin du Mirail

Le développement du système travertineux du Mirail commence au moins à la fin du Boréal et dans un environnement de forêt en cours de fermeture. Or, selon Vaudour (1993) et Ollivier (2001b), l'élaboration de tufs calcaires et de travertins attestent d'un milieu boisé, humide et tempéré en amont qui permet la limitation des phénomènes érosifs. Il est indéniable que des forêts tempérées de ce type ne sont pas encore en place dans le vallon du Mirail quand commence la travertinisation, comme le montrent les études malacologiques et anthracologiques. Cependant, selon Magnin (1991), l'installation d'un couvert forestier encore très clair contribue au ralentissement des phénomènes érosifs, dès le Boréal. Ce couvert forestier clair semble finalement suffisant dans le vallon du Mirail au démarrage du système travertineux, qui se développe ensuite progressivement à l'Atlantique dans des conditions biotiques optimales (Magnin, 1991). Dans le paysage actuel, Camus a également montré que l'édification des barrages travertineux est essentiellement imputable à la poussée biologique, liée à la déprise rurale de l'après-guerre (Camus, 1990).

Pendant l'édification de la séquence travertineuse à l'Atlantique, les malacofaunes de la séquence du Mirail permettent de constater la faible représentation des milieux aquatiques, ce qui est assez surprenant à première vue. Cette faible abondance des escargots aquatiques est assez rare dans les formations travertineuses étudiées par ailleurs (André, 1990 ; Magnin, 1990 ; Magnin *et al.*, 1991). Pour l'édifice travertineux de la Cascade à Vauvenargues (Bouches-du-Rhône) construit entre le Préboréal et le Subboréal, Magnin et Thinon avaient également remarqué la faible représentation des espèces aquatiques et l'absence totale des espèces palustres dans les phases travertineuses (Magnin et Thinon, 1988). Cette très faible

abondance des espèces aquatiques au Mirail peut être due au fait qu'un système travertineux de ce type n'a pas besoin d'un fort débit, d'une épaisse tranche d'eau, ni d'un milieu aquatique pérenne pour fonctionner. Il semble qu'une phase de travertins *stricto sensu* (Magnin, 1988), correspondant à l'existence de vrais milieux aquatiques, ne se soit jamais mise en place dans la séquence du Mirail. Cette dernière correspondrait plutôt à des dépôts palustres formés en amont d'un barrage travertineux situé en aval de la coupe.

Comme à Saint-Antonin-sur-Bayon et Meyrargues (Magnin et Thinon, 1988 ; Magnin *et al.*, 1988) ou à la Cascade du Tombereau sur l'Argens (Var) (Magnin, 1990), l'implantation humaine sur le site du Mirail semble avoir eu un effet limité sur la travertinisation et son arrêt. Alors qu'au Subboréal, la forêt est plus fortement dégradée au Mirail qu'au Grand Vallat de Meyrargues (Magnin, 1991), dans aucune de ces deux séquences, cette dégradation a remis en cause le fonctionnement du système travertineux. De plus, les phases néolithiques et postérieures correspondent au Mirail aux couches de travertins les plus construits alors que le milieu est fortement ouvert, ce qui semble être contradictoire avec Vaudour (1986 ; 1993) qui indique qu'il faut "une ripisylve bien développée dans leur environnement immédiat" et "des écoulements abondants, peu turbides et non pollués et une occupation humaine clairsemée" pour une sédimentation travertineuse. Brochier avait, cependant, également constaté que "les encroûtements massifs deviennent de plus en plus fréquents à mesure que l'on se rapproche de l'époque romaine" pour le système travertineux de La Resclauze dans l'Hérault, phénomène qu'il explique par un "ralentissement considérable des vitesses de sédimentation" lié à une diminution de l'efficacité des processus de carbonatation due à une anthropisation croissante (Brochier, 1990). On peut reprendre cette explication à notre compte pour comprendre la formation de travertins très construits durant la période d'occupation néolithique du site du Mirail. Enfin, même si la pression humaine du Néolithique semble localement forte au Mirail, elle n'est peut-être pas suffisante, dans la durée ou dans l'extension spatiale, pour mettre en péril l'édifice travertineux.

L'édifice travertineux du Mirail s'interrompt brutalement, vraisemblablement pendant le Subboréal (Ollivier, 2001a). Vaudour distingue deux cas dans l'arrêt d'un système travertineux (Vaudour, 1994) : a) la construction travertineuse se poursuit plus lentement et sous une forme dégradée durant tout le Subboréal après un accident détritique bref vers 4000 BP (Pont-de-Joux, Grand Vallat de Meyrargues). Ce type d'évolution caractérise les vallées où la présence de l'homme est peu marquée ou inconnue au Néolithique ancien et moyen. b) Après des accidents détritiques à l'Atlantique, la construction travertineuse s'interrompt définitivement au cours du Subboréal. Ce deuxième cas concerne des secteurs

fortement occupés au Mésolithique et surtout au Néolithique ancien et moyen, comme le vallon de Fontbrégoua. Il semble que la séquence du Mirail s'apparente plus au deuxième cas, même si la fin de la travertinisation n'a pas été datée avec précision.

Enfin, le vallon du Mirail s'est incisé en deux temps (Ollivier, 2001a ; Ollivier, 2001b) : une première incision est identifiée avant le IV^{ème} siècle ap. J.-C., probablement à l'époque gallo-romaine, et une deuxième, majeure, semble être très récente, comme l'atteste le démantèlement de fours à chaux, vraisemblablement modernes, présents dans certaines séquences du vallon du Mirail.

6.5 Conclusion

L'analyse malacologique de la séquence holocène du Mirail montre des variations environnementales importantes entre la base de la coupe et les niveaux supérieurs dominés par le fort impact anthropique. Le contexte local palustre, lié au système travertineux, pourrait de prime abord biaiser la lecture des changements environnementaux sur une plus large échelle ; cependant la présence d'espèces typiquement terrestres, forestières ou de milieu ouvert, dans l'ensemble de la séquence, a permis de montrer le développement de paysages en mosaïque, liés à différents degrés d'impact anthropique.

A la fin du Boréal (phase 1), la forêt ouverte traduit le réchauffement post-glaciaire. Au début de l'Atlantique (phases 2 et 3), un marécage se développe dans des conditions climatiques optimales. A l'Atlantique, on enregistre la présence de paysages en mosaïque avec des milieux ouverts et secs, plus ou moins lointains, aux abords de la zone palustre (phases 4, 5, 6 et 8) - à associer aux impacts anthropiques - alternant avec des périodes de reconquête du marécage (phases 7 et 10) ou de formations forestières plus fermées (phase 9) - correspondant à des déprises humaines. Au Subboréal (phase 11), le paysage est ouvert et sec tandis que le marécage disparaît en corrélation avec un impact anthropique très fort.

L'étude de la séquence travertineuse du Mirail permet de constater que la chênaie caducifoliée de l'Atlantique décrite par les études palynologiques régionales (Triat-Laval, 1978) est beaucoup moins fermée et homogène localement que ne le suggère ces analyses. En effet, à la base de la séquence, la forêt est encore ouverte ; les études malacologiques et anthracologiques montrent, ensuite, rapidement, une forêt déjà dégradée par l'action de l'homme.

Enfin, on ne constate pas au Mirail l'arrivée des espèces d'escargots méditerranéens, qui apparaissent, par exemple, dans les niveaux supérieurs de la formation travertineuse de la coupe du Grand Vallat à Meyrargues à la fin du Subboréal (présence de *Cerņuella virgata*, *Cochlicella barbara*) (Magnin, 1988). Cette absence peut s'expliquer par une arrivée plus tardive de ces taxons, dans ce ravin du piémont du Luberon, comme c'est le cas également pour le site du dolmen de l'Ubac (cf. supra).

7 La grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône)

La grotte du Mourre de la Barque fait partie d'un ensemble de deux cavités, découvertes en 1992 dans les escarpements du défilé du Mirabeau. Contrairement à sa voisine, le remplissage de la grotte étudiée ici a une puissance de plus de deux mètres, comprenant une succession d'occupations humaines du Paléolithique supérieur à l'époque moderne. Ce site, tout à fait exceptionnel pour la connaissance des cultures du Néolithique moyen et ancien, a fait, et fait encore, l'objet d'analyses complètes par une équipe interdisciplinaire regroupant des archéologues, des sédimentologues et des paléoenvironnementalistes.

L'analyse malacologique de la séquence du Mourre de la Barque a été entamée par Frédéric Magnin, en ce qui concerne les niveaux supérieurs protohistoriques. Il m'a aimablement confié la suite de l'étude, pour les différents niveaux néolithiques. L'exposé qui suit reprend l'ensemble de la séquence jusqu'à présent analysée et repose donc également en partie sur les résultats du travail de Frédéric Magnin (Renault *et al.*, 1996-1997).

7.1 Le site d'étude

7.1.1 Situation géographique et cadre géomorphologique

Le site de la grotte du Mourre de la Barque est localisé dans la commune de Jouques, au nord des Bouches-du-Rhône, sur la rive gauche de la Durance. La grotte s'inscrit dans un escarpement calcaire assez raide, à 60 m en hauteur du cours actuel de la Durance, et à une altitude de 280 m (figure 87 et figure 88). Elle s'ouvre au contact d'un talus de colluvions lœssiques et de l'escarpement rocheux. Cet escarpement correspond à la partie méridionale du défilé par lequel la Durance coupe l'anticlinal de Mirabeau, un petit massif calcaire du Jurassique, dans un contexte général de reliefs de transition de faible altitude qui séparent les Préalpes de la basse Provence (Renault *et al.*, 1996-1997).

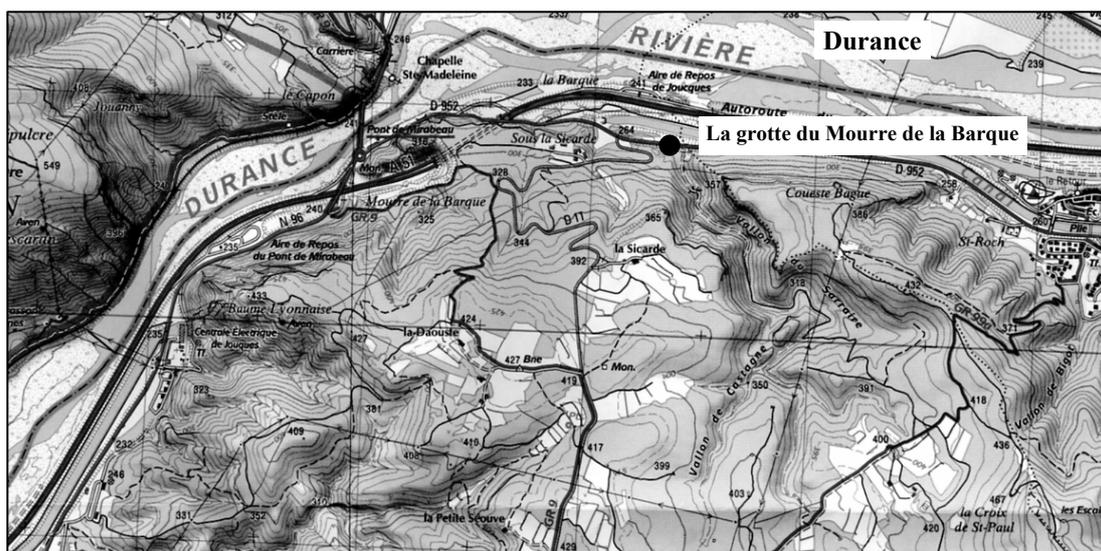


Figure 87 : Carte de localisation de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône). Extrait de la carte IGN au 1:25000.

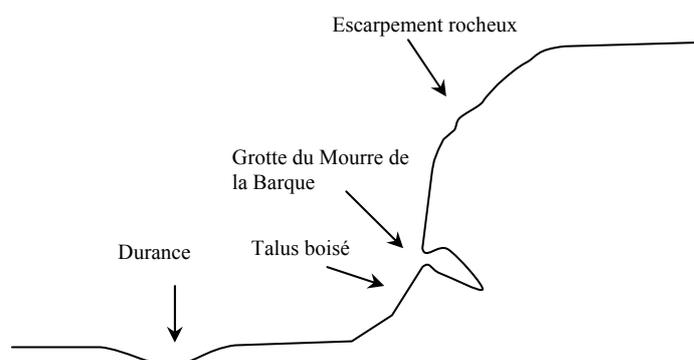


Figure 88 : Schéma de localisation de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône).

7.1.2 Contexte environnemental actuel

La zone étudiée appartient au climat de type méditerranéen subhumide (classification d'Emberger ; 1930). Il est caractérisé par une température moyenne annuelle comprise entre 11°C et 12,5°C ; il comprend deux mois secs ($P < 2T$) et deux à trois mois froids ($T < 7^{\circ}\text{C}$) (CNRS, 1975).

La végétation appartient à l'étage mésoméditerranéen (CNRS, 1970). Elle est actuellement dominée, autour de la grotte, sur le talus, par le buis et le chêne vert, qui forment une forêt touffue. L'escarpement rocheux est, par ailleurs, recouvert de garrigues.

7.1.3 Contexte archéologique

Cette partie de la vallée de la Durance a livré de nombreux sites archéologiques, dont certains ont fait l'objet de fouilles, notamment la grotte de l'Adaouste (ou Baume Lyonnaise), à quelques dizaines de mètres au-dessus du Mourre de la Barque. Dans cette grotte, ont été découverts des niveaux chalcolithiques, du Néolithique moyen, magdaléniens et moustériens (Courtin, 1974 ; Escalon de Fonton, 1952 ; Onoratini, 1988 in Van Willigen, 2002). Un habitat mésolithique sauveterrien a également été fouillé à l'abri du Pey de Durance (Bretagne, 1986), ainsi que deux dolmens à couloir du Chalcolithique et du Bronze ancien, les dolmens de Cudières, dans les environs du site du Mourre de la Barque (Sauzade, 1988 in Van Willigen, 2002).

Différentes traces d'occupation humaine ont également été repérées à proximité du site du Mourre de la Barque : un important village chalcolithique à la Bastide Blanche à Peyrolles (Courtin, 1974), des sites du Néolithique final sous la Sicarde à Jouques et à la station de Baragne à Jouques (Van Willigen, 2002) et un petit abri sous roche en rive droite de la Durance, aux Quatre Tours à Mirabeau, comportant du matériel mésolithique (J.-P. Bracco et J.-L. Guendon, comm. perso. d'après Van Willigen, 2002).

7.2 Les structures archéologiques, d'après Renault (1994), Renault *et al.* (1996-1997) et Van Willigen (2002)

La cavité du Mourre de la Barque est de dimensions réduites, puisqu'elle ne dépasse pas 30 m², pour une hauteur de 15 m. Elle "s'est développée selon le plan de stratification du massif et résulte d'une dissolution karstique" (Renault *et al.*, 1996-1997), probablement d'origine hydrothermale (Audra *et al.*, 2003). "Les strates calcaires accusent un fort pendage vers le sud-ouest, soit vers le centre du massif. Le remplissage de la grotte suit en moins prononcé le même pendage" (Renault *et al.*, 1996-1997). Une chatière et deux ouvertures hautes dans la paroi nord ont permis le piégeage dans la cavité de sédiments provenant du sommet du massif. Enfin, des éboulements de plusieurs strates calcaires ont été repérés dans la partie occidentale de la grotte.

Cette grotte a fait l'objet, tout d'abord, d'un sondage urgent en février 1993, puis d'une fouille de sauvetage en juillet 1993 et enfin d'une fouille programmée pluriannuelle de 1994 à 1999, dirigées par Stéphane Renault (ESEP, Aix-en-Provence). Une fouille programmée pluriannuelle a repris en 2002, sous la direction de Samuel Van Willigen (ESEP, Aix-en-Provence).

Une succession de niveaux d'occupation a été détectée dans la grotte : au-dessous de quelques vestiges médiévaux et modernes dans la partie supérieure de la stratigraphie, des couches protohistoriques de l'âge du Fer, de l'âge du Bronze final, du Bronze moyen et du Bronze ancien ont été fouillées ; le Néolithique est représenté par différents niveaux chalcolithique, du Néolithique final, chasséen et cardial, dont les plus anciens sont encore en cours de fouille. Enfin, un sondage profond a détecté des vestiges du Paléolithique supérieur à la base du remplissage.

Les archéologues ont mis au jour différentes structures plus ou moins bien conservées dans des couches sédimentaires très anthropisées, comprenant notamment des charbons de bois, des tessons de céramique, des témoins d'industrie lithique, du mobilier métallique, des éléments de parure en coquillages marins, des outils en os, des ossements animaux, des coquilles marines et quelques restes humains. Les structures déjà fouillées sont principalement des foyers en cuvette avec cendres et pierres brûlées, pour les niveaux protohistoriques, chasséens et cardiaux, et des petites fosses chasséennes. La grotte contient également un muret en pierre sèche d'époque moderne.

Les occupations du Néolithique ancien correspondent au Cardial franco-ibérique du Midi de la France (Van Willigen, 2002).

7.3 Description de la séquence prélevée

Le remplissage de la grotte est globalement constitué de limons plus ou moins fins et de niveaux cendreaux (tableau 8, figure 89 et figure 90). La fouille du site n'étant pas encore terminée, nous n'avons pu analyser les prélèvements que jusqu'au premier niveau des occupations cardiales.

Prélèvements malacologiques	Descriptions sédimentologiques	Attributions chronologiques
MB 1	Sédiment pulvérulent	Moyen Age/Moderne
MB 2	Limons gris orangé très fins, avec quelques blocs calcaires d'effondrement et traces de rubéfaction	Premier âge du Fer/âge du Bronze final IIIb
MB 3	Sédiment sablo-limoneux orangé, avec des galets plats en grès	Premier âge du Fer/âge du Bronze final IIIb
MB 4a	Sédiment très caillouteux de couleur orangé, avec présence de foyers	Bronze final IIIb
MB 5	Limons fortement anthropisés, brun, caillouteux avec zones rubéfiées orangées ; présence d'un foyer	Bronze moyen évolué
MB 6a	Sédiment brun grumeleux, avec peu de cailloutis et taches cendreuseuses éparses	Bronze moyen évolué/Bronze ancien
MB 6b	Sédiment brun gris grumeleux, avec peu de cailloutis et taches cendreuseuses éparses	Bronze moyen évolué/Bronze ancien
MB 7	Limons gris et caillouteux	Chalcolithique/ Néolithique final
MB 8	Limon brun avec de nombreux charbons de bois ; présence d'un foyer	Chalcolithique/ Néolithique final
MB 9	Niveau limono-sableux clair ; stérile en matériel archéologique	?
MB 10	Limon orangé, avec présence de galets plats	Néolithique moyen (chasséen)
MB 11	Limon gris, induré	Néolithique moyen (chasséen)
MB 12	Limon ocre orangé très fin avec quelques cailloux	Néolithique moyen (chasséen)
MB 13	Niveau cendreuseux induré gris ; stérile en matériel archéologique	Néolithique moyen (chasséen)
MB 14a	Niveau limoneux jaune orangé	Néolithique moyen (chasséen)
MB 14b	Niveau limoneux jaune orangé	Néolithique moyen (chasséen)
MB 14c	Niveau limoneux jaune orangé	Néolithique moyen (chasséen)
MB 15a	Niveau cendreuseux	Néolithique moyen (chasséen)
MB 15b	Niveau limoneux de couleur beige jaune, induré avec petite blocaille	Néolithique moyen (chasséen)
MB 15c	Niveau cendreuseux	Néolithique moyen (chasséen ancien)
MB 16	Niveau limoneux brun	Néolithique ancien (cardial)

Tableau 8 : Description sédimentologique des niveaux de la séquence de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône) et attributions chronologiques, d'après Renault *et al.* (1996-1997).

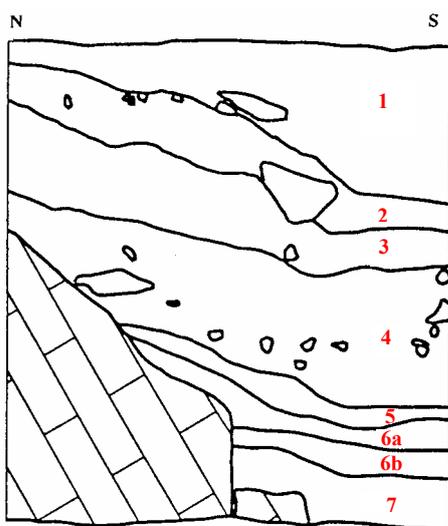


Figure 89 : Coupe stratigraphique et position des échantillons historiques et protohistoriques du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône). Dessin de S. Renault.



Figure 90 : Séquence sédimentaire des niveaux néolithiques du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône). Cliché de J.-E. Brochier.

7.4 Résultats malacologiques

7.4.1 Composition des assemblages malacologiques

L'analyse malacologique porte sur 21 échantillons. Ils ont livré 20095 coquilles réparties en 43 espèces terrestres et 4 taxons aquatiques (annexe 36).

En examinant le tableau de données, on constate que les assemblages malacologiques sont largement dominés par trois espèces rupicoles (*Solatopupa similis*, surtout, *Chondrina avenacea* et *Pyramidula rupestris*). Ces trois espèces représentent entre 60 et 85 % des assemblages (figure 91). Leur abondance s'explique par le contexte local de pied d'escarpement. Dans un relevé qualitatif effectué aux alentours de la grotte, sur le paysage actuel, ces trois espèces lapidicoles ont été effectivement retrouvées en abondance sur la paroi rocheuse surplombant la grotte (annexe 37). Elles constituent en fait un bruit de fond masquant en partie les changements environnementaux qui affectent le paysage autour de la grotte.

Le remplacement progressif de *Chondrina avenacea* par *Pyramidula rupestris* dans le haut de la séquence, à partir de l'échantillon 6a, (annexe 36) est une première indication des changements environnementaux qui affectent le paysage environnant la grotte au cours du

temps. En effet, en plus de son caractère rupicole, *Chondrina avenacea* est plutôt une espèce de milieux ouverts et de parois rocheuses bien exposées au soleil, contrairement à *Pyramidula rupestris* qui peut également vivre sur les parois rocheuses ou les rochers dans les milieux forestiers (Kerney *et al.*, 1999). Germain (1930) signale, par exemple, qu'elle est parfois abondante dans "les forêts de sapins des Alpes". Cette dernière espèce semble donc pouvoir tolérer des habitats ombragés, car elle n'est pas exclusivement xérophile (Favre, 1927), alors que *Chondrina avenacea* est plus nettement héliophile.

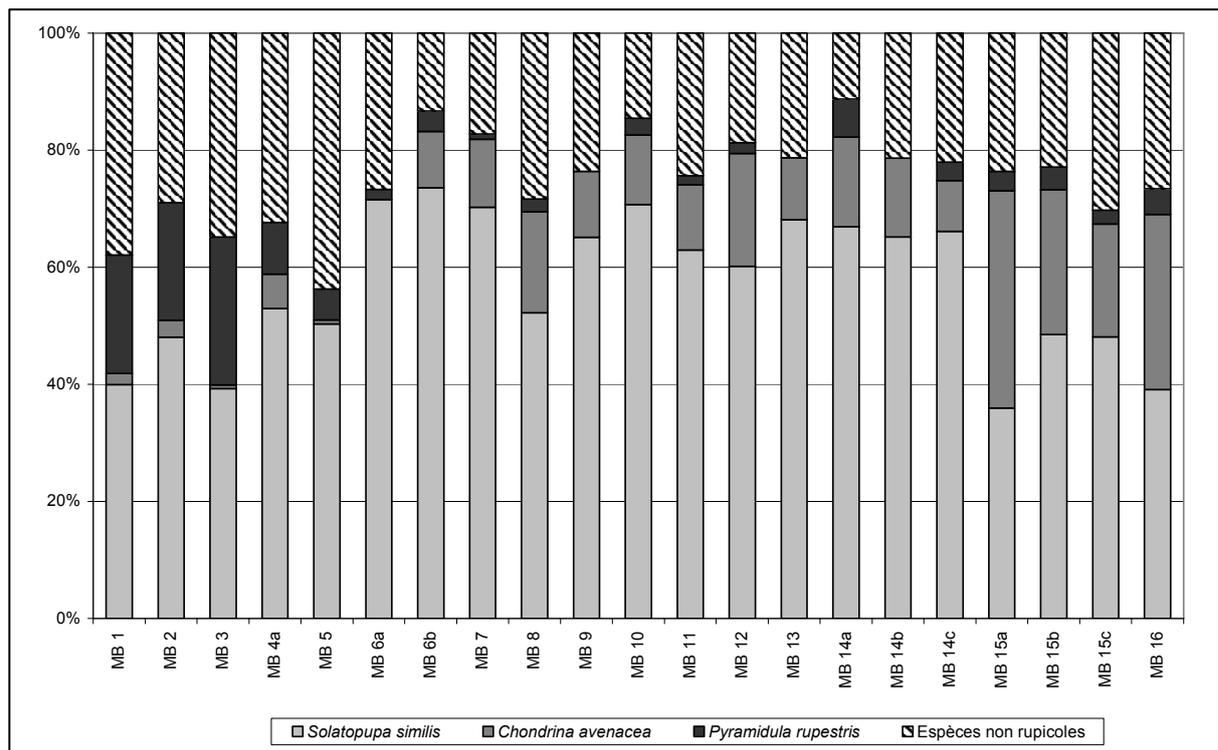


Figure 91 : Proportion des espèces rupicoles et du reste des assemblages malacologiques du site de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône).

Douze espèces sont considérées comme "allochtones". Il s'agit des quatre taxons aquatiques (*Stagnicola palustris*, *Bythiospeum* sp., *Galba truncatula* et *Pisidium* sp.), de deux espèces palustres (*Oxyloma elegans* et *Carychium minimum*) et de cinq espèces de prairie humide ou hygrophiles (*Pupilla muscorum bigranata*, *Vallonia pulchella*, *Succinea oblonga*, *Euconulus fulvus*, *Cochlicopa lubrica* agg. et *Vertigo pygmaea*). Leur signification écologique est très différente de celle donnée par le reste des assemblages malacologiques, qui indique des milieux plus secs. Leur présence dans les assemblages du Mourre de la Barque ne peut avoir une explication écologique, étant donné la position topographique de la grotte. Ainsi, la

faible abondance de ces individus et leur écologie nous permettent de les considérer comme des éléments "allochtones", probablement amenés par l'homme à partir d'autres types de milieux. Au total, ces différentes espèces n'ont été récoltées qu'en très petit nombre puisque, pour les 21 échantillons considérés, elles n'ont livré, au total, que 75 individus.

On peut donc considérer qu'il y a deux sources de provenance des coquilles dans les assemblages de la séquence de la grotte du Mourre de la Barque : une clairement identifiée comme des apports anthropiques, vraisemblablement involontaires et probablement dus à des transports de matériaux, et une seconde, locale, qui nous indique l'évolution du paysage au niveau de la grotte.

7.4.2 Analyse Factorielle des Correspondances

Afin de mieux suivre l'évolution environnementale du site depuis le Néolithique cardial, les trois espèces rupicoles ne font pas partie de la matrice soumise à l'Analyse Factorielle des Correspondances. Elles ont été placées en variables supplémentaires. Les espèces "allochtones" sont en revanche totalement écartées de la matrice de données. Finalement, la matrice de l'AFC porte sur 4514 coquilles, réparties en 31 espèces (les variables) et 21 échantillons (les individus).

Le premier plan factoriel représente 60,4 % de l'inertie (37,5 % pour l'axe 1 et 22,9 % pour l'axe 2) (figure 92 et figure 93). L'axe 3, qui représente 10,6 % de l'inertie, n'a pas de signification écologique évidente, d'autant plus que le premier plan factoriel a une très forte inertie.

L'axe 1 oppose *Clausilia rugosa* (7,7 %), *Lauria cylindracea* (7,2 %) et *Urticicola glabellus* (4,4 %) sur le côté négatif, à *Granaria variabilis* (**61,4 %**) et *Jaminia quadridens* (5,3 %) sur le côté positif.

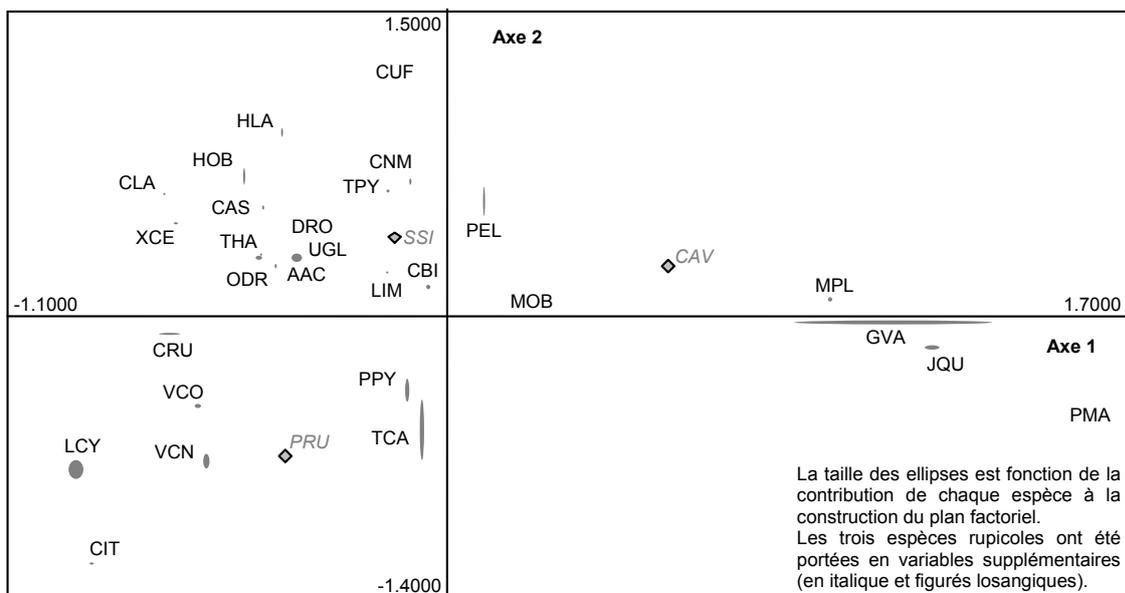
Pour les échantillons, le côté négatif de cet axe comprend MB 1 (11,8 %), MB 2 (7,2 %) et MB 7 (6,7 %) (et pour les échantillons les plus fortement corrélés à l'axe : MB 3, MB 5, MB 6a, MB 7 et MB 10) ; le côté positif comprend MB 16 (**41,9 %**), MB 15c (13,4 %) et MB 15a (8,6 %) (et pour les échantillons les plus fortement corrélés à l'axe : MB 13 et MB 15b).

L'axe 1 oppose des espèces de milieux ouverts et secs (*Granaria variabilis* et *Jaminia quadridens*), sur la partie positive, à des espèces à affinité forestière (*Urticicola glabellus*, *Clausilia rugosa* et *Lauria cylindracea*), sur la partie négative. La partie négative de l'axe 1 comporte également tout un panel d'espèces, fortement corrélées à l'axe, qui sont

majoritairement à affinité forestière ou sciaphiles (*Oxychilus draparnaudi*, *Vitrea contracta*, *Helicodonta obvoluta*, *Acanthinula aculeata*, *Charpentieria itala*, *Discus rotundatus*, *Helicigona lapicida* et *Cochlodina laminata*). On constate aussi la présence de quelques espèces de milieux plus ouverts mais qui peuvent parfois tolérer un couvert arbustif ou arboré assez développé (*Xerosecta cespitum*, *Testacella haliotidea*) et de *Vallonia costata*, qui a une large valence écologique, mais que l'on a principalement retrouvé à l'Holocène dans des contextes fermés (cf. supra).

La place de *Phenacolimax major*, une espèce mésophile, dans la partie positive de l'axe 1, parmi les espèces de milieux ouverts, s'explique par sa rareté et sa présence exclusive dans l'échantillon MB 16. C'est également le cas pour *Macrogastera plicatula*, typiquement forestière, que l'on a pu retrouver qu'en un seul exemplaire dans l'échantillon MB 15b.

On peut ainsi dire que l'axe 1 représente un gradient d'ouverture des formations forestières. Il distingue cependant particulièrement les formations végétales très basses et xériques, caractérisées par *Granaria variabilis* et *Jaminia quadridens*, associées aux échantillons les plus anciens (phases anciennes du chasséen et Néolithique cardial), de l'ensemble des autres types de milieux présents dans la séquence.



AAC : *Acanthinula aculeata* (Müller 1774) ; **CAS** : *Cryptomphalus aspersus* (Müller 1774) ; **CAV** : *Chondrina avenacea* (Bruguière 1792) ; **CBI** : *Clausilia bidentata* (Ström 1765) ; **CIT** : *Charpentieria itala* (Martens 1824) ; **CLA** : *Cochlodina laminata* (Montagu 1803) ; **CLU** : *Cochlicopa lubrica* agg. (Müller 1774) ; **CNM** : *Cepaea nemoralis* (Linné 1758) ; **CRU** : *Clausilia rugosa* (Draparnaud 1801) ; **CUF** : *Candidula unifasciata* (Poiret 1801) ; **DRO** : *Discus rotundatus* (Müller 1774) ; **GVA** : *Granaria variabilis* (Draparnaud 1801) ; **HLA** : *Helicigona lapicida* (Linné 1758) ; **HOB** : *Helicodonta obvoluta* (Müller 1774) ; **JQU** : *Jaminia quadridens* (Müller 1774) ; **LCY** : *Lauria cylindracea* (da Costa 1778) ; **LIM** : Limacelles ; **MOB** : *Merdigera obscura* (Müller 1774) ; **MPL** : *Macrogastra plicatula* (Draparnaud 1801) ; **ODR** : *Oxychilus draparnaudi* (Beck 1837) ; **PEL** : *Pomatias elegans* (Müller 1774) ; **PMA** : *Phenacolimax major* (Férussac 1807) ; **PPY** : *Punctum pygmaeum* (Draparnaud 1801) ; **PRU** : *Pyramidula rupestris* (Draparnaud 1801) ; **SSI** : *Solatopupa similis* (Bruguière 1792) ; **TCA** : *Truncatellina callicratis* (Scacchi 1833) ; **THA** : *Testacella haliotidea* (Draparnaud 1801) ; **TPY** : *Trochoidea pyramidata* (Draparnaud 1805) ; **UGL** : *Urticicola glabellus* (Draparnaud 1801) ; **VCN** : *Vitrea contracta* (Westerlund 1871) ; **VCO** : *Vallonia costata* (Müller 1774) ; **XCE** : *Xerosecta cespitum* (Draparnaud 1801).

Figure 92 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Vaucluse). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.

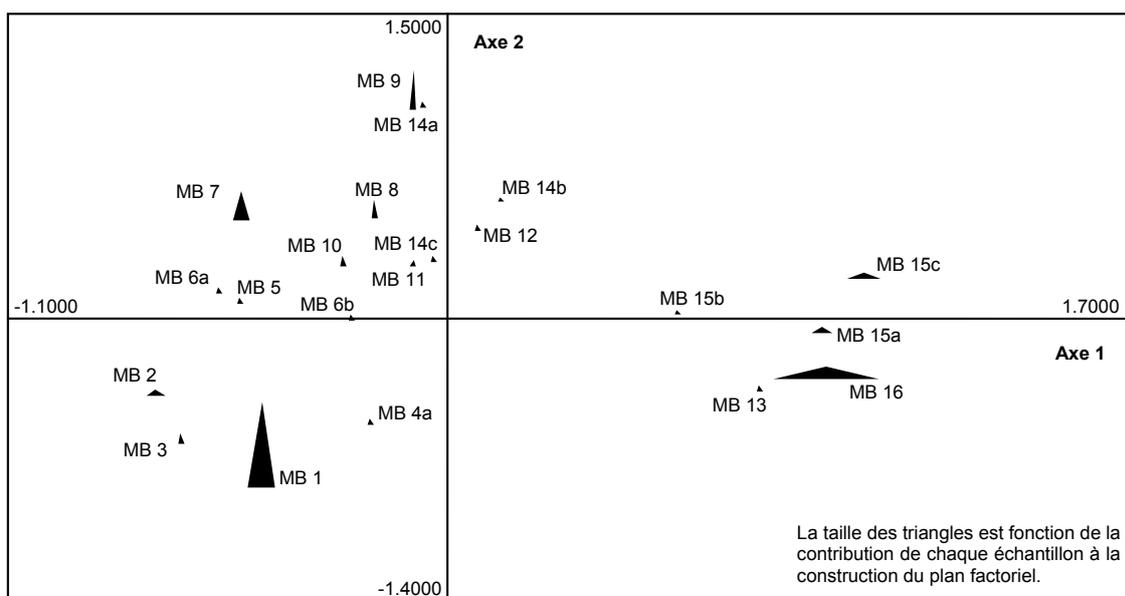


Figure 93 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Vaucluse). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.

L'axe 2 oppose *Truncatellina callicratis* (20,8 %), *Lauria cylindracea* (8,3 %), *Punctum pygmaeum* (7,7 %) et *Vitrea contracta* (6,9 %) sur le côté négatif, à *Candidula unifasciata* (18,6 %), *Pomatias elegans* (10 %), *Helicodonta obvoluta* (6,9 %), *Urticicola glabellus* (4,3 %), *Helicigona lapicida* (4,2 %) et *Cepaea nemoralis* (4,1 %) sur le côté positif.

Pour les échantillons, le côté négatif de cet axe 2 comprend MB 1 (35,6 %) et MB 16 (5,6 %) (avec MB 2, MB 3, MB 4a et MB 13 qui sont fortement corrélés à l'axe) ; le côté positif comprend MB 9 (16,1 %), MB 7 (12,9 %), MB 8 (7,6 %) et MB 10 (4,9 %) (et MB 11, MB 12, MB 14a, MB 14b et MB 14c qui sont fortement corrélés à l'axe).

La partie négative de l'axe 2 comporte uniquement des espèces de litière (*Punctum pygmaeum*, *Lauria cylindracea*, *Vitrea contracta* et *Truncatellina callicratis*). Quant à la partie positive de l'axe 2, elle regroupe à la fois des espèces à affinité forestière ou sciaphiles (*Pomatias elegans*, *Helicodonta obvoluta*, *Urticicola glabellus*, *Helicigona lapicida* et *Cepaea nemoralis*) et une espèce de pelouse sèche (*Candidula unifasciata*). On pourrait donc en déduire que l'axe 2 oppose les milieux strictement forestiers ayant pu permettre le développement d'une litière et les milieux forestiers plus ouverts dont *Candidula unifasciata* et *Pomatias elegans* sont caractéristiques. Cependant, les forêts ouvertes comprennent également souvent les escargots de litière identifiés dans la partie négative de l'axe 2, d'autant plus que ces espèces ne demandent pas systématiquement un fort couvert végétal. De plus, la partie positive de l'axe regroupe un cortège d'espèces correspondant à des biotopes très différents, avec, d'une part, les espèces les plus typiquement forestières de la séquence et, d'autre part, des espèces franchement xérophiiles. On peut donc plutôt supposer que l'axe 2 représente un gradient de complexité des formations forestières et que la partie positive de cet axe correspond à des forêts en cours de dégradation et peut-être relativement hétérogènes avec localement encore des taches encore très fermées et des taches déjà très ouvertes. Cette structure particulière de la végétation pourrait s'expliquer par des perturbations dues à l'action de l'homme sur le milieu environnant la grotte.

Ainsi, les échantillons les plus récents, correspondant globalement à la Protohistoire, sont associés à des milieux forestiers "classiques" (sur la partie négative de l'axe), tandis que les échantillons correspondant globalement au Néolithique final et aux premières phases du Chasséen traduisent des paysages forestiers plus complexes dont l'hétérogénéité et la structure particulière sont vraisemblablement la conséquence de l'impact humain (sur la partie positive de l'axe).

En résumé, cette AFC nous a permis d'identifier trois pôles dans l'évolution des formations végétales le long de la séquence :

- un premier, autour de la partie positive de l'axe 1, qui associe les échantillons les plus anciens (chasséen ancien et cardial) à des milieux ouverts et secs ;
- un deuxième, dans la partie négative de l'axe 1 et la partie positive de l'axe 2, qui associe les échantillons du Néolithique final et du début du Chasséen à des milieux forestiers complexes dont la structure semble influencée par les actions anthropiques ;
- un troisième, dans les parties négatives des deux axes, qui associe les échantillons les plus récents, globalement protohistoriques, à des milieux forestiers relativement fermés.

Ainsi, il semble que la construction de ces trois pôles puisse être interprétée comme un gradient d'anthropisation décroissant. Ce plan factoriel présente, en effet, un fort effet Guttman, l'axe 2 ne faisant que nuancer l'information principale donnée par l'axe 1 (Benzécri, 1984). L'impact anthropique est alors d'autant plus fort que les échantillons sont anciens.

Afin de préciser cette interprétation, les assemblages malacologiques ont été étudiés individuellement dans le cadre d'un diagramme malacologique.

7.4.3 Diagramme malacologique (figure 94)

Comme pour l'Analyse Factorielle des Correspondances, les trois espèces rupicoles, *Solatopupa similis*, *Chondrina avenacea* et *Pyramidula rupestris*, ont été retirées du diagramme malacologique, afin d'en faciliter la lecture. Les espèces "allochtones" ont été regroupées dans un même ensemble. Ce diagramme a donc été effectué sur un ensemble de 4590 coquilles.

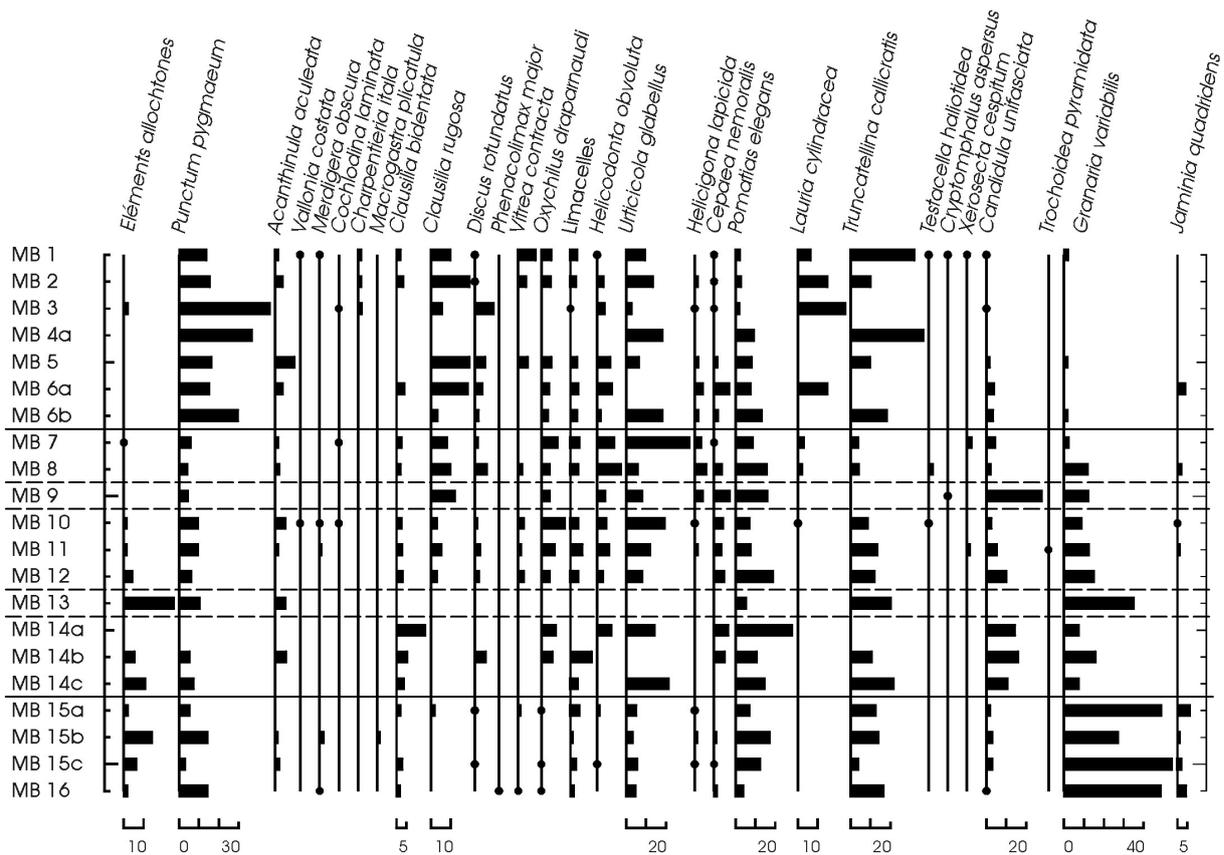


Figure 94 : Diagramme malacologique de la séquence de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône).

L'évolution paléoenvironnementale du site peut également être divisée, d'après le diagramme, en trois grandes phases. Cependant, des nuances sont visibles dans ces phases, contrairement à l'Analyse Factorielle des Correspondances qui donnait une vision plus générale de ces changements.

1ère phase : de MB 16 à MB 15a (Néolithique cardial et Néolithique chasséen ancien)

Cette phase correspond à la base de la séquence analysée. Elle est surtout caractérisée par la présence abondante de *Granaria variabilis*, espèce qui domine largement l'assemblage malacologique, associée à *Pomatias elegans*, *Truncatellina callicratis*, *Urticicola glabellus* et *Punctum pygmaeum*, qui sont moins abondantes. Les espèces plus typiquement forestières sont absentes, par rapport aux phases suivantes, ce qui suggère que cette première phase traduit des milieux ouverts et secs.

L'absence de traitement des niveaux stratigraphiques antérieurs ne nous permet pas d'observer si le paysage est en cours de fermeture ou d'ouverture au moment où les derniers

hommes du Néolithique cardial et les premiers Chasséens utilisent la grotte. Cependant, il est vraisemblable que durant cette phase, l'impact anthropique est fort, puisque, le paysage devrait "naturellement" être plus fermé que ne le montre l'analyse malacologique et devrait correspondre, pour ces périodes, à l'optimum de développement de la chênaie caducifoliée, selon les données palynologiques régionales (Triat-Laval, 1978). Ce fort impact anthropique de la base de la séquence étudiée est à corréliser avec l'aspect également très anthropisé du sédiment (passées cendreuses et charbonneuses).

2ème phase : de MB 14c à MB 7 (fin du Chasséen et Néolithique final/Chalcolithique)

Cette phase est caractérisée par une diminution brutale de la proportion de *Granaria variabilis*, au bénéfice des espèces à affinité forestière qui s'installent progressivement (*Helicodonta obvoluta*, *Oxychilus draparnaudi*, *Vitrea contracta*, *Clausilia rugosa*, *Clausilia bidentata*, *Discus rotundatus* et *Cepaea nemoralis*), mais également au bénéfice de *Candidula unifasciata*, une espèce de milieu ouvert. On note également que la proportion de *Pomatias elegans*, une espèce caractéristique des forêts ouvertes, est quasiment la même que dans la phase précédente.

Cette phase présente des assemblages malacologiques tout à fait particuliers, comme nous l'avons vu plus haut dans l'interprétation de l'Analyse Factorielle des Correspondances. En effet, d'une part, ils contiennent des malacofaunes typiquement forestières et, d'autre part, ils coïncident avec le développement de *Candidula unifasciata*, une espèce caractéristique des milieux ouverts.

Pour la phase précédente et cette deuxième phase, la courbe de fréquence de *Candidula unifasciata* est inversée par rapport à celle de *Granaria variabilis* (ce n'est plus le cas pour la dernière phase qui montre la quasi-disparition parallèle de ces deux espèces). On peut en déduire que *Candidula unifasciata* supporte, sur ce site, des conditions légèrement plus fermées que *Granaria variabilis*, une espèce xérophile strictement inféodée aux milieux ouverts. Cependant, même si *Candidula unifasciata* peut habiter, par exemple, dans les garrigues ou les milieux forestiers très ouverts, il paraît surprenant que son développement dans cette deuxième phase coïncide également avec la mise en place progressive de faunes plus fermées. Il semble donc bien, comme on l'a vu pour l'AFC, que les assemblages malacologiques de cette phase indiquent la juxtaposition de, au moins, deux biotopes très différents et donc l'hétérogénéité du paysage autour de la grotte. On peut également imaginer que ces assemblages traduisent un "effet lisière" et le passage latéral de faune de garrigues ou

de forêts très ouvertes à des forêts plus profondes, comme l'a montré également le résultat de l'analyse sur le paysage actuel de Rognes (cf. supra). Une complexité équivalente des assemblages néolithiques de sites archéologiques anglais a également été mise en évidence par Thomas (1982). Elle serait la conséquence des défrichements néolithiques. Enfin, le fait que, notamment dans des contextes de grotte, les couches archéologiques peuvent parfois être considérées comme des objets cumulatifs d'anciens dépôts plus épais (s'il s'agit par exemple de niveaux de "fumiers" liés à la présence de troupeaux) pourrait également expliquer la structure particulière de ces assemblages (Brochier, 1999).

Ainsi, le rapport entre *Candidula unifasciata* et *Granaria variabilis* et la juxtaposition dans un même assemblage d'espèces d'au moins deux biotopes différents pourraient traduire une gestion différente du paysage, par rapport à la phase précédente, plus qu'une diminution de l'impact anthropique. En effet, on constate également dans cette phase, et notamment pour la base de la séquence, une proportion importante de charbons de bois, de tessons de céramique (annexe 36) et de coquilles brûlées (figure 95). Les assemblages malacologiques enregistreraient alors une reconquête forestière, mais freinée ou contrariée par un régime de perturbations assez fort, comme c'était le cas des niveaux forestiers protohistoriques de la séquence du dolmen de l'Ubac. A une présence humaine plus continue sur le site pendant la première phase, semblent succéder des fréquentations plus sporadiques de la grotte, qui ont pour conséquence la mise en place d'une structure complexe du paysage et d'assemblages malacologiques tout à fait particuliers.

Dans cette deuxième phase de reconquête forestière, on distingue deux épisodes particuliers, l'un correspondant au niveau MB 13 et l'autre au niveau MB 9.

L'échantillon MB 13 traduit la disparition de *Candidula unifasciata* au profit quasi-exclusif de *Granaria variabilis*. Les espèces "allochtones" sont particulièrement bien représentées, tandis que les espèces à affinité forestière sont absentes. Cet échantillon semble correspondre à une brutale et courte déprise forestière et à un fort impact anthropique local. Pourtant, la faible abondance des escargots dans cet échantillon ne nous permet pas de valider directement cette hypothèse. Le fait que le sédiment dont sont extraites les coquilles correspond à un niveau cendreux, même sans matériel archéologique, est également un indice de la forte anthropisation de cet échantillon. Ainsi, malgré les réserves précédentes sur la faiblesse statistique de l'assemblage, on peut considérer qu'il traduit bien une hausse brutale de l'impact anthropique, peut-être due à une fréquence plus régulière ou plus continue du site.

Après cet épisode, les niveaux suivants (MB 12, MB 11 et MB 10) marquent la reconquête forestière, de manière plus effective que pour les niveaux du début de cette deuxième phase, par l'augmentation des espèces typiquement forestières, tandis que *Candidula unifasciata* réapparaît et se maintient, traduisant un régime de perturbations encore assez fort.

L'échantillon 9 est caractérisé par une forte augmentation de la proportion de *Candidula unifasciata* tandis que les espèces à affinité forestière sont moins bien représentées. Il indique une nouvelle augmentation de l'impact anthropique au niveau local.

Enfin, la partie supérieure de la deuxième phase (MB 8 et MB 7) est marquée par la forte diminution de la proportion de *Candidula unifasciata*, au profit des espèces à affinité forestière. C'est dans ces niveaux que le milieu forestier est le mieux représenté, comme l'indique une relative diminution de la proportion de *Pomatias elegans*, une espèce de milieux forestiers ouverts, tandis que les proportions des espèces de milieux forestiers plus fermés sont plus fortes (*Urticicola glabellus*, *Helicodonta obvoluta*). Il semble que ces niveaux sont moins soumis à l'emprise humaine détectée dans les niveaux précédents. Le site paraît visité moins fréquemment.

Malgré deux courts "accidents" (phases d'augmentation de l'emprise humaine sur le milieu), cette deuxième phase montre globalement une reforestation progressive, dans un contexte de fréquentations par l'homme plus ou moins régulières et ayant plus ou moins d'impact sur le paysage, qui conduisent à la formation d'assemblages malacologiques relativement complexes.

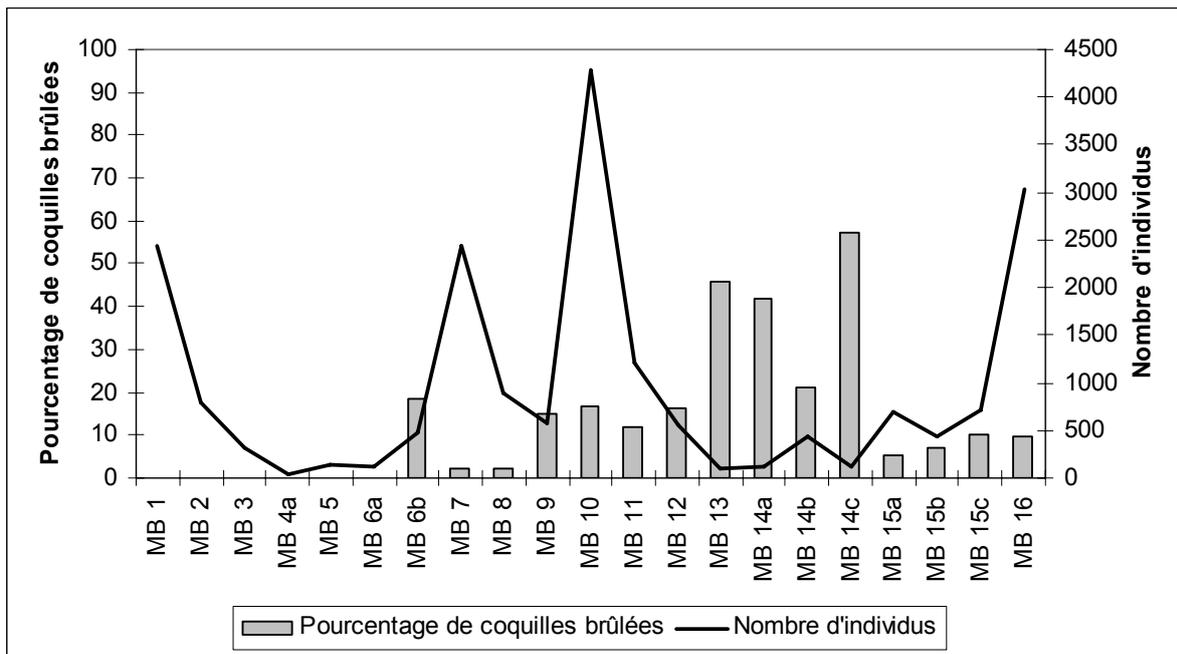


Figure 95 : Pourcentages de coquilles brûlées et nombres d'individus dans les assemblages malacologiques de la séquence de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône).

3ème phase : de MB 6b à MB 1 (périodes protohistorique et historique)

La dernière partie de la séquence traduit la quasi-absence de *Candidula unifasciata* et de *Granaria variabilis*. Elle est marquée par l'abondance des espèces de litière (*Punctum pygmaeum* surtout et, dans une moindre mesure, *Truncatellina callicratis* et *Lauria cylindracea*). L'abondance de *Punctum pygmaeum*, associée à la présence des espèces à affinité forestière (*Clausilia rugosa*, *Urticicola glabellus*), indique une fermeture des milieux forestiers, puisque cette espèce est essentiellement sciaphile.

Il est également intéressant de suivre la tendance des espèces "allochtones" : ces dernières sont assez bien représentées dans toute la base de la séquence, jusqu'au niveau MB 14b, puis elles forment un pic dans le niveau MB 13, comme nous l'avons vu pour la phase précédente, et enfin elles disparaissent quasiment totalement à partir du niveau MB 11 et sont absentes de la troisième phase (à l'exception d'une coquille dans l'échantillon MB 3). Elles semblent constituer ici un autre indice du degré d'anthropisation. On peut ainsi affirmer que cette dernière phase indique une déprise humaine progressive sur le site. Cependant, celle-ci est à nuancer puisque l'archéologie a montré la présence de nombreux artefacts et structures de l'âge du Bronze et de l'âge du Fer, traduisant encore une utilisation de la grotte pour ces périodes. De plus, Magnin avait émis l'hypothèse, dans le cadre de l'étude de la partie protohistorique de la séquence (Renault *et al.*, 1996-1997), que la pauvreté de l'abondance et

de la diversité en coquilles (figure 95) de certains niveaux (en l'occurrence MB 4a et MB 6a) pourrait être liée à des facteurs anthropiques, qui "se traduiraient alors moins par un changement du couvert végétal que par une modification de la nature et/ou du rythme, plus rapide, de la sédimentation".

Pour cette dernière phase, l'action de l'homme sur le milieu paraît très réduite malgré sa présence certaine sur le site. On peut penser que ces résultats expriment des fréquentations extrêmement sporadiques de l'homme sur le site associées à une préservation du milieu autour de la grotte, dans le cadre d'une gestion relativement différente des phases précédentes. Le relevé actuel qualitatif (annexe 37) que nous avons effectué aux alentours du site, dans la litière de l'actuelle forêt, montre un assemblage très semblable aux assemblages les plus récents de la séquence de la grotte. Il correspond cependant à des milieux encore plus fermés que ceux identifiés pour la période protohistorique, avec notamment l'absence totale d'espèces de milieu plus ouvert (*Granaria variabilis*, *Candidula unifasciata*, *Testacella haliotideae*) et de fortes abondances d'espèces typiquement forestières (*Helicodonta obvoluta*, *Punctum pygmaeum*, *Discus rotundatus*, *Helicigona lapicida*). Ce relevé actuel correspond à un milieu sur lequel l'action humaine est négligeable, après un abandon probable du site plus ou moins récent. Il confirme que les milieux protohistoriques sont encore bien soumis à l'impact de l'homme même si cet impact est nettement moins fort qu'aux périodes précédentes.

7.5 Discussion

7.5.1 Comparaison avec les données archéozoologiques et anthracologiques (d'après Renault *et al.*, 1996-1997)

Cette comparaison ne concerne que les niveaux supérieurs protohistoriques qui sont, pour l'instant, les seuls à avoir été complètement étudiés.

L'étude des micromammifères traduit une relative préservation des paysages du Bronze moyen au premier âge du Fer. Le paysage est dominé par la forêt, comme le suggère l'abondance des micromammifères forestiers et de lisière. Les zones ouvertes, le maquis bas, les broussailles et les milieux humides sont faiblement représentés. "La succession des assemblages de micromammifères du Mourre de la Barque indique donc une pérennité des paysages à cet endroit de la vallée de la Durance entre l'âge du Bronze moyen évolué et le premier âge du Fer. Durant cette période, les groupes humains qui fréquentaient cette petite cavité ne semblent pas avoir imprimé de profonds changements à cet environnement en bonne partie boisé" (Renault *et al.*, 1996-1997).

Pour l'anthracologie, le paysage végétal est assez forestier le long de la séquence protohistorique. Le buis est l'espèce la plus abondante. "La chênaie caducifoliée est bien représentée au côté d'une végétation constituée d'espèces qui caractérisent traditionnellement, dans cette région, l'ouverture des milieux par l'homme, comme le buis, le genévrier, les chênes sclérophylles et le pin d'Alep. Ces résultats évoquent un environnement peu anthropisé autour du gisement, la grotte ayant servi de refuge ou de halte. Les marqueurs habituels de la pression anthropique, bien que fortement présents dans les niveaux, ne prédominent pas" (Renault *et al.*, 1996-1997).

Les résultats des analyses des micromammifères, des charbons de bois et des mollusques terrestres sont donc parfaitement concordants pour la partie haute de la séquence. Ainsi, pour les périodes protohistorique et historique, malgré des occupations régulières du site, l'homme aurait eu peu d'impact sur le milieu forestier autour de la grotte, contrairement aux périodes précédentes, montrant ainsi une variation dans le temps des pratiques humaines.

7.5.2 L'impact anthropique

L'originalité de la séquence de la grotte du Mourre de la Barque dans le contexte régional

Les études malacologiques effectuées sur les remplissages de grottes ou d'abris sous roche du sud de la France sont peu nombreuses et anciennes. Elles montrent toutes la présence de milieux forestiers, relativement ouverts, pour le Néolithique ancien et le Néolithique moyen (Abri sous roche de La Poujade dans l'Aveyron (André, 1981 ; André, 1980) ; Abri Jean-Cros dans l'Aude (Puisségur, 1979 ; André, 1979)).

L'anthracologie indique également la présence de chênaies caducifoliées de l'Épipaléolithique jusqu'au Néolithique moyen, puis la prédominance de la chênaie sclérophylle à partir du Campaniforme, pour l'abri de Pendimoun dans les Alpes-Maritimes (Thiébault, 1995). Pour la grotte de l'Abeurador, dans l'Hérault, et l'abri sous roche de Font-Juvéval, dans l'Aude, les analyses anthracologiques confirment la permanence de la chênaie caducifoliée à partir du début du Néolithique jusqu'au Néolithique moyen et le développement de formations plus ouvertes, dont le buis et le chêne vert sont les marqueurs essentiels, à partir de la fin du Chasséen et surtout du Néolithique final (Heinz et Thiébault, 1998). Les anthracologues constatent également la même succession pour la séquence de la grotte de Unang dans le Vaucluse (Vernet et Thiébault, 1987 ; Thiébault, 1988). Enfin, à la grotte d'Antonnaire dans la Drôme, une étude interdisciplinaire montre une augmentation

progressive de l'impact du pastoralisme sur la végétation aux alentours de la grotte, du Chasséen jusqu'au Bronze final (Argant *et al.*).

Les résultats malacologiques de la séquence du Mourre de la Barque traduisent une tendance inverse, avec une forte anthropisation du milieu dès le Néolithique cardial et une reconquête forestière à partir de la fin du Chasséen. Cette anthropisation précoce peut être comparée à celle observée par l'anthracologie pour la Baume de Fontbrégoua dans le Var, avec le développement du pin d'Alep à partir du Néolithique ancien (Thiébault, 1997) et à partir du Chasséen pour la grotte du Vieux Mounoï dans le Var (Thiébault, 1995). L'analyse anthracologique de la grotte de l'Unang dans le Vaucluse montre, également, des indices de l'ouverture des milieux dès le Cardial et la mise en place de végétations à buis et chênes verts au Néolithique moyen (Thiébault, 1995), ainsi qu'une intensification de l'impact humain pour les périodes protohistoriques et historiques.

La grotte du Mourre de la Barque présente donc une évolution du couvert végétal très originale régionalement, même en comparaison avec les derniers exemples cités. En effet, au lieu d'assister à une augmentation progressive de l'anthropisation au cours du temps, comme c'est le cas généralement, on observe au contraire une pression humaine de moins en moins forte sur le paysage autour de la grotte. De plus, cette séquence se distingue par le haut degré d'anthropisation dès les phases cardiales de la séquence, ce que semblent moins traduire les résultats anthracologiques régionaux.

Quel type d'anthropisation ?

L'analyse malacologique a distingué trois grandes phases dans l'évolution du paysage autour de la grotte, présentant différents degrés d'impact anthropique.

Une fois encore, la comparaison avec l'analyse d'autres remplissages de grotte peut nous permettre d'avancer des hypothèses quant aux différents modes de gestions du paysage par l'homme dans ce type d'occupations.

Ainsi, l'abondance des limons dans les séquences d'abris sous roche et de grotte est, dans la majorité des cas, liée aux activités anthropiques (Brochier, 1983a), notamment les combustions, qui traduisent généralement les faciès d'habitat (Brochier, 1993), et le parage des troupeaux, avec la trace de "fumiers" (Brochier, 1983b). Or, comme nous l'avons vu plus haut, la stratigraphie du remplissage du Mourre de la Barque est quasiment exclusivement composée de niveaux de limons fins alternant avec des passées cendreuse. Tout en restant prudent, dans la mesure où l'analyse fine des sédiments de la séquence du Mourre de la Barque n'est pas réalisée pour l'instant, on peut cependant retenir l'hypothèse d'une

constitution quasiment totalement anthropique de tout ou partie du remplissage de la cavité (J.-E. Brochier, comm. perso.).

De plus, la comparaison entre les résultats des analyses anthracologiques et sédimentologiques menées sur le remplissage de la grotte de La Caune de Bélesta, dans les Pyrénées-Orientales, par Brochier *et al.* (1998), montre que a) la première phase, néolithique, durant laquelle le milieu est relativement préservé (chênaies pubescentes dominantes) correspond à des fréquentations occasionnelles de la grotte, qui servirait alors pour le parcage des troupeaux de petits ruminants et que b) la deuxième phase, de l'âge du Bronze, correspond à des stations plus constantes de l'homme dans la grotte qui servirait alors, en plus de la fonction de parcage des animaux, également d'habitat associé à des activités agricoles, ayant pour conséquence le développement et le maintien de garrigues basses (chênes verts et chênes kermès).

Pour le Mourre de la Barque, on pourrait penser, en liaison avec les premières descriptions sédimentologiques des échantillons étudiés, que :

- la première phase malacologique, du début du Néolithique cardial aux premiers niveaux du Chasséen, pourrait correspondre à des niveaux d'habitat ou de fortes fréquentations du site, peut-être même avec le développement d'activités agro-pastorales localement, ayant pour conséquence une forte ouverture des milieux.
- la deuxième phase malacologique, de la fin du Chasséen jusqu'à la fin du Néolithique final, correspondrait alors plutôt à des fréquentations occasionnelles du site dans le cadre d'activités pastorales et éventuellement de parcage des troupeaux, ce qui se traduirait par des assemblages malacologiques complexes correspondant à des milieux forestiers en cours de fermeture mais soumis à un fort régime de perturbations.
- quant à la troisième phase, globalement protohistorique, malgré une présence humaine bien identifiée par l'archéologie, il semble qu'un régime de perturbations moins élevé, probablement dû à des fréquentations plus courtes et plus discontinues du site et/ou une gestion du paysage très différente des périodes précédentes, conduise à la réussite de la reconquête forestière.

L'hypothèse d'une utilisation de la grotte pour des pratiques pastorales durant la deuxième phase néolithique moyen et final peut être renforcée par les données sédimentologiques régionales. En effet, les analyses sédimentologiques des remplissages de la Baume de Fontbrégoua ou de l'abri de Font-Juvénal montrent également pour le Néolithique moyen chasséen une utilisation comme abri pour le bétail (Brochier, 1992 ; Brochier, 2002).

Plus généralement, l'utilisation des nombreuses cavités à des fins pastorales dans la "frange nord de la Méditerranée" est maintenant démontrée (Brochier, 1996).

7.6 Conclusion

Malgré un contexte topographique particulier, propice au développement de formations forestières denses (Renault *et al.*, 1996-1997), il semble que l'impact anthropique a régi la formation des paysages autour de la grotte du Mourre de la Barque dès la période cardiale et jusqu'à la période moderne, dans le cadre de gestion du milieu tout à fait différente d'une période à l'autre. On distingue effectivement trois grandes phases dans la gestion du milieu par l'homme, montrant une diminution constante de l'impact anthropique parallèle à la reconquête forestière.

CHAPITRE IV : SYNTHÈSE ET DISCUSSION GÉNÉRALE

Les gastéropodes terrestres, parce que très sensibles aux changements de la structure des formations végétales, sont, en théorie, un excellent outil pour analyser finement les variations de l'impact anthropique au cours de l'Holocène. Le domaine méditerranéen est, de plus, un cadre idéal pour étudier l'impact de l'homme sur le paysage au cours de l'Holocène car l'anthropisation y est ancienne et les formations végétales particulièrement réactives aux perturbations.

La première partie de ce mémoire a consisté à examiner les résolutions spatiale et temporelle des assemblages malacologiques, afin de tester la fiabilité de notre outil pour reconstituer les paysages et l'impact humain au cours du temps.

Du point de vue spatial, l'examen d'un paysage actuel, dont l'hétérogénéité dépend des modalités de l'anthropisation, a confirmé que les assemblages d'escargots permettent d'enregistrer finement l'habitat dont ils sont issus et qu'ils donnent une bonne perception du paysage. Du fait de leur très étroite dépendance à la structure de la couverture végétale et de leur très bonne résolution spatiale, ils sont particulièrement efficaces pour reconstituer l'impact de l'homme sur le milieu local.

Du point de vue temporel, nous avons vu que les communautés actuelles enregistrent bien les perturbations anthropiques (mises en culture et successions végétales ; incendies, s'ils sont récurrents). En examinant l'évolution d'un paysage depuis environ un siècle et demi, nous avons montré que les assemblages malacologiques sont stratifiés dans le sol et qu'ils correspondent bien aux changements environnementaux connus par les cadastres. Les processus taphonomiques perturbent peu la représentativité des assemblages inclus dans un sol peu évolué, sur ce pas de temps moyen. Cependant, sur une longue période, le risque d'un lissage de l'information paléoenvironnementale est élevé du fait de la continuation des processus pédologiques et des bioturbations.

Nous avons conclu notre analyse sur la représentativité des assemblages malacologiques holocènes en mettant en avant la complexité de leur interprétation : il y a souvent plusieurs interprétations possibles d'un même assemblage. Par exemple, un assemblage de milieux forestiers ouverts peut correspondre à un paysage hétérogène (zone ouverte aux abords d'une zone fermée), à une succession malacologique dans le temps ou à la dynamique interne d'un "métaclimax" forestier.

Dans une deuxième partie, nous avons tenté de reconstituer l'évolution du couvert végétal et l'impact anthropique à l'Holocène, à partir des malacofaunes incluses dans diverses séquences de la Provence calcaire et du Languedoc oriental.

Certaines de ces séquences ont été prélevées en contexte archéologique (les sites de la Vistrenque à Nîmes, La Céreirède à Lattes, les sites couronniens de Martigues, les Hauts de la Tourette à Marseille, le dolmen de l'Ubac à Goult, la grotte du Mourre de la Barque à Jouques), d'autres en dehors du contexte archéologique (la séquence de Lymes à Robion, la séquence travertineuse du Mirail à La Motte d'Aigues). En fait, la distinction entre les séquences "hors-sites" et les séquences "archéologiques" n'est pas aussi évidente, puisqu'elles comprennent toutes des traces d'implantation humaine sur au moins une partie de la stratigraphie, et que les séquences en contexte archéologique présentent généralement une partie importante des stratigraphies vierge de toute occupation humaine.

Ces séquences correspondent à différents types de contextes sédimentaires : les séquences de fond de vallée (la Vistrenque à Nîmes, la Céreirède à Lattes, le dolmen de l'Ubac à Goult, Lymes à Robion, le Mirail à La Motte d'Aigues) ; les séquences de plateaux ou de versants (les sites couronniens de Martigues, les Hauts de la Tourette à Marseille) ; les remplissages de grotte (le Mourre de la Barque à Jouques).

Enfin, certaines de ces séquences sont situées sur le littoral (les sites couronniens de Martigues, les Hauts de la Tourette à Marseille), tandis que les autres sont plus nettement à l'intérieur des terres.

Pour toutes ces séquences, le facteur anthropique peut s'exprimer différemment en fonction de la présence d'occupations humaines, de la situation géomorphologique et de la situation géographique. De plus, elles sont souvent incomplètes et ne livrent pas une vision exhaustive de l'Holocène. Une synthèse de ces données disparates s'avère donc nécessaire pour tenter de donner une image de l'impact humain sur le paysage au cours de l'Holocène.

1 L'évolution des peuplements malacologiques au cours de l'Holocène en réponse à l'anthropisation : une synthèse régionale pour un marqueur local ?

Chacune des séquences étudiées a permis d'évaluer le degré de l'anthropisation au cours du temps au niveau local. Pour certains sites, en utilisant plusieurs séquences, nous avons pu donner une image de l'évolution de l'impact anthropique à l'échelle d'un paysage : c'est par exemple le cas des sites de la plaine de la Vistrenque, des séquences de la vallée du Calavon et des sites couronniers de Martigues. En reprenant l'ensemble des résultats de toutes les séquences analysées, nous allons maintenant examiner s'il est possible d'établir de grandes tendances de l'évolution de l'impact anthropique au niveau régional, de la Provence calcaire et du Languedoc oriental.

Le Tardiglaciaire

Les échantillons malacologiques correspondant au Tardiglaciaire n'ont pu être étudiés qu'à Nîmes et dans la séquence de Lymes de la vallée du Calavon. Ils comprennent une espèce indiquant un climat plus froid que l'actuel (*Trochoidea geyeri*), que l'on ne retrouve plus aujourd'hui dans des contextes de plaine mais sur les pelouses d'altitude de la région (Magnin, 1993). Cette espèce se maintient localement (séquence du Mirail à La Motte d'Aigues) jusqu'à la fin du Boréal, parce que sa répartition n'est pas strictement inféodée au climat (Magnin, 1993). Les assemblages tardiglaciaires sont, cependant, dominés par des espèces plus thermophiles (*Pomatias elegans*, *Candidula unifasciata* par exemple) qui se mettent en place progressivement et indiquent le passage aux conditions plus chaudes de l'Holocène. Ils traduisent globalement des milieux encore très ouverts, très secs, steppiques ou de "forêts-steppes" très ouvertes. Localement, dans le lit majeur des cours d'eau, des prairies humides se développent (Vistrenque).

Ces résultats concernant le Tardiglaciaire vont dans le sens des études palynologiques (Triat-Laval, 1978) et anthracologiques (Vernet, 1997) régionales. Les communautés malacologiques répondent alors clairement au changement climatique ; l'impact anthropique est nul.

Le début de l'Holocène jusqu'à l'Atlantique ancien

Les échantillons de l'Holocène ancien sont peu représentés dans tous les sites étudiés, notamment en ce qui concerne le Préboréal et le Boréal, tandis que les échantillons de

l'Atlantique ancien sont plus nombreux. S'ils correspondent au développement des escargots à affinité forestière (Vistrenque, Lymes, Ubac, Mirail), tous traduisent des forêts très ouvertes et ils ne montrent pas le haut degré de fermeture des forêts mis en évidence par les études palynologiques (Triat-Laval, 1978). Sur le site du dolmen de l'Ubac à Goult, la comparaison avec le modèle actuel nous a permis de constater que ces formations forestières ouvertes, ici du début de l'Atlantique, sont soumises à un faible régime de perturbations et correspondent à des milieux relativement "stables". En revanche, les ripisylves très ouvertes de la plaine de la Vistrenque subissent, très tôt, dès l'Epicardial, une dégradation qui pourrait correspondre aux premiers impacts humains, localement importants.

Pour le site du Mourre de la Barque, les assemblages de l'Atlantique ancien correspondent aux milieux les plus ouverts de toute la séquence. Ils sont, en effet, liés à une occupation cardiale et chasséenne de la grotte, responsable d'une ouverture des milieux aux alentours. Cette ouverture des milieux semble être la conséquence du développement local d'activités agro-pastorales d'envergure en relation avec l'établissement d'un habitat. Un tel degré d'ouverture est d'ailleurs assez exceptionnel au vu des analyses paléoenvironnementales d'autres remplissages de grottes de la région.

Les différences observées dans la malacofaune pour cette période dépendent donc du degré de l'impact anthropique local, qui explique notamment la forte ouverture contemporaine du Cardial au Mourre de la Barque. Cependant, lorsque aucun impact anthropique évident n'a pu être identifié dans les séquences, soit par les assemblages malacologiques soit par des indices archéologiques, on constate, de manière générale, la présence de milieux forestiers ouverts qui correspondent assez difficilement à l'image que la palynologie régionale donne de ces paysages.

L'Atlantique récent

A partir de l'établissement des Chasséens, les malacofaunes des sites analysés ne répondent plus à de grandes tendances générales : l'évolution des assemblages malacologiques (et donc du couvert végétal au niveau local) varie en fonction du degré de l'impact humain et des pratiques agro-pastorales mises en place. Les malacofaunes mettent en évidence l'hétérogénéité des paysages au niveau régional.

Ainsi, dans la plaine de la Vistrenque, on observe l'absence totale d'espèces à affinité forestière et la présence exclusive des espèces de milieux ouverts, tandis que se développent rapidement des espèces méditerranéennes, caractéristiques des milieux rudéraux. Pour les séquences de la vallée du Calavon (Ubac et Lymes), la dégradation des couverts forestiers est

moins soutenue : des défrichements importants ont vraisemblablement lieu, mais ils ne sont pas rédhibitoires et sont probablement limités à une échelle spatiale locale, contrairement à ce que l'on a pu observer pour la Vistrenque. Pour la séquence travertineuse du Mirail, même si le milieu local, palustre, masque en grande partie l'évolution du paysage sur une échelle plus large, la fin de l'Atlantique enregistre une succession d'ouvertures du milieu aux abords de la zone marécageuse, dans le cadre d'un paysage en mosaïque : cette mosaïque caractérise un impact anthropique certain, même si son extension et son intensité sont difficiles à décrire. En revanche, le remplissage de la grotte du Mourre de la Barque traduit une relative déprise humaine pour cette période, qui pourrait correspondre à une reconquête forestière freinée par des perturbations anthropiques, encore importantes ou tout du moins récurrentes, et plutôt pastorales.

Le Subboréal

Globalement l'impact anthropique sur le paysage s'accroît encore dans la première partie du Subboréal et notamment pendant le Néolithique final et le Chalcolithique.

C'est particulièrement le cas pour les analyses malacologiques de la plaine de la Vistrenque qui ont livré des assemblages de milieux très ouverts pour tout le Néolithique final/Chalcolithique en liaison avec une forte implantation de l'homme sur la zone d'étude. La possibilité d'avoir pu étudier les variations de l'environnement sur différents sites de la plaine nîmoise a également permis de montrer que la période néolithique, au sens large, traduit la mise en place d'une véritable gestion agro-pastorale de l'espace, avec, d'une part, les zones "hautes" qui correspondent à l'habitat et aux milieux rudéraux et, d'autre part, les zones "déprimées", soumises aux crues du Vistre ou de ses affluents, qui correspondent aux prairies humides, dans le cadre d'un "site catchment idéal" (Wainwright, 2000). Le maintien de ces formations prairiales sur le long terme ne peut s'expliquer, selon nous, que par la permanence de pratiques pastorales, au moins extensives, sans lesquelles un retour à des formations plus fermées aurait été inévitable. C'est le même type de paysage qui a été identifié sur le site de La Céreirède, aux abords du Lez : des formations de prairies humides prédominantes associées à des milieux plus secs et plus ouverts formant une mosaïque de pratiques agro-pastorales.

Les sites du littoral provençal (Martigues et Marseille) correspondent, pour le Néolithique final/Chalcolithique, à des milieux également très ouverts et, surtout, nettement plus secs, qui caractérisent un fort degré d'anthropisation, probablement dans le cadre d'une gestion pastorale des milieux. Ils traduisent la forte présence des taxons méditerranéens

(contrairement à certaines séquences de l'intérieur des terres) dans une végétation basse, de type garrigues ou pelouses.

En revanche, les sites du dolmen de l'Ubac et du Mourre de la Barque enregistrent, pour le Néolithique final, des assemblages originaux regroupant à la fois des espèces forestières et de milieu ouvert : ils traduisent dans le premier cas (l'Ubac) une ouverture des milieux encore relativement nuancée, et dans le deuxième cas (le Mourre de la barque) une régénération des formations forestières (après la phase précédente cardiale et du Chasséen ancien plus ouverte) dans le cadre d'un maintien de perturbations récurrentes. Dans ces deux sites, il pourrait s'agir du pâturage des sous-bois.

Les données malacologiques correspondant à l'âge du Bronze enregistrent globalement une diminution locale de l'impact humain, qui pourrait être lié soit à une décroissance démographique, soit à une modification des modes de gestion, soit à un changement des zones d'exploitation.

C'est notamment le cas dans la plaine de la Vistrenque, où les assemblages malacologiques protohistoriques correspondent au début d'une succession secondaire, déjà amorcée au Campaniforme. Les pratiques pastorales semblent alors généralisées : localisées pendant la phase précédente uniquement dans les zones basses, elles sont également mises en place sur les zones hautes.

La déprise humaine de l'âge du Bronze est nettement plus marquée pour le site du dolmen de l'Ubac, bien qu'elle semble être assez locale puisque cette déprise n'est pas enregistrée sur le secteur tout proche de Lymes. Les niveaux du Bronze moyen/final de l'Ubac correspondent ainsi aux niveaux les plus forestiers de toute la séquence analysée et quasiment aux niveaux les plus forestiers de l'ensemble des échantillons traités. Cependant, la comparaison de ces échantillons avec des prélèvements actuels a montré que ces milieux pourtant très fermés étaient soumis à un régime de perturbations assez élevé qui induit une instabilité des formations végétales.

La séquence de la Céreirède comporte, pour l'âge du Bronze ancien/moyen, à la fois des vestiges archéologiques d'importance et des assemblages malacologiques de milieu forestier très clair (les seuls assemblages forestiers de la séquence). Enfin, le site du Mourre de la Barque montre, également, une reconquête forestière progressive alors que la grotte est toujours fréquentée, au moins de façon épisodique.

Ainsi, l'examen de ces différentes séquences nous montre que la remontée forestière de l'âge du Bronze pourrait correspondre davantage à un véritable changement local dans les modes de gestion par l'homme qu'à un abandon de ces paysages.

Enfin, dès l'âge du Fer, et notamment le second, les malacofaunes de la Vistrenque traduisent une nouvelle augmentation de la pression humaine, mais sans que celle-ci ne soit comparable avec le fort degré d'ouverture identifié localement pour le Néolithique final/Chalcolithique. C'est également le cas pour la séquence des Hauts de la Tourette à Marseille, qui montre une accentuation de l'impact anthropique local au premier âge du Fer, correspondant à une implantation indigène sur le site, en liaison avec le développement des relations économiques avec la colonie hellénistique de Marseille : le site de la Tourette appartient alors vraisemblablement à la *chôra* massaliète.

Le Subatlantique

Alors qu'on pouvait penser que l'impact anthropique n'aurait cessé de s'accroître depuis le début du Subatlantique, on constate que ce schéma est plus complexe. En effet, si, sur les séquences de la vallée du Calavon, les assemblages malacologiques antiques marquent une rupture très nette dans la gestion du milieu par l'homme avec le franchissement d'un seuil, et la mise en place de milieux rudéraux qui semblent se maintenir pendant toute la période historique, ce n'est pas du tout le cas pour ceux de la plaine de la Vistrenque qui traduisent la mise en place de forêt ouverte et qui correspondent aux assemblages les plus forestiers que nous ayons pu récolter dans ce secteur. Ces sites de la Vistrenque montrent ainsi que l'intensité de la pression humaine sur le paysage est nettement plus forte, par exemple, pendant le Chalcolithique, que pendant l'Antiquité. Ces niveaux antiques de la Vistrenque révèlent donc une gestion tout à fait originale du paysage. En revanche, les assemblages de La Céreirède suggèrent un fort impact anthropique avec l'établissement d'un paysage en mosaïque, des zones étant plutôt dévolues au pastoralisme (prairies humides soumises de façon épisodique aux débordements du Lez), d'autres étant plus rudérales.

Pour le Moyen Age et la période Moderne, nos données sont peu abondantes et montrent principalement des assemblages malacologiques de milieux ouverts, dans des horizons cultureux probablement remaniés et en partie tronqués, comme dans la plaine de la Vistrenque. Dans la séquence de La Céreirède où les niveaux médiévaux sont mieux développés, les assemblages malacologiques traduisent le maintien de prairies très humides, avec une gestion vraisemblablement pastorale du lit majeur du Lez.

La synthèse de ces données nous suggère plusieurs réflexions sur la gestion des paysages par l'homme à l'Holocène. Nous constatons, en effet, sur les sites de fond de vallée (La Céreirède et la plaine de la Vistrenque), le maintien de formations prairiales sur le long terme, soit pour tout le Néolithique à la Vistrenque, soit pour la période allant des niveaux post-chasséens aux premiers niveaux médiévaux à La Céreirède (à l'exception cependant de l'âge du Bronze ancien/moyen pour ce dernier exemple). La permanence de ces milieux implique une continuité des activités humaines, probablement pastorales. En revanche, sur d'autres sites, et notamment les séquences du Mourre de la Barque et du dolmen de l'Ubac, les malacofaunes montrent une évolution très tranchée dans les différents modes de gestion du paysage par l'homme, avec, pour le Mourre de la Barque, une diminution assez originale de l'impact anthropique du Néolithique cardial à la Protohistoire.

Globalement, les séquences analysées traduisent toutes une très forte ouverture des milieux dès le Néolithique (parfois cardial) et indiquent de ce fait une forte artificialisation des paysages dès cette époque. C'est un phénomène déjà bien connu par les études palynologiques et anthracologiques régionales (Triat-Laval, 1978 ; Puertas, 1998 ; Vernet et Thiébault, 1987 ; Vernet, 1997 ; Chabal, 1997). Cependant, le caractère très ouvert des paysages néolithiques semble encore plus accentué à travers les analyses malacologiques. La résolution spatiale, relativement faible, des assemblages de gastéropodes terrestres et le fait qu'ils soient particulièrement performants pour reconstituer la structure des formations végétales permettent de penser qu'ils en donnent une image plus fidèle, sans pourtant, contrairement à l'anthracologie et à la palynologie, faire ressortir des schémas d'ampleur plus large.

Les analyses malacologiques des séquences étudiées hors contexte archéologique (c'est-à-dire ne comprenant pas d'implantations humaines détectées par l'archéologie pendant au moins une partie importante des séquences considérées) ont également permis d'identifier assez finement les variations locales du degré de l'impact humain.

L'image d'une augmentation croissante de l'anthropisation au cours du temps est finalement trop simple, si par exemple on considère le cas de la plaine de la Vistrenque ou de la grotte du Mourre de la Barque, et ne rend pas compte des caractères locaux des activités humaines dans la région. Les variations locales liées à des pratiques originales d'un site à l'autre, mises en évidence par la malacologie, prennent le pas sur une évolution plus linéaire

des paysages. Elles permettent d'envisager des schémas plus complexes et de proposer pour chacun des sites étudiés des fonctions qui lui sont propres.

Enfin, cette étude a également souligné deux points particuliers qui méritent d'être discutés : d'une part, l'aspect très ouvert des assemblages forestiers de la première partie de l'Holocène et, d'autre part, le développement quasi-général des espèces méditerranéennes au fur et à mesure de l'avancée de l'Holocène.

2 Les assemblages malacologiques de milieu forestier ouvert de la première moitié de l'Holocène

Dans toutes les séquences analysées, les malacofaunes de l'Holocène ancien traduisent des formations forestières très claires, beaucoup plus ouvertes que ce qui a été décrit pour la région par les autres études paléoenvironnementales, notamment pour l'optimum climatique de l'Atlantique ancien (Triat-Laval, 1978 ; Andrieu-Ponel *et al.*, 2000a ; Andrieu-Ponel *et al.*, 2000b ; Heinz et Thiébault, 1998 ; Bazile-Robert, 1987 ; Vernet et Thiébault, 1987 ; Vernet *et al.*, 1987 ; Vernet, 1997).

Plusieurs hypothèses peuvent être évoquées pour comprendre cette structure très ouverte des formations forestières, telle qu'elle est identifiée par les gastéropodes terrestres :

- 1) les malacofaunes enregistreraient mal les milieux forestiers (mauvaise résolution écologique des assemblages forestiers ? retard dans la colonisation ?)
- 2) les niveaux forestiers de l'Holocène ancien et notamment ceux de l'Atlantique ancien auraient disparu des séquences analysées (fragilité des sols et érosion due à des facteurs climatiques ? ou à des perturbations anthropiques ?)
- 3) des perturbations anthropiques locales précoces auraient limité la reconquête forestière du début de l'Holocène

1) Les malacofaunes enregistreraient mal les milieux forestiers

Les assemblages du début de l'Holocène ancien que nous avons étudiés comprennent en majorité *Pomatias elegans*, associé à *Vallonia costata* et un cortège variable, en fonction des sites, d'espèces de milieux plus ouverts (*Candidula unifasciata*, *Candidula gigaxii* et *Granaria variabilis*). Les espèces à affinité plus forestière ou plus franchement sciaphiles sont beaucoup moins bien représentées et parfois même rares (*Carychium tridentatum*, *Punctum pygmaeum*, *Vitrea contracta*, *Merdigera obscura*, *Oxychilus draparnaudi*, *Lauria cylindracea*, *Discus rotundatus*, *Helicodonta obvoluta*, *Acanthinula aculeata*, les Clausiliidae, ...). Ces assemblages correspondent dans le paysage actuel à des milieux forestiers très clairs, contrairement, par exemple, aux assemblages du milieu forestier actuel du Mourre de la Barque qui comportent une majorité d'espèces à affinité forestière et sciaphiles.

Dans le domaine méditerranéen, l'absence de malacofaunes traduisant le développement des milieux forestiers plus ou moins fermés dans la première partie de l'Holocène semble assez générale dans les séquences étudiées, même si elles sont encore peu nombreuses. En Espagne, Davies (in Taylor *et al.*, 1998) n'observe aucun développement des malacofaunes forestières avant le Subboréal, tandis que Preece (1991) indique que, contrairement aux séquences du nord de l'Europe, la séquence qu'il étudie ne montre pas le remplacement progressif des communautés de milieu ouvert par ces communautés forestières et que les malacofaunes de milieu ouvert se maintiennent durant tout l'Holocène. Dans le sud de la France, Magnin (1991 ; 1991) et Kabouche (1999) font le même constat que cette présente étude et observent une forte dégradation d'ouverture des milieux forestiers de la première partie de l'Holocène.

En revanche, en dehors du domaine méditerranéen, on constate que les séquences malacologiques analysées comportent bien des assemblages très forestiers, pour la première partie de l'Holocène, avant l'accroissement de l'impact humain sur les paysages, en adéquation avec les autres données paléoenvironnementales. En Pologne, les malacofaunes montrent une densification progressive des formations forestières exprimée par les assemblages malacologiques très forestiers jusqu'à la transition Atlantique/Subboréal (Alexandrowicz, 1983 ; Alexandrowicz, 1985 ; Alexandrowicz, 1983), comme c'est le cas dans d'autres régions d'Europe centrale (Ložek et Cílek, 1995). En Angleterre et en Ecosse, différents auteurs (Meyrick et Preece, 2001 ; Preece et Day, 1994 ; Preece, 1986 ; Preece *et al.*, 1984 ; Preece et Robinson, 1984 ; Evans *et al.*, 1983 ; Evans *et al.*, 1993 ; Evans, 1971) identifient pour le milieu de l'Holocène des assemblages de milieux forestiers, si fermés qu'ils n'ont parfois pas d'équivalents dans le paysage actuel. En Irlande, Preece *et al.* (1986) détectent également l'optimum climatique de l'Holocène par la présence de malacofaunes très forestières. C'est le cas également en Allemagne et au Luxembourg où des malacofaunes très forestières se mettent progressivement en place à partir de 8400 BP, jusqu'à environ 5000 BP (Meyrick, 2001). Et enfin dans l'Est, le Nord de la France et en Périgord, Puisségur (1976) et Limondin (Limondin-Lozouet, 1994 ; Limondin, 1995 ; Limondin, 1990) enregistrent ces mêmes tendances. De plus, le développement de *Pomatias elegans* (qui est l'espèce caractéristique de nos assemblages de la première partie de l'Holocène) dans la deuxième partie de l'Holocène est interprété, dans toutes ces régions plus septentrionales, comme la marque d'une forte ouverture des milieux forestiers due aux défrichements néolithiques (Evans, 1972 ; Thomas, 1985).

Cette ouverture des formations forestières de la première partie de l'Holocène semble donc propre au domaine méditerranéen. Cependant, on peut écarter l'idée qu'en contexte méditerranéen, des assemblages réellement forestiers ne pourraient pas se développer, puisque, d'une part, on a montré que plusieurs séquences comportent des assemblages malacologiques de milieux forestiers fermés pour des périodes plus récentes (les niveaux de l'âge du Bronze sur le dolmen de l'Ubac, les niveaux protohistoriques et actuels de la grotte du Mourre de la Barque) et, d'autre part, les études sur le paysage actuel montrent bien des malacofaunes forestières correspondant à différents degrés de fermeture des milieux.

Il est possible également que ces assemblages de milieux forestiers ouverts correspondent en fait à un paysage en mosaïque ou à une succession dans le temps, comme nous l'avons vu dans la partie sur les résolutions temporelle et spatiale des assemblages malacologiques. Cependant, nous pouvons écarter l'hypothèse qu'ils traduisent un paysage en mosaïque comprenant des milieux plus fermés et des zones ouvertes : en effet, dans la séquence du dolmen de l'Ubac, les assemblages du début de l'Atlantique échantillonnés sur deux coupes situées à plus de 40 mètres l'une de l'autre montrent le même type de formations forestières ouvertes ; ils impliquent donc un paysage homogène, étant donné la faible résolution spatiale des assemblages malacologiques. Le risque de ne prélever qu'entre les taches forestières est, par ailleurs, bien évidemment limité car ces observations concernent plusieurs échantillons sur un pas de temps assez long. En ce qui concerne l'enregistrement d'une succession malacologique par un même assemblage, là encore la séquence du dolmen de l'Ubac peut nous permettre de limiter cette hypothèse : une comparaison avec des assemblages du paysage actuel nous a indiqué que les assemblages de milieux forestiers ouverts de l'Atlantique étaient soumis à un faible régime de perturbations et qu'ils indiquaient une relative stabilité des formations végétales. Ainsi, les assemblages forestiers ouverts que nous avons identifiés pour la première partie de l'Holocène semblent correspondre à un vrai "métaclimax" forestier ouvert.

On peut également envisager que les gastéropodes terrestres témoignent d'un retard dans la colonisation par rapport à la reconquête végétale de l'Holocène. Plusieurs arguments plaident en faveur du rejet de cette hypothèse : d'abord, les espèces typiquement forestières sont bien présentes dans les assemblages considérés même si elles ne sont pas très nombreuses. On n'assiste donc pas à un retard de la recolonisation des espèces forestières mais bien à leur absence de développement parce que les milieux ne leur sont pas

suffisamment favorables. Ensuite, il apparaît que la recolonisation post-glaciaire des espèces thermophiles et forestières démarrerait des Péninsules méditerranéennes (italienne, ibérique et balkanique) (Quézel et Médail, 2003 ; Kabouche, 1999), les zones littorales françaises subissant très rapidement et brutalement, dès le début du Préboréal, une "recolonisation" par les faunes thermophiles (Kabouche, 1999). Les sites que nous avons étudiés sont, pour le moins, proches de ces zones-sources supposées, contrairement par exemple aux séquences de Bourgogne, qui montrent bien, elles, le développement de milieux très forestiers dans la première partie de l'Holocène (Puisségur, 1976), alors que cette région est largement plus éloignée des refuges méridionaux, les refuges de l'Est de l'Europe ayant probablement joué un rôle moins important (Meyrick, 2001).

De plus, sur le site travertineux de Vauvenargues, au pied du versant nord de la Montagne Sainte-Victoire (Bouches-du-Rhône), Magnin a montré que des assemblages très forestiers se mettent en place dès le Préboréal et se maintiennent jusqu'à l'Atlantique, contrairement au site de Saint-Antonin-sur-Bayon, au pied du versant sud de la Sainte-Victoire, qui comporte des assemblages de milieux forestiers beaucoup plus ouverts (Magnin, 1991). Cette remontée biologique et la reconquête rapide des taxons forestiers qui l'accompagnent pourraient être dues à la présence de refuges très localisés, par exemple sur les flancs des reliefs méridionaux (Magnin, 1991). Le site de Vauvenargues nous montre que le développement d'assemblages très forestiers pour la première partie de l'Holocène est possible en domaine méditerranéen. Pourquoi ne pourrait-il pas en être de même pour la séquence du Mirail, par exemple, qui est également travertineuse, en piémont d'un relief (le Luberon) et assez éloigné du littoral ? Il est probable que cette séquence de Vauvenargues ne reflète pas la tendance générale des malacofaunes de l'Holocène ancien en domaine méditerranéen, comme nous venons de le constater.

Dans le paysage actuel on peut parfois observer un certain retard de la mise en place des malacofaunes forestières par rapport à la reconquête végétale récente, consécutive à la déprise agricole, (par exemple, à Rognes), au point que la malacofaune de vastes ensembles forestiers peut apparaître comme peu forestières. Cependant, ce retard n'est pas la tendance générale (Magnin *et al.*, 1995) ; il dépend principalement de l'histoire récente des paysages. En effet, ce décalage est le plus souvent dû à des modifications rapides et très récentes du paysage que les malacofaunes n'ont pas encore eu le temps d'intégrer. Mais, sur un pas de temps plus long, Magnin a constaté que "après un peu plus d'un siècle de remontée biologique, il est impossible de distinguer les malacofaunes des reboisements anciens, de celles qui se trouvent dans des formations sylvatiques plus naturelles" (Magnin, 1991). Sur les

quelques millénaires qui nous intéressent, cette dernière hypothèse n'est donc pas envisageable pour expliquer la permanence de malacofaunes de milieux forestiers ouverts.

L'absence d'assemblages forestiers pour la première moitié de l'Holocène n'est pas due à l'incapacité des gastéropodes terrestres à enregistrer des milieux plus forestiers, ni à un retard de la recolonisation des taxons forestiers par rapport à la végétation. Il semble, cependant, que se dégage un particularisme des séquences en contexte méditerranéen, qui ne permettent pas le développement plus général de vrais assemblages forestiers.

2) les niveaux forestiers de l'Holocène ancien auraient disparu des séquences analysées

On peut, dans un deuxième temps, envisager que les assemblages forestiers ouverts récoltés pour la première partie de l'Holocène dans nos séquences ne correspondent pas aux phases d'optimum et que les assemblages forestiers contenus dans les horizons les plus superficiels des sols ont disparu des séquences. Triat-Laval avait déjà constaté que les niveaux du Boréal étaient rares dans les séquences du Sud de la France (Triat-Laval, 1978). C'est également le constat que nous avons fait pour les séquences alluviales que nous avons étudiées, notamment pour la plaine de la Vistrenque. Bien que les observations de Triat-Laval portent sur des contextes sédimentaires très différents de nos séquences, il semble pourtant que ce constat n'est pas seulement anecdotique et limité au niveau local, même si différents processus complexes ont pu conduire à ce résultat. Berger et Brochier (2000) notent également l'occurrence d'une "troncature généralisée", autour de 6000 BP, qui peut expliquer "une bonne partie des lacunes sédimentaires de l'Holocène ancien en moyenne vallée du Rhône".

Magnin, confronté au même problème d'absence de "formations forestières vraiment évoluées au cours du Boréal et de l'Atlantique", a posé l'hypothèse d'un meilleur enregistrement des phases de crises rhéostasiques par rapport aux pauses biostasiques dans le contexte détritique de bassins de la moyenne Durance (Magnin, 1996), à l'instar d'Evans (1993). S'il y a absence de dépôts, on devrait retrouver les traces de niveaux pédogénétisés dans ce contexte de pauses biostasiques : ce n'est jamais le cas dans nos séquences (par exemple à l'Ubac) qui montrent souvent au contraire l'existence de troncatures (à la Vistrenque notamment). Cette hypothèse d'une absence d'enregistrement des pauses biostasiques ne peut donc être retenue que si on considère également que se produit une érosion ultérieure des niveaux forestiers.

Nous avons déjà envisagé, dans l'analyse des sites de la plaine de la Vistrenque, plusieurs hypothèses pour expliquer cette érosion : a) une fragilité des couvertures pédologiques, liée à une couverture végétale encore faible ; elles pourraient alors être évacuées lors de phénomènes climatiques violents, tels que les orages (Poupet in Garmy et Monteil, 2000 ; Jorda et Provansal, 1996 ; Berger et Brochier, 2000) ; b) des perturbations anthropiques précoces qui auraient conduit à l'érosion des horizons forestiers (Wainwright, 2000), ces perturbations pouvant, par exemple, prendre la forme d'incendies et de premiers défrichements. Une combinaison de ces deux hypothèses est également envisageable : la rareté des niveaux des sols forestiers de l'Holocène ancien serait due à des actions humaines précoces sur des couverts pédologiques encore fragiles, comme le suggèrent également Ballais *et al.* (1993) et Jorda (1993 ; Jorda, 1993).

On note cependant une contradiction chez ces auteurs, à laquelle nous nous trouvons également confrontés, qui soulignent d'une part des phénomènes érosifs dus à une faible couverture végétale et d'autre part une "plénitude forestière" identifiée par les paléobotanistes (Jorda, 1993).

3) Des perturbations anthropiques locales précoces limiteraient la reconquête forestière du début de l'Holocène

Les escargots sont un excellent marqueur de l'environnement local et ils ont une plus faible résolution spatiale que les marqueurs botaniques. En outre, bien que peu dépendants du type d'essence végétale présent, ils sont étroitement inféodés à la structure des formations végétales : de nombreuses études malacologiques sur le paysage actuel en domaine méditerranéen ont, en effet, montré que la structure des formations végétales est l'élément prédominant pour expliquer la distribution des peuplements malacologiques (Magnin, 1991 ; Magnin et Taton, 1995 ; Magnin *et al.*, 1995 ; Labaune, 2001 ; André, 1982 ; cf. supra Rognes). Ainsi, on peut considérer qu'ils pourraient apporter des informations nouvelles quant à la structure des formations forestières de la première partie de l'Holocène, qui serait alors moins fermée que ce qu'en avaient pensé les palynologues et les anthracologues. En effet, selon Wainwright, "on ne possède aucun moyen réel pour distinguer la chênaie clairsemée de la chênaie "climacique" à partir des données paléobotaniques" (Wainwright, 2000).

Sans vouloir remettre en cause les autres études paléoenvironnementales, on peut envisager, à l'instar de Brochier (1999), que la majorité des séquences étudiées par les anthracologues proviennent de remplissage de grottes, qui sont des milieux de dépôts un peu particuliers, pouvant ne pas représenter les mêmes tendances que les secteurs de plaine. Pour

ce qui est des analyses palynologiques, elles indiquent toujours l'expansion du chêne vert en même temps que le développement de la forêt climacique (Andrieu-Ponel *et al.*, 2000a ; Triat-Laval, 1978) à partir d'environ 8000 BP (Reille *et al.*, 1980) ; ceci pourrait indiquer un état moins fermé de la forêt plutôt que le seul développement du chêne vert sur une niche écologique différente du chêne pubescent ("aires plus ou moins escarpées et très pentues" ; Triat-Laval, 1978). Cette distinction entre deux niches écologiques est d'ailleurs reprise par les anthracologues (Heinz et Thiébault, 1998 ; Vernet, 1995). Il est en de même pour les courbes du pin d'Alep, qui se maintiennent tout au long de l'Holocène : alors que généralement les palynologues ne donnent pas beaucoup d'importance à ce taxon car il a un fort pouvoir de dissémination (Jalut, 1991), Triat-Laval suggère qu'il est certes réduit à des peuplements discrets mais "non négligeables" (Triat-Laval, 1978). De plus, Triat-Laval (1982) souligne, pour les sites de l'étang de Berre, que "le maintien, au début de l'Holocène, d'une végétation de type steppique avec *Juniperus* et *Artemisia* surtout, s'est prolongé jusqu'au moment où, à l'Atlantique, l'essor des chênaies sclérophylles s'est effectué au sein de ces fruticées", alors que la "période d'optimum climatique holocène ne correspond pas à une acmé visible de la chênaie caducifoliée". De même, en Provence cristalline, l'optimum climatique de l'Holocène correspond à une chênaie pubescente ouverte à sous-bois d'éricacées, dans un contexte, il est vrai, de pédogenèse probablement plus lente sur des terrains silicatés (Dubar *et al.*, 1993).

Si les assemblages malacologiques du premier Holocène correspondent bien à un état assez ouvert des formations végétales, comment peut-on alors l'interpréter ?

Etant donné que cette ouverture des formations forestières peut difficilement être interprétée par des causes climatiques (elle montrerait alors une aridité du premier Holocène incompatible avec ce que l'on en connaît par ailleurs ; par exemple, Magny *et al.*, 2002), l'hypothèse que les assemblages malacologiques enregistreraient des perturbations anthropiques précoces peut alors être avancée. Ces perturbations freineraient le développement local de vrais milieux forestiers. C'est, par exemple, le cas dans certains secteurs de l'Angleterre où l'impact de l'homme sur le paysage au Mésolithique est déjà très fort (Chambers, 1993 ; Caseldine et Hatton, 1993). Il est vrai, également, que la palynologie et la malacologie ne concernent pas le même type de séquences sédimentaires : Edwards indique ainsi que les séquences palynologiques se trouvent généralement en contexte moins anthropisé (lac et tourbe) (Edwards, 1991). Le décalage entre les données palynologiques et malacologiques pourrait aussi s'expliquer par le fait que les deux marqueurs n'ont pas la même

résolution spatiale, les pollens donnant une image plus large et les gastéropodes une image plus étroite de la structure du paysage. Ainsi, pour une séquence d'Irlande, Preece *et al.* (1986) ont montré que les assemblages de mollusques enregistraient une phase d'ouverture des milieux forestiers vers 7000 BP, due à l'action de l'homme du Mésolithique, alors que la palynologie, du fait de la dispersion plus régionale des pollens, ne voyait pas cette ouverture des milieux.

En ce qui concerne nos assemblages, cette hypothèse peut très clairement être retenue pour la plaine de la Vistrenque. En effet, nous avons montré que les formations forestières du début de l'Holocène (localement des ripisylves ouvertes) étaient très rapidement dégradées, dès l'Epicardial, et qu'un retour à des formations plus fermées n'a pas été possible du fait d'une augmentation progressive de l'impact humain sur le paysage au cours du Néolithique. Pour les autres sites, nous n'avons pas pu interpréter cette ouverture des formations forestières directement ; il est possible alors qu'interviennent des perturbations anthropiques plus difficilement identifiables par la malacologie.

En définitive, le maintien d'assemblages forestiers ouverts liés à des perturbations anthropiques est possible à condition que ces perturbations soient suffisamment constantes et généralisées, pour que des milieux plus forestiers ne puissent pas se développer, même localement.

En conclusion, la première hypothèse d'un mauvais enregistrement des milieux forestiers par les malacofaunes peut être définitivement écartée. En revanche, les deuxième et troisième hypothèses selon lesquelles les assemblages forestiers indiqueraient des impacts anthropiques précoces, ou auraient été en partie évacués par des phénomènes érosifs sont intéressantes à considérer, d'autant plus qu'elles peuvent être combinées. Si l'hypothèse d'une structure plus ouverte des forêts méditerranéennes de la première partie de l'Holocène due à des perturbations anthropiques précoces peut paraître surprenante, c'est cependant la seule qui pourrait expliquer l'originalité des assemblages malacologiques du domaine méditerranéen, d'autant plus que les assemblages malacologiques ont montré leur formidable capacité à enregistrer la structure des habitats. Enfin, il est à souligner que les problèmes d'ouverture des milieux forestiers, notamment au Mésolithique avec l'influence des incendies, ont beaucoup passionné les paléoenvironmentalistes de l'Europe du nord-ouest (Thomas, 1989 ; Evans, 1993 ; Birks, 1993 ; Caseldine et Hatton, 1993 ; Chambers, 1993 ; Walker et Singh, 1993 ;

Wiltshire et Edwards, 1993 ; Kalis *et al.*, 2003). C'est moins le cas en domaine méditerranéen pour lequel on connaît pourtant toute l'importance de ces perturbations anthropiques pour des périodes plus récentes. Enfin, seules des études portant sur les mêmes séquences pourraient permettre de comparer les deux types de marqueurs, malacologiques et botaniques, pour voir s'il existe une différence d'appréciation de la structure des formations végétales et du paysage, due à des résolutions spatiales différentes. Mais ceci pose d'énormes difficultés pratiques, notamment en ce qui concerne la conservation simultanée des deux marqueurs (Dimbleby et Evans, 1974). C'est pourquoi une comparaison sur des paysages actuels serait peut-être plus appropriée.

3 L'apparition et le développement des espèces méditerranéennes est-elle la conséquence de l'anthropisation ?

La deuxième grande tendance que nous avons constatée sur l'ensemble des sites étudiés est l'enrichissement progressif du cortège malacologique par l'arrivée de nouvelles espèces. En effet, dans un premier temps, les premiers impacts anthropiques d'importance sont marqués par une diminution des faunes forestières tandis que se développent les faunes plus héliophiles, déjà présentes au sein du "métaclimax" forestier ouvert de la première moitié de l'Holocène, comme l'avait justement noté Magnin (1991). Dans un deuxième temps, dans certaines séquences uniquement, on assiste à un développement considérable de certains taxons méditerranéens qui étaient absents des cortèges antérieurs, en relation avec des modifications importantes de l'environnement par l'homme. Selon Kabouche (1999), "l'arrivée régulière des malacofaunes semble corrélée à l'augmentation de l'anthropisation et pose le problème de l'homme comme agent de l'acquisition ou de la disparition faunistique".

Afin d'observer si l'arrivée des espèces méditerranéennes est effectivement corrélée à l'anthropisation, nous avons examiné l'apparition de ces taxons dans nos sites (figure 96).

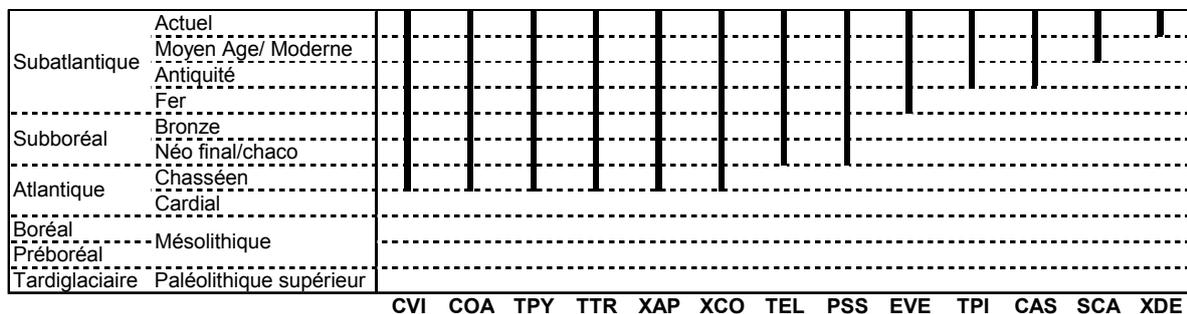


Figure 96 : Apparition des taxons méditerranéens pour l'ensemble des séquences (CVI : *Cernuella virgata* ; COA : *Cochlicella acuta* ; TPY : *Trochoidea pyramidata* ; TTR : *Trochoidea trochoides* ; XAP : *Xerotricha apicina* ; XCO : *Xerotricha conspurcata/Microxeromagna armillata* ; TEL : *Trochoidea elegans* ; PSS : *Pseudotachea splendida* ; EVE : *Eobania vermiculata* ; TPI : *Theba pisana* ; CAS : *Cryptomphalus aspersus* ; SCA : *Sphincterochila candidissima* ; XDE : *Xeropicta derbentina*).

Dans les séquences étudiées, on constate plusieurs vagues de dispersion des espèces méditerranéennes. La première semble impliquer les cultures du Néolithique moyen, puisque les espèces qui la composent sont absentes du littoral provençal au début de l'Holocène (Kabouche, 1999) : c'est notamment le cas pour *Cernuella virgata*, *Cochlicella acuta*, *Trochoidea pyramidata*, *Trochoidea trochoides*, *Xerotricha apicina* et *Xerotricha*

conspurcata/Microxeromagna armillata. Cependant, ces apparitions ne sont pas générales et on note des différences majeures entre les différents sites considérés, en fonction principalement de leur position géographique (figure 97).

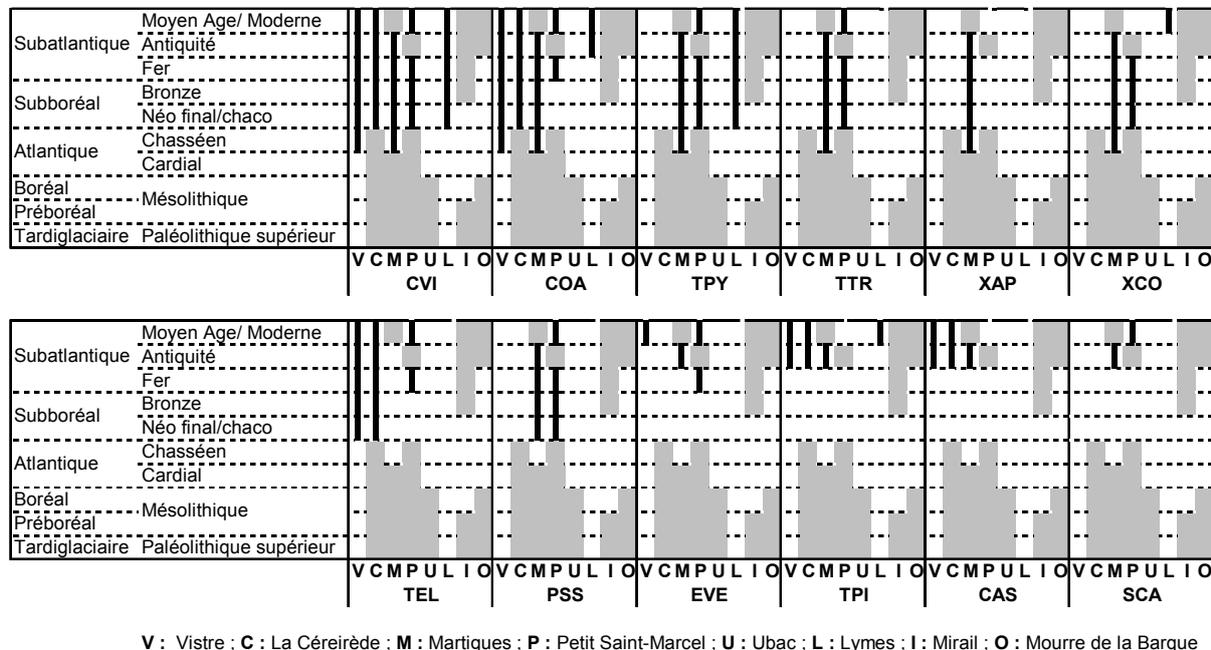


Figure 97 : Apparition des taxons méditerranéens en fonction de chaque séquence (CVI : *Cernuella virgata* ; COA : *Cochlicella acuta* ; TPY : *Trochoidea pyramidata* ; TTR : *Trochoidea trochoides* ; XAP : *Xerotricha apicina* ; XCO : *Xerotricha conspurcata/Microxeromagna armillata* ; TEL : *Trochoidea elegans* ; PSS : *Pseudotachea splendida* ; EVE : *Eobania vermiculata* ; TPI : *Theba pisana* ; CAS : *Cryptomphalus aspersus* ; SCA : *Sphincterochila candidissima* ; XDE : *Xeropicta derbentina*).

Ainsi, *Cernuella virgata* est présente dès le Néolithique moyen sur les sites de Martigues, à proximité du littoral. Nous ne savons pas, sur ces derniers sites, à quel moment elle apparaît. Cependant, elle est déjà présente dans la séquence de Châteauneuf-les-Martigues dès le Néolithique cardial (Magnin, 1991). Son apparition dans la plaine de la Vistrenque est, en revanche, très brutale au Chasséen : il semble donc que le facteur anthropique soit l'élément principal pour expliquer sa présence dans le secteur considéré par notre étude, l'homme étant alors l'agent disperseur de cette espèce. Cette espèce est alors réellement "introduite" par les populations chasséennes en Vistrenque. Par ailleurs, elle est absente des séquences de l'intérieur des terres (l'Ubac, le Mirail et le Mourre de la Barque) : il semble que le fait que des milieux favorables à son développement ne se soient pas mis en place jusqu'aux périodes les plus récentes explique mieux cette absence que l'influence du gradient

climatique, étant donné que *Cerņuella virgata* est présente à Lymes (probablement à partir du Néolithique final) à proximité du site du dolmen de l'Ubac. *Cochlicella acuta*, qui se trouve au moins dès le Néolithique moyen sur le littoral et dans la plaine de la Vistrenque, suit le même schéma, même si elle atteint l'intérieur des terres plus tardivement que *Cerņuella virgata* (pas avant les périodes historiques à Lymes). *Trochoidea pyramidata* est, quant à elle, cantonnée sur le littoral dès le Néolithique cardial (Magnin, 1991). Cette espèce ne se retrouve pas dans les sites de l'intérieur des terres, à l'exception du secteur de Lymes après le Chasséen. Sa présence à Lymes peut également s'expliquer par l'extension de milieux qui lui sont favorables au niveau local, probablement grâce à des conditions d'habitat convenables, d'autant plus qu'elle est absente de la séquence de l'Ubac, située pourtant à seulement quelques kilomètres mais dans un contexte de pied de versant ombragé. Ce sont également ces conditions particulières qui peuvent expliquer la présence de *Xerotricha conspurcata*/*Microxeromagna armillata* dans les niveaux les plus récents de la séquence de Lymes, alors que ce taxon se retrouve, à partir du Néolithique moyen, uniquement dans les séquences du littoral. Dans le paysage actuel, ces deux espèces sont plus nettement développées (à l'Ubac, à Rognes et à la Tapy) ; leur colonisation de l'intérieur des terres pourrait ainsi être très tardive : elles n'apparaissent, par exemple, pas avant l'époque romaine dans le Var (Magnin, 1990). *Trochoidea trochoides* est strictement cantonnée sur le littoral, à partir au moins du Néolithique moyen. Ainsi, si elle est introduite par l'homme, ce sont les conditions bioclimatiques qui semblent organiser sa répartition à l'échelle de la région, plus que l'ouverture des milieux par l'homme. C'est également le cas de *Xerotricha apicina*, strictement inféodée aux zones littorales les plus chaudes (à Martigues).

La deuxième vague d'apparition d'espèces méditerranéennes a lieu à partir du Néolithique final/Chalcolithique : elle concerne *Trochoidea elegans* et *Pseudotachea splendida*. *Trochoidea elegans* est une espèce très discrète dans nos séquences holocènes alors qu'elle peut constituer des populations très abondantes dans le paysage actuel (par exemple à Rognes) : il semble qu'elle a pu profiter de l'ouverture des milieux par l'homme sans pour autant que l'influence directe de l'homme sur son expansion ne soit très forte. Quant à *Pseudotachea splendida*, qui est attestée sur le littoral provençal dès le Préboréal (Kabouche, 1999), il apparaît que sa dispersion sur d'autres secteurs tient largement de l'action de l'homme à partir du Néolithique final/Chalcolithique, mais elle reste cantonnée sur le littoral en fonction de ses caractères très thermophiles.

La troisième vague d'introduction concerne uniquement *Eobania vermiculata* à partir de l'âge du Fer sur le littoral marseillais. Son introduction à des fins alimentaires est possible.

La quatrième vague, à partir de l'Antiquité, comporte *Theba pisana* et *Cryptomphalus aspersus*, qui peuvent également avoir été introduites volontairement par l'homme à des fins alimentaires étant donné que ce sont des escargots de grosse taille. *Sphincterochila candidissima* est attestée pour un niveau protohistorique remanié sur le site de Ponteau-Gare. Dans l'état actuel de nos connaissances, nous nous en tenons, pour cette espèce, aux observations de Magnin, qui considère qu'elle pourrait avoir été introduite très récemment, c'est-à-dire pas avant le Moyen Age (Magnin, 1991).

Enfin, pour confirmer que les introductions d'espèces méditerranéennes se sont faites successivement au cours du temps, on peut noter l'introduction très récente (une cinquantaine d'années) de l'escargot *Xeropicta derbentina*, que nous ne retrouvons bien sûr que dans l'actuel (Rognes, Ubac)... Cette introduction prend alors la forme d'une "invasion" (Labaune, 2001).

Pour conclure, il semble bien que l'homme ait de manière plus ou moins directe influencé la dispersion des espèces méditerranéennes en Provence calcaire et dans le Languedoc oriental : par des introductions sans doute volontaires de taxons, par des introductions non maîtrisées d'espèces qui ont pu profiter des mouvements de populations et des échanges de marchandises, et enfin par l'ouverture des milieux qui a favorisé sur le plus long terme l'expansion d'espèces qui trouvaient alors des conditions favorables à leur développement même dans l'intérieur des terres. Cette étude confirme également que le littoral a servi de base à l'expansion de ces espèces malacologiques méditerranéennes, même si pour l'instant nous connaissons mal les zones refuges de ces espèces pendant la dernière période glaciaire.

4 Les gastéropodes terrestres enregistrent-ils les variations climatiques de l'Holocène ?

Tout au long de ce mémoire, nous avons évoqué les cas où une explication climatique à un changement environnemental pouvait être proposée, sans pour autant pouvoir la privilégier par rapport à un changement dû à l'homme. Comment peut-on alors essayer de distinguer, à partir des escargots inclus dans nos séquences, le phénomène climatique des changements anthropiques ?

Le climat peut avoir une influence directe sur les peuplements malacologiques, ou indirecte, en modifiant les formations végétales qui structurent leur habitat. En ce qui concerne les influences directes, on peut distinguer deux types de réponses selon que les espèces sont sténoèces, c'est à dire qu'elles exigent des conditions étroitement limitées, ou euryèces, c'est à dire qu'elles peuvent vivre dans des conditions plus variées (Rousseau, 1989). Les espèces sténoèces peuvent avoir une distribution géographique bornée par des facteurs limitants climatiques (Magnin et Martin, 2004, à paraître). Du point de vue thermique, les espèces thermophiles sont ainsi exclues des régions qui subissent des hivers trop rigoureux. D'autres espèces ont des aires de répartition aujourd'hui limitées aux régions arctiques et alpines. De telles espèces sont, *a priori*, de bonnes espèces indicatrices d'un type de climat particulier lorsqu'on les trouve dans des assemblages quaternaires (Magnin et Martin, 2004, à paraître). Les espèces euryèces peuvent au contraire s'adapter à différentes conditions climatiques : elles subsisteront donc *in situ* lors d'un changement climatique, si toutefois l'habitat issu de ces changements lui convient encore (Magnin et Martin, 2004, à paraître). Cependant, du fait de variations relativement faibles des températures, les assemblages malacologiques holocènes du domaine méditerranéen ne comprennent souvent aucune espèce indicatrice d'un climat différent de l'actuel, une fois le réchauffement post-glaciaire accompli. Nous devons donc nous en tenir à l'examen de la composition des assemblages malacologiques. L'influence indirecte du climat est alors fondamentale, d'autant plus que l'on considère également le rôle des précipitations. En effet, "les précipitations n'agissent qu'indirectement sur les mollusques" (Magnin, 1991). Evans a également souligné la difficulté d'utiliser les variations d'humidité fournies par les mollusques terrestres pour une interprétation climatique, étant donné que le degré d'humidité peut varier localement en fonction de l'épaisseur et de la texture du sol, des caractères du sous-sol, de la topographie et de la végétation (Evans, 1969).

En ce qui concerne l'influence indirecte du climat, les changements climatiques modifient la structure et la composition floristique des formations végétales ; ils provoquent également une désorganisation de leur étagement et de leur zonation. Comme les mollusques terrestres sont très sensibles à la structure de leur habitat, toute modification du couvert végétal a des conséquences sur les peuplements malacologiques (Magnin et Martin, 2004, à paraître). Or, l'examen de la répartition des escargots dans un paysage actuel selon un gradient climatique altitudinal (le Grand Luberon) a montré que l'individualisation de la composante strictement climatique, dans un paysage pourtant montagnard, n'est pas évidente étant donnée que la distribution des escargots sur le gradient d'altitude dépend également pour une grande part du degré d'anthropisation et de facteurs historiques (Labaune et Magnin, 2001 ; Magnin et Martin, 2004, à paraître). Comme le constate également Magnin pour l'étude d'un autre gradient altitudinal (le Mont Ventoux), "l'influence de la structure de la végétation nuit sérieusement à la perception qu'on peut avoir du climat par l'intermédiaire de la malacofaune" (Magnin, 1991) ; or cette structure de la végétation est également largement influencée par des facteurs historiques dépendants eux-mêmes de l'histoire de l'anthropisation locale (Magnin, 1991). L'élaboration de reconstitutions de courbes de températures à partir des malacofaunes, comme cela l'a été tenté pour les séquences du Nord de la France (Rousseau *et al.*, 1994 ; Limondin, 1990), ne nous semble pas possible à partir de nos données, en contexte méditerranéen, d'autant plus que nous ne pouvons pas, comme nous l'avons vu précédemment, corréler nos séquences entre elles pour obtenir un enregistrement global.

L'influence indirecte du climat sur la répartition des communautés de gastéropodes terrestres semble largement masquée par l'influence plus directe de l'anthropisation, par le biais de modifications dans la structure des formations végétales autrement plus importantes que celles occasionnés par les changements climatiques tels que nous les connaissons. De plus, notre mémoire a montré qu'à partir de l'arrivée des populations néolithiques, l'évolution du paysage dépend principalement des variations locales du mode de gestion de celui-ci par l'homme, ce qui conduit à des schémas complexes non reproductibles d'un point à l'autre de notre aire d'étude et donc difficilement interprétables en terme climatique.

La liste est longue des changements climatiques identifiés pour l'Holocène que nous ne voyons pas par l'examen de nos assemblages malacologiques. Nous donnerons quelques exemples argumentés afin d'expliquer en quoi concrètement l'analyse malacologique n'est pas un outil adéquat pour reconstituer les variations climatiques à l'Holocène.

Pour ce qui est des grandes tendances climatiques, l'image d'un premier Holocène plus humide que le second (Magny *et al.*, 2002 ; Jorda *et al.*, 2002) n'est pas du tout visible par l'étude des gastéropodes terrestres, alors qu'ils sont particulièrement sensibles aux variations d'humidité locale. En effet, si certains secteurs comme le vallon travertineux du Mirail ou le bassin de Trets (Mills, 1985) semblent effectivement correspondre à des paysages très différents de l'actuel de par la présence de milieux palustres, les sites de vallées plus larges, comme la plaine de la Vistrenque, du Calavon ou le Mourre de la Barque, correspondent globalement à des paysages assez secs. En fait, le caractère humide des assemblages malacologiques de ces séquences n'est pas en rapport avec l'avancée dans l'Holocène, mais plutôt avec des conditions sédimentaires ou topographiques particulières au niveau local. De même, le développement des espèces méditerranéennes n'est pas un marqueur direct de l'accentuation du climat méditerranéen étant donné que, comme nous l'avons vu précédemment, la distribution des escargots méditerranéens est largement influencée par l'homme.

Les malacofaunes ne permettent pas non plus d'enregistrer la péjoration climatique de l'âge du Bronze, identifiée par exemple par Berger *et al.* (2000) : en effet, la remontée biologique que l'on observe fréquemment dans nos séquences pour cette période correspond plus à un changement dans les modes de gestion du paysage, comme nous l'avons vu précédemment. De la même façon, nous ne pouvons pas nous prononcer sur l'amélioration climatique qui perdure pendant l'Antiquité (par exemple Provansal, 1992 ; Provansal *et al.*, 1995), puisque, là encore, les assemblages de mollusques sont soumis à des changements de l'impact anthropique : l'occurrence d'une remontée biologique permettant le développement d'une forêt méditerranéenne dans la plaine du Vistre à l'Antiquité et l'identification d'une ouverture radicale des milieux à l'Ubac et à Lymes, par exemple, ne peuvent correspondre, en même temps, au même phénomène climatique. Encore une fois, Evans met en garde contre la confusion possible entre assèchement du climat et ouverture de la végétation (Evans, 1970). Par ailleurs, certains sites (plaine de la Vistrenque, La Céreirède) montrent un maintien très constant d'assemblages semblables pendant une longue période de l'Holocène, que nous avons interprété comme la persistance d'un même type de gestion du paysage par l'homme : le maintien de ces milieux s'accommode mal d'une interprétation climatique.

C'est pour ces mêmes raisons que nous ne pouvons pas non plus débattre, d'après nos résultats, des problèmes de la mise en place du climat méditerranéen et des phases d'aridification évoquées par Jalut *et al.* (1997 ; 2000) et Magny *et al.* (2002). Nos résultats ne corroborent pas, en effet, le déterminisme climatique, évoqué par Jalut *et al.* (2000)

expliquant les changements de la gestion du paysage par l'homme au cours de l'Holocène. Nous reprenons donc à notre compte l'observation de Reille *et al.* (1980) : "il semble difficile, voire illusoire, de vouloir mettre en évidence et en parallèle des inflexions climatiques nettes depuis 5000 ans en relation avec des variations de la végétation".

Pour en finir sur cette question, nous confirmons que nos données ne permettent pas de discuter des variations climatiques de l'Holocène, les gastéropodes terrestres étant plus largement influencés par l'impact humain local. Si les variations climatiques peuvent cependant avoir un rôle pour expliquer la composition de nos assemblages malacologiques, nous ne pouvons malheureusement pas, dans l'état actuel de nos connaissances, les distinguer du phénomène anthropique prédominant.

CONCLUSION GENERALE

Nous avons montré, dans ce mémoire, que les gastéropodes terrestres sont particulièrement pertinents pour caractériser l'anthropisation : ils sont très dépendants de la structure de la végétation, sur laquelle les actions humaines agissent principalement, et ils ont une très faible résolution spatiale, qui nous permet d'enregistrer les variations locales de l'environnement. De plus, ils enregistrent bien les perturbations anthropiques que leur environnement a subies et, une fois enfouis, les assemblages malacologiques sont bien stratifiés dans le sol.

A l'Holocène, en Provence calcaire et en Languedoc oriental, les mollusques terrestres mettent en évidence une anthropisation précoce du paysage dont l'intensité et les formes varient d'un site à l'autre. L'augmentation linéaire de l'anthropisation au cours de l'Holocène est finalement un schéma trop simple et peut même être à rejeter en fonction des sites analysés. Nous avons, par exemple, montré que l'impact anthropique peut être parfois plus fort localement au Chalcolithique qu'à l'Antiquité. Sur certains sites, dès le Néolithique cardial, les malacofaunes enregistrent une très forte artificialisation des milieux et parfois l'absence totale de faunes forestières. Les populations néolithiques sont, de plus, largement responsables de l'expansion des faunes méditerranéennes, en vagues successives, dans des contextes très ouverts. Si la Protohistoire, et surtout l'âge du Bronze, correspond à une diminution de l'impact humain, il s'agit plus, en fait, d'un changement des modes de gestion du paysage que d'un réel abandon de certains territoires. Enfin, si l'Antiquité correspond, de manière générale, à un degré plus élevé dans l'ouverture des milieux, une reconquête forestière est également possible localement. Sur certains sites, nous avons également pu constater une pérennité des pratiques agro-pastorales sur le long terme (par exemple, le pastoralisme extensif des lits majeurs des cours d'eau).

Ainsi, très précocement, les paysages holocènes du sud de la France sont largement influencés par l'action de l'homme : cet impact anthropique a vraisemblablement été jusqu'ici sous-évalué, surtout si l'on accepte l'hypothèse selon laquelle la forte ouverture des milieux forestiers identifiée par les gastéropodes terrestres, pour la première partie de l'Holocène, serait liée aux activités humaines.

En revanche, cette très forte capacité des gastéropodes terrestres à enregistrer l'impact anthropique ne permet que difficilement de déceler les variations climatiques de l'Holocène, dont les impacts, en terme de modifications de la structure des formations végétales, sont plus modestes et restent à évaluer.

Afin de caractériser encore plus précisément les formes d'anthropisation sur les paysages anciens, il serait nécessaire d'accroître le référentiel des analogues actuels en fonction des différentes pratiques agro-pastorales (pâturage en sous-bois, champs, ...), toute la difficulté résidant dans le fait que les activités humaines actuelles ne sont pas strictement équivalentes à celles du passé.

C'est également l'examen du paysage actuel qui pourra nous permettre de poursuivre notre travail sur la compréhension des processus taphonomiques susceptibles de biaiser la résolution temporelle et spatiale des assemblages malacologiques. Cette approche devrait se faire en collaboration avec les pédologues et les géomorphologues.

Enfin, un travail interdisciplinaire avec les paléobotanistes nous paraît indispensable pour mieux comprendre les variations du couvert végétal à l'Holocène, en liaison avec les perturbations humaines. L'examen au cas par cas de la composition des assemblages malacologiques et des assemblages botaniques (polliniques ou anthracologiques) et de leur signification dans un paysage qui nous est connu pourrait être un bon point de départ à cette réflexion.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alexandrowicz, S. W.** (1983). Holocene travertine from Moszczenica near Bochnia. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica* XVI, 83-95.
- Alexandrowicz, S. W.** (1983). Malacofauna of Holocene calcareous sediments of the Cracow Upland. *Acta Geologica Polonica* 33, n°1-4, 117-161.
- Alexandrowicz, S. W.** (1985). Successions of the Holocene molluscan assemblages in the Cracow Upland. *Soosiana* 13, 147-149.
- André, J.** (1979). Etude malacologique du gisement néolithique de l'Abri Jean-Cros. *L'Abri Jean Cros. Essai d'approche d'un groupe humain du Néolithique ancien dans son environnement*, Guilaine, J., Gasco, J., Vaquer, J. et Barbaza, M. (Ed.). Centre d'Anthropologie des Sociétés rurales, Toulouse. 253-278.
- André, J.** (1980). Etude malacologique du gisement préhistorique de l'Abri sous-roche de La Poujade (Aveyron). Données préliminaires. *Archéologie en Languedoc* 3, 25-28.
- André, J.** (1981). Etude des peuplements malacologiques d'une succession végétale post-culturelle. *Haliothis* 11, 15-27.
- André, J.** (1981). Recherches sur les malacofaunes quaternaires du Languedoc. *Paléobiologie continentale (Travaux de la RCP 576)* XII, n°1, 159-165.
- André, J.** (1982). Le peuplement de mollusques terrestres des formations végétales à *Quercus pubescens* Willd. du Montpelliérais. Premiers résultats. *Malacologia* 22 (1-2), 483-488.
- André, J.** (1989). Mise au point de la reconstitution de l'environnement par l'étude de la faune malacologique. Analyse descriptive et numérique par l'analyse de données. *Lattara* 2, 43-52.
- André, J.** (1990). Paléofonctionnement d'un système lacustre travertineux. Résultats de l'analyse écologique évolutive des peuplements malacologiques de l'Infernet (34 - St Guilhem). *Histoire de l'environnement. Milieux et anthropisation à l'Holocène en Méditerranée occidentale à partir de sites karstiques*, Vernet, J.-L. et Vaudour, J. (Ed.). CNRS - PIREN, Montpellier. 148-167.
- Andrieu-Ponel, V. and Ponel, P.** (1999). Human impact on Mediterranean wetland Coleoptera: an historical perspective at Tourves (Var, France). *Biodiversity and Conservation* 8, 391-407.
- Andrieu-Ponel, V., Ponel, P., Beaulieu (de), J.-L., Bruneton, H., Leveau, P., Goeury, C., Huttunen, R.-L. et Jull, A.-J.-T.** (2000a). Dix mille ans d'histoire de la végétation de Basse-Provence révélés par l'analyse pollinique de deux nouveaux profils sédimentaires du Marais des Baux. *Milieux et sociétés dans la Vallée des Baux*, Leveau, P. et Saquet, J. P. (Ed.), Etudes présentées au colloque de Mouriès, 1998, Revue Archéologique de Narbonnaise, Supplément 31, 39-61.

- Andrieu-Ponel, V., Ponel, P., Jull, A. J. T., Beaulieu (de), J. L., Bruneton, H. and Leveau, P.** (2000b). Towards the reconstruction of the Holocene vegetation history of Lower Provence: two new pollen profiles from Marais des Baux. *Vegetation History and Archaeobotany* 9, 71-84.
- Arbogast, R.-M., Magny, M. et Pétrequin, P.** (1995). Expansions et déprises agricoles au Néolithique : populations, cultures céréalières et climat dans la Combe d'Ain (Jura, France) de 3700 à 2500 av. J.-C. *L'homme et la dégradation de l'environnement. XVèmes Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, Van Der Leeuw, S. E. (Ed.). Editions APDCA, Juan-les-Pins. 19-41.
- Argant, J., Barberan, S., Chevillot, P., Grenut, I., Maufra, O., Peyric, D., Sellami, F., avec la collaboration de Amandry, M. et Sauvage, L.** (2001). *ZAC de la Gare II à Nîmes (Gard). Le paléochenal de la ZAC de la gare II à Nîmes : apport d'une fouille préventive dans la périphérie nîmoise à la connaissance de l'hydrologie et de l'environnement de plaine du Vistre*, Document final de synthèse, Fouille archéologique préventive. Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier. 83 p.
- Argant, J., Heinz, C. et Brochier, J.-L.** (1991). Pollens, charbons de bois et sédiments : L'action humaine et la végétation, le cas de la grotte d'Antonnaire (Montmaur-en-Diois, Drôme). *Revue d'Archéométrie* 15, 29-40.
- Armour-Chelu, M. and Andrews, P.** (1994). Some Effects of Bioturbation by Earthworms (Oligochaeta) on Archaeological Sites. *Journal of Archaeological Science* 21, 433-443.
- Arnaud-Fassetta, G., Beaulieu (de), J.-L., Suc, J.-P., Provansal, M., Williamson, D., Leveau, P., Aloïsi, J.-C., Gadel, F., Giresse, P., Oberlin, C. and Duzer, D.** (2000). Evidence for an early land use in the Rhône delta (Mediterranean France) as recorded by late Holocene fluvial paleoenvironments (1640-100 BC). *Geodinamica Acta* 13, 377-389.
- Audra, P., Bigot, J.-Y. and Monochain, L.** (2003). Hypogenic caves in Provence (France): Specific features and sediments. *Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers* 1(1), 1-11.
- Bába, K.** (1992). The influence of silviculture on the structure of snail assemblages. *Proceedings of the Ninth International Malacological Congress. Edinburgh, 31 August - 6 September 1986*, Gittenberger, E. and Goud, J. (Ed.). Unitas Malacologica, Leiden. 27-34.
- Baker, G. H.** (1988). The Life History, Population Dynamics and Polymorphism of *Ceruella virgata* (Mollusca: Helicidae). *Australian Journal of Zoology* 36, 497-512.
- Baker, G. H.** (1989). Damage, population dynamics, movement and control of pest Hecilid Snails in Southern Australia. *British Crop Protection Council Monograph, n°41. Slugs and snails in world agriculture*, 175-184.

- Baker, G. H.** (1991). Life history and population dynamics of *Cochlicella acuta* (Müller) (Gastropoda: Helicidae) in a pasture-cereal rotation. *Journal of Molluscan Studies* 57, 259-266.
- Baker, G. H.** (1992). The dispersal of introduced white snails in pasture-crop rotations in south Australia. *Pest of pastures. Weed, Invertebrate and Disease Pests of Australian Sheep Pastures*, Delfosse, E. S. (Ed.). Australian wool corporation publishers, Melbourne. 115-120.
- Ballais, J.-L., Jorda, M., Provansal, M. et Covo, J.** (1993). Morphogenèse holocène sur le périmètre des Alpilles. *Archéologie et environnement : de la Sainte-Victoire aux Alpilles*, Leveau, P. et Provansal, M. (Ed.). Université de Provence, Aix-en-Provence. 515-547.
- Barrière, J.** (1965). *Utilisation de la faune malacologique fossile dans l'étude des sédiments récents*. DES de Géologie, Montpellier. 42 p.
- Baur, A. and Baur, B.** (1990). Are roads barriers to dispersal in the land snail *Arianta arbustorum*? *Canadian Journal of Zoology* 68, 613-617.
- Baur, A. and Baur, B.** (1991). Effect of habitat form on dispersal in the land snail *Arianta arbustorum*. *Effects of competitive interactions and habitat structure on life-history traits and dispersal in the land snails*. *Acta Universitatis Upsaliensis*, Baur, A. (Ed.). Lindbergs grafiska, Uppsala. 1-17.
- Baur, B.** (1986). Patterns of dispersion, density and dispersal in alpine populations of the land snail *Arianta arbustorum* (L.) (Helicidae). *Holarctic Ecology* 9, 117-125.
- Bazile-Robert, E.** (1987). Végétations pré-néolithiques d'après l'anthracologie de sites préhistoriques du Sud de la France. *Premières Communautés Paysannes en Méditerranée occidentale. Colloque International du CNRS, Montpellier, 1983*, Guilaine, J. (Ed.), Paris. 81-85.
- Beauvais, R. et Cazorla, L.** (2002). *Analyse anthracologique préliminaire d'une séquence holocène dans le Grand Luberon (Ravin du Mirail, La Motte d'Aigues, Vaucluse)*. Maîtrise de Biologie des Populations et des Ecosystèmes, Université Aix-Marseille III, Marseille. 17 p.
- Bell, M.** (1983). Valley Sediments as Evidence of Prehistoric Land-use on the South Downs. *Proceedings of the Prehistoric Society* 49, 119-150.
- Bénévent, E.** (1926). *Le climat des Alpes Françaises*, Office National Météorologique, Paris. 435 p.
- Benson, D. G., Evans, J. G., Williams, G. H., Darvill, T., David, A., with contributions by Brennan, D., Caseldine, A. E., Dresser, Q., Hyde, L. M., O'Connor, T. and Wilkinson, J. L.** (1990). Excavations at Stackpole Warren, Dyfed. *Proceedings of the Prehistoric Society* 56, 179-245.

- Benzécri, J.-P. F.** (1984). *Pratique de l'Analyse des Données, 1 : Analyse des correspondances. Exposé élémentaire*. Dunod, Paris. 456 p.
- Berger, J.-F.** (1995). Facteurs anthropiques et naturels de l'évolution des paysages romains et protomédiévaux du Bassin valdainais (Drôme). *L'homme et la dégradation de l'environnement. XVèmes Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, Van Der Leeuw, S. E. (Ed.). Editions APDCA, Juan-les-Pins. 79-114.
- Berger, J.-F.** (1996). Climat et dynamique des agrosystèmes dans la moyenne vallée du Rhône. *Le IIIe siècle en Gaule narbonnaise. Données régionales sur la crise de l'Empire*. Editions APDCA, Sophia Antipolis. 299-332.
- Berger, J.-F. et Brochier, J.-L.** (2000). Evolution des paysages et des climats dans la moyenne vallée du Rhône et sa bordure préalpine de 13 000 à 5 000 BP. *Les derniers chasseurs-cueilleurs d'Europe occidentale, Actes du colloque international de Besançon, octobre 1998*. Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon. 37-57.
- Berger, J. F., Magnin, F., Thiébault, S. et Argant, J.** (1997). Essai de paléoécologie d'un paysage : le bassin valdainais (Drôme, France) à l'Holocène. *Ecologia Mediterranea* 23 (1/2), 145-167.
- Berger, J.-F., Magnin, F., Thiébault, S. et Vital, J.** (2000). Emprise et déprise culturelle à l'Age du Bronze : l'exemple du Bassin Valdainais (Drôme) et de la moyenne vallée du Rhône. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 97, n°1, 95-119.
- Bernasconi, R.** (1994). Le genre *Moitessieria* Bgt, 1863 en France : révision, inventaire et description de *M. corsica* n. sp. (Mollusca Gasteropoda Prosobranchia Hydrobiidae). *Mémoires de Biospéologie* XXI, 7-20.
- Berry, F. G.** (1973). Patterns of snail distribution at Ham Street Woods National Nature Reserve, East Kent. *Journal of Conchology* 28, n°1, 23-36.
- Bertrand, G.** (2000). La Discordance des Temps. *Les derniers chasseurs-cueilleurs d'Europe occidentale, Actes du colloque international de Besançon, octobre 1998*. Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon. 15-23.
- Birks, H. J. B.** (1993). Precision, concepts, controversis: Alan Smith's contributions to vegetational history and palaeoecology. *Climatic Change and Human Impact on the Landscape. Studies in palaeoecology and environmental archaeology*, Chambers, F. M. (Ed.). Chapman & Hall, London. 5-11.
- Birks, H. J. B. and Birks, H. H.** (1980). *Quaternary Palaeoecology*, Edward Arnold, London. 289 p.
- Bishop, M. J.** (1977). The habitats of Mollusca in the central Highlands of Scotland. *Journal of Conchology* 29, n°4, 189-197.

- Blanchemanche, P.** (2002). Dynamique naturelle et maîtrise des eaux d'un territoire lagunaire : l'exemple de la plaine de Lattes (Hérault) au cours du Petit Age Glaciaire. *Equilibres et ruptures dans les écosystèmes depuis 20 000 ans en Europe de l'Ouest, Actes du colloque international de Besançon, 18-22 septembre 2000*, Richard, H. et Vignot, A. (Ed.). Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon. 305-313.
- Blanchemanche, P., Berger, J.-F., Chabal, L., Jorda, C., Jung, C. et Raynaud, C.** (2003). Le littoral languedocien durant l'Holocène : milieu et peuplement entre Lez et Vidourle (Hérault, Gard). *Des milieux et des hommes : fragments d'histoires croisées*, Muxart, T., Vivien, F.-D., Villalba, B. et Burnouf, J. (Ed.). Elsevier, Paris. 65-78.
- Blanchemanche, P. et Chabal, L.** (1995). Potentialités forestières et activités humaines de la fin de la Préhistoire à la période historique dans le midi de la France : dégradation ou socialisation du milieu ? *L'homme et la dégradation de l'environnement. XVèmes Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, Van Der Leeuw, S. E. (Ed.). Editions APDCA, Juan-les-Pins. 207-229.
- Blondel, J.** (1982). Caractérisation et mise en place des avifaunes dans le bassin méditerranéen. *Ecologia Mediterranea* VIII (1/2), 253-272.
- Blondel, J.** (1986). *Biogéographie évolutive*, Masson, Paris. 221 p.
- Blondel, J.** (1987). From biogeography to life history theory: a multithematic approach. *Journal of Biogeography* 14, 405-422.
- Bobrowsky, P. T.** (1984). The history and science of gastropods in archaeology. *American Antiquity* 49(1), 77-93.
- Boissinot, P.** (2000). La mise en évidence du champ protohistorique dans le Midi de la France. *Els productes alimentaris d'origen vegetal a l'Edat del Ferro de l'Europa occidental : de la producció al consum. Actes del XXII Colloqui internacional per a l'Estudi de l'Edat del Ferro, Girona 1998*, Buxó, R. i Pons, E. (Ed.). Centre d'Investigacions arqueològiques, Girona. 75-86.
- Boissinot, P. et Magnin, F.** (1992). Le Verger 1 : un site du VIème siècle av. J.-C. dans son environnement, au pied du Baou-Roux (Bouc-Bel-Air, B.-du-Rh.). *Bulletin archéologique de Provence* 21, 15-30.
- Bonavita, D.** (1972). *Eléments pour une monographie écologiques et biologique du gastéropode terrestre Leucochroa candidissima (Drap.)*. Sciences Naturelles, Université de Provence, Marseille. 303 p.
- Boycott, A. E.** (1934). The habitats of land mollusca in Britain. *Journal of Ecology* XXII, n°1, 1-38.
- Bradshaw, R.** (1991). Spatial scale in the pollen record. *Modelling Ecological Change. Perspectives from Neoecology, Palaeoecology and Environmental Archaeology*, Harris, D. R. and Thomas, K. D. (Ed.). Institute of Archaeology, University College, London. 41-52.

- Bravard, J.-P., Vérot-Bourrély, A. et Salvador, P.-G.** (1992). Le climat d'après les informations fournies par les enregistrements sédimentaires fluviaux étudiés sur des sites archéologiques. *Les Nouvelles de l'Archéologie* 50, 7-13.
- Bretagne, P.** (1986). Informations archéologiques. *Gallia Préhistoire* 29, 480-481.
- Breuil, J.-Y.** (2004a, à paraître). *Le site du Paléolithique supérieur de Mas de Mayan (Nîmes, Gard)*, Document final de synthèse, Fouille archéologique. Service Régional d'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier.
- Breuil, J.-Y.** (2004b, à paraître). *Le site de Bassin Magaille Est (Nîmes, Gard)*, Document final de diagnostic archéologique. Service Régional d'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier.
- Breuil, J.-Y. et Chevillot, P.** (2000). *Bassin aval du Vistre de la Fontaine - Nîmes (Gard). Occupation néolithique et réseaux fossoyés antique et moderne*, Document final de synthèse de diagnostic archéologique. Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier. 110 p.
- Briggs, D. J., Gilbertson, D. D. and Harris, A. L.** (1985). Molluscan taphonomy in braided river environments: model development and application to the Summertown-Radley terrace gravels of the river Thames. *Palaeoenvironmental Investigations, Research Design, Methods and Data Analysis. Symposia of the Association for Environmental Archaeology N°5A, BAR International Series 258*, Fieller, N. R. J., Gilbertson, D. D. and Ralph, N. G. A. (Ed.), 67-88.
- Briggs, D. J., Gilbertson, D. D. and Harris, A. L.** (1990). Molluscan taphonomy in a braided river environment and its implications for studies of Quaternary cold-stage river deposits. *Journal of Biogeography* 17, 623-637.
- Brochier, J.-E.** (1977). *Evolution des climats et des paysages vauclusiens au cours du Würmien récent et du Postglaciaire*, Paléoécologie de l'homme fossile, 1. Editions du CNRS, Paris. 180 p.
- Brochier, J.-E.** (1983a). Combustion et parcage des herbivores domestiques. Le point de vue du sédimentologue. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 80, 143-145.
- Brochier, J.-E.** (1983b). Bergeries et feux de bois néolithiques dans le Midi de la France. *Quartär* 33/34, 181-193.
- Brochier, J.-E.** (1984). Chênes à feuillage caduc, chênes verts et stabilité des versants. "Influences méridionales dans l'Est et le Centre-Est de la France au Néolithique : le rôle du Massif Central", *Actes du 8ème Colloque Interrégional sur le Néolithique, Le Puy 1981*. CREPA, Clermont-Ferrand. 321-327.
- Brochier, J.-E.** (1984). Etude géologique du site chasséen de Malvoisin à Orgon (Bouches-du-Rhône). *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle de Marseille* 44, 19-27.

- Brochier, J.-E.** (1988). Cinq millénaires de sédimentation dans le marais holocène de La Resclauze (Gabian, Hérault). Etude géoarchéologique. *Travaux 1988; n°XVII. Les édifices travertineux de l'environnement dans le Midi de la France*, Vaudour, J. (Ed.). UA 903 CNRS et ATP-PIREN, Aix-en-Provence. 117-136.
- Brochier, J.-E.** (1990). Des techniques géo-archéologiques au service de l'étude des paysages et de leur exploitation. *Archéologie et espaces. X^o Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire, Antibes, Octobre 1989*. Editions APDCA, Juan-les-Pins. 453-472.
- Brochier, J.-E.** (1992). Shepherds and Sediments: Geo-ethnoarchaeology of Pastoral Sites. *Journal of Anthropological Archaeology* 11, 47-102.
- Brochier, J.-E.** (1993). Çayönü Tepesi. Domestication, rythmes et environnement au PPNB. *Paléorient* 19/2, 39-49.
- Brochier, J.-E.** (1996). Feuilles ou fumiers ? Observations sur le rôle des poussières sphérolitiques dans l'interprétation des dépôts archéologiques holocènes. *Anthropozoologica* 24, 19-30.
- Brochier, J.-E.** (1999). Couche archéologique, sol archéologique et distributions spatiales : quelques réflexions (géo)archéologiques sur un vieux problème. *Geoarqueologia i Quaternari litoral. Memorial Maria Pilar Fumanal*. Universitat de València, 91-95.
- Brochier, J.-E.** (2002). Les sédiments anthropiques. Méthodes d'étude et perspectives. *Géologie de la Préhistoire : Méthodes, techniques, applications*, Miskovsky, J.-C. (Ed.). Association pour l'étude de l'environnement géologique de la Préhistoire, Paris. 453-473.
- Brochier, J.-E., Claustre, F. and Heinz, C.** (1998). Environmental impact of Neolithic and Bronze Age farming in the eastern Pyrenees forelands, based on multidisciplinary investigations at La Caune de Bélesta (Bélesta Cave), near Perpignan, France. *Vegetation History and Archaeobotany* 7, 1-9.
- Bruneton, H., Arnaud-Fassetta, G., Provansal, M. and Sistach, D.** (2001). Geomorphological evidence for fluvial change during the Roman period in the lower Rhone valley (southern France). *Catena* 45, 287-312.
- Bruneton, H., Provansal, M., Devillers, B., Jorda, C., Ollivier, V., Miramont, C., Blanchemanche, P., Berger, J.-F. et Leveau, P.** (2002). Relations entre paléohydrologie et morphogenèse holocènes des petits et moyens bassins-versants en basse Provence et Languedoc oriental. *Les fleuves ont une histoire. Paléo-environnement des rivières et des lacs français depuis 15 000 ans*, Bravard, J.-P. et Magny, M. (Ed.). Errance, Paris. 259-268.
- Buisson-Catil, J. et Vital, J.** (2002). *Agès du Bronze en Vaucluse*, A. Barthélemy et Département de Vaucluse, Avignon. 287 p.
- Burel, F. et Baudry, J.** (1999). *Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*, Techniques & Documentation, Paris. 359 p.

- Burleigh, R. and Kerney, M. P.** (1982). Some Chronological Implications of a Fossil Molluscan Assemblage from a Neolithic site at Brook, Kent, England. *Journal of Archaeological Science* 9, 29-38.
- Cameron, R. A. D.** (1970). The effect of temperature on the activity of three species of Helicid snail (Mollusca: Gastropoda). *Journal of Zoology, London* 162, 303-315.
- Cameron, R. A. D.** (1986). Environment and diversities of forest snail faunas from coastal British Columbia. *Malacologia* 27(2), 341-355.
- Cameron, R. A. D.** (2001). Changes in the land mollusc fauna of the South Haven Peninsula, Dorset, between the 1930S and 1999. *Journal of Conchology* 37, n°2, 185-203.
- Cameron, R. A. D., Down, K. and Pannet, D. J.** (1980). Historical and environmental influences on hedgerow snail faunas. *Biological Journal of the Linnean Society* 13, n°1, 75-87.
- Cameron, R. A. D. and Morgan-Huws, D. I.** (1975). Snail faunas in the early stages of a chalk grassland succession. *Biological Journal of the Linnean Society* 7, 215-229.
- Camus, H.** (1990). Erosion chimique et travertinisation actuelle dans un karst de la dolomie : le géosystème karstique du Verdus-St Guilhem-le-Désert. *Histoire de l'environnement. Milieux et anthropisation à l'Holocène en Méditerranée occidentale à partir de sites karstiques*, Vernet, J.-L. et Vaudour, J. (Ed.). CNRS - PIREN, Montpellier. 132-146.
- Carcaillet, C.** (2001). Soil particles reworking evidences by AMS 14C dating of charcoal. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris. Sciences de la Terre et des planètes* 332, 21-28.
- Carter, S. P.** (1990). The Stratification and Taphonomy of Shells in Calcareous Soils: Implications for Land Snail Analysis in Archaeology. *Journal of Archaeological Science* 17, 495-507.
- Caseldine, C. and Hatton, J.** (1993). The development of high moorland on Dartmoor: fire and the influence of Mesolithic activity on vegetation change. *Climatic Change and Human Impact on the Landscape. Studies in palaeoecology and environmental archaeology*, Chambers, F. M. (Ed.). Chapman & Hall, London. 119-131.
- Chabal, L.** (1989). Perspectives anthracologiques sur le site de Lattes (Hérault). *Lattara* 2, 53-72.
- Chabal, L.** (1993). Etude anthracologique. *Les fouilles de la ZAC des Halles à Nîmes (Gard)*, Monteil, M. (Ed.). Bulletin de l'Ecole Antique de Nîmes, Suppl.1, 242-245.
- Chabal, L.** (1997). *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive). L'anthracologie, méthode et paléoécologie*, Documents d'Archéologie Française, n°63, Maison des Sciences de l'Homme, Paris. 189 p.

- Chambers, F. M.** (1993). Late-Quaternary climatic change and human impact: commentary and conclusions. *Climatic Change and Human Impact on the Landscape. Studies in palaeoecology and environmental archaeology*, Chambers, F. M. (Ed.). Chapman & Hall, London. 247-259.
- Chausserie-Laprée, J., Foy, D. et Nin, N., (Ed.)** (1988). *Le village gaulois de Martigues*. Dossiers Histoire et Archéologie 128. 98 p.
- CNRS** (1975). Marseille. Carte climatique détaillée de la France. Gap, Ophrys.
- CNRS** (1970). Carte de la végétation de la France. n°67 Dignes. Toulouse, Institut Géographique National.
- CNRS** (1973). Carte de la végétation de la France. n°66 Avignon. Toulouse, Institut Géographique National.
- Collectif** (1971). *Le Pays d'Apt, Volume 1 : Le milieu naturel*, 1. Les Alpes de lumière, n°51. Alpes de Lumière, Marseille. 111 p.
- Collectif** (1984). *Hommage à Pierre Birot. La mobilité des paysages méditerranéens*, Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, Toulouse. 387 p.
- Convertini, F., Furestier, R., Astruc, L., Forest, V. et Jallot, L.** (2004, à paraître). Le Mas de Vignoles IV à Nîmes (Gard) : résultats préliminaires des fouilles du fossé campaniforme. *Actes du Colloque de Clermont-Ferrand "Vème Rencontres méridionales de la Préhistoire récente"*, 8-9 novembre 2002, Monographies d'Archéologie Méditerranéenne.
- Cook, A.** (2001). Behavioural Ecology: On Doing the Right Thing, in the Right Place at the Right Time. *The Biology of Terrestrial Molluscs*, Barker, G. M. (Ed.). CABI Publishing, Oxon. 447-487.
- Courtin, J.** (1974). *Le Néolithique de la Provence*, Editions Klincksieck, Paris. 359 p.
- Courtin, J.** (1978). Quelques étapes du peuplement de la région de l'Etang de Berre au Post-glaciaire. *Bulletin archéologique de Provence* 1, 1-36.
- Courtin, J., Evin, J. et Thommeret, Y.** (1985). Révision de la stratigraphie et de la chronologie absolue du site de Châteauneuf-les-Martigues (Bouches-du-Rhône). *L'Anthropologie* 89, n°4, 543-556.
- Cowie, R. H.** (1980). Observations on the dispersal of two species of British land snail. *Journal of Conchology* 30, n°3, 201-208.
- Cutler, A. H., Behrensmeyer, A. K. and Chapman, R. E.** (1999). Environmental information in a recent bone assemblage: roles of taphonomic processes and ecological change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 149, 359-372.

- Daget, P.** (1980). Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen : le climat. *Colloque de la Fondation L. Emberger sur "la mise en place, l'évolution et la caractérisation de la flore et de la végétation circumméditerranéenne"*, Montpellier, 9-10 avril 1980, *Naturalia Monspeliensia*, n° Hors Série. 8/1-8/32.
- Dajoz, R.** (1996). *Précis d'écologie*, Dunod, Paris. 551 p.
- D'Anna, A.** (1999). Le Néolithique final en Provence. *Le Néolithique du Nord-ouest méditerranéen (Actes du 24ème Congrès préhistorique de France, Carcassonne, septembre 1994. Volume 2)*, Vaquer, J. (Ed.). Société Préhistorique Française, Paris. 147-159.
- D'Anna, A. et Courtin, J.** (1986). Travertins holocènes et sites préhistoriques : exemples dans le Var et les Bouches-du-Rhône. *Méditerranée* 57, 31-38.
- Darracq, S., Godron, M. et Romane, F.** (1984). *Typologie Forestière de la région des Garrigues du Gard*, ENGREF, Nancy. 181 p.
- Daveau, I., Conche, F., Coye, N., Jorda, C. et Jung, C.** (2001). *Lattes, Port-Ariane*, Document final de synthèse. Service Régional de l'Archéologie de Languedoc-Roussillon, Montpellier.
- Davies, P.** (1999). Molluscan Total Assemblages across a Woodland-Grassland Boundary and their Palaeoenvironmental Relevance. *Environmental Archaeology* 4, 57-65.
- Davies, P. and Grimes, C. J.** (1999). Small-scale spatial variation of pasture molluscan faunas within a relic watermeadow system at Wyllye, Wiltshire, U.K. *Journal of Biogeography* 26, 1057-1063.
- Davies, P. and Wolski, C.** (2001). Later Neolithic woodland regeneration in the long barrow ditch fills of the Avebury area: the molluscan evidence. *Oxford Journal of Archaeology* 20(4), 311-317.
- Delcourt, H. R. and Delcourt, P. A.** (1988). Quaternary landscape ecology: Relevant scales in space and time. *Landscape Ecology* 2, n°1, 23-44.
- Delcourt, H. R. and Delcourt, P. A.** (1991). *Quaternary Ecology. A palaeoecological perspective*, Chapman & Hall, London. 242 p.
- Devillers, B.** (1999). *Les formations sédimentaires et les indicateurs climato-anthropiques dans l'anse des Laurons*. Mémoire de Maîtrise, Institut de Géographie, Université Aix-Marseille I, Aix-en-Provence. 94 p.
- Dimbleby, G. W. and Evans, J. G.** (1974). Pollen and Land-Snail Analysis of Calcareous Soils. *Journal of Archaeological Science* 1, 117-133.
- Dincauze, D. F.** (1987). Strategies for Paleoenvironmental Reconstruction in Archaeology. *Advances in archaeological Method and Theory* 11, 255-336.

- Dubar, M., Bui-Thi, M. et Pichard, S.** (1993). *Milieu naturel et anthropisation en Provence cristalline à l'Holocène. Résultats de l'analyse des carottages scientifiques*, CNRS, ATP "Frejus-Argens", Sophia-Antipolis. 24 p.
- Durrenmath, G. et Cauliez, J.** (2002). *Le Collet-Redon, Campagnes 2002, Rapport intermédiaire de fouille programmée triennale - Deuxième année*. Service Régional de l'Archéologie de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Aix-en-Provence. 88 p.
- Edwards, K. J.** (1991). Spatial scale and palynology: a commentary on Bradshaw. *Modelling Ecological Change. Perspectives from Neoecology, Palaeoecology and Environmental Archaeology*, Harris, D. R. and Thomas, K. D. (Ed.). Institute of Archaeology, University College, London. 53-59.
- Edwards, K. J.** (1991). Using space in cultural palynology: the value of the off-site pollen record. *Modelling Ecological Change. Perspectives from Neoecology, Palaeoecology and Environmental Archaeology*, Harris, D. R. and Thomas, K. D. (Ed.). Institute of Archaeology, University College, London. 61-73.
- Emberger, L.** (1930). La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. *Revue Générale de Botanique* 42, 641-662 et 705-721.
- Escalon de Fonton, M.** (1952). Découverte d'un gisement magdalénien typique en basse Provence. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* XLIX, 7, 291-292.
- Escalon de Fonton, M.** (1956). *Préhistoire de la Basse-Provence. Etats d'avancement des recherches en 1951*, Préhistoire, XII. 162 p.
- Evans, J. and O'Connor, T.** (1999). *Environmental Archaeology. Principles and methods*, Sutton Publishing Limited, Sparkford. 242 p.
- Evans, J. G.** (1969). Land and freshwater Mollusca in archaeology: chronological aspects. *World Archaeology* 2, 170-185.
- Evans, J. G.** (1970). Interpretation of Land Snail Faunas. *Bulletin of the Institute of Archaeology* 8 et 9, 109-116.
- Evans, J. G.** (1971). Durrington Walls: The pre-henge environment. *Durrington Walls. Excavations 1966-1968*. Reports of the Research Committee of the Society of Antiquaries of London, XXIX, London. 329-337.
- Evans, J. G.** (1972). *Land Snails in Archaeology*, Seminar Press, London and New York. 436 p.
- Evans, J. G.** (1993). The influence of human communities on the English chalklands from the Mesolithic to Iron Age: the molluscan evidence. *Climatic Change and Human Impact on the Landscape. Studies in palaeoecology and environmental archaeology*, Chambers, F. M. (Ed.). Chapman & Hall, London. 147-156.

- Evans, J. G., Limbrey, S., Máté, I., Mount, R., with contributions by Davies, S., Fitt, J., Griffiths, H. I., Jarrett, C., Milles, A., Ringwood, V. and Whittle, A.** (1993). An Environmental History of the Upper Kennet Valley, Wiltshire, for the Last 10,000 Years. *Proceedings of the Prehistoric Society* 59, 139-195.
- Evans, J. G., Smith, I. F., with contributions by Darvill, T., Grigson, C. and Pitts, M. W.** (1983). Excavations at Cherhill, North Wiltshire, 1967. *Proceedings of the Prehistoric Society* 49, 43-117.
- Fabre, G. et Monteil, M.** (2001). Sur l'hydrogéomorphologie d'un espace à forte anthropisation urbaine : le site de Nîmes (Languedoc, France) du Pléistocène supérieur à l'Antiquité ; impacts postérieurs. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris. Sciences de la Terre et des planètes* 333, 435-440.
- Fakner, G.** (1992). The slippery snails of Frederiksdal: revision of *Helix lubrica* O.F. Müller 1774 at its type locality (Gastropoda, Stylommatophora: Cochlicopidae). *Abstracts 11th International Malacological Congress, Siena 1992*, Giusti, F. and Manganelli, G. (Ed.), Siena. 337-340.
- Falkner, G., Ripken, T. E. J. et Falkner, M.** (2002). *Mollusques continentaux de France. Liste de Référence annotée et Bibliographie*, Patrimoines naturels, n°52. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. 350 p.
- Favre, J.** (1927). *Les mollusques post-glaciaires et actuels du Bassin de Genève*, Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève, Volume 40, Fascicule 3. Georg & Cie, Genève. 434 p.
- Fechter, R. and Falkner, G.** (1990). *Weichtiere. Europäische Meeres-und Binnenmollusken*, Mosaik Verlag, München. 287 p.
- Firbas, F.** (1949). *Waldgeschichte Mitteleuropas*, 1. G. Fischer, Iena. 481 p.
- Fitch, H. S. and Lokke, D. H.** (1956). The Molluscan Record of Succession On The University of Kansas Natural History Reservation. *Transactions of the Kansas Academy of Science* 59, n°4, 442-454.
- Forman, R. T. T. and Godron, M.** (1986). *Landscape Ecology*, John Wiley and Sons, New York. 619 p.
- Freitas (de), L., Charles, V., Escallon, G., Jallot, L. et Senepart, I.** (1988). *Le Moulin Villard, Caissargues - Gard*, Document final de synthèse de fouille de sauvetage programmé. Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier.
- Freitas (de), L., Charles, V., Hameau, P., Jallot, L., Pahin, A.-C., Senepart, I. et Veysièrre, F.** (1987). *Le Moulin Villard, Caissargues - Gard*, Document final de synthèse de fouille de sauvetage programmé. Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier.

- Galop, D.** (1998). *La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et Méditerranée*, GEODE, Laboratoire d'Ecologie Terrestre, FRAMESPA, Toulouse. 285 p.
- Gantès, L.-F.** (2001). *Site archéologique de la Tourette. Quartier du Petit Saint-Marcel, Marseille (13011)*, Opération de fouille préventive. Document final de synthèse. Atelier du Patrimoine de la Ville de Marseille, Marseille. 76 p.
- Ganti, M. G.** (2003). Earthworm Activity and Archaeological Stratigraphy: A Review of Products and Process. *Journal of Archaeological Science* 30, 135-148.
- Garmy, P. et Monteil, M.** (2000). *Le quartier antique des Bénédictins à Nîmes (Gard). Découvertes anciennes et fouilles 1966-1992*, Documents d'Archéologie Française, n°81, Maison des Sciences de l'Homme, Paris. 280 p.
- Gateau, F.** (1993). Le chaînon de la Nerthe et son piémont septentrional du Néolithique au Moyen Age. *Archéologie et environnement : de la Sainte-Victoire aux Alpilles*, Leveau, P. et Provansal, M. (Ed.). Université de Provence, Aix-en-Provence. 149-163.
- Gee, J. H. R. and Giller, S. G.** (1991). Contemporary community ecology and environmental archaeology. *Modelling Ecological Change, Perspectives from Neoecology, Palaeoecology and Environmental Archaeology*, Harris, D. R. and Thomas, K. D. (Ed.). Institute of Archaeology, University College London, London. 1-12.
- Germain, L.** (1912). Etudes sur les mollusques terrestres et fluviatiles de quelques formations quaternaires des bassins du Rhône et du Rhin. *Archives du Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon* 11, 1-192.
- Germain, L.** (1930). *Mollusques terrestres et fluviatiles*, 1. Faune de France, n°21. Paul Lechevalier, Paris. 477 p.
- Germain, L.** (1931). *Mollusques terrestres et fluviatiles*, 2. Faune de France, n°22. Paul Lechevalier, Paris. 417 p.
- Girardi, H.** (2002). *Bythiospeum diaphanum michaellensis* ssp. nov. du Vaucluse (Prosobranchia : Hydrobiidae : Belgrandiinae). *Documents Malacologiques* 3, 57-64.
- Girerd, B.** (1990). *La flore du département de Vaucluse. Nouvel inventaire*, Editions A. Barthélemy, Avignon. 391 p.
- Giusti, F. e Pezzoli, E.** (1980). *Gasperopodi, 2 (Gastropoda : Prosobranchia : Hydrobioidea, Pyrguloidea)*, Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. Consiglio Nazionale delle Ricerche, Verona. 66 p.
- Glöer, P. und Meier-Brook, C.** (1998). *Susswassermollusken. Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland*, Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg. 136 p.

- Godron, M., Daget, P., Long, G., Sauvage, C., Emberger, L. (Dir.), Le Floc'h, E., Poissonet, J. et Wacquant, J.-P.** (1968). *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*, Editions du CNRS, Paris. 296 p.
- Goeury, C.** (2000). Gpalwin for Windows 95/98/NT, version 99-0421. Marseille, IMEP.
- Goodfriend, G. A.** (1992). The use of land snail shells in paleoenvironmental reconstruction. *Quaternary Science Reviews* 11, 665-685.
- Guendon, J.-L., Ali, A. A., Roiron, P., Terral, J.-F., D'Anna, A., Diaz Del Olmo, F. et Baena Escudero, R.** (2003). Les travertins de Saint-Antonin : séquence géobotanique et climato-anthropique holocène (Bouches-du-Rhône, France). *Kastologia* 41 - 1, 1-14.
- Gutherz, X. et Jallot, L.** (1994). Approche géoculturelle des pays fontbuxiens. *Le Néolithique du Nord-ouest méditerranéen. Actes du 24ème Congrès préhistorique de France, septembre 1994, Vol. 2*, Vaquer, J. (Ed.). Société Préhistorique Française, Paris. 161-174.
- Hasler, A.** (2004, à paraître). *Du Paléolithique supérieur à l'Antiquité sur le tracé du Cadereau d'Alès (Nîmes, Gard)*, Document final de synthèse de fouilles archéologiques. Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier.
- Heinz, C. and Thiébault, S.** (1998). Characterization and Paleoecological Significance of Archaeological Charcoal Assemblages during Late and Post-Glacial Phases in Southern France. *Quaternary Research* 50, 58-68.
- Hervé, M.-L.** (2000a). *Nîmes (30), ZAC de Haute Magaille*, Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier. 78 p.
- Hervé, M.-L.** (2000b). *Fossé de Haute-Magaille*, Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier. 79 p.
- Hervé, M.-L. et Breuil, J.-Y.** (1998). *Le Damier. Ville Active*, Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier.
- Hostein, C.** (1990). *L'abandon des campagnes : la reconquête des arbres*. Mémoire de Maîtrise de Lettres et Sciences humaines, UFR de Géographie, Université d'Avignon et des pays de Vaucluse, Avignon.
- Jallot, L.** (2004, à paraître). *Le site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard)*, Document final de synthèse de fouille archéologique. Service Régional de l'Archéologie du Languedoc Roussillon, Montpellier.
- Jalut, G.** (1991). Le pollen, traducteur du paysage agraire. *Pour une archéologie agraire*, Guilaine, J. (Ed.), 369-408.

- Jalut, G., Esteban Amat, A., Bonnet, L., Gauquelin, T. and Fontugne, M.** (2000). Holocene climatic changes in the Western Mediterranean from south-east France to south-east Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 160, 255-290.
- Jalut, G., Esteban Amat, A., Riera i Mora, S., Fontugne, M., Mook, R., Bonnet, L. and Gauquelin, T.** (1997). Holocene climatic changes in the western Mediterranean: installation of the Mediterranean climate. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris. Sciences de la Terre et des planètes* 325, 327-334.
- Jorda, C. et Jung, C.** (2000). *Station d'épuration de la Céreirède. Occupations humaines et archives sédimentaires dans la basse plaine du Lez à Lattes (Hérault)*, Document final de synthèse de Fouille d'évaluation archéologique. Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier. 84 p.
- Jorda, M.** (1993). Les terrasses alluviales de l'Arc à l'aval de Roquefavour. Etude géomorphologique et chronostratigraphique. *Archéologie et environnement : de la Sainte-Victoire aux Alpilles*, Leveau, P. et Provansal, M. (Ed.). Université de Provence, Aix-en-Provence. 237-247.
- Jorda, M., Magnin, F. et Provansal, M.** (1991). Un témoin de l'anthropisation progressive du milieu en Basse Provence : La nappe alluviale holocène du Vallat Neuf (Etang de Berre - Bouches-du-Rhône). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 312, série II, 921-927.
- Jorda, M., Miramont, C., Rosique, T. et Sivan, O.** (2002). Evolution de l'hydrosystème durancien (Alpes du Sud, France) depuis la fin du Pléniglaciaire supérieur. *Les fleuves ont une histoire. Paléo-environnement des rivières et des lacs français depuis 15 000 ans*, Bravard, J.-P. et Magny, M. (Ed.). Errance, Paris. 239-249.
- Jorda, M., Parron, C., Provansal, M. et Roux, M.** (1993). Erosion et détritisme holocènes en Basse Provence calcaire. L'impact de l'anthropisation. *Archéologie et environnement : de la Sainte-Victoire aux Alpilles*, Leveau, P. et Provansal, M. (Ed.). Université de Provence, Aix-en-Provence. 227-233.
- Jorda, M. et Provansal, M.** (1996). Impact de l'anthropisation et du climat sur le détritisme en France du sud-est (Alpes du sud et Provence). *Bulletin de la Société Géologique de France* 167, n°1, 159-168.
- Jung, C., avec la collaboration de Chevillot, P., Jorda, C., Labarussiat, C. et Raynaud, F.** (2002). *Ligne à Grande Vitesse - Contournement ferroviaire de Nîmes à Montpellier*, Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier. 120 p.
- Kabouche, B.** (1998). *Biogéographie et écologie de la malacofaune terrestre des îles de Marseille (Archipels de Frioul et de Riou)*. Mémoire de Maîtrise de Géographie, UFR de Géographie, Université Aix-Marseille I, Aix-en-Provence. 80 p.
- Kabouche, B.** (1999). *Analyse malacologique de la séquence Tardiglaciaire-Holocène du Rouet (Carry-Le Rouet, Bouches-du-Rhône, France)*. Contribution à la biogéographie historique des peuplements malacologiques du littoral méditerranéen. Mémoire de DEA, UFR de Géographie, Université Aix-Marseille I, Aix-en-Provence. 27 p.

- Kalis, A. J., Merkt, J. and Wunderlich, J.** (2003). Environmental changes during the Holocene climatic optimum in central Europe - human impact and natural causes. *Quaternary Science Reviews* 22, 33-79.
- Kerney, M. P.** (1963). Late-glacial deposits on the chalk of South-East England. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 246, B. 730, 203-254.
- Kerney, M. P., Brown, E. H. and Chandler, T. J.** (1964). The Late-glacial and post-glacial history of the Chalk escarpment near Brook, Kent. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* 248, B. 745, 135-204.
- Kerney, M. P. and Cameron, R. A. D.** (1979). *A field guide to Land Snails of Britain and North-West Europe*, Collins, London. 288 p.
- Kerney, M. P., Cameron, R. A. D. et Bertrand, A.** (1999). *Guide des escargots et limaces d'Europe*, Les guides du naturaliste. Delachaux et Niestlé, Paris. 370 p.
- Kerney, M. P., Cameron, R. A. D. und Jungbluth, J. H.** (1983). *Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. Ein Bestimmungsbuch für Biologen und Naturfreunde*, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin. 384 p.
- Kessler, J. et Chambraud, A.** (1986). *La météo de la France, Tous les climats localité par localité*, J.C. Lattès, 312 p.
- Kiss, L.** (2002). *Impact des incendies sur les communautés de gastéropodes terrestres en Basse Provence calcaire*. Thèse de Doctorat, Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille III, Marseille. 187 p.
- Kiss, L. and Magnin, F.** (2002). The impact of fire on land snail communities in the French Mediterranean region: preliminary results. *Fire and Biological Processes*, Trabaud, L. and Prodon, R. (Ed.). Backhuys Publishers, Leiden. 197-213.
- Kiss, L. and Magnin, F.** (2003). The impact of fire on some Mediterranean land snail communities and patterns of post-fire recolonization. *Journal of Molluscan Studies* 69, 43-53.
- Labaune, C.** (2001). *L'invasion de la région méditerranéenne française par l'escargot Xeropicta derbentina : mécanismes, conséquences écologiques et agronomiques*. Thèse de Doctorat, Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Aix-Marseille III, Marseille. 162 p.
- Labaune, C. et Magnin, F.** (1999). Un escargot nouveau venu dans le Luberon et en Provence : *Xeropicta derbentina* (Krinicki, 1836). *Courrier Scientifique du Parc Naturel Régional de Luberon* 3, 102-110.
- Labaune, C. and Magnin, F.** (2001). Land snail communities in Mediterranean upland grasslands: the relative importance of four sets of environmental and spatial variables. *Journal of Molluscan Studies* 67, 463-474.

- Labaune, C. and Magnin, F.** (2002). Pastoral management vs. land abandonment in Mediterranean uplands: impact on land snails communities. *Global Ecology & Biogeography* 11, 237-245.
- Laval, H., Médus, J. and Roux, M.** (1991). Palynological and sedimentological records of Holocene human impact from the Etang de Berre, southeastern France. *The Holocene* 1,3, 269-272.
- Lemercier, O.** (1998). Phénomène, culture et tradition : statuts et rôles du Campaniforme au IIIe millénaire dans le Sud-Est de la France. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 95, n°3, 365-382.
- Lemercier, O.** (2000). Espace culturel, territoire et terroir : approches spatiales des groupes campaniformes récents dans le sud-est de la France. *IVe Rencontres Méridionales de Préhistoire récente "Temps et Espaces Culturels", Troisième session, Toulouse, 1998*, Leduc, M., Valdeyron, N. et Vaquer, J. (Ed.). Archives d'Ecologie Préhistorique, Nîmes. 177-186.
- Leroy, S.** (1990). *Paléoclimats plio-pléistocènes en Catalogne et en Languedoc d'après la palynologie de formations lacustres*. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences, Université Catholique de Louvain, Louvain. 319 p.
- Leveau, P.** (1993). *Villae et occupation du sol à l'époque romaine en Basse-Provence. Archéologie et environnement : de la Sainte-Victoire aux Alpilles*, Leveau, P. et Provansal, M. (Ed.). Université de Provence, Aix-en-Provence. 123-135.
- Leveau, P.** (1998). Echelles d'anthropisation et archéologie des campagnes de Gaule du Sud à l'époque romaine. *Méditerranée* 90, 17-26.
- Liberali, F.** (1995). *Evolution récente des terrasses de culture du Vallon de la Tapy (Vaucluse)*. Mémoire de Maîtrise de Lettres et Sciences humaines, UFR de Géographie, Université d'Avignon et des pays de Vaucluse, Aix-en-Provence. 91 p.
- Limondin, N.** (1990). *Paysages et climats quaternaires par les mollusques continentaux*. Thèse de Doctorat, UFR d'Archéologie, Université de Paris I Panthéon - Sorbonne, Paris. 419 p.
- Limondin, N.** (1995). Late-Glacial and Holocene Malacofaunas from Archaeological Sites in the Somme Valley (North France). *Journal of Archaeological Science* 22, 683-698.
- Limondin-Lozouet, N.** (1994). Les successions malacologiques du Tardiglaciaire et du début de l'Holocène dans la vallée de la Somme. *119e Congrès National des Sociétés Historiques et Scientifiques, Amiens, 1994, Pré- et Protohistoire*, 39-46.
- Llopis, E. et Lelouvier, L.-A.** (2001). *Mas de Vignoles V à Nîmes (Gard)*, Document final de synthèse, Fouille d'évaluation archéologique. Service Régional d'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier. 39 p.
- Locasciulli, O. and Boag, D. A.** (1987). Microdistribution of Terrestrial Snails (Stylommatophora) in Forest Litter. *Canadian Field Naturalist* 101, 76-81.

- Ložek, V. and Čílek, V.** (1995). Late Weichselian-Holocene sediments and soils in mid-European calcareous areas. *Antropozoikum* 22, 88-112.
- Magnin, F.** (1988). Edifices travertineux et malacofaune. Bilan des recherches effectuées dans le cadre de l'ATP. *Travaux 1988; n°XVII. Les édifices travertineux de l'environnement dans le Midi de la France*, Vaudour, J. (Ed.). UA 903 CNRS et ATP-PIREN, Aix-en-Provence. 229-232.
- Magnin, F.** (1988). Les mollusques terrestres. *Dossiers Histoire et Archéologie : le village gaulois de Martigues* 128, 97.
- Magnin, F.** (1989). Les distributions pléistocène et actuelle de *Trochoidea (Xeroclausa) geyeri* (Soós, 1926) (Gastropoda, Helicidae) dans le Sud-Est de la France : un exemple de disjonction d'aire liée au réchauffement post-glaciaire. *Bulletin de la Société Géologique de France* (8), V, n°4, 779-786.
- Magnin, F.** (1990). Analyse malacologique de la formation travertineuse de la Cascade du Tombereau (Bras, Var). *Histoire de l'environnement. Milieux et anthropisation à l'Holocène en Méditerranée occidentale à partir de sites karstiques*, Vernet, J.-L. et Vaudour, J. (Ed.). CNRS - PIREN, Montpellier. 205-207.
- Magnin, F.** (1991). Histoire quaternaire des milieux calcaires provençaux, d'après l'étude malacologique de formations corrélatives. *Actes du 115e Congrès National des Sociétés Savantes (Avignon 1990) "Milieux calcaires et politique hydraulique"*. Editions du CTHS, Paris. 9-18.
- Magnin, F.** (1991). *Mollusques continentaux et histoire quaternaire des milieux méditerranéens (Sud-Est de la France, Catalogne)*. Thèse de Doctorat, UFR des Sciences géographiques et de l'aménagement, Université d'Aix-Marseille II, Aix-en-Provence. 364 p.
- Magnin, F.** (1993). *Trochoidea geyeri* (Soós, 1926) (Pulmonata, Helicidae) in southeastern France; ecology, biogeography and Quaternary history. *Scripta Geologica*, 291-295.
- Magnin, F.** (1996). Analyse malacologique de sédiments würmiens et postglaciaires des bassins du Buëch et du Jabron (moyenne Durance alpestre). *In Morphogenèse et évolution des Paléo-environnements alpins de la fin des temps glaciaires au début de l'Holocène : l'exemple de la moyenne Durance (Alpes françaises du Sud)*, Rosique, T. Thèse de Doctorat, UFR de Géographie, Université Aix-Marseille I, Aix-en-Provence. 11 p.
- Magnin, F.** (1997). Travertinisation et paléoenvironnements du début de l'Holocène en France méditerranéenne : une succession malacologique dans les sédiments carbonatés de la vallée de la Tave (Laudun, Gard). *Etudes de géographie physique, Travaux 1997 - Supplément au n°XXVI - Colloque Hispano-français "Milieux carbonatés continentaux, indicateurs des changements climatiques, des environnements passés et actuels et de l'anthropisation dans les régions méditerranéennes et tempérées*, 43-45.

- Magnin, F., Guendon, J.-L., Roiron, P., Thinon, M., Quinif, Y. et Evin, J.** (1988). Les formations travertineuses de Meyrargues (Bouches-du-Rhône). *Travaux 1988; n°XVII. Les édifices travertineux de l'environnement dans le Midi de la France*, Vaudour, J. (Ed.). UA 903 CNRS et ATP-PIREN, Aix-en-Provence. 39-54.
- Magnin, F., Guendon, J.-L., Vaudour, J. et Martin, P.** (1991). Les travertins : accumulations carbonatés associées aux systèmes karstiques, séquences sédimentaires et paléoenvironnements quaternaires. *Bulletin de la Société Géologique de France* T. 162, n°3, 585-594.
- Magnin, F. et Martin, S.** (2004, à paraître). Evolution climatique, impact anthropique et réponse des peuplements malacologiques holocènes. Proposition d'une méthode d'interprétation. *Impact anthropique et évolution climatique de la fin du Néolithique à l'Antiquité, Actes du colloque de Carcassonne, novembre 2000.*
- Magnin, F. and Tatoni, T.** (1995). Secondary successions on abandoned cultivation terraces in calcareous Provence. II- The gastropod communities. *Acta Oecologica* 16 (1), 89-101.
- Magnin, F., Tatoni, T., Roche, P. and Baudry, J.** (1995). Gastropod communities, vegetation dynamics and landscape changes along an old-field succession in Provence, France. *Landscape and Urban Planning* 31, 249-257.
- Magnin, F. et Thinon, M.** (1988). Les travertins holocènes de Vauvenargues et de Saint-Antonin (Bouches-du-Rhône) : nouvelles données sur les paléoenvironnements (malacologie, anthracologie). *Travaux 1988; n°XVII, Les édifices travertineux et l'histoire de l'environnement dans le Midi de la France*, Vaudour, J. (Ed.). UA 903 CNRS et ATP-PIREN, Aix-en-Provence. 64-71.
- Magny, M.** (1992). Les fluctuations des lacs jurassiens et subalpins. *Les Nouvelles de l'Archéologie* 50, 32-36.
- Magny, M.** (1995). *Une histoire du climat : des derniers mammouths au siècle de l'automobile*, Errance, Paris. 176 p.
- Magny, M.** (1997). Eléments pour une histoire du climat entre 13000 et 6000 BP. *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 94, n°2, 161-167.
- Magny, M., Miramont, C. and Sivan, O.** (2002). Assessment of the impact of climate and anthropogenic factors on Holocene Mediterranean vegetation in Europe on the basis of palaeohydrological records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 186, 47-59.
- Margarit, X., Durrenmath, G. et Gilibert, C.** (2002). *Martigues "Ponteau-Gare"*, Service Régional de l'Archéologie de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Aix-en-Provence. 209 p.
- Martin, S.** (1999). *Analyse malacologique de la séquence holocène de l'Ubac (Goult, Vaucluse). Occupation humaine et paléoenvironnement du Mésolithique à l'époque romaine.* Mémoire de DEA, UFR d'Histoire de l'Art et d'Archéologie, Université Paris I Panthéon - Sorbonne, Paris. 54 p.

- Martin, S. et Magnin, F.** (2002). Caractérisation des perturbations anthropiques dans la séquence holocène de l'Ubac (Goult, Vaucluse), à partir de la malacofaune. *Equilibres et ruptures dans les écosystèmes depuis 20 000 ans en Europe de l'Ouest, Actes du colloque international de Besançon, septembre 2000*, Richard, H. et Vignot, A. (Ed.). Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon. 205-212.
- Martin, S., Magnin, F. and Kiss, L.** (2003). Land snails and human impact: the temporal resolution of Holocene assemblages. *The Mediterranean World Environment and History*, Fouache, E. (Ed.). Elsevier SAS, Paris. 235-246.
- Meyrick, R. A.** (2001). The development of terrestrial mollusc faunas in the "Reinland region" (western Germany and Luxembourg) during the Lateglacial and Holocene. *Quaternary Science Reviews* 20, 1667-1675.
- Meyrick, R. A. and Preece, R. C.** (2001). Molluscan successions from two Holocene tufas near Northampton, English Midlands. *Journal of Biogeography* 28, 77-93.
- Mills, N.** (1985). Geomorphology and settlement studies in archaeology. *Palaeoenvironmental Investigations, Research Design, Methods and Data Analysis. Symposia of the Association for Environmental Archaeology n°5A, British Archaeological Reports International Series n° 258*, Fieller, N. R. J., Gilbertson, D. D. and Ralph, N. G. A. (Ed.), 175-205.
- Miramont, C., Belingard, C., Edouard, J.-L. et Jorda, M.** (1999). Reconstitution des paléoenvironnements holocènes alpins et préalpins : Evaluation des paramètres climatiques et anthropiques responsables de l'évolution. *Prehistoric alpine environment, society and economy. Papers of the International colloquium PAESE'97 in Zurich. Universitätsforschungen zur Archäologie*, Della Case, P. (Ed.). Habelt, Bonn. 189-196.
- Monnet, C.** (1983). Le gisement épipaléolithique du Mas de Mayan (Nîmes - Gard). *Etudes quaternaires languedociennes cahier n°3*, 4-7.
- Monteil, M.** (1993). Conclusion générale. *Les fouilles de la ZAC des Halles à Nîmes (Gard)*, Monteil, M. (Ed.). Bulletin de l'Ecole Antique de Nîmes, Suppl.1, 307-311.
- Monteil, M.** (1999). *Nîmes antique et sa proche campagne. Etude de topographie urbaine et périurbaine (fin VIe s. av. J.-C. / VIe s. ap. J.-C.)*, Monographies d'Archéologie Méditerranéenne, n°3. UMR 154 du CNRS, "Milieux et Sociétés en France Méditerranéenne : archéologie et histoire", Lattes. 528 p.
- Morhange, C., Provansal, M., Vella, C., Arnaud, P., Bourcier, M. et Laborel, J.** (1998). Montée relative du niveau de la mer et mouvements du sol à l'Holocène en basse Provence (France, Méditerranée). *Annales de Géographie* 600, 139-159.
- Morhange, C., Weydert, N., en collaboration avec Hesnard, A., Bouiron, M., Bourcier, M., Carbonel, P., Chevillot, P., Provansal, M. et Weydert, P.** (1995). 5000 ans de dégradation de l'environnement du Lacydon de Marseille. *Méditerranée* 82, 53-62.

- Müller, A., Miramont, C., Jorda, M., Ollivier, V. et Martin, S.** (2001). *Prospections thématiques. "10 000 ans de présence humaine sur le piémont méridional du Grand Luberon". Inventaire archéologique, études paléoenvironnementales et documentaires sur l'évolution des versants et du piémont du Grand Luberon. Cantons de Cadenet et de La Tour d'Aigues, Cucuron.* 161 p.
- Ollivier, V.** (2001a). *Etude de la dynamique holocène du paysage sur le versant sud du Grand Luberon. Relations avec l'occupation humaine.* Mémoire de DEA, Institut de Géographie, Université Aix-Marseille I, Aix-en-Provence. 78 p.
- Ollivier, V.** (2001b). Evolution géomorphologique postglaciaire du Piémont méridional du Grand Luberon en relation avec l'occupation humaine. *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon* 5, 32-46.
- Ollivier, V.** (2002). Répartition et nature des formes et formations quaternaires dans le Grand Luberon. *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon* 6, 58-66.
- Onoratini, G.** (1988). Jouques, Baume Lyonnaise, Grotte de l'Adaoute. *Note d'Information et de Liaison - Provence-Alpes-Côte d'Azur* 5, 81-82.
- Ozenda, P.** (1994). *Végétation du Continent Européen*, Delachaux et Niestlé, Paris. 271 p.
- Paul, C. R. C.** (1975). The ecology of Mollusca in ancient woodland. I The Fauna of Hayley Wood, Cambridgeshire. *Journal of Conchology* 28, 301-327.
- Paul, C. R. C.** (1978). The ecology of Mollusca in ancient woodland. 2 Analysis of distribution and experiments in Hayley Wood, Cambridgeshire. *Journal of Conchology* 29, 281-294.
- Pfenninger, M.** (2002). Relationship between microspatial population genetic structure and habitat heterogeneity in *Pomatias elegans* (O.F. Müller 1774) (Caenogastropa, Pomatiasidae). *Biological Journal of the Linnean Society* 76, 565-575.
- Philipps, C. W.** (1970). The Fenland in Roman Times. *Royal Geographical Society Research Memoir* 5.
- Pickett, S. T. A. and White, P. (Ed.)** (1985). *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*, Academic Press, New York. 472 p.
- Piskorz, M., avec la collaboration de Aurand, J.-L., Bioul, C., Chevillot, P., Lancelot, S. et Recolin, A.** (2002). *Mas des Abeilles I et II.4 à Nîmes (Gard)*, Document final de synthèse de diagnostic archéologique. Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier. 63 p.
- Planchais, N.** (1982). Palynologie lagunaire de l'étang de Mauguio. Paléoenvironnement végétal et évolution anthropique. *Pollen et Spores* XXIV, n°1, 93-118.
- Poitevin, F., Bayle, P. et Courtin, J.** (1990). Mise en place des faunes de micromammifères (rongeurs, insectivores) dans la région méditerranéenne française au Post-glaciaire. *Vie Milieu* 40 (2/3), 144-149.

- Pomarèdes, H.** (2004, à paraître). *Mas de Vignoles VII (Nîmes, Gard)*, Document final de synthèse - Fouille archéologique. Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier.
- Pomarèdes, H. et Rascalou, P.** (2002). *ZAC de Vignole, Bassin Sud, Tranche 2 à Nîmes (Gard), Genèse et évolution de l'habitat et organisation de l'espace rural à "Vignole VII / Gouffre des Bouchers"*, Document final de synthèse - Fouille archéologique. Service Régional de l'Archéologie du Languedoc-Roussillon, Montpellier. 107 p.
- Poupet, P., Sauvage, L. et Monteil, M.** (1993). La campagne avant la ville. *Les fouilles de la ZAC des Halles à Nîmes (Gard)*, Monteil, M. (Ed.). Bulletin de l'Ecole Antique de Nîmes, Suppl.1, 29-79.
- Preece, R. C.** (1986). Faunal Remains from Radiocarbon-dated Soils within Landslip Debris form The Undercliff, Isle of Wight, Southern England. *Journal of Archaeological Science* 11, 186-200.
- Preece, R. C.** (1991). Radiocarbon-dated molluscan successions from the Holocene of central Spain. *Journal of Biogeography* 18, 409-426.
- Preece, R. C., Bennett, K. D. and Robinson, J. E.** (1984). The biostratigraphy of an early Flandrian tufa at Inchrory, Glen Avon, Banffshire. *Scottish Journal of Geology* 20 (2), 143-159.
- Preece, R. C., Coxon, P. and Robinson, J. E.** (1986). New biostratigraphic evidence of the Post-glacial colonization of Ireland and for Mesolithic forest disturbance. *Journal of Biogeography* 13, 487-509.
- Preece, R. C. and Day, S. P.** (1994). Comparison of Post-glacial molluscan and vegetational successions from a radiocarbon-dated tufa sequence in Oxfordshire. *Journal of Biogeography* 21, 463-478.
- Preece, R. C. and Robinson, J. E.** (1984). Late Devensian and Flandrian environmental history of the Ancholme Valley, Lincolnshire: Molluscan and Ostracod evidence. *Journal of Biogeography* 11, 319-352.
- Provansal, M.** (1991). Variations verticales du trait de côte en Provence depuis 5000 ans. Quelques données nouvelles. *Méditerranée* 4, 15-22.
- Provansal, M.** (1992). Le rôle du climat dans la morphogenèse à la fin de l'âge du Fer et dans l'Antiquité en Basse Provence. *Les Nouvelles de l'Archéologie* 50, 21-26.
- Provansal, M.** (1995). The role of climate in landscape morphogenesis since the Bronze Age in Provence, southeastern France. *The Holocene* 5,3, 348-353.
- Provansal, M., Berger, J.-F., Bravard, J.-P., Salvador, P.-G., Arnaud-Fassetta, G., Bruneton, H. et Vérot-Bourrély, A.** (1999). Le régime du Rhône dans l'Antiquité et au Haut Moyen Age. *Gallia* 56, 13-32.

- Provansal, M., Morhange, C. et Vella, C.** (1995). Impacts anthropiques et contraintes naturelles sur les sites portuaires antiques de Marseille et de Fos. Acquis méthodologiques. *Méditerranée* 82, 93-100.
- Puertas, O.** (1998). *Palynologie dans le delta du Lez. Contribution à l'histoire du paysage de Lattes*, Edition de l'Association pour la Recherche Archéologique en Languedoc Oriental, Lattes. 181 p.
- Puertas, O.** (2000). Spatialisation des activités agricoles dans le delta du Lez à partir de l'analyse pollinique. *Els productes alimentaris d'origen vegetal a l'Edat del Ferro de l'Europa occidental : de la producció al consum. Actes del XXII Colloqui internacional per a l'Estudi de l'Edat del Ferro, Girona 1998*, Buxó, R. i Pons, E. (Ed.). Centre d'Investigacions arqueologiques, Girona. 43-49.
- Puisségur, J.-J.** (1976). *Mollusques continentaux quaternaires de Bourgogne. Significations stratigraphiques et climatiques. Rapport avec d'autres faunes boréales de France*, Mémoires géologiques de l'Université de Dijon. Doin Editeurs, Dijon. 241 p.
- Puisségur, J.-J.** (1979). Faunes malacologiques néolithiques et actuelles de l'Abri Jean-Cros. *L'Abri Jean Cros. Essai d'approche d'un groupe humain du Néolithique ancien dans son environnement*, Guilaine, J., Gasco, J., Vaquer, J. et Barbaza, M. (Ed.). Centre d'Anthropologie des Sociétés rurales, Toulouse. 249-251.
- Quézel, P. et Médail, F.** (2003). *Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*, Elsevier SAS, Paris. 571 p.
- Quézel, P. et Médail, F.** (2003). Que faut-il entendre par "forêts méditerranéennes"? *Forêt méditerranéenne* XXIV, n°1, 11-31.
- Reille, M., Triat-Laval, H. et Vernet, J.-L.** (1980). Les témoignages de structures actuelles de végétation méditerranéenne dans le passé contemporain de l'action de l'homme. *Colloque de la Fondation L. Emberger sur "la mise en place, l'évolution et la caractérisation de la flore et de la végétation circumméditerranéenne"*, Montpellier, 9-10 avril 1980, *Naturalia Monspeliensia*, n° Hors Série. 69-78.
- Renault, S.** (1994). L'habitat en grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône). *Actes des Premières rencontres Méridionales de Préhistoire récente*, Valence. 185-192.
- Renault, S., Bourhis, J.-R., Forest, V., Magnin, F., Margarit, X., Mistrot, V., Thiébault, T., Vigne, J.-D. et Weydert, N.** (1996-1997). Les niveaux de l'Age du bronze du Mourre de la Barque à Jouques (Bouches-du-Rhône). Première analyse du mobilier et reconstitution paléoenvironnementale. *Documents d'Archéologie Méridionale* 19-20, 33-56.
- Rodriguez, P.** (1991). *Mollusques de fond de vallée : chronologie et paysages du Tardiglaciaire et du Postglaciaire. Etudes de sites archéologiques du centre du Bassin parisien*. Thèse de Doctorat, UFR d'Ethnologie et de Préhistoire, Université Paris I Panthéon - Sorbonne, Paris. 450 p.

- Roger, J.** (1974). *Paléontologie générale*, Collection Sciences de la Terre, Masson, Paris. 419 p.
- Rousseau, D.-D.** (1985). *Structures des populations quaternaires de *Pupilla muscorum* (gastropode) en Europe du Nord. Relations avec leurs environnements*. Institut des Sciences de la Terre, Université de Dijon, Dijon. 133 p.
- Rousseau, D.-D.** (1986). Application de la méthode d'Analyse Factorielle des Correspondances aux malacofaunes de Tourville (Saalien). *Bulletin du Centre de Géomorphologie de Caen* 31, 5-20.
- Rousseau, D.-D.** (1989). Réponses des malacofaunes terrestres quaternaires aux contraintes climatiques en Europe septentrionale. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 69, 113-124.
- Rousseau, D.-D., Limondin, N., Magnin, F. and Puisségur, J.-J.** (1994). Temperature oscillations over the last 10 000 years in western Europe estimated from terrestrial mollusc assemblages. *Boreas* 23, 66-73.
- Rousseau, D.-D., Limondin, N. and Puisségur, J.-J.** (1993). Holocene Environmental Signals from Mollusk Assemblages in Burgundy (France). *Quaternary Research* 40, 237-253.
- Salvador, P.-G., Vérot-Bourrély, A., Bravard, J.-P., Franc, O. et Macé, S.** (2002). Les crues du Rhône à l'époque gallo-romaine dans la région lyonnaise. *Les fleuves ont une histoire. Paléo-environnement des rivières et des lacs français depuis 15 000 ans*, Bravard, J.-P. et Magny, M. (Ed.). Errance, Paris. 215-221.
- Sauvage, L.** (2002). *Rapport triennal d'activités scientifiques 2000-2002 du PCR "Espace rural et occupation du sol de la région nîmoise, de la Préhistoire récente à l'époque moderne"*, Service Régional de l'Archéologie de Languedoc-Roussillon, Nîmes. 72 p.
- Sauzade, G.** (1988). Jouques, Saint Bachi. *Note d'Information et de Liaison - Provence-Alpes-Côte d'Azur* 5, 83-86.
- Sauzade, G.** (1998). Les sépultures collectives provençales. *La France des dolmens et des sépultures collectives (4500 - 2000 avant J.-C.)*, Bilans documentaires régionaux, Soulier, P. (Ed.). Errance, Paris. 291-328.
- Sauzade, G., Bizot, B., Brochier, J.-E., Buisson-Catil, J., Magnin, F. et Martin, S.** (2000). *Le dolmen de l'Ubac à Goult, Vaucluse. Fouille Programmée pluriannuelle. Rapport de synthèse 1998-2000*, Service Régional de l'Archéologie de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Service d'Archéologie du Conseil Général de Vaucluse, Aix-en-Provence. 51 p.
- Sauzade, G. et Buisson-Catil, J.** (1996). *Rapport de Fouille de sauvetage 1996. Le dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse). Sépulture collective du Néolithique final-Chalcolithique*, Aix-en-Provence. 14 p.

- Sauzade, G., Buisson-Catil, J. et Bizot, B.** (1997). *Rapport de Fouille programmée 1997. Le dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse). Sépulture collective du Néolithique final*, Aix-en-Provence. 20 p.
- Sauzade, G., Buisson-Catil, J. et Bizot, B.** (1998). *Le dolmen de l'Ubac à Goult, Vaucluse. Rapport intermédiaire 1998*, Aix-en-Provence. 12 p.
- Séjalon, P.** (2004, à paraître). *Le site de Fossé de Haute Magaille (Nîmes, Gard)*, Document final de synthèse de fouille archéologique. Service Régional de l'Archéologie du Languedoc Roussillon, Montpellier.
- Séjalon, P., Chevillot, P., Manen, C., Martin, S., Perrin, T., avec la collaboration de Audouit, F., Lancelot, S. et Lelièvre, V.** (2004). *Mas de Vignoles VI à Nîmes (Gard)*, Document final de synthèse de fouille archéologique préventive. Service Régional de l'Archéologie du Languedoc Roussillon, Institut National de Recherches Archéologiques Préventives Antenne Méditerranée, Montpellier. 79 p.
- Séjalon, P. et Dedet, B.** (2003). Les trois enclos funéraires de Mas de Vignole VII à Nîmes (Ve s. av. J.-C.). *Documents d'Archéologie Méridionale* 26, 43-61.
- Shinov, V. E.** (1984). Effects of land use changes on the land mollusc fauna in the central portion of the Russian plain. *World-wide snails. Biogeographical studies on non-marine Mollusca*, Solem, A. and van Bruggen, A. C. (Ed.). E. J. Brill / Dr. W. Backhuys, Leiden. 237-248.
- Sparks, B. W.** (1961). The ecological interpretation of quaternary non-marine mollusca. *Proceedings Linnean Society of London* 172, 71-80.
- Sparks, B. W.** (1964). Non-marine Mollusca and Quaternary Ecology. *Journal of Animal Ecology* 33 (supplément), 87-98.
- Stévanovitch, C.** (1992a). Le problème des *Cochlicopa* au XIe congrès d'Unitas Malacologica, Sienne, septembre 1992. *Vertigo, vol. 2, Bulletin de l'Association Française pour l'Etude des Mollusques Continentaux*, 35-36.
- Stévanovitch, C.** (1992b). *Urticicola glabellus* [Draparnaud, 1801] et *Urticicola ventouxianus* [Forcart, 1946] [Gastropoda : Stylommatophora : Hygromiidae] sur le Mont Ventoux [Vaucluse, France]. *Vertigo, vol. 2, Bulletin de l'Association Française pour l'Etude des Mollusques Continentaux*, 29-34.
- Tatoni, T.** (1992). *Evolution post-culturelle des agrosystèmes de terrasses en Provence calcaire. Phytoécologie et impact humain*. Thèse de Doctorat, UFR de Sciences, Université de Provence Aix-Marseille I, Marseille. 189 p.
- Taylor, D. M., Pedley, H. M., Davies, P. and Wright, M. W.** (1998). Pollen and mollusc records for environmental change in central Spain during the mid- and late Holocene. *The Holocene* 8,5, 605-612.

- Thiébaud, S.** (1988). *L'homme et le milieu végétal : analyses anthracologiques de six gisements des Préalpes au Tardi et Postglaciaire*, Documents d'Archéologie Française, n°15, Maison des Sciences de l'Homme, Paris. 111 p.
- Thiébaud, S.** (1995). Dégradation et/ou substitution du milieu végétal au Néolithique en Provence. *L'homme et la dégradation de l'environnement. XVèmes Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, Van Der Leeuw, S. E. (Ed.). Editions APDCA, Juan-les-Pins. 185-194.
- Thiébaud, S.** (1997). Early-Holocene vegetation and the human impact in central Provence (Var, France): charcoal analysis of the Baume de Fontbrégoua. *The Holocene* 7,3, 343-349.
- Thinon, M.** (1980). Les sondages Ib-Nord des Baou de Saint-Marcel à Marseille. Étude du matériel anthracologique. *Documents d'Archéologie Méridionale* 3, 93-94.
- Thinon, M.** (1988). Approche anthracologique de l'environnement végétal de Martigues à l'âge du Fer. *Dossiers Histoire et Archéologie : le village gaulois de Martigues* 128, 68-69.
- Thomas, K. D.** (1982). Neolithic enclosures and woodland habitats on the South Downs in Sussex, England. *Archaeological Aspects of Woodland Ecology*, Bell, M. and Limbrey, S. (Ed.). British Archaeological Reports International Series n°146, Oxford. 147-170.
- Thomas, K. D.** (1985). Land snail in Archaeology: Theory and practice. *British Archaeological Reports International Series n°266, Symposia of the Association for Environmental Archaeology n°5B*, 131-156.
- Thomas, K. D.** (1989). Vegetation of the British Chalklands in the Flandrian Period: A Response to Bush. *Journal of Archaeological Science* 16, 549-553.
- Thomas, M. F.** (2001). Landscape sensitivity in time and space - an introduction. *Catena* 42, 83-98.
- Trément, F.** (1993). Le secteur des étangs de Saint-Blaise : pour une approche archéologique et paléocéologique d'un milieu de vie. *Archéologie et environnement : de la Sainte-Victoire aux Alpilles*, Leveau, P. et Provansal, M. (Ed.). Université de Provence, Aix-en-Provence. 83-108.
- Triat-Laval, H.** (1978). *Contribution pollenanalytique à l'histoire Tardi-&Postglaciaire de la végétation de la basse vallée du Rhône*. Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille III, Marseille. 343 p.
- Triat-Laval, H.** (1982). Pollenanalyse de sédiments quaternaires récents du pourtour de l'Étang-de-Berre. *Ecologia Mediterranea* VIII (4), 97-115.

- Van Der Leeuw, S. E.** (1995). Conclusions : dégradation de l'environnement et recherches multidisciplinaires. *L'homme et la dégradation de l'environnement, XVèmes Rencontres d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, Van Der Leeuw, S. E. (Ed.). Editions APDCA, Juan-les-Pins. 487-514.
- Van Geel, B. et Magny, M.** (2002). Mise en évidence d'un forçage solaire du climat à partir de données paléocéologiques et archéologiques : la transition Subboréal-Subatlantique. *Equilibres et ruptures dans les écosystèmes depuis 20 000 ans en Europe de l'Ouest, Actes du colloque international de Besançon, septembre 2000*, Richard, H. et Vignot, A. (Ed.). Presses Universitaires Franc-Comtoises, Besançon. 107-122.
- Van Willigen, S.** (2002). *Les occupations néolithiques du Mourre de la Barque, Jouques, Le Mourre de la Barque, Site n°1304845-AP/AH (Bouches-du-Rhône)*. Service Régional de l'Archéologie de Provence-Alpes-Côte d'Azur, Aix-en-Provence. 30 p.
- Vaudour, J.** (1986). Travertins holocènes et pression anthropique. *Méditerranée* 57, 168-173.
- Vaudour, J.** (1993). Les édifices travertineux et l'histoire de l'environnement dans le Midi de la France (Provence, Languedoc, Roussillon). Essai de synthèse. *Pour une histoire de l'environnement. Actes du programme scientifique et du colloque de mars 1991 sur l'histoire de l'environnement et des phénomènes naturels*, Beck, C. et Delort, R. (Ed.). CNRS Editions, Paris. 209-218.
- Vaudour, J.** (1994). Evolution holocène des travertins de vallée dans le Midi méditerranéen français. *Géographie physique et Quaternaire* 48, n°3, 315-326.
- Vernet, J.-L.** (1991). L'histoire du milieu méditerranéen humanisé révélée par les charbons de bois. *Pour une archéologie agraire*, Guilaine, J. (Ed.), 369-408.
- Vernet, J.-L.** (1995). Anthracologie, biostratigraphie et relations homme-milieu en région méditerranéenne. *L'homme et la dégradation de l'environnement. XVèmes Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*, Van Der Leeuw, S. E. (Ed.). Editions APDCA, Juan-les-Pins. 175-184.
- Vernet, J.-L.** (1997). *L'homme et la forêt méditerranéenne, de la Préhistoire à nos jours*, Collection des Hespérides. Errance, Paris. 248 p.
- Vernet, J.-L. and Thiébaud, S.** (1987). An approach to northwestern Mediterranean recent prehistoric vegetation and ecologic implications. *Journal of Biogeography* 14, 117-127.
- Vernet, J.-L., Thiébaud, S. et Heinz, C.** (1987). Nouvelles données sur la végétation préhistorique postglaciaire méditerranéenne d'après l'analyse anthracologique. *Premières Communautés Paysannes en Méditerranée occidentale. Colloque International du CNRS, Montpellier, 1983*, Guilaine, J. (Ed.), Paris. 87-94.
- Vial, P. et Violi, B.** (1973-1976). Faune malacologique des alluvions de l'Ubaye au lac de Serre-Ponçon (Alpes de Haute Provence). *Bulletin de la Société d'Etude des Sciences Naturelles de Vaucluse*, 61-78.

- Wainwright, J.** (2000). Contextes géomorphologiques et géoarchéologiques des habitats de l'Age du Bronze en Méditerranée occidentale. *Habitats, économies et sociétés du Nord-Ouest méditerranéen de l'Age du Bronze au premier Age du Fer - Actes du XXIV^e Congrès Préhistorique de France - Carcassonne 26-30 septembre 1994*, Gasco, J. et Claustre, F. (Ed.), 11-26.
- Walden, H. W.** (1992). Changes in a terrestrial mollusc fauna (Sweden: Göteborg region) over 50 years, by human impact and natural succession. *Proceedings of the Ninth International Malacological Congress. Edinburgh, 31 August - 6 September 1986*, Gittenberger, E. and Goud, J. (Ed.). Unitas Malacologica, Leiden. 387-402.
- Walker, D. and Singh, G.** (1993). Earliest palynological records of human impact on the world's vegetation. *Climatic Change and Human Impact on the Landscape. Studies in palaeoecology and environmental archaeology*, Chambers, F. M. (Ed.). Chapman & Hall, London. 101-108.
- Wäreborn, I.** (1970). Environmental factors influencing the distribution of land molluscs of an oligotrophic area in southern Sweden. *Oikos* 21, 285-291.
- Wäreborn, I.** (1992). Changes in the land mollusc fauna and soil chemistry in an inland district in southern Sweden. *Ecography* 15, 62-69.
- Whittle, A., Rouse, A. J., Evans, J. G., with contributions by Barker, C., Cartwright, C., Cruse, G., Dennis, I., Fairbairn, A. S., Hamilton, M., Macphail, R. I., Noddle, B. and Pollard, J.** (1993). A Neolithic Downland Monument in its Environment: Excavations at the Easton Down Long Barrow, Bishops Cannings, North Wiltshire. *Proceedings of the Prehistoric Society* 59, 197-239.
- Wiltshire, P. E. J. and Edwards, K. J.** (1993). Mesolithic, early Neolithic, and later prehistoric impacts on vegetation at a riverine site in Derbyshire, England. *Climatic Change and Human Impact on the Landscape. Studies in palaeoecology and environmental archaeology*, Chambers, F. M. (Ed.). Chapman & Hall, London. 157-168.
- Yacine-Kassab, M.** (1979). *Etude écologique des Mollusques Gastéropodes d'eau douce de quelques milieux aquatiques peu profonds de la vallée du Rhône en amont de Lyon*. Thèse de Doctorat, Université Scientifique et Médicale de Grenoble, Grenoble. 247 p.
- Young, M. S. and Evans, J. G.** (1992). Modern Land Mollusc Communities from Flat Holm, South Glamorgan. *Journal of Conchology* 34, n^o2, 63-70.
- Ziano, M.-T. et Stévanovitch, C.** (1992). Contribution à l'étude de la faune malacologique de la Haute Provence occidentale. Session d'été 1992 de l'AFEMC à Rustrel, Vaucluse [France]. *Vertigo*, vol.2, 11-28.

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Les différents facteurs intervenant dans la distribution des escargots dans le paysage. 28
- Figure 2 : Carte de localisation du terrain d'expérimentation à Rognes (Bouches-du-Rhône). Extrait de la carte IGN au 1:25000. 30
- Figure 3 : Coupes schématiques des deux transepts échantillonnés à Rognes (Bouches-du-Rhône), position des relevés malacologiques et photographies des différents éléments du paysage échantillonné. 32
- Figure 4 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons malacologiques du paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône). Projection des espèces sur le premier plan factoriel. 35
- Figure 5 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons malacologiques du paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel. 35
- Figure 6 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons malacologiques du paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône). Projection des espèces sur le deuxième plan factoriel. 38
- Figure 7 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons malacologiques du paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône). Projection des échantillons sur le deuxième plan factoriel. 38
- Figure 8 : Abondance des différentes espèces récoltées dans le paysage actuel de Rognes (Bouches-du-rhône), en fonction des éléments du paysage. 42
- Figure 9 : Abondance de *Xeropicta derbentina* dans le paysage actuel de Rognes (Bouches-du-rhône), en fonction des éléments du paysage. 48
- Figure 10 : Diagramme malacologique des relevés du paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône). 51
- Figure 11 : Les abondances relatives des escargots dans le paysage de Rognes (Bouches-du-Rhône) en fonction des cinq habitats échantillonnés. 58
- Figure 12 : Les aspects écologique et taphonomique de la résolution temporelle des assemblages malacologiques. 60
- Figure 13 : Evolution de l'occupation des sols dans le vallon de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse) en fonction des plans cadastraux. 64
- Figure 14 : Schéma du protocole expérimental du vallon de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse). 66
- Figure 15 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse). Données corrigées (individus frais et vivants pour x.1 ; individus vieux pour x.2, x.3, x.4, x.5, x.6). Projection des espèces sur le premier plan factoriel. 67
- Figure 16 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse). Données corrigées (individus frais et vivants pour x.1 ; individus vieux pour x.2, x.3, x.4, x.5, x.6). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel. 68
- Figure 17 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse). Données brutes. Projection des échantillons sur le premier plan factoriel. 71
- Figure 18 : Présence des individus vivants, frais et vieux des espèces les plus abondantes, dans les sept séquences de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse), en fonction des différents niveaux du sol prélevés. 72

Figure 19 : Pourcentages de coquilles entières, cassées, corrodées et encroûtées pour les neuf espèces sélectionnées des assemblages malacologiques du vallon de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse).	75
Figure 20 : Pourcentages de coquilles entières, cassées, corrodées et encroûtées pour les sept séquences analysées du vallon de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse).	76
Figure 21 : Les deux interprétations possibles d'un assemblage malacologique de métaclimax forestier en fonction de la résolution spatiale et de la résolution temporelle.	82
Figure 22 : Carte de localisation des différentes séquences analysées.	83
Figure 23 : Carte de localisation des sept sites étudiés dans la plaine de la Vistrenque (Nîmes, Gard). Extrait de la carte IGN au 1:25000.	86
Figure 24 : Séquence sédimentaire du site de Mas de Mayan (Nîmes, Gard).	92
Figure 25 : Analyse Factorielle des Correspondances du site de Mas de Mayan (Nîmes, Gard). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.	94
Figure 26 : Analyse Factorielle des Correspondances du site de Mas de Mayan (Nîmes, Gard). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.	94
Figure 27 : Diagramme malacologique du site de Mas de Mayan (Nîmes, Gard).	96
Figure 28 : Analyse Factorielle des Correspondances des données malacologiques du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.	103
Figure 29 : Analyse Factorielle des Correspondances des données malacologiques du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.	103
Figure 30 : Proportion des espèces caractéristiques de l'évolution paléoenvironnementale du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard), en fonction de la chronologie.	106
Figure 31 : Analyse Factorielle des Correspondances globale du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard). Report des échantillons sur le premier plan factoriel, période par période.	108
Figure 32 : Coupe schématique du log 17 du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard).	109
Figure 33 : Coupe schématique du log 15 du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard).	112
Figure 34 : Coupe schématique du fossé FO3091 et de la fosse FS3096 du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard).	112
Figure 35 : Coupe schématique du log 13 du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard).	116
Figure 36 : Séquence sédimentaire du site du Cadereau d'Alès (Nîmes, Gard).	120
Figure 37 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale du site du Cadereau d'Alès (Nîmes, Gard) – Séquence paléolithique.	122
Figure 38 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale des échantillons protohistoriques et antiques du site du Cadereau d'Alès (Nîmes, Gard).	126
Figure 39 : Coupe schématique du système fossoyé antique du site de Fossé de Haute Magaille (Nîmes, Gard).	130
Figure 40 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale du site de Fossé de Haute Magaille (Nîmes, Gard).	131
Figure 41 : Séquences sédimentaires du site de Mas de Vignoles VI (Nîmes, Gard).	134
Figure 42 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale du site de Mas de Vignoles VI (Nîmes, Gard).	136
Figure 43 : Séquence sédimentaire du site de Bassin Magaille Est (Nîmes, Gard).	141
Figure 44 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale du site de Bassin Magaille Est (Nîmes, Gard), sans les trois espèces <i>Succinea oblonga</i> , <i>Vertigo pygmaea</i> et <i>Vallonia pulchella</i> .	143
Figure 45 : Séquence sédimentaire du site de Mas de Vignoles VII (Nîmes, Gard).	150

Figure 46 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale de la séquence du site de Mas de Vignoles VII (Nîmes, Gard), sans <i>Succinea oblonga</i> et <i>Vallonia pulchella</i> .	152
Figure 47 : Diagramme malacologique simplifié des sites de la plaine de la Vistrenque (Nîmes, Gard).	159
Figure 48 : Proposition de reconstitution de l'évolution du paysage au cours du temps dans la plaine du Vistre (Nîmes, Gard).	174
Figure 49 : Carte de localisation du site de La Céreirède (Lattes, Hérault). Extrait de la carte IGN au 1:25000.	176
Figure 50 : Coupe schématique de la séquence de La Céreirède (Lattes, Hérault).	179
Figure 51 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence de la Céreirède (Lattes, Hérault). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.	182
Figure 52 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence de la Céreirède (Lattes, Hérault). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.	182
Figure 53 : Abondances des individus terrestres et aquatiques dans les échantillons de la séquence de La Céreirède (Lattes, Hérault).	185
Figure 54 : Proportions des taxons aquatiques les plus abondants dans la séquence de La Céreirède (Lattes, Hérault).	186
Figure 55 : Diagramme malacologique du site de La Céreirède (Lattes, Hérault).	189
Figure 56 : Carte de localisation des sites de Collet-Redon et Ponteau-Gare (Martigues, Bouches-du-Rhône). Extrait de la carte IGN au 1:25000.	202
Figure 57 : Coupe schématique du site de Collet-Redon (Martigues, Bouches-du-Rhône).	206
Figure 58 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale du site de Collet-Redon (Martigues, Bouches-du-Rhône).	206
Figure 59 : Coupe schématique du site de Ponteau-Gare (Martigues, Bouches-du-Rhône).	212
Figure 60 : Proportion des espèces terrestres caractéristiques de l'évolution environnementale du site de Ponteau-Gare (Martigues, Bouches-du-Rhône).	213
Figure 61 : Analyse Factorielle des Correspondances du site de Collet-Redon (Martigues, Bouches-du-Rhône) avec le site de Ponteau-Gare (Martigues, Bouches-du-Rhône) en élément supplémentaire. Projection des espèces sur le premier plan factoriel.	218
Figure 62 : Analyse Factorielle des Correspondances du site de Collet-Redon (Martigues, Bouches-du-Rhône) avec le site de Ponteau-Gare (Martigues, Bouches-du-Rhône) en élément supplémentaire. Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.	218
Figure 63 : Carte de localisation de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône). Extrait de la carte IGN au 1:25000.	222
Figure 64 : Coupe schématique de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône).	226
Figure 65 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.	228
Figure 66 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.	228
Figure 67 : Diagramme malacologique de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône).	232
Figure 68 : Fréquences des cinq espèces les plus représentatives de l'évolution environnementale le long de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône).	236

Figure 69 : Carte de localisation du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse). Extrait de la carte IGN au 1:25000.	242
Figure 70 : Carte de localisation de la séquence de Lymes (Robion, Vaucluse). Extrait de la carte IGN au 1:25000.	242
Figure 71 : Coupes stratigraphiques du site de l'Ubac (Goult, Vaucluse) et datations.	245
Figure 72 : Analyse Factorielle des Correspondances du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.	249
Figure 73 : Analyse Factorielle des Correspondances du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.	249
Figure 74 : Report des coordonnées de l'axe 1 de l'AFC du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse), en fonction de la stratigraphie.	256
Figure 75 : Analyse Factorielle des Correspondances des échantillons actuels de Goult et de Maubec (Vaucluse) (ellipses), avec les échantillons holocènes du site du dolmen de l'Ubac en individus supplémentaires (figurés). Premier plan factoriel.	259
Figure 76 : Séquence sédimentaire de Lymes (Robion, Vaucluse) (Description sédimentologique : J.-E. Brochier).	263
Figure 77 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence de Lymes (Robion, Vaucluse). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.	265
Figure 78 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence de Lymes (Robion, Vaucluse). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.	265
Figure 79 : Diagramme malacologique de la séquence de Lymes (Robion, Vaucluse).	268
Figure 80 : Analyse Factorielle des Correspondances du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse) avec la séquence de Lymes (Robion, Vaucluse) en élément supplémentaire (en italique et figurés gris). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.	270
Figure 81 : Carte de localisation de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse). Extrait de la carte IGN au 1:25000.	274
Figure 82 : Coupe schématique de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse).	276
Figure 83 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.	280
Figure 84 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.	280
Figure 85 : Importance relative des espèces aquatiques, palustres et terrestres de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse).	284
Figure 86 : Diagramme malacologique simplifié de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse).	286
Figure 87 : Carte de localisation de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône). Extrait de la carte IGN au 1:25000.	304
Figure 88 : Schéma de localisation de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône).	304
Figure 89 : Coupe stratigraphique et position des échantillons historiques et protohistoriques du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône).	308
Figure 90 : Séquence sédimentaire des niveaux néolithiques du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône).	308
Figure 91 : Proportion des espèces rupicoles et du reste des assemblages malacologiques du site de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône).	309
Figure 92 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Vaucluse). Projection des espèces sur le premier plan factoriel.	312

Figure 93 : Analyse Factorielle des Correspondances de la séquence de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Vaucluse). Projection des échantillons sur le premier plan factoriel.	312
Figure 94 : Diagramme malacologique de la séquence de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône).	315
Figure 95 : Pourcentages de coquilles brûlées et nombres d'individus dans les assemblages malacologiques de la séquence de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône).	319
Figure 96 : Apparition des taxons méditerranéens pour l'ensemble des séquences.	345
Figure 97 : Apparition des taxons méditerranéens en fonction de chaque séquence.	346

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Type de relevés effectués dans le paysage actuel de Rognes (Bouches-du-Rhône).	33
Tableau 2 : Evolution de l'occupation du sol d'après les plans cadastraux, sur les sept parcelles sélectionnées du vallon de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse).	65
Tableau 3 : Correspondances chronologiques entre les trois séquences du site de Mas de Vignoles VI (Nîmes, Gard).	135
Tableau 4 : Liste des échantillons utilisés pour la construction du diagramme de synthèse des sites de la plaine de la Vistrenque.	160
Tableau 5 : Description sédimentologique des niveaux de la séquence des Hauts de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône) et attributions chronologiques.	226
Tableau 6 : Description sédimentologique des niveaux prélevés sur les trois coupes du site de l'Ubac (Goult, Vaucluse) et datations.	246
Tableau 7 : Description sédimentologique des niveaux de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse), de haut en bas, et datations.	278
Tableau 8 : Description sédimentologique des niveaux de la séquence de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône) et attributions chronologiques.	307

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Liste des taxons malacologiques récoltés sur l'ensemble des sites analysés, selon la nomenclature de Kerney <i>et al.</i> (1999) et Gloër et Meier-Brook (1998)	392
Annexe 2 : Relevés mésologiques des échantillons actuels de Rognes (Bouches-du-Rhône)	394
Annexe 3 : Relevés mésologiques des échantillons actuels de Rognes (Bouches-du-Rhône)	395
Annexe 4 : Relevés mésologiques des échantillons actuels de Rognes (Bouches-du-Rhône)	396
Annexe 5 : Données malacologiques des échantillons actuels de Rognes (Bouches-du-Rhône)	397
Annexe 6 : Données malacologiques des échantillons actuels de Rognes (Bouches-du-Rhône)	398
Annexe 7 : Données malacologiques des échantillons actuels de Rognes (Bouches-du-Rhône)	399
Annexe 8 : Données malacologiques des échantillons de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse)	400
Annexe 9 : Données malacologiques des échantillons de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse)	401
Annexe 10 : Données malacologiques du site de Mas de Mayan (Nîmes, Gard)	402
Annexe 11 : Données malacologiques des échantillons chasséens, ferrières et campaniformes du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard)	403
Annexe 12 : Données malacologiques des échantillons fontbuxiens du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard)	404
Annexe 13 : Données malacologiques des échantillons du Néolithique final indéterminé du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard)	405
Annexe 14 : Données malacologiques des fossés néolithiques du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard)	406
Annexe 15 : Données malacologiques des échantillons protohistoriques du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard)	407
Annexe 16 : Données malacologiques des échantillons antiques du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard)	408
Annexe 17 : Données malacologiques de la séquence paléolithique du site du Cadereau d'Alès (Nîmes, Gard)	409
Annexe 18 : Données malacologiques des échantillons protohistoriques et antiques du site du Cadereau d'Alès (Nîmes, Gard)	410
Annexe 19 : Données malacologiques du site de Fossé de Haute Magaille (Nîmes, Gard)	411
Annexe 20 : Données malacologiques du site de Mas de Vignoles VI (Nîmes, Gard)	412
Annexe 21 : Données malacologiques du site de Bassin Magaille Est (Nîmes, Gard)	413
Annexe 22 : Données malacologiques du site de Mas de Vignoles VII (Nîmes, Gard)	414
Annexe 23 : Données malacologiques de la séquence de La Céreirède (Lattes, Hérault)	415
Annexe 24 : Données malacologiques du site de Collet-Redon (Martigues, Bouches-du-Rhône)	416
Annexe 25 : Données malacologiques du site de Ponteau-Gare (Martigues, Bouches-du-Rhône)	417
Annexe 26 : Données malacologiques du site de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône)	418

Annexe 27 : Données malacologiques de la coupe 1 du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse)	419
Annexe 28 : Données malacologiques de la coupe 2 du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse)	420
Annexe 29 : Données malacologiques de la coupe 3 du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse)	421
Annexe 30 : Relevés mésologiques des échantillons actuels de Goult (Vaucluse)	422
Annexe 31 : Données malacologiques des échantillons actuels de Goult (Vaucluse)	423
Annexe 32 : Coordonnées et contributions des espèces (variables) et des échantillons (individus), dont la contribution à la construction des axes de l'AFC des échantillons actuels de Goult et de Maubec (Vaucluse) est supérieure à la moyenne	424
Annexe 33 : Données malacologiques de la séquence de Lymes (Robion, Vaucluse)	425
Annexe 34 : Données malacologiques de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse)	426
Annexe 35 : Données préliminaires de l'analyse anthracologique de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse), d'après Beauvais et Cazorla, 2002	427
Annexe 36 : Données malacologiques du site du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône)	428
Annexe 37 : Relevé actuel qualitatif à proximité du site de la grotte du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône)	429

ANNEXES

Annexe 1 : Liste des taxons malacologiques récoltés sur l'ensemble des sites analysés, selon la nomenclature de Kerney *et al.* (1999) et Gloër et Meier-Brook (1998).

- Cochlostoma patulum* (Draparnaud 1801)
Pomatias elegans (Müller 1774)
Pomatias sulcatus (Draparnaud 1801)
Carychium minimum (Müller 1774)
Carychium tridentatum (Risso 1826)
Cochlicopa lubrica agg. (Müller 1774)
Lauria cylindracea (da Costa 1778)
Sphyradium doliolum (Bruguière 1792)
Pagodulina pagodula (Des Moulins 1830)
Granopupa granum (Draparnaud 1801)
Granaria variabilis (Draparnaud 1801)
Solatopupa similis (Bruguière 1792)
Abida secale (Draparnaud 1801)
Abida polyodon (Draparnaud 1801)
Chondrina avenacea (Bruguière 1792)
Pupilla muscorum bigranata (Linné 1778)
Pupilla triplicata (Studer 1820)
Pyramidula rupestris (Draparnaud 1801)
Vallonia costata (Müller 1774)
Vallonia pulchella (Müller 1774)
Vallonia enniensis (Müller 1774)
Acanthinula aculeata (Müller 1774)
Gittenbergia sororcula (Benoit 1887)
Columella edentula (Draparnaud 1805)
Truncatellina cylindrica (Férussac 1807)
Truncatellina callicratis (Scacchi 1833)
Vertigo pusilla (Müller 1774)
Vertigo antivertigo (Draparnaud 1801)
Vertigo pygmaea (Draparnaud 1801)
Vertigo moulinsiana (Dupuy 1849)
Vertigo angustior Jeffreys 1830
Chondrula tridens (Müller 1774)
Jaminia quadridens (Müller 1774)
Merdigera obscura (Müller 1774)
Zebrina detrita (Müller 1774)
Cochlodina laminata (Montagu 1803)
Charpentieria itala (Martens 1824)
Papillifera solida (Draparnaud 1805)
Macrogastra plicatula (Draparnaud 1801)
Clausilia bidentata (Ström 1765)
Clausilia rugosa (Draparnaud 1801)
Clausilia rugosa parvula Férussac 1807
Succinea oblonga (Draparnaud 1801)
Oxyloma elegans (Risso 1826)
Cecilioides acicula (Müller 1774)
Cecilioides jani (De Betta et Martini 1855)
Ferussacia follicula (Gmelin 1791)
Rumina decollata (Linné 1758)
Testacella haliotideae (Draparnaud 1801)
Toltecia pusilla (Lowe 1831)
Hebetodiscus inermis (Baker 1929)
Punctum pygmaeum (Draparnaud 1801)
Discus rotundatus (Müller 1774)
Zonitoides nitidus (Müller 1774)
Euconulus fulvus (Müller 1774)
Phenacolimax major (Férussac 1807)
Vitrea narbonensis (Clessin 1877)
Vitrea subrimata (Reinhardt 1871)
Vitrea contracta (Westerlund 1871)
Zonites algirus (Linné 1758)
Aegopinella nitidula (Draparnaud 1805)
Perpolita hammonis (Ström 1765)
Oxychilus cellarius (Müller 1774)
Oxychilus draparnaudi (Beck 1837)
Oxychilus hydatinus (Rossmässler 1838)
Oxychilus alliarius (Miller 1822)
Oxychilus glaber (Rossmässler 1835)
Parmacella sp.
Sphincterochila candidissima (Draparnaud 1801)
Helicodonta obvoluta (Müller 1774)
Cochlicella acuta (Müller 1774)
Cochlicella barbara (Linné 1758)
Euomphalia strigella (Draparnaud 1801)
Monacha cartusiana (Müller 1803)
Monacha cantiana (Montagu 1803)
Trochoidea elegans (Gmelin 1791)
Trochoidea pyramidata (Draparnaud 1805)
Trochoidea trochoides (Poiret 1789)
Trochoidea geyeri (Soós 1926)
Ciliella ciliata (Hartmann 1821)
Trichia hispida (Linné 1758)
Xeropicta derbentina (Brusina 1870)
Candidula unifasciata (Poiret 1801)
Candidula unifasciata rugosiuscula (Michaud 1831)
Candidula gigaxii (Pfeiffer 1850)
Xerotricha apicina (Lamarck 1822)
Xerotricha conspurcata (Draparnaud 1801)
Microxeromagna armillata (Lowe 1852)
Xerosecta cespitum (Draparnaud 1801)
Cernuella virgata (da Costa 1778)
Cernuella aginnica (Locard 1884)
Hygromia cinctella (Draparnaud 1801)

Urticicola glabellus (Draparnaud 1801)/*ventouxianus* (Forcard 1946)
Helicigona lapicida (Linné 1758)
Chilostoma squamatinum (Moquin-Tandon 1856)
Pseudotachea splendida (Draparnaud 1801)
Cepaea nemoralis (Linné 1758)
Cryptomphalus aspersus (Müller 1774)
Eobania vermiculata (Müller 1774)
Theba pisana (Müller 1774)
Bythiospeum sp.
Bythinia tentaculata (Linné 1758)
Stagnicola palustris (Müller 1774)
Galba truncatula (Müller 1774)
Radix auricularia (Linné 1758)
Radix peregra (Müller 1774)
Radix ovata (Draparnaud 1805)
Planorbis carinatus (Müller 1774)
Planorbis planorbis (Müller 1774)

Anisus leucostoma (Millet 1813)
Gyraulus laevis (Alder 1838)
Gyraulus crista (Linné 1758)
Gyraulus crista f. cristatus (Draparnaud 1805)
Gyraulus albus (Müller 1774)
Hippeutis complanatus (Linné 1758)
Ancylus fluviatilis (Müller 1774)
Aplexa hypnorum (Linné 1758)
Hauffenia sp.
Moitessieria sp.
Pisidium sp.
Valvata cristata (Müller 1774)
Valvata pulchella Studer 1820
Valvata piscinalis (Müller 1774)
Pseudamnicola sp.
Bathyomphalus contortus (Linné, 1758)
Theodoxus fluviatilis (Linné 1758)
Physella acuta (Draparnaud 1805)

Annexe 2 : Relevés mésologiques des échantillons actuels de Rognes (Bouches-du-Rhône)

Relevé N°	Rognes 0	Rognes 1	Rognes 2	Rognes 3	Rognes 4 / Rognes 21	Rognes 5	Rognes 6	Rognes 7	Rognes 8	Rognes 9	
Type de transect	transversal	transversal	transversal	transversal	transversal / longitudinal	transversal	transversal	transversal	transversal	transversal	
Date	10/02	10/02	10/02	10/02	10/02	10/02	10/02	10/02	10/02	10/02	
Lieu dit	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	
Commune	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	
Type de station	Bord d'un pré pâturé par des vaches, à 1 m d'un talus (Rognes 1)	Somme d'un petit talus en herbes, séparant le pré pâturé (Rognes 0) et un champ de luzerne (Rognes 3)	Fond de fossé joignant le talus (Rognes 1), avant le champ de luzerne (Rognes 3)	Bord de la friche dans le champ de luzerne, partie non cultivée l'année du prélèvement	Mais de la friche dans le champ de luzerne, partie non cultivée l'année du prélèvement	Bord du champ de luzerne, coupé récemment, à proximité de la lisière (Rognes 6 et Rognes 7) d'un petit bois (Rognes 8)	Lisière entre le champ de luzerne et le petit bois. Relevé au bord du champ de luzerne sous la canopée des arbres	Lisière entre le champ de luzerne et le petit bois. Relevé dans la zone herbacée juste avant les arbres	Petit bois entre le champ de luzerne et une petite clairière (Rognes 9 et Rognes 10). Relevé sur le talus boisé	Bord de la petite clairière dans le bois, occupée par un milieu pionnier de type talus	
Position topographique	1. Plateau 2. Haut de versant 3. Mi-versant 4. Péglat 5. Bas de versant 6. Fonds de vallons										
Pente	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Texture du sol	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nature de la roche	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	
Surface du sol couverte par (%)	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	
La roche dure	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Les blocs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Les pierrailles	0	0	0	0	1	5	2	0	0	0	
La végétation	95	80	45	75	87	73	68	80	50	45	
La litière	3	15	55	10	2	3	10	15	40	50	
La terre nue	2	5	0	15	10	20	5	5	5	5	
Type de litière	0. Pas de litière 1. Foliacée dense 2. Foliacée aérée 3. Ligneuse 4. Débris transformés par : vaches (bouses)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Pierrosité	1. Sans cailloux 2. Peu caillouteux 3. Moyennement caillouteux 4. Très caillouteux	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Humidité de la station	0. Cas particulier 1. Station très sèche 2. Station sèche 3. Station assez sèche 4. Station moyenne 5. Station assez humide 6. Station humide	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Recouvrement des strates (%)	0-5 cm 5-15 cm 15-25 cm 25-50 cm 50 cm-1m 1-2 m 2-4 m 4-6 m 6-8 m 8-10 m 10-12 m Plus de 12 m	50 40 2 3 0 0 0 0 0 0 0 0 0	5 5 20 45 5 0 0 0 0 0 0 0	0 5 10 10 5 0 0 0 0 0 0 0	5 60 5 5 0 0 0 0 0 0 0 0	7 75 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	60 13 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	8 60 0 5 0 1 0 0 40 0 0 0 0	0 10 10 50 10 20 0 60 0 0 0 0	5 5 3 2 5 30 50 30 60 0 0 0	2 13 10 15 5 5 20 20 0 0 0 0
Recouvrement (%)	Des ligneux hauts Des ligneux bas Des herbacées Des mousses et lichens	0 0 90 5	0 0 80 0	0 0 40 0	0 0 75 0	0 0 87 0	0 0 73 0	0 0 66 2	0 10 70 0	5 30 15 0	0 27 18 0
Distance à la lisière	à 1 m du bord du talus	à 2 m du pré-pâturé et à 5 m du champ à luzerne	à 2 m du champ de luzerne	à 0,30 m du bord du fossé	à 15 m du bord du fossé	à 5 m du petit bois	à 1,5 m du petit bois	à 0,50 m du petit bois	talus boisé de 3 m de large	à 1 m du petit bois côté luzerne, à 7 m de la rangée d'arbres juste avant un petit chemin	
Type d'utilisation	0. Aucune 1. Pâturage 2. Reboisement 3. Champ labouré 4. Friche	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Éléments particuliers à la station	0. Aucun 1. Arbre isolé 2. Buissons isolés 3. Eboulis 4. Chemin de randonnée 5. Piste 6. Lisière 7. Autre										
Espèces végétales dominantes	Riantan, ombellifères, radis-ravenelle, luzerne, trèfle, mousses, herbacées	Cémetiste, herbacées, chardon	Jonc, menthe, ombellifères, herbacées, pissenit, cardère	Pissenit, ombellifères, herbacées, scabieuse, chardon, radis-ravenelle, asperge sauvage, plantain	Pissenit, ombellifères, herbacées, radis-ravenelle, scabieuse, plantain	Luzerne, pissenit, radis-ravenelle, herbacées, plantain	Luzerne, ombellifère, herbacées, trèfle, radis-ravenelle, jeunes chènes pubescents, plantain, féruque, champignons	Jeunes chènes pubescents, herbacées, genévrier, radis-ravenelle, terre, garance	Chènes pubescents, chènes kermès, cornoulier, terre, genévrier, garance, aubépine, cémetiste, jeunes pins d'Alep	Cornoulier, herbacées, jeunes chènes pubescents, luzerne, garance, terre	

Annexe 3 : Relevés mésologiques des échantillons actuels de Rognes (Bouches-du-Rhône)

Relevé N°	Rognes 10	Rognes 11	Rognes 12	Rognes 13	Rognes 14	Rognes 15	Rognes 16	Rognes 17	Rognes 18	Rognes 19	
Type de transect	transversal	transversal	transversal	transversal	transversal	transversal	transversal	transversal	transversal	transversal	
Date	10/02	10/02	10/02	10/02	10/02	10/02	10/02	10/02	10/02	10/02	
Lieu dit	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	
Commune	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	
Type de station	Milieu de la petite clairière	Bord de la petite clairière, vers la rangée d'arbres (Rognes 12) avant le petit chemin. Relevé sous la canopée des arbres	Rangée d'arbres entre la petite clairière et le chemin	Bord du chemin, du côté du talus boisé (Rognes 14 et Rognes 15). Relevé sous la canopée de chênes pubescents	Talus boisé, entre le petit chemin et la friche à pin d'Alep et à vigne. Talus en sous-bois	Talus boisé, juste avant la friche à pin d'Alep et à vigne. Relevé juste au dessus d'une ancienne restanque	Lisière entre le talus boisé et la friche à pin d'Alep et à vigne. Relevé dans une zone de prairie	Ancien chemin d'accès aux vignes, au bord de la friche à pin d'Alep et à vigne	Ancienne vigne, actuellement en friche recolonisée par le pin d'Alep	Vigne abandonnée et recolonisée par le pin d'Alep	
Position topographique	1. Plateau 2. Haut de versant 3. Mi-versant 4. Replat 5. Bas de versant 6. Fonds de vallons										
Pente	2	0	0	2	9	2	0	0	0	2	
Texture du sol	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	
Nature de la roche	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	marno-calcaire	
Surface du sol couverte par (%)	La roche dure Les blocs Les pierres La végétation La litière La terre nue	0 0 0 50 50 0	0 0 0 80 20 0	0 0 0 90 20 0	0 0 0 80 20 0	0 0 0 60 35 5	0 3 0 80 17 0	0 0 0 80 20 0	0 0 0 50 5 0	0 0 0 95 5 0	0 0 10 70 15 5
Type de litière	0. Pas de litière 1. Foliacée dense 2. Foliacée aérée 3. Ligneuse 4. Débris transformés par :	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	
Pierrosité	1. Sans cailloux 2. Peu caillouteux 3. Moyennement caillouteux 4. Très caillouteux	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	
Humidité de la station	0. Cas particulier 1. Station très sèche 2. Station sèche 3. Station assez sèche 4. Station moyenne 5. Station assez humide 6. Station humide	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	x x	
Recouvrement des strates (%)	0-6 cm 5-15 cm 15-25 cm 25-50 cm 50 cm-1m 1-2 m 2-4 m 4-6 m 6-8 m 8-10 m 10-12 m Plus de 12 m	0 15 10 20 5 0 0 0 0 0 0 0	13 10 15 20 30 2 5 0 0 60 0 0	0 30 5 10 15 10 0 0 0 0 0 0	0 30 10 20 25 5 10 0 0 0 0 0	10 25 10 10 5 10 0 0 0 0 0 0	2 3 5 35 5 15 30 0 0 0 0 0	0 5 10 60 10 0 0 0 0 0 0	30 18 10 2 0 0 0 0 0 0 0 0	30 10 20 30 5 0 0 0 0 0 0 0	55 5 5 5 0 0 20 0 0 0 0 0
Recouvrement (%)	Des ligneux hauts Des ligneux bas Des herbacées Des mousses et lichens	0 5 45 0	0 42 38 0	10 45 35 0	0 40 40 0	10 10 40 10	0 5 75 2	0 0 45 0	0 0 95 0	0 0 60 0	
Distance à la lisière	à 4 m du petit bois côté champ de luzerne, à 3 mètres de la rangée d'arbres avant le petit chemin	à 0,50 m de la rangée d'arbres avant le chemin, à 6 m du petit bois côté champ de luzerne	à 1 m de la lisière, dans la rangée d'arbre	à 0,50 m du chemin	à 4 m du petit chemin et à 5 m de la friche à pin d'Alep et à vigne	à 1 m de la friche à pin d'Alep et à vigne	à 0,50 du talus de chênes pubescents	à 10 m du talus de chênes pubescents	à 12 m du talus de chênes pubescents, à 1 m de l'ancien chemin	à 24 m du talus de chênes pubescents	
Type d'utilisation	0. Aucune 1. Pâturage 2. Reboisement 3. Champ labouré 4. Friche	x	x	x	x	x	x	x			
Éléments particuliers à la station	0. Aucun 1. Arbre isolé 2. Buissons isolés 3. Eboulis 4. Chemin de randonnée 5. Piste 6. Lisière 7. Autre			souche d'arbres			restanque				
Espèces végétales dominantes	Jeunes chênes pubescents, luzerne, herbacées, plantain, garance, pissenlit	Corrouiller, jeunes chênes pubescents, garance, lierre, jeunes chênes kermès	Corrouiller, lierre, genévrier, plantain, jeunes chênes pubescents, garance, jeunes chênes kermès	Herbacées, lierre, garance, genévrier, jeunes chênes kermès, corrouiller, jeunes chênes pubescents	Jeunes chênes pubescents, lierre, corrouiller, garance, mousses, radis-ravenelle	Chênes pubescents, corrouiller, garance, herbacées, lierre, mousses	Herbacées, thym, pissenlit, jeunes corrouillers, jeunes pins d'Alep, mousses	Herbacées, plantain, scabieuse, mousses, oncélière, pâquerette	Plantain, pâquerette, radis-ravenelle, trèfle, herbacées, oncélière, clémente	Pins d'Alep, trèfle, plantain, herbacées, oncélière	

Annexe 4 : Relevés mésologiques des échantillons actuels de Rognes (Bouches-du-Rhône)

Relevé N°	Rognes 20	Rognes 22	Rognes 23	Rognes 24	Rognes 25	Rognes 26	Rognes 27	Rognes 28	Rognes 29	Rognes 30
Type de transect	longitudinal	longitudinal	longitudinal	longitudinal	longitudinal	longitudinal	longitudinal	longitudinal	longitudinal	longitudinal
Date	10/02	10/02	07/02	07/02	07/02	07/02	12/02	12/02	12/02	12/02
Lieu dit	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde	La Mignarde
Commune	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes	Rognes
Type de station	Friche dans le champ de luzerne, partie non plantée en luzerne l'année du relevé	Friche au bout du champ de luzerne	Petit pré pâturé par des vaches. Relevé au milieu du pré	Petit pré pâturé par des vaches. Relevé au bord du pré, du côté de la friche à clématite	Petit pré pâturé par des vaches. Relevé tout au bord du pré, du côté de la friche à clématite	Petit pré pâturé par des vaches. Relevé à la lisière du pré et du talus (poutant un fossé) le séparant d'une friche à clématite	Friche à clématite (ancien champ de blé, deux ans auparavant). Relevé à la lisière avec les ronces précédant le fossé (poutant le talus herbeux) du côté du petit pré pâturé	Friche à clématite (ancien champ de blé, deux ans auparavant). Relevé tout au bord de la parcelle, du côté du fossé et du talus avant le petit pré pâturé	Friche à clématite (ancien champ de blé, deux ans auparavant). Relevé au bord de la parcelle, du côté du fossé et du talus avant le petit pré pâturé	Friche à clématite (ancien champ de blé, deux ans auparavant). Relevé au milieu de la friche
Position topographique	1. Plateau 2. Haut de versant 3. Mi-versant 4. Replat 5. Bas de versant 6. Fonds de vallons									
Pente	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Texture du sol	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse	limoneuse
Nature de la roche	maro-calcaire	maro-calcaire	maro-calcaire	maro-calcaire	maro-calcaire	maro-calcaire	maro-calcaire	maro-calcaire	maro-calcaire	maro-calcaire
Surface du sol couverte par (%)	La roche dure Les blocs Les pierrailles La végétation La litière La terre nue	0 0 0 85 5 10	0 0 3 75 20 2	0 0 0 70 0 30	0 0 0 80 0 10	0 0 0 95 2 3	0 0 0 95 2 3	0 0 0 95 5 0	0 0 0 95 5 0	0 0 0 95 70 10
Type de litière	0. Pas de litière 1. Foliacée dense 2. Foliacée aérée 3. Ligneuse 4. Débris transformés par :	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pierrosité	1. Sans cailloux 2. Peu caillouteux 3. Moyennement caillouteux 4. Très caillouteux	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Humidité de la station	0. Cas particulier 1. Station très sèche 2. Station sèche 3. Station assez sèche 4. Station moyenne 5. Station assez humide 6. Station humide	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Recouvrement des strates (%)	0-5 cm 5-15 cm 15-25 cm 25-50 cm 50 cm-1 m 1-2 m 2-4 m 4-6 m 6-8 m 8-10 m 10-12 m Plus de 12 m	20 25 15 20 0 0 0 0 0 0 0 0	15 35 10 15 0 0 0 0 0 0 0 0	25 35 10 5 5 0 0 0 0 0 0 0	30 30 10 5 5 0 0 0 0 0 0 0	55 15 15 25 5 0 0 0 0 0 0 0	30 15 30 35 5 0 0 0 0 0 0 0	0 5 50 35 5 0 0 0 0 0 0 0	5 80 0 5 5 0 0 0 0 0 0 0	5 10 5 30 5 0 0 0 0 0 0 0
Recouvrement (%)	Des ligneux hauts Des ligneux bas Des herbacées Des mousses et lichens	0 0 85 0	0 0 75 0	0 5 70 0	0 0 70 5	0 0 75 25	0 50 45 20	0 95 95 0	0 0 30 0	0 0 50 5
Distance à la lisière	à 30 m d'un petit chemin et à 10 m du fossé et du talus côté pré pâturé	à 7 m du petit bois, à 6 m du fossé poutant le talus et à 15 m du bout du champ de luzerne côté petit pré pâturé	à 18 m du bord du petit pré pâturé, côté friche à clématite	à 3 m du bord du petit pré pâturé, côté friche à clématite	à 1 m du bord du petit pré pâturé, côté friche à clématite	à 0,50 m de la lisière entre le petit pré pâturé et le talus	à 1,50 m du fossé, du côté du petit pré pâturé	à 4 m du fossé du côté du petit pré pâturé	à 9 m du fossé du côté du petit pré pâturé	à 60 m du fossé du côté du petit pré pâturé
Type d'utilisation	0. Aucune 1. Pâturage 2. Reboisement 3. Champ labouré 4. Friche	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Éléments particuliers à la station	0. Aucun 1. Arbre isolé 2. Buissons isolés 3. Eboulis 4. Chemin de randonnée 5. Piste 6. Lisière 7. Autre									
Espèces végétales dominantes	Plantain, radis-ravennelle, menthe, ombellifère, pissenlit	Plantain, scabieuse, féruque, pissenlit, chardon, clématite, luzerne	Ombellifère, pissenlit, menthe, chardon, herbacées, plantain	Pissenlit, ombellifère, plantain, herbacées, jeunes peupliers brouillés	Ombellifère, pissenlit, herbacées, trifolie, mousse	Pissenlit, herbacées, menthe	Ronces, herbacées, clématite, garance, chardon	Clématite, herbacées, pissenlit, chardon, ombellifère	Clématite, pissenlit, ombellifère, chardon, herbacées	Clématite, pissenlit, chardon, herbacées

Annexe 5 : Données malacologiques des échantillons actuels de Rognes (Bouches-du-Rhône)

Espèces	Abréviations	Rognes 0				Rognes 1				Rognes 2				Rognes 3				Rognes 4				Rognes 5				Rognes 6				Rognes 7				Rognes 8				Rognes 9				Total					
		Vivs	Frais	Vieux	Total																																										
<i>Romalis elegans</i> (Müller 1774)	Rai	0			0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				1430		
<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi	0			0				0			32	32				0				0				0				0				0				0				0			32			
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu	0	1		8	9	19	16	127	162	45	17		62							0				0				0				0				0				0		233				
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy	0			0	0	1		2	3				0							0				0				0				0				0				0		3				
<i>Granopoda granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr	0			0				1	1				0							0				0				0				0			11	11			14	14	26					
<i>Granaria variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva	0			0				0	0				0							1	1			0				0				0				0				0		1				
<i>Solatopoda similis</i> (Bruguière 1792)	Ssi	0			0				0	0				0							0				0				0				0				0				0		0				
<i>Abidia polyodon</i> (Draparnaud 1801)	Apo	0			0				2	2				0							0				0				0				0			5	5	1	8	45	64	2	56	58	119		
<i>Pupilla muscorum biganata</i> (Linné 1778)	Pmb	84	120	539	743	137	98	288	523		1	15	16	1		62	63				0				0				0				0				0				0		1345				
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	39	33	364	436	58	60	348	466	21	26	107	154	139	117	346	602	14	11	39	64			0				0				0			9	24	33			0		1755					
<i>Vallonia puchetta</i> (Müller 1774)	Vpa	27	81	108				150	150			8	8			25	25	5	8	24	35			1				1		1		2				1				0		339					
<i>Vallonia emmensis</i> (Müller 1774)	Vem	0			0				0							0					0				0				0				0				0				0		0				
<i>Truncatellina calicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca	65	40	388	493	256	324	846	1426	60	33	219	312	42	80	120	242							0				0				0				0				0		2473					
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy	13	24	147	184			38	38	5	4	14	23			8	8							0				0				0				0				0		253					
<i>Jamnia quadridentata</i> (Müller 1774)	Jqu	0			0				0							0					0				0				0				0				0				0		0				
<i>Mérigera obscura</i> (Müller 1774)	Mob	0			0				0							0					0				0				0				0				2				0		2				
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob	0			0			4	4							0					0				0				2				0				0				0		4				
<i>Rumina decollata</i> (Linné 1758)	Rde	0			0				0							0					0				0				0				0				0				0		0				
<i>Testacella halotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha	0			0				0							0					0				0				0				0				1		1		2		1	1	4		
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy	0			0			4	4	12	20					0					0				0				0				0			6	3	6	15	16	24	32	72	158	289	427	534
<i>Zonitoides nitidus</i> (Müller 1774)	Zni	0			0				0							0					0				0				0				0				0				0		0		0		
<i>Planorbis major</i> (Férussac 1807)	Pma	0			0	1			1							0					0				0				0				0				8	21	29		4			34			
<i>Vitrea contracta</i> (Westerland 1871)	Vcn	0			0				0							0					0				0				0				0				0				0		0		0		
<i>Zonites alpinus</i> (Linné 1758)	Zal	0			0				0							0					0				0				1		1		6			3	9	1	11	30	42		3	5	8	60	
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr	1	1		4	12	9	25	3	21	65	89	1	1	12	14					0				0				0				0			2	2	2	5	27	34		14	14	179		
<i>Oxychilus hydralinus</i> (Fossmässter 1838)	Ohy	0			0			4	4							0					0				0				2				0				1		1			5	5	12			
<i>Limacina</i>	Lim	0			0			1	1							0					0				0				0				0				0				0		0		1		
<i>Sphincterochila candidissima</i> (Draparnaud 1801)	Sca	0			0				0							0					0				0				0				0				0				0		0		0		
<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coa	274	202	1055	1531	238	162	847	1247	12	51	193	256	1		86	87	1	3	17	21	12	1	1	14		1		3		4						0			1	1	3161					
<i>Cochlicella barbata</i> (Linné 1758)	Cba	0			0				0							0					0				0				0				0				0				0		0		0		
<i>Monacha cartusiana</i> (Müller 1803)	Mca	0			0			4	4			3	3			2	2			1	1				0				1		1		0				1	1		8	8		2	2	21		
<i>Monacha cartiana</i> (Montagu 1803)	Mcn	1			2	15	7	24	46			2	35	37	1	2	7	10			5	5			0			1		1		2	7	9		1	4	5	9	159	168	3	5	166	174	457	
<i>Trochoidea elegans</i> (Cmelin 1781)	Tel	0			0				0						1	1	1	3			0				0				0				0				0				0		1		5		
<i>Trochoidea pyramidata</i> (Draparnaud 1805)	Tpy	0			0				0							0					0				0				1		1		0				0				0		0		1		
<i>Trochoidea trochoides</i> (Poiret 1789)	Ttr	0			0				0							0					0				0				0				0				0				0		0		0		
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi	0			1	1		1	2	3		4	25	29			3	3			0				0				0				0				9	9			0		45				
<i>Xeropicta derbentina</i> (Brusina 1870)	Xde	20	11	31	30	13	83	126	91	10	3	104	180	49	165	394	273	140	531	944	90	16	195	301	99	52	188	339	77	58	276	411	21	42	162	225	61	116	284	461	3336						
<i>Candidula nussuscula</i> (Michaud 1831)	Cun	5			5			2	2	4	12	42				0					0				0				9		9		8				1	1	23	24		42	149				
<i>Candidula gossii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgi	0			0				0							0					0				0				0				0				1	24	25		1	1		0	29		
<i>Xerotrachea conspurcata</i> (Draparnaud 1801)	Xcn	0			0			8	8	40		3	43	5	31	102	138	1		10	11				0			0				3	12	15					0		0		215				
<i>Microxeromagna armillata</i> (Lowe 1852)	Mar	0			0	33	110	334	477	39		39	19	39	58					0				0				0				0				0				0		0		574			
<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud 1801) ou <i>M. armillata</i> (Lowe 1852)	Xco	1			1				0		94	212	305		186	520	706			0				0				1		1		0				3	8	11		1	1		1026				
<i>Xerosectia caespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce	0			0				0							0					0				0				0				0					4	4			0		4			
<i>Cemuelia virgata</i> (da Costa 1778)	Cv	0			0				0							0					0				0				0				0				0				0		1	1	1		
<i>Cemuelia aginnica/neglecta</i>	Can	54	29	228	311	63	129	1045	1237		83	311	394	24	130	1023	1177	9	16	411	436	3	5	9	17		3		14		17		4	58	62	2	15	74	91	1	10	11	3763				
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm	0			0			1	1							4	4				0				0				0				0								4	4		0	9		
<i>Cryptomphalus asperus</i> (Müller 1774)	Cas	0			0			2	5	7		1			2	3				0				0				1		2		3			1	3	4		1	38	39		6	8	62		
<i>Trobia pisana</i> (Müller 1774)	Tpi	3																																													

Annexe 8 : Données malacologiques des échantillons de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse)

Espèces	Abréviations	Tapy 1					Tapy 2					Tapy 3					Total	
		Ty1.1	Ty1.2	Ty1.3	Ty1.4	Ty1.5	Ty2.1	Ty2.2	Ty2.3	Ty2.4	Ty2.5	Ty2.6	Ty3.1	Ty3.2	Ty3.3	Ty3.4		Ty3.5
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	31	80	173	55	13	12	10	18	8	9	20	163	107	31	20	2	752
<i>Canthium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	
<i>Canthium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcv	98	113	83	25	0	83	65	25	3	0	1	0	1	0	0	497	
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr	2	18	47	143	102	0	0	5	0	2	13	0	0	0	0	332	
<i>Granaria variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva	0	4	12	23	74	2	6	16	0	4	8	0	2	8	2	163	
<i>Solatopupa similis</i> (Bruquière 1792)	Ssi	2	12	51	30	16	2	5	5	6	10	37	0	0	1	4	181	
<i>Abida polyodon</i> (Draparnaud 1801)	Apo	7	6	21	13	2	0	0	2	3	0	0	0	0	1	0	55	
<i>Pyramidula rupestris</i> (Draparnaud 1801)	Pru	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	79	126	204	18	8	32	55	47	6	7	3	12	64	20	9	690	
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	7	12	
<i>Vallonia enniensis</i> (Müller 1774)	Ven	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac	18	76	67	19	0	32	5	7	2	0	0	2	1	0	0	229	
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca	27	37	63	58	88	0	2	2	2	0	0	58	63	0	0	400	
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Jamina quadridentis</i> (Müller 1774)	Jqu	1	3	30	11	4	2	1	5	2	1	6	0	0	0	2	68	
<i>Merdigera obscura</i> (Müller 1774)	Meob	4	16	30	2	0	2	4	1	0	1	2	1	0	0	0	63	
<i>Zebrina detrita</i> (Müller 1774)	Zde	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	1	3	5	4	1	20	
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru	1	2	1	0	1	3	5	3	3	5	1	0	0	0	0	25	
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	1	3	11	13	22	0	4	6	4	13	21	8	52	63	85	349	
<i>Cecilioides jani</i> (De Betta et Martinati 1855)	Cja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	
<i>Testacella haliotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha	0	0	8	5	29	0	0	4	0	8	8	1	5	3	0	73	
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy	45	77	37	5	4	21	5	2	0	0	0	19	16	0	0	231	
<i>Discus rotundatus</i> (Müller 1774)	Dro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Euconulus fulvus</i> (Müller 1774)	Efl	15	12	2	1	0	6	4	2	0	0	0	1	6	1	0	50	
<i>Vitrea contracta</i> (Westertund 1871)	Vcn	35	167	216	21	5	11	34	18	4	0	0	3	11	5	1	531	
<i>Vitrea narbonensis</i> (Clessin 1877)	Vna	0	0	6	36	15	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	59	
<i>Zonites alqirus</i> (Linné 1758)	Zal	0	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	7	
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr	1	5	7	0	0	0	9	1	0	0	0	1	0	1	2	27	
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5	14	
<i>Oxychilus cf. allarius</i> (Müller 1822)	Oal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
<i>Oxychilus glaber</i> (Rossmässler 1835)	Ogl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Limacelles	Lim	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	
<i>Sphincterochila candidissima</i> (Draparnaud 1801)	Sca	0	0	3	0	0	1	1	3	1	1	1	1	0	0	0	12	
<i>Cochlicella barbara</i> (Linné 1758)	Cba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn	13	3	15	4	0	5	8	0	0	0	0	13	25	25	11	122	
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cun	7	55	109	157	166	3	39	65	18	29	42	12	65	40	12	828	
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgi	1	3	24	22	24	0	4	3	9	0	3	5	4	6	0	108	
<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud 1801) ou <i>M. armillata</i> (Lowe 1852)	Xco	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Xerosecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	1	7	
<i>Hygromia cinctella</i> (Draparnaud 1801)	Hci	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	6	2	13	
<i>Cryptomphalus aspersus</i> (Müller 1774)	Cas	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	6	
<i>Eobania vermiculata</i> (Müller 1774)	Eve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Theba pisana</i> (Müller 1774)	Tpi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	3	11	
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	
<i>Stagnicola palustris</i> (Müller 1774)	Spa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Radix peregra</i> (Müller 1774)	Rpe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pisidium</i> sp.	Psp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
Total		388	821	1228	662	574	217	269	240	72	90	168	309	438	239	174	65	5954

Annexe 9 : Données malacologiques des échantillons de la Tapy (Saumane-de-Vaucluse, Vaucluse)

Espèces	Abréviations	Tapy 4					Tapy 5				Tapy 6				Tapy 7				Total
		Ty4.1	Ty4.2	Ty4.3	Ty4.4	Ty4.5	Ty5.1	Ty5.2	Ty5.3	Ty5.4	Ty6.1	Ty6.2	Ty6.3	Ty6.4	Ty7.1	Ty7.2	Ty7.3	Ty7.4	
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	30	20	36	56	36	114	81	62	47	125	159	53	66	179	56	48	40	1208
<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr	0	4	7	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy	157	52	38	2	0	6	5	3	15	9	6	2	0	12	6	0	0	313
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr	5	11	11	9	11	10	9	7	5	2	7	2	4	37	11	27	12	180
<i>Granaria variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva	5	6	3	21	2	71	50	46	35	3	10	13	12	57	48	36	32	450
<i>Solatopupa similis</i> (Bruguère 1792)	Ssi	2	4	5	13	10	14	26	33	49	5	12	9	3	59	35	50	38	367
<i>Abida polyodon</i> (Draparnaud 1801)	Apo	3	7	14	2	12	4	13	9	10	3	3	4	5	89	9	0	0	187
<i>Pyramidula rupestris</i> (Draparnaud 1801)	Pru	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	36	57	45	22	2	0	0	0	2	242	228	0	16	0	2	3	1	656
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Vallonia enniensis</i> (Müller 1774)	Ven	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac	24	11	6	0	0	1	0	0	0	9	0	18	0	38	0	0	0	107
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca	62	21	54	30	2	78	19	7	6	29	16	6	1	272	121	8	2	734
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy	14	3	4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
<i>Jamina quadridens</i> (Müller 1774)	Jqu	0	0	0	2	3	21	13	16	8	4	5	2	4	33	5	2	9	127
<i>Merdigera obscura</i> (Müller 1774)	Eob	3	4	4	5	0	0	0	0	0	4	1	0	2	2	2	0	0	27
<i>Zebrina detrita</i> (Müller 1774)	Zde	2	2	2	9	0	7	7	3	3	5	11	10	12	0	0	0	1	74
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru	13	9	8	0	0	1	1	16	9	13	9	11	3	0	0	0	0	93
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	4	3	28	33	19	15	32	38	92	26	45	33	56	6	24	31	22	507
<i>Cecilioides jani</i> (De Betta et Martinati 1855)	Cja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Testacella haliotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha	0	0	1	1	0	0	9	7	11	0	0	6	6	6	3	5	4	59
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy	298	104	44	4	0	8	2	0	0	61	47	0	0	20	8	0	0	596
<i>Discus rotundatus</i> (Müller 1774)	Dro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	6	8	0	0	0	0	18
<i>Euconulus fulvus</i> (Müller 1774)	Efl	149	39	30	3	1	2	0	0	0	12	4	0	0	8	0	0	0	248
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn	89	60	35	9	4	2	13	0	0	16	15	2	0	8	1	0	0	254
<i>Vitrea narbonensis</i> (Clessin 1877)	Vna	0	0	0	0	0	6	0	9	5	0	0	0	0	4	0	0	0	24
<i>Zonites algirus</i> (Linné 1758)	Zal	0	0	1	0	0	0	1	1	3	1	4	0	0	1	0	0	0	12
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr	1	2	12	10	3	0	3	1	1	2	0	0	0	7	0	2	0	44
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy	0	1	0	0	0	2	0	0	6	4	1	0	1	0	0	2	6	23
<i>Oxychilus cf. allianus</i> (Miller 1822)	Oal	0	1	0	0	2	0	1	2	3	0	0	8	4	0	0	0	0	21
<i>Oxychilus glaber</i> (Rossmässler 1835)	Ogl	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Limacelles	Lim	0	0	0	4	3	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	11
<i>Sphincterochila candidissima</i> (Draparnaud 1801)	Sca	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	0	0	0	0	2	7
<i>Cochlicella barbara</i> (Linné 1758)	Cba	0	3	1	11	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn	23	18	37	67	25	25	16	8	9	20	33	5	9	76	10	1	0	382
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cun	9	18	37	87	32	199	217	106	81	23	57	50	62	343	83	80	71	1555
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgi	1	0	2	11	5	7	11	1	8	3	6	5	3	7	4	0	5	79
<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud 1801) ou <i>M. armillata</i> (Lowe 1852)	Xco	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Xerosecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce	0	1	0	5	0	1	1	1	4	1	2	1	1	0	0	0	0	18
<i>Hygromia cinctella</i> (Draparnaud 1801)	Hci	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm	0	1	3	0	1	1	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0	11
<i>Cryptomphalus aspersus</i> (Müller 1774)	Cas	0	1	0	5	1	2	0	0	0	0	1	0	0	2	0	3	1	16
<i>Eobania vermiculata</i> (Müller 1774)	Eve	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Theba pisana</i> (Müller 1774)	Tpi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gr	0	2	21	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	30
<i>Stagnicola palustris</i> (Müller 1774)	Spa	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Radix peregra</i> (Müller 1774)	Rpe	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pisidium</i> sp.	Psp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		933	470	493	430	193	597	531	379	416	628	688	248	278	1267	429	300	246	8526

Annexe 10 : Données malacologiques du site de Mas de Mayan (Nîmes, Gard)

Nomenclatures archéologiques des prélèvements		Prélèvements Malacologiques de Mas de Mayan (Nîmes, Gard)													B25(4) -123 à -127	C27(4) -122 à -124	C27(4) -120 à -122	C27(4) -118 à -120	Total	
		A	B1	B2	B3	C	D	E	F	G	H	I	B25	C27a						C27b
Espèces	Abréviations																			
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	2					2							1						5
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu	36	135	777	577	352	123	22	13		6	1	7	5	5	10	13		2081	
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr	1				2						1							4	
<i>Pupilla muscorum bigranata</i> (Linné 1778)	Pmb	38	248	317	63	25	13	2	13	10	6	7	9	10			2		762	
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	27	18	7	7	28	33	6	4			3	3	5	3	1	7		151	
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	213	1548	3920	2437	1220	1648	162	96	30	33	44	49	38	36	58			11522	
<i>Vallonia enniensis</i> (Müller 1774)	Ven	16	43	263	1407	1440	252	22	20	12	7	6	11	10	6	8			3522	
<i>Vertigo antivertigo</i> (Draparnaud 1801)	Van	11	53	210	873	568	87	28	4	2		7	2	3	3				1850	
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy	228	825	1973	677	335	278	60	24	12	11	4	16	15	16	28			4503	
<i>Vertigo moulinsiana</i> (Dupuy 1849)	Vmo			3	27	8	2												40	
<i>Jamina quadridens</i> (Müller 1774)	Jqu				7								1						8	
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob	398	2600	6880	1873	1387	557	102	61	26	41	29	62	29	36	53			14133	
<i>Oxyloma elegans</i> (Risso 1826)	Oel		20	143	250	73	7	2	3		1	1			1				502	
<i>Testacella haliotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha	1					2												3	
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy				3				1										5	
<i>Zonitoides nitidus</i> (Müller 1774)	Zni	1	5	90	120	210	65	14	6	2		1	1	1					517	
<i>Euconulus fulvus</i> (Müller 1774)	Efl		3	30	37	23	5	2	1		7		1						108	
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy	1			3	2													6	
Limacelles	Lim	60	38	80	163	65		14	20	8	11	7	19	10	9	20			524	
<i>Cochlicella barbara</i> (Linné 1758)	Cba	97	223	323	43	55	15	22	15	4	10	4	10	9	3	3			836	
<i>Monacha cartusiana</i> (Müller 1803)	Mca							4											4	
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcnc	48	375	887	190	112	32	16	4	10	9		5	5	9	3			1704	
<i>Trochoidea elegans</i> (Gmelin 1791)	Tel	15	10	7	43	5	2	2					1						84	
<i>Trochoidea geyeri</i> (Soos 1926)	Tge								3			1	23	2	1				30	
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi	39	245	417	353	162	60	8	5	16	10	14	10	5	6	5			1355	
<i>Candidula unifasciata</i> (Michaud 1831)	Cun	77	23	17	3	2		16	1	2			3	1	3	2			149	
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgi	165	1060	1360	203	125	80	46	15	10	10	4	20	11	14	22			3146	
<i>Candidula</i> sp.	Cns							14	16	12	7		8	4	6	5			72	
<i>Xerosecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce	1																	1	
<i>Cemuella virgata</i> (da Costa 1778)	Cvi	21	73	37	7	3				2								3	146	
<i>Cemuella</i> sp.	Ces	17	43	13	13	18	2			3									110	
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm	3		40	23	5	7												78	
<i>Cepaea</i> sp.	Csp									1	2		1	1		1	2			8
<i>Eobania vermiculata</i> (Müller 1774)	Eve	1																	1	
<i>Theba pisana</i> (Müller 1774)	Tpi												1						1	
Helicidae	Hli							22			6	7	2	1	1	2				42
<i>Bythinia tentaculata</i> (Linné 1758)	Byt	25	10	37	157	35	5	2					1	1					274	
<i>Stagnicola palustris</i> (Müller 1774)	Spa	1	3	107	1397	455	70	10	6	4	1		1	4	9	3			2070	
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr	16	105	857	550	437	95	10	6	6	4	4	1	5	1	2			2099	
<i>Planorbis carinatus</i> (Müller 1774)	Pca			3															3	
<i>Anisus leucostoma</i> (Millet 1813)	Ale	30	123	1780	3013	920	125	18	23	4		1	5		6	8			6056	
<i>Gyraulus crista</i> (Linné 1758)	Gcr		3		3	5													6	
<i>Pisidium</i> sp.	Psp				3	5													8	
<i>Valvata cristata</i> (Müller 1774)	Vcr	1	18	107	563	143	20					1							856	
Total		1590	7845	20681	15090	8220	3585	616	366	180	183	180	252	170	177	252			59386	
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	27	3	7	7	7	7			3								1	60	
Nombre d'espèces par échantillon (sans <i>Cecilioides acicula</i>)		29	25	26	31	30	26	25	27	20	21	21	26	20	19	18				
Artefacts																				
Esquilles de silex (nombre)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1				
Fragments de céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Verre (nombre)		0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		0	0	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	0	0	1				

Annexe 11 : Données malacologiques des échantillons chasséens, ferrières et campaniformes du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard)

Attributions chronologiques	Espèces	Abréviations	FS1396		FR8341		FS4108	FS4108	FS8286	Ferrières?		FO1203		FO1203	FO1203
			Chas. anc.	Chass. ?	Chass. ?	Chass.	Chass.	Chass.	Néo Rec.	Ferrières?	Ferrières	Campa.	Campa.	Campa.	Campa.
			1781	1395	1398	8584	4119	4120	8286	2181	2182 B	SL1559	1667	1668	1671
Cochlostoma sp.	Cos														
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel		1	3	1	4	9	22	2	5	9	1		2	4
<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi														
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr														
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu														
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy														
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr											1			
<i>Granaria variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva							1			1				
<i>Solatopupa similis</i> (Bruguère 1792)	Ssi														
<i>Abida polyodon</i> (Draparnaud 1801)	Apo														1
<i>Pupilla muscorum bigranata</i> (Linné 1778)	Pmb						1	2		1	3	1	2	1	
<i>Pyramidula rupestris</i> (Draparnaud 1801)	Pru														
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco		8	4	4	3	11	11	3	5	10	7	87	64	16
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl		2	1	1	2	16	15	5	1	3		9	2	196
<i>Vallonia enniensis</i> (Müller 1774)	Ven														
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac														
<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac 1807)	Tcy				2	1	2	2		3	1	2	3	2	8
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca														
<i>Vertigo pusilla</i> (Müller 1774)	Vpu														
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy						1								
<i>Vertigo angustior</i> Jeffreys 1830	Vea														
<i>Chondula tridens</i> (Müller 1774)	ChT								1		1	3	4	1	
<i>Jamina quadrifida</i> (Müller 1774)	Jqu												3	2	
<i>Merdigera obscura</i> (Müller 1774)	Mob														
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru														
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob							2							
<i>Oxytoma elegans</i> (Risso 1826)	Oel												1		
<i>Ferussacia foliicola</i> (Gmelin 1791)	Ffo						1		4			1		2	14
<i>Rumina decollata</i> (Linné 1758)	Rde				1										
<i>Testacella helioides</i> (Draparnaud 1801)	Tha		2	2	2	9	6	17	1	5	5	2	7	3	1
<i>Totolecia pusilla</i> (Lowe 1831)	Tpu														
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy														
<i>Discus rotundatus</i> (Müller 1774)	Dro														
<i>Phenacolimax major</i> (Férussac 1807)	Pma														2
<i>Vitrea narbonensis</i> (Clessin 1877)	Vna														
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn														
<i>Zonites algerus</i> (Linné 1758)	Zal														
<i>Perpolita hammonis</i> (Ström 1765)	Pha														
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr														
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy		10	16	6	22	2	6	4	6	1	4	3	3	3
Limacelles	Lim		4	1		2		4	3			3	11	2	12
<i>Sphincterochila candidissima</i> (Draparnaud 1801)	Sca														
<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coa										1				4
<i>Cochlicella barbara</i> (Linné 1758)	Cba														
<i>Euomphalia stringella</i> (Draparnaud 1801)	Est														
<i>Monacha cartusiana</i> (Müller 1803)	Mca														
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn		12	5	5	9	9	12	10	12	3	13	8	22	71
<i>Monacha</i> ssp.	Msp														
<i>Trochoidea elegans</i> (Gmelin 1791)	Tel					5		1	1	5	1				
<i>Trochoidea pyramidata</i> (Draparnaud 1805)	Tpy														
<i>Trochoidea geyeri</i> (Soós 1926)	Tge				1	2	1								1
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi														
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cuf		13	19	31	81	87	116	18	24	41	4	11	13	5
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgl		17	8	15	18	18	26	3	12	30	3	17	17	6
<i>Candidula</i> sp.	Cns		6			9	16	30	5	8	5				
<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud 1801) ou <i>M. armillata</i> (Lowe 1852)	Xco														
<i>Xerossecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce														
<i>Cemuelia virgata</i> (da Costa 1778)	Cvi		14	18	7	32	17	28	11	21	30	4	3	10	77
<i>Cemuelia aginnica/neglecta</i>	Can				4				1						
<i>Chilostoma squamatinum</i> (Moquin-Tandon 1856)	Csq														
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm													1	
<i>Cryptomphalus aspersus</i> (Müller 1774)	Cas														
<i>Theba pisana</i> (Müller 1774)	Tpi				1										
Helicidae	Hli														
<i>Bythiospeum</i> sp.	Bsp				1	4	2			1	1				
<i>Bythinia tentaculata</i> (Linné 1758)	Byt									1		2			
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr							2		1					10
<i>Radix ovata</i> (Draparnaud 1805)	Rov				1										
<i>Planorbis planorbis</i> (Müller 1774)	Pca														
<i>Anisus leucostoma</i> (Millet 1813)	Ale			2	1			1	2						
<i>Hauffenia</i> sp.	Hsp							14	3						
<i>Motessieria</i> sp.	Mos				1										
<i>Pisidium</i> sp.	Psp														
<i>Pseudamnicola</i> sp.	Pdp														
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Linné 1758)	Tfl														
<i>Gyraulus crista</i> (Linné 1758)	Gcr														
Totaux			89	80	82	199	217	305	72	111	151	51	169	148	430
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac		418	273	341	463	164	198	319	227	301	91	218	204	314
Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope				1		1		1	1	1				
Artefacts															
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)			2	1	2	3	3	0	4	1	2	4	3	2	0
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)			2	3	3	2	2	2	1	2	2	4	3	3	2
Silex (présence : 1 ; absence : 0)			0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Verre (présence : 1 ; absence : 0)			0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Os (présence : 1 ; absence : 0)			0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0

Annexe 12 : Données malacologiques des échantillons fontbuxiens du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard)

Attributions chronologiques	Espèces	Abréviations	Loc 17avec fossés fontbouises (FS17006 FS17010 et FS17013)										FS1397				FS8099		FS8163		FS8534	
			labour	Indet.	Indet.	Fontb.	Fontb.	Indet.	Encals.	Encals.	Fontb.	Fontb.	Fontb.	Fontb.	Fontb.	Fontb.	Fontb.	Fontb.	Fontb.	Fontb.		
			17001	17002	17003	17005	17007	17011	17012A	17012B	17014	17017	1394	1783	8099	8163	8534					
Cochlicostoma sp.	Cos																					
Pomatiopsis elegans (Müller 1774)	Pei		4	2	2	4	6	5			2	5	7	1	4	1	1					
Garychium minimum (Müller 1774)	Cmi																					
Garychium tridentatum (Risso 1826)	Ctr																					
Cochlicopa lubrica agg. (Müller 1774)	Cliu																					
Lauria cylindracea (da Costa 1778)	Lcy																					
Granopupa granum (Draparnaud 1801)	Ggr												1									
Granaria variabilis (Draparnaud 1801)	Gva												1									
Solatopupa similis (Bruguière 1792)	Ssi																					
Abida polyodon (Draparnaud 1801)	Apô																					
Pupilla muscorum bigranata (Linné 1778)	Pmb					1		4				1										
Pyramidula rupestris (Draparnaud 1801)	Pru																					
Vallonia costata (Müller 1774)	Vco		1	4	3	2	2			8	4	7	8	7	3	6	8					
Vallonia pulchella (Müller 1774)	Vpl			1		1	4				1			1	1							
Vallonia enniensis (Müller 1774)	Ven										2											
Acanthinula aculeata (Müller 1774)	Aac																					
Truncatellina cylindrica (Férussac 1807)	Tcy		1									1		1					3			
Truncatellina callicratis (Scacchi 1833)	Tca			1																		
Vertigo pusilla (Müller 1774)	Vpu																					
Vertigo pygmaea (Draparnaud 1801)	Vpy			1											2							
Vertigo angustior Jeffreys 1830	Vea																					
Chondrula tridens (Müller 1774)	Chd												1			1	2					
Jamnia quadrifida (Müller 1774)	Jqu					1	1							1								
Mérigera obscura (Müller 1774)	Mob															2						
Clausilia rugosa (Draparnaud 1801)	Cru																					
Succinea oblonga (Draparnaud 1801)	Sob										1											
Oxyloma elegans (Risso 1826)	Oel																					
Ferussacia folliculata (Gmelin 1791)	Ffo		1		12	1						1	1			3						
Rumina decollata (Linné 1758)	Rde											1										
Testacella halitoides (Draparnaud 1801)	Tha		2	5	4	2					4		5	6	5				9			
Toltecia pusilla (Lowe 1831)	Tpu																					
Punctum pygmaeum (Draparnaud 1801)	Ppy													1								
Discus rotundatus (Müller 1774)	Dro																					
Planorbina major (Férussac 1807)	Pma																					
Vitreina narbonneis (Clessin 1877)	Vna																					
Vitreina contracta (Westerlund 1871)	Vcn																					
Zonites algerus (Linné 1758)	Zal																					
Perpolita hammonis (Strom 1765)	Pha																					
Oxychilus draparnaudi (Beck 1837)	Odr							2														
Oxychilus hydratulus (Rossmässler 1838)	Ohy		1	5	2	3	9	8	4	17	8	4	8	8	3	10						
Limacelles	Lim		2	1	4	7	2				1	1	1	4	2	1	1					
Sphincterochila candidissima (Draparnaud 1801)	Sca																					
Cochlicella acuta (Müller 1774)	Coa		1							1												
Cochlicella barbara (Linné 1758)	Cba																					
Eucopphala stipitata (Draparnaud 1801)	Est																					
Monacha cartusiana (Müller 1803)	Mca																					
Monacha cantiana (Montagu 1803)	Mcn		1	1	1	1	1	6	4	2	1	7	9	7	1	6						
Monacha ssp.	Msp																					
Trochoidea elegans (Gmelin 1791)	Tel														2	2						
Trochoidea pyramidata (Draparnaud 1805)	Tpy																					
Trochoidea geyeri (Soós 1926)	Tge									2												
Trichia hispida (Linné 1758)	Thi																					
Candidula unifasciata (Poirret 1801)	Cuf		1	4	1	6	2	5	4	5	9	9	1	12	33	28	25					
Candidula gigaxii (Pfeiffer 1850)	Cgi		1	2	5	10	9	16	7	3	11	7	18	4	10	49	36					
Candidula sp.	Cns		5				4	4	2		1	2	2	4	7	4	9					
X. conspurcata (Draparnaud 1801) ou M. armillata (Lowe 1852)	Xco																					
Xerosceta caspium (Draparnaud 1801)	Xce																					
Cemuela virgata (da Costa 1778)	Cvi		5	145	389	251	55	16	13	8	32	33	14	10	38	38	38					
Cemuela agnatica/neglecta	Can																					
Chilostoma squamatum (Moquin-Tandon 1856)	Csq																					
Cepaea nemoralis (Linné 1758)	Cnm																		1			
Cryptomphalus aspersus (Müller 1774)	Cas																		1			
Theba pisana (Müller 1774)	Tpi																					
Helicidae	Hli																					
Bythiospeum sp.	Bsp					1								1					1			
Bythina tentaculata (Linné 1758)	Byt							2														
Galba truncatula (Müller 1774)	Gtr														1							
Radix ovata (Draparnaud 1805)	Rov																					
Planorbis planorbis (Müller 1774)	Pca																					
Anisus leucostoma (Millet 1813)	Ale																					
Hauffenia sp.	Hsp																					
Motessieria sp.	Mos					1																
Pisidium sp.	Psp																					
Pseudamnicola sp.	Pdp																					
Theodoxus fluviatilis (Linné 1758)	Tfl																					
Gyraulus crista (Linné 1758)	Gcr																		1			
Totaux			14	164	419	300	89	67	49	34	88	77	70	71	123	139	151					
Cochlioides acicula (Müller 1774)	Cac		19	29	131	323	60	320	160	104	366	351	167	357	390	328	378					
Opercules de Pomatiopsis elegans	Ope					1	1				2	1		1					2			
Artéfacts																						
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)			3	3	4	3	3	2	1	0	1	2	1	2	4	2	4					
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)			2	2	3	2	2	1	2	1	0	1	2	3	2	3	2					
Silex (présence : 1 ; absence : 0)			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1					
Fer (présence : 1 ; absence : 0)			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
Verre (présence : 1 ; absence : 0)			1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0					
Os (présence : 1 ; absence : 0)			1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1					
Graines (présence : 1 ; absence : 0)			0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0					

Annexe 13 : Données malacologiques des échantillons du Néolithique final indéterminé du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard)

Attributions chronologiques		Log 15 avec FS15010 et FS15001									
		Labour	Ind.	Ind.	Néo fin.	Néo fin.	FS8267				
Espèces	Abréviations	15001	15002	15003	15004	15005	15006	15008	15012	8267	
<i>Cochlostoma</i> sp.	Cos										
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	27	17	17	3	6	1	7	6	1	
<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi										
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Clr										
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu			1			1				
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy										
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr					2					
<i>Granana variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva										
<i>Solatopupa similis</i> (Bruguère 1792)	Ssi		1								
<i>Abida polyodon</i> (Draparnaud 1801)	Apo										
<i>Pupilla muscorum bigranata</i> (Linné 1778)	Pmb	1		1	2						
<i>Pyramidula rupestris</i> (Draparnaud 1801)	Pru										
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	8	13	19	15	6	12	12	16	5	
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl			2	1	2		4			
<i>Vallonia enniensis</i> (Müller 1774)	Ven										
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac										
<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac 1807)	Tcy			4	1			2			
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca										
<i>Vertigo pusilla</i> (Müller 1774)	Vpu										
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy				2						
<i>Vertigo angustior</i> Jeffreys 1830	Vea										
<i>Chondrula tridens</i> (Müller 1774)	Chd					1				1	
<i>Jamnia quadridens</i> (Müller 1774)	Jqu				1						
<i>Merdigera obscura</i> (Müller 1774)	Mob			1							
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru										
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob										
<i>Oxyloma elegans</i> (Risso 1826)	Oel										
<i>Ferussacia follicula</i> (Gmelin 1791)	Ffo				2	2					
<i>Rumina decollata</i> (Linné 1758)	Rde	1									
<i>Testacella haliotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha	5	8	9	12	8		6	6	2	
<i>Totolecia pusilla</i> (Lowe 1831)	Tpu			1							
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy	1			1						
<i>Discus rotundatus</i> (Müller 1774)	Dro										
<i>Phenacolinax major</i> (Férussac 1807)	Pma										
<i>Vitrea narbonensis</i> (Clessin 1877)	Vna										
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn	1	2	1							
<i>Zonites algirus</i> (Linné 1758)	Zal										
<i>Perpolita hammonis</i> (Ström 1765)	Pha										
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr			1				1	2		
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy	16	19	25	20	6	8	7	4	4	
Limacelles	Lim	1	1	8		2		2	4		
<i>Sphincterochila candidissima</i> (Draparnaud 1801)	Sca				1						
<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coa	1									
<i>Cochlicella barbara</i> (Linné 1758)	Cba										
<i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud 1801)	Est			1							
<i>Monacha cartusiana</i> (Müller 1803)	Mca										
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn	9	11	6	20	13	15	11	5	2	
<i>Monacha</i> ssp.	Msp										
<i>Trochoidea elegans</i> (Gmelin 1791)	Tel	5	3	2	2	3		2			
<i>Trochoidea pyramidata</i> (Draparnaud 1805)	Tpy										
<i>Trochoidea oeyeri</i> (Soós 1926)	Tge										
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi										
<i>Candidula unifasciata</i> (Poirret 1801)	Cuf	29	47	28	31	39	48	21	13	8	
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgi	15	51	163	52	58	18	17	17	5	
<i>Candidula</i> sp.	Cns	12	19	28	14	16		8	16	12	
<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud 1801) ou <i>M. armillata</i> (Lowe 1852)	Xco										
<i>Xerosecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce										
<i>Ceruella virgata</i> (da Costa 1778)	Cv	25	29	119	130	41	19	92	43	14	
<i>Ceruella aginnica/neglecta</i>	Can			1							
<i>Chilostoma squamatinum</i> (Moquin-Tandon 1856)	Csq										
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm	1	1		1						
<i>Cryptomphalus aspersus</i> (Müller 1774)	Cas										
<i>Theba pisana</i> (Müller 1774)	Tpi										
Helicidae	Hli	1									
<i>Bythiospeum</i> sp.	Bsp				2						
<i>Bythinia tentaculata</i> (Linné 1758)	Byt					2					
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr			1							
<i>Radix ovata</i> (Draparnaud 1805)	Rov										
<i>Planorbis planorbis</i> (Müller 1774)	Pca										
<i>Anisus leucostoma</i> (Millet 1813)	Ale			1							
<i>Hauffenia</i> sp.	Hsp										
<i>Moltessiera</i> sp.	Mos										
<i>Pisidium</i> sp.	Psp										
<i>Pseudamnicola</i> sp.	Pdp										
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Linné 1758)	Tfl										
<i>Gyraulus crista</i> (Linné 1758)	Gcr										
Totaux		159	222	440	313	207	122	192	132	50	

<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	122	170	391	682	430	404	240	344	135
Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope	3	2	1				1		

Artefacts											
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		3	3	3	3	1	0	3	1	3	
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		3	3	2	3	2	2	2	2	0	
Silex (présence : 1 ; absence : 0)		0	1	0	0	0	0	0	1	0	
Fer (présence : 1 ; absence : 0)		1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Verre (présence : 1 ; absence : 0)		1	1	0	0	0	0	0	1	0	
Os (présence : 1 ; absence : 0)		1	0	0	1	0	0	0	0	1	
Graines (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	1	0	0	1	0	0	

Annexe 14 : Données malacologiques des fossés néolithiques du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard)

Attributions chronologiques	Espèces	Abréviations	Fossé FO3150								Fossé FO3091 et fosse FS3096					
			Campa	Ca+Font	Ca+Font	Campa	Indet.	Ca+Font	Ca+Font	Ca+Font	Néo Ind.	Néo Ind.	Néo Ind.	Néo Ind.	Néo Ind.	Néo Ind.
			3208	3218	3298	3300	3306	3309	3310	3311	3313	3314	3315	3316	3317	3318
Cochlostoma sp.	Cos															
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel		5	10	14	6	11	13	4	21	12	2	1	4	4	8
<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi															
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr					1		1								
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu				2											
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy															
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr															
<i>Granaria variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva															
<i>Solatopupa similis</i> (Bruguière 1792)	Ssi															
<i>Abida polyodon</i> (Draparnaud 1801)	Apo															
<i>Pupilla muscorum bigranata</i> (Linné 1778)	Pmb		2	1		1	2		1		1	1				5
<i>Pyramidula rupestris</i> (Draparnaud 1801)	Pru															
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco		51	49	44	125	37	57	17	24	39	22	6	25	29	34
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl		53	113	24	241	135	291	60	32	135	88	36	4	69	18
<i>Vallonia enriensis</i> (Müller 1774)	Ven															
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac						1									
<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac 1807)	Tcy		4	17	8	51	13	54	9	14	8	4	6	4	7	2
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca						1									
<i>Vertigo pusilla</i> (Müller 1774)	Vpu			1												
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy		9	9		59	5	3	2	2	18	9	2		1	4
<i>Vertigo angustior</i> Jeffreys 1830	Vea															1
<i>Chondula tridens</i> (Müller 1774)	Chd				1	1	1				1				1	
<i>Jamnia quadridens</i> (Müller 1774)	Jqu				2	1										
<i>Merigera obscura</i> (Müller 1774)	Mob															
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru															
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob			1							2					
<i>Oxytoma elegans</i> (Risso 1826)	Oel														1	
<i>Ferussacia follicula</i> (Gmelin 1791)	Ffo			1	1	1	1	3	1				2			1
<i>Rumina decollata</i> (Linné 1758)	Rde				1	1	1									1
<i>Testacella halitoides</i> (Draparnaud 1801)	Tha		11	10	12	11	16	19	13	15	7	3	4	6	16	13
<i>Toltecina pusilla</i> (Lowe 1831)	Tpu															
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy											1				
<i>Discus rotundatus</i> (Müller 1774)	Dro															
<i>Phenacolinax major</i> (Férussac 1807)	Pma															
<i>Vitrea narbonensis</i> (Clessin 1877)	Vna												2			
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn							1								1
<i>Zonites algerus</i> (Linné 1758)	Zal															
<i>Perpolita hammonis</i> (Strom 1765)	Pha					1										
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr			1					1		1			1		
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy		5	8	3	10	3	12	3	8	60		2	4	3	1
Limacelles	Lim		2	3	30	12	7	2	8	11	3	3	4		4	6
<i>Schincterochila candidissima</i> (Draparnaud 1801)	Sca															
<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coa			1			1	1								
<i>Cochlicella barbara</i> (Linné 1758)	Cba															
<i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud 1801)	Est															
<i>Monacha cartusiana</i> (Müller 1803)	Mca															
<i>Monacha cartiana</i> (Montagu 1803)	Mcn		48	134	38	185	51	135	47	29	55	79	26	12	63	64
<i>Monacha</i> ssp.	Msp															
<i>Trochoidea elegans</i> (Gmelin 1791)	Tel			1					1			1				
<i>Trochoidea pyramidata</i> (Draparnaud 1805)	Tpy															
<i>Trochoidea geyeri</i> (Soos 1926)	Tge										1		1			
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi			2			1									
<i>Candidula unifasciata</i> (Poirat 1801)	Cuf		23	36	63	40	23	24	29	109	69	14	31	6	35	47
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgi		52	34	14	69	55	74	31	54	43	29	33	18	22	18
<i>Candidula</i> sp.	Cns		12	15	38	1	17	21	13	22	21	14	12	24	11	13
<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud 1801) ou <i>M. armillata</i> (Lowe 1852)	Xco															
<i>Xerossecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce															
<i>Cemuella virgata</i> (da Costa 1778)	Cvi		54	614	183	129	227	791	339	162	90	154	177	76	117	118
<i>Cemuella agnifica/neglecta</i>	Can															1
<i>Chilostoma squamatum</i> (Moquin-Tandon 1856)	Csq															
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm								1							1
<i>Cryptomphalus aspersus</i> (Müller 1774)	Cas															
<i>Thiba pisana</i> (Müller 1774)	Tpi											1		1	1	
Helicidae	Hli															
<i>Bythiospeum</i> sp.	Bsp			1	6		2	1	2	4			2			3
<i>Bythinia tentaculata</i> (Linné 1758)	Byt											1				
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr		16	1	2	14	4	1	1		11	2			1	
<i>Radix ovata</i> (Draparnaud 1805)	Rov															
<i>Planorbis planorbis</i> (Müller 1774)	Pca															
<i>Anisus leucostoma</i> (Millet 1813)	Ale										1					
<i>Hauffenia</i> sp.	Hsp			1	2	1	3	6	6	4		1	2			3
<i>Moitessieria</i> sp.	Mos						1			2						
<i>Pisidium</i> sp.	Psp															
<i>Pseudamnicola</i> sp.	Pdp															
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Linné, 1758)	Tfl															
<i>Gyraulus crista</i> (Linné 1758)	Gcr															
Totaux			347	1064	488	959	620	1510	589	513	578	429	349	186	385	363
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac		180	159	306	325	269	522	371	410	294	105	346	101	112	327
Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope		1	2			1	3	1	2	1		2		1	
Artefacts																
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)			5	3	2	0	3	2	1	3	1	1	0	2	2	1
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)			4	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2
Silex (présence : 1 ; absence : 0)			0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Os (présence : 1 ; absence : 0)			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Graines (présence : 1 ; absence : 0)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Annexe 15 : Données malacologiques des échantillons protohistoriques du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard)

Attributions chronologiques	Espèces	Abréviations	FS8146	FS3053		FS3053	FO6420	FO6420	FO6001	PT6245		FO6137		
			B. moven	B. fin. llb	B. fin. llb	B. fin. llb	Br/Fer	Br/Fer	llé Fer	Encais.	llé Fer	Anté-ant.	Anté-ant.	Anté-ant.
			8146	SP 3052	3235	3240	6423	6428	6001	6001enc	6245	18010	18011	18012
Cochlostoma sp.		Cos											1	
Pomatias elegans (Müller 1774)		Pel	3	17	2	1	26	19	38	14	18	19	27	16
Carychium minimum (Müller 1774)		Cmi							3					
Carychium tridentatum (Risso 1826)		Ctr		16	1									
Cochlicopa lubrica agg. (Müller 1774)		Clu		8					5	5	1		2	
Lauria cylindracea (da Costa 1778)		Lcy							8					
Granopupa granum (Draparnaud 1801)		Gr							8		1		1	
Granaria variabilis (Draparnaud 1801)		Gva												
Sotatopupa similis (Bruguière 1792)		Ssi									1			
Abida polyodon (Draparnaud 1801)		Apo												
Pupilla muscorum bigranata (Linné 1778)		Pmb		8	1		8	6	3	7	3	9	12	10
Pyramidula rupestris (Draparnaud 1801)		Pru												
Vallonia costata (Müller 1774)		Vco	282	248	319	21	12	21	65	24	124	45	82	33
Vallonia pulchella (Müller 1774)		Vpl	87	44	160	5	6	7	28	7	119	38	57	44
Vallonia enniensis (Müller 1774)		Ven												
Acanthinula aculeata (Müller 1774)		Aac										1	1	1
Truncatellina cylindrica (Férussac 1807)		Tcy	3	4	1			3	3	24	3	1		
Truncatellina callicratis (Scacchi 1833)		Tca							3				5	1
Vertigo pusilla (Müller 1774)		Vpu												
Vertigo pygmaea (Draparnaud 1801)		Vpy		12	4	1		2	8		6	4	7	3
Vertigo angustior Jeffreys 1830		Vea												
Chondrula tridens (Müller 1774)		Ch	1											
Jamnia quadridens (Müller 1774)		Jau								1				
Merigera obscura (Müller 1774)		Mob		1										
Clausilia rugosa (Draparnaud 1801)		Cru		4	3								1	
Succinea oblonga (Draparnaud 1801)		Sob			1					6	1	1	1	
Oxyfoma elegans (Risso 1826)		Oel												
Ferussacia follicula (Gmelin 1791)		Ffo	1								2			
Rumina decollata (Linné 1758)		Rde		2			2	1	8		62	1		1
Testacella haliotidea (Draparnaud 1801)		Tha	18	39	6	2	5	8	10	4	15	9	5	4
Toltecia pusilla (Lowe 1831)		Tpu											1	
Functum pygmaeum (Draparnaud 1801)		Fpy		4	2								1	1
Discus rotundatus (Müller 1774)		Dro												
Phenacolimax major (Férussac 1807)		Pma												
Vitrea narbonensis (Clessin 1877)		Vna												
Vitrea contracta (Westertund 1871)		Vcn			2						4			
Zonites algirus (Linné 1758)		Zal												
Perpolita hammonis (Ström 1765)		Pha												
Oxychilus draparnaudi (Beck 1837)		Odr							5		1			
Oxychilus hydratius (Rossmässler 1838)		Ohy	12	44	13	3	2	19	100	34	38	9	14	30
Limacelles		Lim	5	8	10	1	8	4	13	4	8	1	3	4
Sphincterochila candidissima (Draparnaud 1801)		Sca												
Cochlicella acuta (Müller 1774)		Coa						1	8		16	22	18	16
Cochlicella barbara (Linné 1758)		Cba												
Euomphalia strigella (Draparnaud 1801)		Est		4										
Monacha cartusiana (Müller 1803)		Mca		8										
Monacha cantiana (Montagu 1803)		Mc		57	26	10	23	22	35	7	21	5	10	3
Monacha ssp.		Msp	95											
Trochoidea elegans (Gmelin 1791)		Tel		2		1		1	18			2	3	3
Trochoidea pyramidata (Draparnaud 1805)		Tpy					2							
Trochoidea geyeri (Soós 1926)		Tge				1	1							
Trichia hispida (Linné 1758)		Thi		41		1			13	4	4	1		
Candidula unifasciata (Poiré 1801)		Cuf	119	190	14	9	73	40	125	20	34	16	9	35
Candidula gigaxii (Pfeiffer 1850)		Cgi	3	170	163	34	101	27	253	104	146	85	135	38
Candidula sp.		Cns	15	72	10	5		22	23		15	18	14	18
X. conspurcata (Draparnaud 1801) ou M. amillata (Lowe 1852)		Xco												
Xerosecta cespitum (Draparnaud 1801)		Xce												
Cemuela virgata (da Costa 1778)		Cv	70	180	11	10	1	10	105	14	87	44	66	60
Cemuela acinacina/neglecta		Can												1
Chlostoma squamatum (Moquin-Tandon 1856)		Csq												
Cepaea nemoralis (Linné 1758)		Cnm		1	1				5		1		2	2
Cryptomphalus aspersus (Müller 1774)		Cas												
Theba pisana (Müller 1774)		Tpi						1	3			1	2	2
Helicidae		Hil												
Bythiospeum sp.		Bsp		12	1	5			3					
Bythina tentaculata (Linné 1758)		Byt	1						3			2		
Galba truncatula (Müller 1774)		Gtr							10	4	2	15	8	13
Radix ovata (Draparnaud 1805)		Rov												
Planorbis planorbis (Müller 1774)		Pca												
Anisus leucostoma (Millet 1813)		Ale					2		5	7	9	10	6	7
Hauffenia sp.		Hsp			1						1			
Moitessiera sp.		Mos												
Pisidium sp.		Psp												1
Pseudamnicola sp.		Pdp			1									
Theodoxus fluviatilis (Linné 1758)		Tfl												
Gyraulus cnsta (Linné 1758)		Gcr												
Totaux			723	1188	754	109	281	225	917	278	751	362	492	350
Cecilioides acicula (Müller 1774)		Cac	396	226	218	49	456	440	530	347	464	132	85	139
Opércules de Pomatias elegans		Ope		8		1	1	4	5	4		3	6	3
Artefacts														
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)			3	0	5	3	0	0	2	1	3	3	2	1
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)			2	0	4	5	2	3	2	0	2	2	4	4
Silex (présence : 1 ; absence : 0)			1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Os (présence : 1 ; absence : 0)			0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0

Annexe 16 : Données malacologiques des échantillons antiques du site de Mas de Vignoles IV (Nîmes, Gard)

Attributions chronologiques	Espèces	Abréviations	TR 25, coupe chemin creux antique				Antique 5076	Log 13 avec fossé antique FO 13019						Encais.		
			Antique 25005	Antique 25006	Antique 25008	Antique 25009		Indét. 13002	Antique 13010	Antique 13012	Indét. 13015	Indét. 13016	Indét. 13017		Indét. 13018	
	<i>Cochlostoma</i> sp.	Cos														
	<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	47	165	24	195	740	21	34	31	2	7	6	6		
	<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi														
	<i>Carychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr		1		2	260									
	<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu		1		1	53									
	<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy	1	2	1	15		1								
	<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr	1			2	4									
	<i>Granaria variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva								1						
	<i>Solatopupa similis</i> (Bruguière 1792)	Ssi		8	1	16	53									
	<i>Abida polyodon</i> (Draparnaud 1801)	Apo														
	<i>Pupilla muscorum biganata</i> (Linné 1778)	Pmb				2	260									
	<i>Pyramidula rupestris</i> (Draparnaud 1801)	Pru		1		6	1									
	<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	27	120	56	257	340	5	5	8	1		1	1	1	
	<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	3	11	2	7	156		3	2			1	4	3	
	<i>Vallonia enniensis</i> (Müller 1774)	Ven														
	<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac		8	1	33	172									
	<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac 1807)	Tcy		9	7	4				1					1	
	<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca		3	2	18	160									
	<i>Vertigo pusilla</i> (Müller 1774)	Vpu														
	<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy	1	9	4	17	92								1	
	<i>Vertigo angustior</i> Jeffreys 1830	Vea						1								
	<i>Chondrula tridens</i> (Müller 1774)	Cht					1									
	<i>Jamnia quadridens</i> (Müller 1774)	Jqu					8									
	<i>Merdigera obscura</i> (Müller 1774)	Mob		1		14										
	<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru	1	20	2	18	36									
	<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob		1			4									
	<i>Oxyloma elegans</i> (Risso 1826)	Oel					9									
	<i>Ferussacia follicula</i> (Gmelin 1791)	Ffo		1												
	<i>Rumina decollata</i> (Linné 1758)	Rde		9	1	4	5	1		1						
	<i>Testacella haliotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha	9	12	2	10	32	1	4	2	1				3	
	<i>Toltecia pusilla</i> (Lowe 1831)	Tpu	4	10	5	29	7									
	<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy		4		40	208									
	<i>Discus rotundatus</i> (Müller 1774)	Dro		2												
	<i>Phenacolimax major</i> (Férussac 1807)	Pma														
	<i>Vitrea narbonensis</i> (Clessin 1877)	Vna														
	<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn		6		14	24									
	<i>Zonites algirus</i> (Linné 1758)	Zal	1	2		1	17									
	<i>Perpolita hammonis</i> (Ström 1765)	Pha														
	<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr		11	2	13	250									
	<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy	18	35	16	26	8	24	30	29	5	6	11	16		
	Limacelles	Lim	3	6	1	13	29	1		2						
	<i>Sphincterochila candidissima</i> (Draparnaud 1801)	Sca														
	<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coa	1	8	4	2	56	1								
	<i>Cochlicella barbara</i> (Linné 1758)	Cba	4			14							1			
	<i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud 1801)	Est				1										
	<i>Monacha cartusiana</i> (Müller 1803)	Mca														
	<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn	7	31	12	61	195	28	15	16		2				
	<i>Monacha</i> ssp.	Msp														
	<i>Trochoidea elegans</i> (Gmelin 1791)	Tel	10	2	1			2	4	1	5	3	4	2		
	<i>Trochoidea pyramidata</i> (Draparnaud 1805)	Tpy														
	<i>Trochoidea geyeri</i> (Soós 1926)	Tge									1					
	<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi			1		1									
	<i>Candidula unifasciata</i> (Pairet 1801)	Cuf	10	142	11	38	31	5	4	10	6		19	16		
	<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgi	95	38	40	77	214	9	50	8	6	11	6	6		
	<i>Candidula</i> sp.	Cns	7	22	6	17	24	5	10	6	6		10	5		
	<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud 1801) ou <i>M. armillata</i> (Lowe 1852)	Xco											5			
	<i>Xerossecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce	1													
	<i>Gemuelia virgata</i> (da Costa 1778)	Gvi	43	75	82	43	145	18	18	41	9	12	24	3		
	<i>Gemuelia aginnica/neglecta</i>	Gan														
	<i>Chilostoma squamulinum</i> (Mocquin-Tandon 1856)	Csq		2		11	38									
	<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm	4	13	3	25	37	2		3		1	2	1		
	<i>Cryptomphalus aspersus</i> (Müller 1774)	Cas				4	42			5						
	<i>Theba pisana</i> (Müller 1774)	Tpl		1		3			1		1					
	Helicidae	Hil														
	<i>Bythiospeum</i> sp.	Bsp					8									
	<i>Bythinia tentaculata</i> (Linné 1758)	Byt														
	<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr		2		14	74									
	<i>Radix ovata</i> (Draparnaud 1805)	Rov					847									
	<i>Planorbis planorbis</i> (Müller 1774)	Pca					1									
	<i>Anisus leucostoma</i> (Millet 1813)	Ale	1	3		34	1715		1	1						
	<i>Hauffenia</i> sp.	Hsp														
	<i>Motessieria</i> sp.	Mos														
	<i>Pisidium</i> sp.	Psp					17									
	<i>Pseudamnicola</i> sp.	Pdp														
	<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Linné 1758)	Tfl				1										
	<i>Gyraulus crista</i> (Linné 1758)	Gcr														
	Totaux		299	797	268	1101	6374	125	179	168	43	44	94	64		
	<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	114	157	114	166	320	179	153	279	54	56	107	86		
	Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope	3	46	6	39	221		1	1			1			
	Artefacts															
	Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		2	1	1	0	1	4	3	4	3	2	3	2		
	Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		2	2	0	4	4	3	3	3	3	2	2	3		
	Silex (présence : 1 ; absence : 0)		1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0		
	Fer (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0		
	Verre (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0		
	Os (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
	Graines (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
	Coquilles marines (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		

Annexe 17 : Données malacologiques de la séquence paléolithique du site du Cadereau d'Alès (Nîmes, Gard)

Attributions chronologiques		Log 1						Log 3, Z1		Néo 1149, SP1080	Totaux
		ss-paléo	ss-paléo	ss-paléo	sur-paléo	post-néo	ss-labour	ss-labour	labour		
Espèces	Abréviations	20002	20003	20004	20005	20007	20009	1163	1164		
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	1	1	3	3	8	3			4	23
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr									2	2
<i>Pupilla muscorum bigranata</i> (Linné 1778)	Pmb	3	2	2			1			4	12
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	6	5	7	7	10	5		1	52	93
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	2	3	9	1	6	2			6	29
<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac 1807)	Tcy			1	1	1				4	7
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy		1			1					2
<i>Jamnia quadridens</i> (Müller 1774)	Jqu				1			1			2
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob	4	3	2	2	2					13
<i>Oxyoma elegans</i> (Risso 1826)	Oel	1									1
<i>Ferussacia follicula</i> (Gmelin 1791)	Ffo		1							2	3
<i>Testacella haliotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha		1	1	6	2	2	1		22	35
<i>Vitrea narbonensis</i> (Clessin 1877)	Vna				1						1
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy	1		2	4	5	8	3	5		28
Limacelles	Lim	22	4	5	7	9	1	2		18	68
<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coa							1			1
<i>Cochlicella</i> sp.	Ccs	1									1
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn	7	5	6	4	11	3				36
<i>Trochoidea elegans</i> (Gmelin 1791)	Tel						2	6		1	9
<i>Trochoidea geyeri</i> (Soos 1926)	Tge	3	4	7	1					1	16
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi	1	5	2		2	1				11
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cuf	21	20	22	48	51	18	20	7	158	365
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgi	9	13	6	10	20	21	9		28	116
<i>Candidula</i> sp.	Cns	6	4	3	4	3	2	2		24	48
<i>Ceruella virgata</i> (da Costa 1778)	Cvi	1	1		7	4	5	34	3	102	157
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm							1			1
<i>Theba pisana</i> (Müller 1774)	Tpi							3			3
<i>Bythiospeum</i> sp.	Bsp	3	6	1	1						11
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr				1						1
<i>Hauffenia</i> sp.	Hsp	1	1		1	1					4
<i>Motessieria</i> sp.	Mos	2									2
<i>Pisidium</i> sp.	Psp									2	2
Totaux		95	80	79	110	136	74	83	16	430	1103
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	50	68	146	182	239	50	70	66	374	1245
Opércules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope					1				1	2
Coquilles encroûtées		6	0	9	2	0	2	0	0	1	
Concrections (présence : 1 ; absence : 0)		1	0	1	1	1	0	0	0	0	
Artefacts											
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		1	1	1	2	2	3	4	3	4	
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		2	1	1	2	2	3	3	3	3	
Silex (présence : 1 ; absence : 0)		0	1	0	0	0	0	1	1	1	
Os (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	0	1	1	
Clou (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	1	0	0	
Verre (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	1	0	0	

Annexe 18 : Données malacologiques des échantillons protohistoriques et antiques du site du Cadereau d'Alès (Nîmes, Gard)

Attributions chronologiques		Fossés antiques et protohistoriques								Totaux
		Proto 5176, FO5175	Proto FO5101	Proto FO5109	Antique 5139, FO5136	Antique 5133, FO5127	Antique FO5004	Antique 3171, FO3165	Moderne FO5333	
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	5	20	18	37	51	61	250	321	763
<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi					6				6
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr				2	16		29		47
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu		2		3					5
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy						8	8		16
<i>Solatopupa similis</i> (Bruguière 1792)	Ssi			1	1		4			6
<i>Pupilla muscorum bigranata</i> (Linné 1778)	Pmb	4	4	2	2	8			6	26
<i>Toltecia pusilla</i> (Lowe 1831)	Tpu				2	16		166		184
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	18	74	16	22	82	16	4	2	234
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	28	51	4	50	42	18	4	8	205
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac				2			15		17
<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac 1807)	Tcy		2			24				26
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca							8		8
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy	4	12		4	62	4	12		98
<i>Jamnia quadridens</i> (Müller 1774)	Jqu							1		1
<i>Merdigera obscura</i> (Müller 1774)	Mob	6	10					5		21
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob	1	2	4		15			4	26
<i>Ferussacia follicula</i> (Gmelin 1791)	Ffo	2		1	2				2	7
<i>Rumina decollata</i> (Linné 1758)	Rde	11	4	3			3	2	2	25
<i>Testacella haliotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha	7	9	11	26	5	14	19	31	122
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy						4	18		22
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn					10		2		12
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy	27	19	9	10	12	37	22	8	144
Limacelles	Lim	10	23	6	14	18	9	22	2	104
<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coa	1		3			6		2	12
<i>Cochlicella barbara</i> (Linné 1758)	Cba			1		3				4
<i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud 1801)	Est							2		2
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn	20	25	10	14	154	17	34	48	322
<i>Trochoidea elegans</i> (Gmelin 1791)	Tel		6	2		2	4	3		17
<i>Trochoidea geyeri</i> (Soós 1926)	Tge	4	1	2	2					9
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi		1				5			6
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cuf	101	215	66	148	170	110	106	134	1050
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgi	91	93	77	176	89	84	46	47	703
<i>Candidula</i> sp.	Cns	8	12	14	34	34	10	6	12	130
<i>Cemuela virgata</i> (da Costa 1778)	Cvi	73	81	46	38	70	48	42	51	449
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm	2	3	1	6	2		15	30	59
<i>Cryptomphalus aspersus</i> (Müller 1774)	Cas						1			1
<i>Theba pisana</i> (Müller 1774)	Tpi			2			19		1	22
<i>Eobania vermiculata</i> (Müller 1774)	Eve								3	3
<i>Bythiospeum</i> sp.	Bsp				2	2			2	6
<i>Bythinia tentaculata</i> (Linné 1758)	Byt		2	2		2				6
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr	1			24	596		3	9	633
<i>Radix</i> sp.	Rsp						2			2
<i>Planorbis planorbis</i> (Müller 1774)	Pca			2						2
<i>Anisus leucostoma</i> (Millet 1813)	Ale	2			14	2919	2			2937
<i>Valvata pulchella</i> Studer 1820	Vpc		2							2
<i>Gyraulus crista</i> (Linné 1758)	Gcr						2			2
Totaux		426	673	303	635	4410	488	844	725	8504
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	168	480	222	202	44	180	187	190	1673
Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope	1	5	1	21	2	10	34	56	130
Coquilles encroûtées		0	1	1	0	0	0	0	0	
Concretions (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	0	0	
Artefacts										
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		3	3	3	4	2	4	4	3	
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		2	3	2	3	2	3	2	2	
Silex (présence : 1 ; absence : 0)		1	1	0	0	0	0	1	0	
Verre (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	1	0	0	
Coquilles marines (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	1	0	

Annexe 19 : Données malacologiques du site de Fossé de Haute Magaille (Nîmes, Gard)

Espèces terrestres	Abréviations	FO1003	FO1052		FO1063	FO1051		FO1044		FO1046	Totaux	
			1061	1062	1064	1066	1069	1070	1072	1073		1074
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel		8				10	22	60	18	13	131
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu						9	4			2	15
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy						1	1				2
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Cgr		4			2	5			2		13
<i>Solatopupa similis</i> (Bruguère 1792)	Ssi								2		4	6
<i>Pupilla muscorum bigranata</i> (Linné 1778)	Pmb	32	10	2		4	29	35	4	4	9	129
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	94	38	7	11	26	36	29	30	18	71	360
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	5	64	9	11	14	28	49	108	41	85	414
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac										1	1
<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac 1807)	Tcy						2				16	18
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca	12					2		4	4		22
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy	16	8	6	6		10	4	20	6	22	98
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru			2				1				3
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob	4		2	2	18	2	4			9	41
<i>Ferussacia follicula</i> (Gmelin 1791)	Ffo									2		2
<i>Rumina decollata</i> (Linné 1758)	Rde							1				1
<i>Testacella haliotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha	13		2			1	1	8	3	7	35
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn						17	5				22
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr						12	1				13
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy	15				2	9	23	16	3	12	80
Limacelles	Lim	6	10	2	2	8	47	28	6	5	4	118
<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coa	3	44	27	10	24	65	67	34	10	70	354
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn				1		2	4	30	15	18	70
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi										2	2
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cuf	118		4	2		16	29	8	22	21	220
<i>Candidula gigaxi</i> (Pfeiffer 1850)	Cgj	121	130	48	32	60	93	157	100	67	225	1033
<i>Cemuela virgata</i> (da Costa 1778)	Cvi	4	12		2		13	22	50	6	43	152
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm			1								1
<i>Cryptomphalus aspersus</i> (Müller 1774)	Cas						1	1	10	1		13
<i>Theba pisana</i> (Müller 1774)	Tpi	10						4	12		8	34
Totaux espèces terrestres		453	328	112	79	158	410	492	502	227	642	3403
Espèces aquatiques												
<i>Bythina tentaculata</i> (Linné 1758)	Byt						2					2
<i>Bythiospeum</i> sp.	Bsp	2			2						2	6
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr	35		10		20	21	25	216	33	50	410
<i>Radix ovata</i> (Draparnaud 1805)	Rov					2	8	1				11
<i>Anisus leucostoma</i> (Millet 1813)	Ale	2	18	133	6	96	132	268	1474	297	282	2708
<i>Hauffenia</i> sp.	Hsp				2			8	4	2		16
<i>Moitessieria</i> sp.	Mos					4						4
<i>Pisidium</i> sp.	Psp			1			2	2				5
Totaux espèces aquatiques		39	18	144	10	122	165	304	1694	332	334	3162
Totaux espèces terrestres + aquatiques		492	346	256	89	280	575	796	2196	559	976	6565
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	46	28	14	10	16	18	82	20	10	86	330
Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope			2		6	10	19	20	12	3	72
Artefacts												
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		2	2	1	2	2	1	1	1	1	2	
Silex (présence : 1 ; absence : 0)		1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Verre (présence : 1 ; absence : 0)		1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Coquilles marines (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	

Annexe 20 : Données malacologiques du site de Mas de Vignoles VI (Nîmes, Gard)

Espèces terrestres	Abréviations	Log1						Log 2		Log 3					Totaux		
		1006	1005	1004	1003	1002	1007	1001	1027	1026	2045	2044	2043	2042		2041	2040
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	100	497	90	29	6	13	26		4	30	85	449	165	56	34	1584
<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi	12	56	80	48	16	16	20	40	20	4	8	12	21	8		353
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr			4	4												16
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu	23	28	42	22	28	8	32	47	1	10	18	5	8	12	13	297
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy								4								8
<i>Granopaea granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr	4										1	4				9
<i>Pupilla muscorum bigranata</i> (Linné 1778)	Pmb	40	40	88	80	72	40	4	104	32	37	75	64	136	121	61	994
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	352	764	508	64	60	16	56	8	130	302	528	335	105	37		3265
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	788	2197	1756	800	484	273	328	864	377	195	375	680	1058	697	222	11094
<i>Vallonia emiensis</i> (Müller 1774)	Ven				8		4	16									28
<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac 1807)	Tcy													5			5
<i>Truncatellina callipratis</i> (Scacchi 1833)	Tca											4		4			8
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy	136	244	424	404	268	224	236	340	228	44	115	163	275	246	137	3484
<i>Vertigo angustior</i> Jeffreys 1830	Vea	24	76	176	108	80	76	104	28	28	12	16	24	28	28	28	836
<i>Jamnia quadridens</i> (Müller 1774)	Jqu												1	1			2
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru				4											1	5
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob	131	176	338	377	288	201	300	499	145	36	71	113	158	101	69	3003
<i>Oxytoma elegans</i> (Risso 1826)	Oel			4					111	21							136
<i>Ferussacia foliata</i> (Gmelin 1791)	Ffo																1
<i>Testacella halictoides</i> (Draparnaud 1801)	Tho		1	8	9	1					1	4	4	8	2		38
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy	4	4		8						8	4	4	8	4		44
<i>Zonitoides nitidus</i> (Müller 1774)	Zni	4	4	1	4	1	4							3			22
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn	4	4								4	6	7	4			29
<i>Aegopinella nitidula</i> (Draparnaud 1805)	Ani												1				2
<i>Perpolita hammonis</i> (Ström 1765)	Pha												1	1			2
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr	1		1	1							4		1			8
<i>Oxychilus hydratinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy	1	11	17	12	10	9	15	26	9	14	9	26	57	47	19	291
<i>Limacella</i>	Lim	9	18	25	16	36	25	42	40	28	31	20	8	14	10	13	335
<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coa	29	66	57	88	70	30	79	34	27	83	104	110	198	131	130	1236
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn	55	129	121	100	46	64	47	133	62	14	51	47	142	127	69	1207
<i>Trochoidea elegans</i> (Gmelin 1791)	Tel	1			20	14	9	12		8			1				67
<i>Trochoidea geyeri</i> (Sods 1926)	Tge	14	3								7	6	1	2			33
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi	12	38	78	22	26	11	18	41	3	5	14	15	67	43	14	407
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cuf	83	33	147	65	65	24	43	20	5	15	147	269	1139	1002	42	3099
<i>Candidula gigas</i> (Pfeiffer 1850)	Cgj	379	538	935	694	463	385	473	460	312	199	202	413	1434	988	316	8191
<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud 1801) ou <i>M. armillata</i> (Lowe 1852)	Xco																1
<i>Ceruella virgata</i> (da Costa 1778)	Cv	5	33	42	55	47	39	60	58	158	7	25	34	64	170	110	907
<i>Ceruella agnicula/neglecta</i>	Can																3
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm	14	38	32	4	6		2			2	3	10	7	1	3	122
<i>Cryptomphalus asperus</i> (Müller 1774)	Cas						1										2
<i>Theba pisana</i> (Müller 1774)	Tpi		1	4	7	7		19	3	15	1		2	2	1	6	68
Totaux espèces terrestres		2225	4995	4977	3053	2095	1472	1932	2857	1499	886	1665	2995	5345	3900	1336	41232

Espèces aquatiques	Byt	Bsp	Gtr	Rov	Ale	Hsp	Spa	Alf	Vpc	Mos	Ahy	Totaux espèces aquatiques					
<i>Bythinia tentaculata</i> (Linné 1758)	Byt										8	2	16				
<i>Bythiospeum</i> sp.	Bsp		4									8	4	8	32		
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr	16	52	76	58	61	45	64	700	320		8	10	6	9	5	1430
<i>Radix ovata</i> (Draparnaud 1805)	Rov	4	4	5	12		4										29
<i>Anisus leucostoma</i> (Millet 1813)	Ale	37	51	78	120	100	104	96	1412	442	17	21	14	34	17	60	2603
<i>Hauffenia</i> sp.	Hsp	76	36		4		4	24	44	41	20	4	8				261
<i>Stagnicola palustris</i> (Müller 1774)	Spa	5	1		5		8	294	35	8	8	1	7	13	2		383
<i>Ancylus fluviatilis</i> (Müller 1774)	Alf					4											4
<i>Valvata pulchella</i> Studer 1820	Vpc					4		4									8
<i>Motessieria</i> sp.	Mos	4											4				8
<i>Apexa hypnorum</i> (Linné 1758)	Ahy												4				4
Totaux espèces aquatiques		142	144	163	199	169	153	184	2432	813	75	90	55	60	51	71	4801

Totaux espèces terrestres + aquatiques	2367	5139	5140	3252	2264	1625	2116	5289	2312	961	1755	3050	5405	3951	1407	46033	
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	88	76	76	80	100	76	160	184	152	144	221	149	160	87	69	1822
Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope	51	195	35			3	1			17	45	162	28	4	1	542
Opercules de <i>Bythinia tentaculata</i>		4				4	4	8		16		2	2	1	2	4	47
Cocailles fraîches		0	1	1	2	6											

Artefacts	0	0	2	2	3	3	2	0	2	1	1	1	2	1	1
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)															
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)	2	2	3	3	2	3	3	2	3	2	1	2	1	2	2
Far (présence : 1 ; absence : 0)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Verre (présence : 1 ; absence : 0)	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
Graines (présence : 1 ; absence : 0)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Concrétions (présence : 1 ; absence : 0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Annexe 21 : Données malacologiques du site de Bassin Magaille Est (Nîmes, Gard)

Espèces terrestres	Abréviations	011	015	010	009	008	007	006	005	003	001	014	012	013	FO2099	FO1056	Totaux	
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pei			5	6	82	28	12	8	10	16	8	4	16	4	33	81	
<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi		16	8	48	112	260	264	232	48	48	16	24	8	20	32	148	
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Ctu	24	40	5	58	86	72	200	250	144	240	124	72	12	53	143	644	
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy										24				10	26	60	
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr														6		6	
<i>Solatopua similis</i> (Bruguière 1792)	Ssi		1														0	
<i>Pupilla muscorum bipartita</i> (Linné 1778)	Pmb	31	47	30	72	96	48	88	136	600	564	968	130	18	46	31	1757	
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	28	31	62	92	108	108	120	152	128	160	224	36	8	35	828	1291	
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	310	972	578	2532	4720	6012	5370	6616	6308	6184	3288	1216	138	360	1108	12294	
<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac 1807)	Tcy			8	8	8	16	16	24	24	32	16	12		3		63	
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca						16				8						20	36
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy	65	181	102	332	212	808	1728	3056	2800	3416	1536	722	140	183	472	6469	
<i>Vertigo antivertigo</i> (Draparnaud 1801)	Van					8		20		8			4				5	
<i>Vertigo angustior</i> Jeffreys 1830	Vea		4			8		24				8					12	
<i>Chondrula tridens</i> (Müller 1774)	Cht										4						4	
<i>Merdigera obscura</i> (Müller 1774)	Mob	1															4	
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru																1	
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob	574	1164	685	844	2450	3628	4404	7290	9946	9980	2312	1658	336	475	1904	16665	
<i>Oxyfoma elegans</i> (Risso 1826)	Oel		2		2	16		24						4	4	14	22	
<i>Rumina decollata</i> (Linné 1758)	Rde			1	4	4	10	2		8	4						119	123
<i>Testacella haliotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha	1	4			8	8								5	13	3	
<i>Hebetotiscus inermis</i> (Baker 1929)	Hin				8			8	8	8		16		4	3		8	28
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy							60	2	4	4		2		1	16	23	
<i>Zonitoides nitidus</i> (Müller 1774)	Zni	2	5	2	16	8	36	60	2								8	23
<i>Euconulus fulvus</i> (Müller 1774)	Efl	1				4	8	14	2					2			3	5
<i>Vitrea narbonensis</i> (Clessin 1877)	Vna						8										0	0
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn							8							3	3	6	6
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr																11	11
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy	10	9	9		24	10	6	24	16	36	24	8	8	52	71	199	
Limacelles	Lim	21	52	60	104	48	74	64	98	32	48	32	20	4	34	168	306	
<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coa	52	90	70	112	76	66	128	136	332	1326	1108	266	58	149	134	3041	
<i>Monacha carthusiana</i> (Müller 1803)	Mca																1	1
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn	31	65	46	226	324	322	402	590	414	578	304	160	12	83	227	1364	
<i>Trochoidea elegans</i> (Gmelin 1791)	Tel	5			4		2				16			10	60	15	101	
<i>Trochoidea gevei</i> (Söds 1926)	Tge	3	9	1													0	0
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi	11	38	5	10	46	76	304	282	628	264	198	60	2	13	14	551	
<i>Candidula unifasciata</i> (Poirlet 1801)	Cuf	42	26	95	244	276	130	322	40	78	14	142	46	44	259	148	653	
<i>Candidula nigra</i> (Pfeiffer 1850)	Cni	153	318	175	528	324	382	934	2316	3972	1468	842	404	162	58	260	3194	
<i>Xeroscacia cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce														2		2	2
<i>Cermeilla virgata</i> (da Costa 1778)	Cv	16	5	21	36	16	78	36	52	428	214	50	104	26	31	144	569	
<i>Cepea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm		2		10	6	2	20	10	12							8	8
<i>Cryptomphalus aspersus</i> (Müller 1774)	Cas										4				1	17	22	
<i>Theba pisana</i> (Müller 1774)	Tpi	1												2	16	1	19	
Totaux espèces terrestres		1382	3079	1968	6296	9070	12192	14570	21332	25946	24652	11224	4962	1078	1907	5986	49809	
Espèces aquatiques																		
<i>Bythina tentaculata</i> (Linné 1758)	Byt		2	4			8		8	4		10	6	16	52	5	89	
<i>Bythiospeum</i> sp.	Bsp	132	58	96	48	72	32	16		16		8				8	16	
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr	11	59	21	98	158	506	438	314	300	372	160	70	12	25	111	750	
<i>Radix ovata</i> (Draparnaud 1805)	Rov						4								11		11	
<i>Anisus leucostoma</i> (Millet 1813)	Ale	2	7	11	8	8				28	36	64	12	8	349	64	533	
<i>Hauffenia</i> sp.	Hsp	124	44	624	464	296	168	120	88	64	56	8	8		6	124	202	
<i>Stagnicola palustris</i> (Müller 1774)	Spa		1				32								15		15	
<i>Mofessieria</i> sp.	Mos	4	4				8										2	2
<i>Pisidium</i> sp.	Psp	1													10		10	
<i>Planorbis carinatus</i> (Müller 1774)	Pca												2		3	1	6	
<i>Gyraulus albus</i> (Müller 1774)	Gal														4	3	7	
<i>Aplexa hypnorum</i> (Linné 1758)	Ahy														1		1	
<i>Valvata cristata</i> (Müller 1774)	Vcr				8										38	2	40	
<i>Gyraulus crista</i> (Linné 1758)	Gcr														14		14	
Totaux espèces aquatiques		274	175	756	626	534	726	648	410	412	464	250	98	36	528	320	1696	
Totaux espèces terrestres + aquatiques		1656	3254	2724	6922	9604	12918	15218	21742	26358	25116	11474	5060	1114	2435	6306	51505	
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	78	195	58	160	300	372	432	472	568	684	768	248	88	490	449	2727	
Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope			2	6	48	2	12	2	4					1	18	21	
Opercules de <i>Bythina tentaculata</i>			2	4			8		8	4				6	12	52	75	
Cochilles brûlées		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
Artefacts																		
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		1	0	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	4	3	4		
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		2	0	1	0	1	1	1	1	1	1	2	2	3	1	1		
Verre (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
Os (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1		
Concrétions		1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Annexe 22 : Données malacologiques du site de Mas de Vignoles VII (Nîmes, Gard)

Espèces terrestres	Abréviations	4012e	4012d	4012c	4012b	4051	4012a	FO7008	FS7003	Totaux
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	15	15	9	16	27	5	9	16	112
<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi	40	104	32	52	28	124	3	4	387
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr	4	4							8
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu	39	67	36	75	21	69	4	7	318
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy						9			9
<i>Pupilla muscorum bigranata</i> (Linné 1778)	Pmb	16	20	46	41	28	21	27	67	266
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	4	24	13	38	28	27	33	215	382
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	388	1389	1673	1434	965	848	367	486	7550
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac					4				4
<i>Truncatellina cylindrica</i> (Férussac 1807)	Tcy						20		33	53
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca		12		4	4				20
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy	80	376	197	218	236	68	199	140	1514
<i>Vertigo antivertigo</i> (Draparnaud 1801)	Van	52	100	16	26	40				234
<i>Vertigo angustior</i> Jeffreys 1830	Vea	8	36	20	24	16	40	12	7	163
<i>Jaminiia quadricens</i> (Müller 1774)	Jqu							2		2
<i>Merdigera obscura</i> (Müller 1774)	Mob			1						1
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru			1	8		1	2		12
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob	426	1747	2125	1576	1282	171	134	111	7572
<i>Oxytoma elegans</i> (Risso 1826)	Oel	41	36	20	42	36	53	1		229
<i>Rumina decollata</i> (Linné 1758)	Rde						6		4	10
<i>Testacella haliotideae</i> (Draparnaud 1801)	Tha							5	13	18
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy		4	8	8	4	40	3	4	71
<i>Zonitoides nitidus</i> (Müller 1774)	Zni			1	13		45			59
<i>Euconulus fulvus</i> (Müller 1774)	Efl		12				5			17
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr	1				1				2
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy	6	22	6	21	9	16	8	13	101
Limacelles	Lim	8	24	18	27	17	21	1	4	120
<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coa	27	115	284	265	134	136	73	222	1256
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn	173	390	304	317	247	81	58	58	1628
<i>Trochoidea elegans</i> (Gmelin 1791)	Tel					2	5			7
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi	11	56	5	24	41	58	13	8	216
<i>Candidula unifasciata</i> (Poirot 1801)	Cuf	38	15	119	43	30	18	18	13	294
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgi	152	196	164	68	233	77	179	291	1360
<i>Cermeilla virgata</i> (da Costa 1778)	Cvi	3	35	99	123	20	5	50	65	400
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm		4	1		2	15			22
<i>Cryptomphalus aspersus</i> (Müller 1774)	Cas				3					3
<i>Theba pisana</i> (Müller 1774)	Tpi				2					2
Totaux espèces terrestres		1532	4803	5198	4468	3455	1984	1201	1781	24422

Espèces aquatiques										
<i>Bythinia tentaculata</i> (Linné 1758)	Byt		4	4	8		6			22
<i>Bythiospeum</i> sp.	Bsp		12	8	8	8	4		2	42
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr	135	1121	1484	2138	859	413	88	259	6497
<i>Radix ovata</i> (Draparnaud 1805)	Rov				4	3				7
<i>Anisus leucostoma</i> (Millet 1813)	Ale	542	1476	783	3702	2858	4616			13977
<i>Hauffenia</i> sp.	Hsp	20	60	24	28	64	12		12	220
<i>Stagnicola palustris</i> (Müller 1774)	Spa	195	232	76	176	234	759			1672
<i>Pisidium</i> sp.	Psp			2	20	6	46			74
<i>Aplexa hypnorum</i> (Linné 1758)	Ahy			4	4	4	34			46
<i>Bathymphalus contortus</i> (Linné, 1758)	Bco				2					2
Totaux espèces aquatiques		892	2905	2385	6090	4036	5890	88	273	22559

Totaux espèces terrestres + aquatiques		2424	7708	7583	10558	7491	7874	1289	2054	46981
---	--	-------------	-------------	-------------	--------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------

<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	100	144	266	268	276	172	68	176	1470
Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope	6	1	9	3	10	4	1	1	35
Opercules de <i>Bythinia tentaculata</i>			4	4	8		6			22

Artefacts										
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		1	0	1	1	1	1	1	0	
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		1	1	1	1	1	1	1	1	

Annexe 24 : Données malacologiques du site de Collet-Redon (Martigues, Bouches-du-Rhône)

Espèces	Abréviations	106b	106a	103c	103b	103a	104b	104a	102b	102a	Totaux
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	2	6	74	104	98	140	122	306	524	1376
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy			18	42	10	8	28	90	128	324
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr			20	8	10	14	46	220	488	806
<i>Solatopupa simiis</i> (Bruquière 1792)	Ssi		2	102	98	210	166	168	630	474	1850
<i>Abida polyodon</i> (Draparnaud 1801)	App									2	2
<i>Pyramidula rupestris</i> (Draparnaud 1801)	Pru		2	96	1128	186	216	132			1760
<i>Valonia costata</i> (Müller 1774)	Vco		2	52	32	26	16	26	4	2	160
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca		8	152	162	104	256	360	1164	1336	3542
<i>Jamnia quadridens</i> (Müller 1774)	Jqu							16	12		28
<i>Papillifera solida</i> (Draparnaud 1805)	Pso			16		4	8	6	152	444	630
<i>Ferussacia follicula</i> (Gmelin 1791)	Ffo	2		2	2	2	4	24	26		62
<i>Rumina decollata</i> (Linné 1758)	Rde			56	48	58	18	26	2	10	218
<i>Testacella halotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha			2	2	2	10	30	6	28	80
<i>Toltecina pusilla</i> (Lowe 1831)	Tpu		50	138	10	38			14		250
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy			8		32		8			48
<i>Vitrea narbonensis</i> (Clessin 1877)	Vna	10	2	60	56	100	172	150	156	6	712
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn			2					106	308	416
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr			4	8	6	14	2	178	146	358
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy	20	22	110	48	108	88	100	102	58	656
Limacelles	Lim				10		2	6	18	16	52
<i>Sphincterochila candidissima</i> (Draparnaud 1801)	Sca							2	26	2	30
<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coa	2	10	58	40	20	24	62	146	272	634
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn	12						2			14
<i>Trochoides pyramidata</i> (Draparnaud 1805)	Tpy	192	16	158	192	180	274	434	348	344	2138
<i>Trochoides trochoides</i> (Poiret 1789)	Ttr	36	42	218	228	328	320	436	1072	1486	4166
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cuf		10	4				30	10		54
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgi	8	4		2	4	2		2		22
<i>Xerotrachea apicina</i> (Lamarck 1822)	Xap								2		2
<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud 1801) ou <i>M. armillata</i> (Lowe 1852)	Xco	10	10	22	2	14	16	46	704	1092	1916
<i>Xerosecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce						2		10		12
<i>Cermeilla virgata</i> (da Costa 1778)	Cvi	172	370	680	674	604	1062	852	1434	458	6306
<i>Pseudotachea splendida</i> (Draparnaud 1801)	Pss			22	6	14	4	20	84	2	152
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm				2						2
<i>Cryptomphalus aspersus</i> (Müller 1774)	Cas								2	2	4
<i>Eobania vermiculata</i> (Müller 1774)	Eve						4		42	48	94
<i>Theba pisana</i> (Müller 1774)	Tpi	14	2	8	4	4	14	6	240	456	748
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Linné 1758)	Tfl					2					2
Totaux		480	558	2074	2916	2164	2854	3140	7308	8132	25626
Coquilles brûlées		0	0	2	2	0	0	0	0	4	
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	336	458	1964	2048	2392	2804	3144	2740	2462	18348
Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope			40	44	54	76	42	246	144	646
Artefacts											
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		3	3	3	3	4	2	2	3	2	
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		3	3	2	2	2	2	2	2	2	
Silex (présence : 1 ; absence : 0)		1	1	1	1	1	0	1	1	1	
Os (présence : 1 ; absence : 0)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Verre (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Coquilles marines (présence : 1 ; absence : 0)		1	1	1	1	1	1	0	1	0	

Annexe 25 : Données malacologiques du site de Ponteau-Gare (Martigues, Bouches-du-Rhône)

Espèces	Abréviations	111b	111a	158	51	41b	41a	39	1	50	52	59	Totaux
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	2	2		2	4		4	2	21	26	12	75
<i>Pomatias sulcatus</i> (Draparnaud 1801)	Pos								22				22
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu					8							8
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy				8	8				27	18		61
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr	8			2			10	22				42
<i>Solatopupa similis</i> (Bruguière 1792)	Ssi	4	8		12	8	4	26	8	57	2	10	139
<i>Pyramidula rupestris</i> (Draparnaud 1801)	Pru									3			3
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco					2	2		4				8
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	2	2								8		12
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca			8				8		24			40
<i>Jamnia quadridens</i> (Müller 1774)	Jqu		8					8			2	8	26
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob										8		8
<i>Papillifera solida</i> (Draparnaud 1805)	Pso								10			2	12
<i>Ferussacia follicula</i> (Gmelin 1791)	Ffo			4									4
<i>Testacella halotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha		2						12		2		16
<i>Discus rotundatus</i> (Müller 1774)	Dro								40				40
<i>Vitrea narbonensis</i> (Ciessin 1877)	Vna					2	2			3	2		9
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn	8		8	8			8					32
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr								2				2
<i>Oxychilus hydaticus</i> (Rossmassier 1838)	Ohy	214	88	48	72	98	52	6	10	150	66	6	810
Limacelles	Lim					2			2		2	2	8
<i>Parmacella</i> sp.	Pas							4					4
<i>Sphincterochila candidissima</i> (Draparnaud 1801)	Sca							12	28				40
<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coo	12	2	8	2	2	14	24	360	18	2	18	462
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn		2										2
<i>Trochoides pyramidata</i> (Draparnaud 1805)	Tpy	34	30	28	34	182	76	128	166	195	38	34	945
<i>Trochoides trochoides</i> (Poiret 1789)	Ttr	546	256	256	210	370	472	646	1180	453	210	166	4765
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cuf		6	22	2	14	4			9	2	4	63
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgj	2	2		18	4		6	2	3			37
<i>Xerotracha apicina</i> (Lamarck 1822)	Xap	58	36	34	36	40	70	70	528	78	32	2	984
<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud 1801) ou <i>M. armillata</i> (Lowe 1852)	Xco	14	4	16	6	10	10	78	26	8	18		190
<i>Cermeilla virgata</i> (da Costa 1778)	Cvi	634	422	300	192	522	390	610	1130	1023	306	300	5829
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm	2						8					10
<i>Eobania vermiculata</i> (Müller 1774)	Eve							2					2
Totaux		1540	870	732	602	1278	1098	1656	3554	2064	734	582	14710
Coquilles brisées		2											
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	590	466	652	580	466	824	162	56	1551	868	444	6659
Opércules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope							2	2	21	4	2	31
Artefacts													
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		4	4	4	3	4	4	4	3	2	3	2	
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		3	3	4	3	3	3	3	2	2	2	2	
Silex (présence : 1 ; absence : 0)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Os (présence : 1 ; absence : 0)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Verre (présence : 1 ; absence : 0)									1				
Coquilles marines (présence : 1 ; absence : 0)		1	1	1	1		1	1	1	1	1		

Annexe 26 : Données malacologiques du site de la Tourette au Petit Saint-Marcel (Marseille, Bouches-du-Rhône)

Espèces	Abréviations	PSM 1	PSM 2	PSM 3	PSM 4	PSM 5	PSM 6	PSM 7	PSM 8	PSM 9	Totaux
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	12	4	15	94	267	33	61	61	65	612
<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi						1				1
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr				1						1
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu					1					1
<i>Pyramidula rupestris</i> (Draparnaud 1801)	Pru				3	97	7	7	12	6	132
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca	1	1	3	15	113	4	45	54	8	244
<i>Vertigo antivertigo</i> (Draparnaud 1801)	Van							2			2
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy								2		2
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr		1	2	25	21	4	36	23	76	188
<i>Granaria variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva	1	7	7	19	7	8	19	19	20	107
<i>Chondrina avenacea</i> (Bruquière 1792)	Cav									1	1
<i>Solatopupa similis</i> (Bruquière 1792)	Ssi			9	49	195	10	54	99	50	466
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy		1	3	5	49	5	94	61	4	222
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco				1	14	6	1	28	14	64
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl									1	1
<i>Vallonia enniensis</i> (Müller 1774)	Ven					1		1			2
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac				1	1					2
<i>Gittenbergia sororcula</i> (Benoit 1887)	Gso			1				1	2		4
<i>Chondrula tridens</i> (Müller 1774)	Cht									1	1
<i>Jamnia quadridens</i> (Müller 1774)	Jqu			1	4	10	3	4	3	1	28
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy				1	82	3	2		5	93
<i>Vitrea narbonensis</i> (Clessin 1877)	Vna			1	2	4	3		4	26	40
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn			3	2	52	6	7	8		78
<i>Oxychilus cellarius</i> (Müller 1774)	Oce				3		2			9	14
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy				3	2	10	8	1	4	28
<i>Oxychilus allianus</i> (Müller 1822)	Oal			1	3	7		30	23		64
Limacelles	Lim		1	2	1	5		4	12	9	34
<i>Sphincterochila candidissima</i> (Draparnaud 1801)	Sca									2	2
<i>Papillifera solida</i> (Draparnaud 1805)	Pso	1					1	2	5	19	28
<i>Macrogastera plicatula</i> (Draparnaud 1801)	Mpl									1	1
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru	3									3
<i>Ferussacia follicula</i> (Gmelin 1791)	Ffo		1	2	7	3	1	16	22	11	63
<i>Rumina decollata</i> (Linné 1758)	Rde		1	5	13	9	6	72	58	30	194
<i>Testacella haliotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha		2	3	9	14	6	4	2	2	42
<i>Candidula unifasciata</i> (Michaud 1831)	Cun	3	5		75	13		1	1	5	103
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgi	12	2	53	22	125	52	209	132	140	747
<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud 1801) ou <i>M. armilata</i> (Lowe 1852)	Xco				1	1	8	18	8	31	67
<i>Cemuella virgata</i> (da Costa 1778)	Cv		21	12	113	125	57	861	1701	638	3528
<i>Xerosecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce			15	8	44	6	40	24	4	141
<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coa				3	6	4	304	641	47	1005
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn				6	5	5	28	23		67
<i>Trochoidea elegans</i> (Gmelin 1791)	Tel				1		4	18	6	4	33
<i>Trochoidea pyramidata</i> (Draparnaud 1805)	Tpy			4	15	11	5	44	20	11	110
<i>Trochoidea trochoides</i> (Poiret 1789)	Ttr				1	6	11	16	12	34	80
<i>Pseudotachea splendida</i> (Draparnaud 1801)	Pss		1	4	12	1	5			7	30
<i>Eobania vermiculata</i> (Müller 1774)	Eve							13	18	11	42
<i>Bythinia tentaculata</i> (Linné 1758)	Bte				1		1	1		2	5
<i>Valvata piscinalis</i> (Müller 1774)	Vpi									1	1
<i>Gyraulus laevis</i> (Alder 1838)	Gla						1				1
<i>Gyraulus crista</i> (Linné 1758)	Gcr							1			1
<i>Radix ovata</i> (Draparnaud 1805)	Rov									3	3
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr							1		2	3
<i>Bythiospeum</i> sp.	Bsp									1	1
Hydrobiidae indéterminé	Hin				1				2	1	4
Totaux		33	49	143	512	1302	274	2030	3087	1307	8737
<i>Cecilioidea acicula</i> (Müller 1774)	Cac	6	265	430	328	245	304	604	493	128	2803
Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope	1	1	5		84	17	24	6	6	144
Opercules de <i>Bithynia tentaculata</i>	Obt				1		1	1		2	5
Nombre d'espèces par échantillon		8	14	21	35	32	32	37	33	41	
Nombre de coquilles brûlées		0	0	0	2	15	3	5	4	13	
Artefacts											
Silex (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	1	1	1	1	0	1	
Fer (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	1	0	0	1	0	2	

Annexe 27 : Données malacologiques de la coupe 1 du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse)

Espèces	Abréviations	Coupe 1																Ubac 28	Totaux
		Ubac 12	Ubac 13	Ubac 14	Ubac 15	Ubac 16	Ubac 17	Ubac 18	Ubac 19	Ubac 20	Ubac 21	Ubac 22	Ubac 23	Ubac 24	Ubac 25	Ubac 26	Ubac 27		
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	124	264	637	537	305	266	102	196	149	50	23	25	57	58	52	39	252	3136
<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi		1																1
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr	4	13	20	6	2	5	53	104	189	8	8	2	2	2			1	419
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu	1	8					6	8	19	3	1				2		1	49
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca			2				2	2		1	1				1	1	15	25
<i>Vertigo pusilla</i> (Müller 1774)	Vpu		1				1	1	5	9									17
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy			1		2		2	1										6
<i>Sphyradium dolium</i> (Bruguière 1792)	Sdo							1											1
<i>Pagodulina pagodula</i> (Des Moulins 1830)	Ppa			1					6		1								8
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr																1		1
<i>Granaria variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva		1	2	2	1		1	1				1	3	2	2	40		56
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy	1	2				1		5	1	1	3						2	16
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	43	70	51	26	10	15	70	127	733	12	7	9	2	1	2	4	7	1189
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	4	1	2	1							2	1					3	14
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac	1		2	12	16	21	39	40	5	1					4	2		143
<i>Chondrula tridens</i> (Müller 1774)	Chd	2	6	13	2	2						2		1				3	31
<i>Jamnia quadridens</i> (Müller 1774)	Jqu		2						1			1			3	8	1		16
<i>Merdigera obscura</i> (Müller 1774)	Mob	1	1	1					1	3									7
<i>Zebrina detrita</i> (Müller 1774)	Zde	1	1		1														2
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy	19	14	2	7	7	4	34	68	146	8	8	1	1	1	3	1	4	328
<i>Discus rotundatus</i> (Müller 1774)	Dro		5		7	2	23	54	170	118	3	1	1			1			385
<i>Phenacolimax major</i> (Férussac 1807)	Pma	1							4	13									18
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn	5	2	1		1		1		1			3						14
<i>Aegopinella nitidula</i> (Draparnaud 1805)	Ani			5		2	1	5	15	75			1						104
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy	5	4	13			2	1	15	6	20	17	27	17	15	12	10		164
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr	5	11	5	7	9	12	46	9		1							9	114
Limacelles	Lim	4	4	14	10	8	9	7	4	9	5		1	10	2	2	1	11	97
<i>Euconulus fulvus</i> (Müller 1774)	Efl	4	2			1	1	3		6									17
<i>Cochlodina laminata</i> (Montagu 1803)	Cla			1			2	4	14	15								1	37
<i>Macrogastra plicatula</i> (Draparnaud 1801)	Mpl	2	1			7	1	10	25	8	3		1	1					59
<i>Claustilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru	1	8	10	5	6	44	64	151	175	24	18	9	9	13	10	4	18	569
<i>Testacella haliotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha		1		2	1	4	3	3	1	4	1	2	15	10	4	7	5	63
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cun	13	29	73	170	86	31	6	13	26	21	27	138	173	154	160	33	62	1215
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgi		9	32	13	15	6	13	6	7	22	125	123	338	103	85	32		929
<i>Cermeuella virgata</i> (da Costa 1778)	Cvi			3								1	2						6
<i>Xerosecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce	3					1		1			2			2	2		1	12
<i>Monacha cartusiana</i> (Müller 1803)	Mca	1	1	5	39	7			2			1	3	29	13		1	49	151
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn	5	15	21	23	9	16	1	7			1	1	12	10	8		125	253
<i>Monacha</i> ssp.	Msp		15	22		20					3								60
<i>Urticicola glabellus</i> (Draparnaud 1801) / <i>ventouxianus</i> (Forcard 1946)	Ugl		2	1	1			1	3	2	1								11
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi	6	4	3	5	9	4	5	26	38	2	2		3		5	1		113
<i>Helicodonta obvolvata</i> (Müller 1774)	Hob							1	3	1									5
<i>Helicigona lapicida</i> (Linné 1758)	Hla						1	1	1	1						1			4
<i>Chilostoma squamatinum</i> (Moquin-Tandon 1856)	Csq	1		1				2	2		1		1						8
<i>Cepæa</i> sp.	Csp	1		3	4		1	1	4	6	3		1	2			1	1	28
<i>Gyraulus laevis</i> (Alder 1838)	Gla		1		1			1											3
<i>Radix auricularia</i> (Linné 1758)	Rau				2														3
<i>Radix ovata</i> (Draparnaud 1805)	Rov	2		1											1				4
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr										1								1
<i>Ancylus fluviatilis</i> (Müller 1774)	Afl	2																	2
Totaux		254	494	941	884	524	469	522	1042	1796	204	253	352	675	391	365	177	570	9913
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	228	312	282	169	121	103	127	204	267	440	399	565	425	161	120	29	219	4171
Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope	72	124	227	73	44	43	22	50	75	15	7	2	3		2		66	825
Ostracodes	Ost									3	1				1				5
Coquilles brûlées (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Artefacts																			
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		0	1	0	1	3	2	1	1	4	2	2	3	4	4	4	2	1	
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		1	1	2	1	3	1	1	1	4	1	3	2	3	3	1	0	3	
Silex (présence : 1 ; absence : 0)		1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	

Annexe 28 : Données malacologiques de la coupe 2 du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse)

Espèces	Abréviations	Coupe 2											Totaux
		Ubac 1	Ubac 2	Ubac 3	Ubac 4	Ubac 5	Ubac 6	Ubac 7	Ubac 8	Ubac 9	Ubac 10	Ubac 11	
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	125	108	129	131	131	335	710	564	242	126	163	2764
<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi			1				1				2	4
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr			7	47	59	75	87	62	78	41	60	516
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob						1						1
<i>Oxyloma elegans</i> (Risso 1826)	Oel						1					1	2
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu		5	23	18	32	44	26	6	1	2	7	164
<i>Pyramidula rupestris</i> (Draparnaud 1801)	Pru						1						1
<i>Columella edentula</i> (Draparnaud 1805)	Ced							2					2
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca		1	1	2	4	1	7	3		1	1	21
<i>Vertigo pusilla</i> (Müller 1774)	Vpu						1	1	1	3		2	8
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy			2		3	13	17	1	3	1	5	45
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr				1	1		1					3
<i>Granana variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva		2	2				8		4	1	2	19
<i>Chondrina avenacea</i> (Bruguière 1792)	Cav									2			2
<i>Solatopuella similis</i> (Bruguière 1792)	Ssi						2	3	2				7
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy				6	18	54	143	14	5	5	3	248
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco		29	305	321	323	539	539	270	185	66	106	2683
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl		7	19	28	20	30	51	16	29	7	7	214
<i>Vallonia erniensis</i> (Müller 1774)	Ven			1	1								2
<i>Chondrula tridens</i> (Müller 1774)	Cht				1	1			4	2			8
<i>Jamnia quadridens</i> (Müller 1774)	Jau								2	1			4
<i>Merdigera obscura</i> (Müller 1774)	Mob				1		2	5	1	1	1	1	12
<i>Zebrina detrita</i> (Müller 1774)	Zde			1					17				18
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy		22	68	101	68	110	149	87	32	24	16	677
<i>Discus rotundatus</i> (Müller 1774)	Dro				10	5	14	50	17	4	2	1	103
<i>Phenacolimax major</i> (Férussac 1807)	Pma		1		2		1	2	2				8
<i>Vitrea subrimata</i> (Reinhardt 1871)	Vsu												0
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn		1	12	11	3	3	2	2	1	2		37
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr		2	16	39	40	49	35	16	18	10	14	239
<i>Zonitoides nitidus</i> (Müller 1774)	Zni		1		2		1				1		5
Limacelles	Lim	75	13	2	4	4	1	1	2	2			104
<i>Euconulus fulvus</i> (Müller 1774)	Efl				2	4	8	4	10	4			32
<i>Macrogastra pilicatula</i> (Draparnaud 1801)	Mpl							9	12	12	1		1
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru		1	1	5	3	6	9	12	12	4	10	63
<i>Testacella haliolidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha							1					1
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cun		2	6	5	5	16	96	61	31	5	6	233
<i>Candidula gixaxi</i> (Pfeiffer 1850)	Caj			1	6		5	10	4	2	6	2	36
<i>Xerossecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce				1								1
<i>Monacha cartusiana</i> (Müller 1803)	Mca		4	20	20	17	14	52	37	7	10	17	198
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn		2	1	9	16	22	16	22	27	6	16	137
<i>Monacha</i> ssp.	Msp		8				5	9		37			59
<i>Urticicola glabellus</i> (Draparnaud 1801)/ <i>ventouxianus</i> (Forcard 1946)	Ugl				2	1		4	2	1		1	11
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi			4	8	7	20	54	3	3			99
<i>Helicodonta obvoluta</i> (Müller 1774)	Hob				2			2	2			1	7
<i>Chilostoma squamatum</i> (Moquin-Tandon 1856)	Csq								1	1			2
<i>Cepaea</i> sp.	Csp		1	1	1	3	2	3	1	3			15
<i>Gyraulus laevis</i> (Alder 1838)	Gla		25	38	54	65	35	16	4	2		2	241
<i>Gyraulus crista</i> (Linné 1758)	Gcr							1					1
<i>Pisidium</i> sp.	Psp		1			2	1	1			1		6
<i>Radix ovata</i> (Draparnaud 1805)	Rov		29	40	34	8	6	4	1				122
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr			6	8	4	2	13	1	1	1	1	37
<i>Hippautilus complanatus</i> (Linné 1758)	Hco			1	3	2							6
<i>Ancylus fluviatilis</i> (Müller 1774)	All			1									1
<i>Hauferia</i> sp.	Hsp				4	2							6
Totaux		200	265	709	890	852	1420	2135	1250	744	324	447	9236
<i>Ceclidioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac		4	25	110	138	119	147	80	166	264	203	1256
Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope		72	107	90	71	156	219	185	94	41	83	1118
Ostracodes	Ost		2			1							3
Coquilles brûlées (présence : 1 ; absence : 0)		0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	
Artefacts													
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		0	3	3	4	4	2	2	1	1	1	1	
Silex (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	

Annexe 29 : Données malacologiques de la coupe 3 du site du dolmen de l'Ubac (Goult, Vaucluse)

Espèces	Abréviations	Coupe 3														Totaux
		Ubac 29	Ubac 30	Ubac 31	Ubac 32	Ubac 33	Ubac 34	Ubac 35	Ubac 36	Ubac 37	Ubac 38	Ubac 39	Ubac 40	Ubac 41		
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	648	789	449	277	259	278	122	107	120	156	89	200	176	3670	
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr		3	18	49	116	172	16	5	8	2	2	1	2	394	
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu	1			4		1	1				3			10	
<i>Truncatellina callitratis</i> (Scacchi 1833)	Tca	2		5	2	1	12	3	13	55	22	14	6	7	142	
<i>Vertigo pusilla</i> (Müller 1774)	Vpu		1	3	6	3			2	1					16	
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy	1				1	1			1					3	
<i>Sphyradium dolololum</i> (Bruguière 1792)	Sdo					1									1	
<i>Pagodulina pagodula</i> (Des Moulins 1830)	Ppa			1	1	15	17		5		1			1	41	
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr									1					1	
<i>Granaria variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva	29	47	57	15	9	10	5	9	8	12	2	16	18	237	
<i>Solatopupa similis</i> (Bruguière 1792)	Ssi							2						1	1	
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy						2	2						1	5	
<i>Pupilla triplicata</i> (Studer 1820)	Ptr				1		7								8	
<i>Valonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	3	1	3	6	20	46	16	25	166	136	88	12	37	559	
<i>Valonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	2			2		7								11	
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac	14	5	4	17	33	34	7	3	30	17	5	9	2	180	
<i>Chondrula tridens</i> (Müller 1774)	Cht		3	1			8			4					16	
<i>Jamnia quadridens</i> (Müller 1774)	Jqu	1		6					2		2		1		12	
<i>Merdigera obscura</i> (Müller 1774)	Mob			2	1	2		1	1	2	3	3	13	6	34	
<i>Zebrina detrita</i> (Müller 1774)	Zde	3	1											1	5	
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy	6	1	3	23	45	41	10		2	10	63	68	26	298	
<i>Discus rotundatus</i> (Müller 1774)	Dro		8	4	52	96	126	10	2	4		2		1	305	
<i>Phenacolimax major</i> (Férussac 1807)	Pma				1	3	3					2	1		10	
<i>Vitrea subnitata</i> (Reinhardt 1871)	Vsu						1								1	
<i>Vitrea contracta</i> (Westermund 1871)	Vcn	1					7	1	1	3	2				15	
<i>Aegopinella nitidula</i> (Draparnaud 1805)	Ani	3		1	16	16	12	2	1		4				55	
<i>Oxychilus hydaticus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy		1	3	11	13	11	19	35	27	15	6	24	113	278	
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr	1	14	6	4	4	7		7	9	5	2	3		62	
Limacelles	Lim	3	3	4	5	2	5			1	2	1	5		31	
<i>Euconulus fulvus</i> (Müller 1774)	Efl	3													3	
<i>Cochlodina laminata</i> (Montagu 1803)	Cla			2	5	4	7	3	1	1	1			1	25	
<i>Macrogastra plicatula</i> (Draparnaud 1801)	Mpl		2		2	2	7			5	9				28	
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru	26	42	30	184	143	183	62	42	29	34	15	18	28	836	
<i>Testacella haliotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha	27	40	32	16	18	21	6	15	11	20	4	18	19	247	
<i>Candidula unifasciata</i> (Poirot 1801)	Cun	18	47	62	23	9	22	21	72	65	89	40	75	90	633	
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgl		1	1	7	11	42	72	147	126	92	10	136	182	827	
<i>Cermuella virgata</i> (da Costa 1778)	Cvt		1											1	2	
<i>Xerosecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce	1	4	2				1	8	8	3	1	3	30	61	
<i>Euomphalia strigella</i> (Draparnaud 1801)	Est	41	1		1	7	18		1	2	6		15	30	122	
<i>Monacha cartusiana</i> (Müller 1803)	Mca				1								7		8	
<i>Monacha cartiana</i> (Montagu 1803)	Mcn	13	1	25				7	7	11	24	49	9	9	155	
<i>Urticicola glabellus</i> (Draparnaud 1801)ventouxianus (Forcard 1946)	Ugl	2													2	
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi	2	17		1	10	12								42	
<i>Helicodonta obvoluta</i> (Müller 1774)	Hob				3		3	1				5			12	
<i>Helicigona lapicida</i> (Linné 1758)	Hla		1	1	9	1	2		1	3				2	20	
<i>Chilostoma squamatinum</i> (Moquin-Tandon 1856)	Csq				2		1	2					3		8	
<i>Cepaea</i> sp.	Csp		1		4	7	10				1	4	4	10	44	
<i>Radix ovata</i> (Draparnaud 1805)	Rov				1										1	
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr						1								1	
Totaux		851	1034	723	749	853	1133	397	512	704	671	410	655	786	9478	
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	100	79	241	221	206	453	416	575	548	422	480	1256	1103	6100	
Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope	58	28	9	14	10	86	8	4	25	28	33	37	15	355	
Ostracodes	Ost						1	1							2	
Cochlilles brûlées (présence : 1 ; absence : 0)		1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1		
Artefacts																
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		1	1	1	3	1	2	2	2	1	1	2	4	4		
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		1	3	2	1	1	3	2	1	2	3	2	3	4		
Silex (présence : 1 ; absence : 0)		0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1		
Fer (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		
Verre (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1		

Annexe 30 : Relevés mésologiques des échantillons actuels de Goult (Vaucluse)

Relevé N°	Uactuel1	Uactuel2	Uactuel3	Uactuel4	Uactuel5	Uactuel6	Uactuel7	Uactuel8	Uactuel9
Date	04/00	04/00	04/00	04/00	06/00	07/00	07/00	07/00	07/00
Lieu dit	Ubac	Ubac	Ubac	Ubac	Ubac	Ubac	Ubac	Ubac	Ubac
Commune	Goult	Goult	Goult	Goult	Goult	Goult	Goult	Goult	Goult
Exposition (sans N, NE, E, SE, S, SW, W, NW)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Type de station	Milieu ouvert en pied de falaise	Pinède à pn d'Alep et jeunes chênes verts	Pelouse dans clairière (dans pinède)	Pinède	Rpisylve	Chênaie	Chênaie	Taillis de chênaie	Pelouse à Aphyllente de Montpellier
Position topographique	1. Plateau 2. Haut de versant 3. Mi-versant 4. Replat 5. Bas de versant 6. Fonds de vallons	x	x	x	x	x	x	x	x
Pente	5	20	20	25	x	18	30	2	0
Texture du sol	sableuse	sableuse	sableuse	sableuse	sableuse	sableuse	sableuse	sableuse	sableuse
Nature de la roche	molasse myocène	éboulis	éboulis	éboulis	galets alluviaux	molasse myocène	molasse myocène	molasse myocène	molasse myocène
Surface du sol couverte par (%)	La roche dure Les blocs Les pierrailles La végétation La litière La terre nue	0 2 7 50 31 10	0 1 1 40 57 1	0 2 20 63 5 10	0 0 0 75 25 0	0 2 0 5 55 15 25	0 3 0 25 70 30 2	0 0 0 70 60 30 0	0 0 0 83 15 2
Type de litière	0. Pas de litière 1. Foliacée dense 2. Foliacée aérée 3. Ligneuse 4. Débris transformés par :	x x x	x x x (un peu)	x x x	x x x	x x x	x x (peu) x (peu)	x x x	x (beaucoup) x (très peu)
Pierrosité	1. Sans cailloux 2. Peu caillouteux 3. Moyennement caillouteux 4. Très caillouteux	x	x	x	x	x	x	x	x
Humidité de la station	0. Cas particulier 1. Station très sèche 2. Station sèche 3. Station assez sèche 4. Station moyenne 5. Station assez humide 6. Station humide	x	x	x	x	x	x	x	x
Recouvrement des strates (%)	0-5 cm 5-15 cm 15-25 cm 25-50 cm 50 cm-1m 1-2 m 2-4 m 4-6 m 6-8 m 8-10 m 10-12 m Plus de 12 m	50 15 0 15 10 0 20 0 0 0 0 0	40 5 0 20 0 10 0 0 0 0 70 0	63 0 25 0 5 0 0 0 0 0 65 0	75 0 0 0 25 20 0 0 0 0 0 0	0 2 3 30 20 0 0 0 0 0 75	0 10 0 0 0 40 60 25 0 70 0 0	60 0 0 40 0 25 0 0 0 0 0 0	7 0 0 0 0 25 0 0 0 0 0 0
Recouvrement (%)	Des ligneux hauts Des ligneux bas Des herbacées Des mousses et lichens	20 15 20 30	70 30 5 25	0 50 15 15	65 45 10 25	20 55 5 0	80 40 0 15	60 80 5 7	25 60 15 30
Type d'utilisation	0. Aucune 1. Pâture 2. Reboisement 3. Champ labouré 4. Friche	x	x	x	x	x	x	x	x
Éléments particuliers à la station	0. Aucun 1. Arbre isolé 2. Buissons isolés 3. Eboulis 4. Chemin de randonnée 5. Piste 6. Lisière 7. Autre	x (pied de falaise)		x (sentier forestier)		x (taupe)			
Espèces végétales dominantes	Mousses, brachypodes rameux, aphyllente de Montpellier, thym, genévrier commun, buis, chêne vert, amélanchier, carex, lichen	Mousse, buis, chêne vert, pn d'Alep, garance, aphyllente, festuque, genévrier, carex	Mousse, chêne vert, thym, carex, sedum, buis, amélanchier, dorychium, brachypode de Phénécie, hêtantern, festuque, aphyllente	Mousse, chêne vert, genévrier, buis, chêne pubescent, pn d'Alep, amélanchier, phylère, herbes variables, garance, lierre	Faux joncs, prêle des champs, peuplier blanc, saule blanc, jeunes peupliers noirs, onagre, carex, pissenlit, armoise, oillet	Lierre, chêne pubescent, vieux cèdre, buis, cerisier sauvage,	Mousse, lierre, buis, chêne pubescent, garance, voyageuse, herbacées, genévrier commun, aubépine, petit chêne	Chêne pubescent, buis, chêne vert, genévrier commun, mousse, carex, aphyllente de Montpellier, thym, garance voyageuse, céranthe, féluque, petit chêne, dorymum pentaphyllum, herbacées	Thym, mousse, lichen, aphyllente de Montpellier, oillet, jeune chêne vert, hêtantern, sedum, chardon, féluque, herbacées, petit chêne, plantain
Remarques			Le sentier a pour conséquence la présence <i>Xeroptera derbentina</i> et comme c'est un petit élément ouvert, on a encore la présence de <i>Helicigona lapicida</i>		En bordure de la chênaie et de la rpisylve, en bas du versant. Les 20 % de recouvrement des ligneux hauts sont dus à l'ombre d'un chêne et d'un peuplier sur le relevé.	A côté d'un reboisement en jeunes cèdres	Chênaie touffue. Lièvre foliacée moins dense que dans le relevé Ubac actuel 6	Replat dans le haut de versant. Le relevé comprend un muret. A côté d'une petite plate (gibier, chasseurs)	Restanque abandonnée. Trace d'une piste de sanglier. Petite clairière de 36 m ² au milieu du taillis de chêne pubescent (cf. Ubac actuel 6). A quelques mètres du relevé Ubac actuel 8

Espèces	Abréviations	Uactuel 1	Uactuel 2	Uactuel 3	Uactuel 4	Uactuel 7	Uactuel 8	Uactuel 9	Uactuel 10	Uactuel 11	Total
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	276	238	268	392	18	71	236	120	82	1701
<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Ctu	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr	203	18	351	49	0	0	0	0	0	621
<i>Granaria variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva	2	13	3	21	0	0	2	1	0	42
<i>Solatopupa similis</i> (Bruguière 1792)	Ssi	62	8	0	1	0	0	0	0	0	71
<i>Abida polyodon</i> (Draparnaud 1801)	Apo	3	40	0	5	0	1	1	0	0	50
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac	28	105	15	12	2	352	278	0	0	792
<i>Gittenbergia sororcula</i> (Benoit 1887)	Gso	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca	152	70	165	132	7	0	28	210	19	783
<i>Merdigera obscura</i> (Müller 1774)	Eob	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Macrogastra plicatula</i> (Draparnaud 1801)	Mpl	6	0	0	0	1	0	0	0	0	7
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru	43	154	58	137	41	28	141	27	4	633
<i>Clausilia rugosa parvula</i> Féussac 1807	Crp	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Oxyloma elegans</i> (Risso 1826)	Oel	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	6	0	53	22	2	4	14	7	40	148
<i>Testacella haliotideae</i> (Draparnaud 1801)	Tha	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy	40	227	41	269	134	317	403	170	43	1644
<i>Zonitoides nitidus</i> (Müller 1774)	Zni	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Euconulus fulvus</i> (Müller 1774)	Efi	53	43	28	77	6	37	16	23	11	294
<i>Phenacolimax major</i> (Féussac 1807)	Pma	0	6	0	13	0	25	31	44	3	122
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn	28	89	28	159	3	294	198	102	8	909
<i>Zonites algirus</i> (Linné 1758)	Zal	1	0	1	5	0	3	0	0	0	10
<i>Oxychilus cellarius</i> (Müller 1774)	Oce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr	0	10	2	30	3	18	14	0	0	77
<i>Sphincterochila candidissima</i> (Draparnaud 1801)	Sca	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Monacha cartusiana</i> (Müller 1803)	Mca	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	Mcn	60	21	91	16	4	0	5	40	22	259
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Xeropicta derbentina</i> (Brusina 1870)	Xde	0	0	19	0	18	0	0	0	0	37
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cun	54	4	46	0	0	0	0	3	69	176
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgi	436	27	332	25	2	0	0	22	112	956
<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud 1801) ou <i>M. armillata</i> (Lowe 1852)	Xco	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Xerosecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3
<i>Hygromia cinctella</i> (Draparnaud 1801)	Hci	0	0	1	0	2	0	0	0	0	3
<i>Helicigona lapicida</i> (Linné 1758)	Hla	3	6	8	5	1	13	16	14	1	67
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm	17	15	9	20	1	4	15	8	1	90
<i>Cryptomphalus aspersus</i> (Müller 1774)	Cas	6	3	1	5	9	0	3	1	0	28
Totaux	Total	1498	1097	1522	1395	266	1167	1406	793	417	9561

Annexe 32 : Coordonnées et contributions des espèces (variables) et des échantillons (individus), dont la contribution des axes de l'AFC des relevés de Goult et de Maubec (Vaucluse) est supérieure à la moyenne

	Axe 1		Axe 2	
	Coordonnées	Contributions	Coordonnées	Contributions
<i>Candidula</i> sp.	-1,61	0,29	0,61	0,06
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	1,18	0,14	1,77	0,46
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	-1	0,09	0,26	0,01
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1803)	-0,92	0,07	0,19	0
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	1,07	0,06	1,32	0,13
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	0,61	0,06	-0,08	0
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	0,73	0,05	-0,9	0,12
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	-0,71	0,05	-0,21	0,01
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	0,44	0,04	-0,51	0,08
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	-0,49	0,03	-0,2	0,01
<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud 1801) ou <i>M. armillata</i> (Lowe 1852)	-1,7	0,02	0,54	0
<i>Jaminia quadridens</i> (Müller 1774)	-1,46	0,02	0,56	0
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	-0,6	0,02	-0,31	0,01
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	0,3	0,02	-0,06	0
<i>Euconulus fulvus</i> (Müller 1774)	0,44	0,01	-0,19	0
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	0,35	0,01	-0,92	0,06

		Axe 1		Axe 2	
		Coordonnées	Contributions	Coordonnées	Contributions
Maubec 2110	Chênaie pubescente	1,08	0,12	1,51	0,33
Maubec M1	Friche	-1,45	0,1	0,43	0,01
Maubec 2102	Friche sur anciens oliviers	-1,26	0,08	0,36	0,01
Maubec 2109	Friche	-1,68	0,07	0,62	0,01
Maubec M5	Buxaie centenaire	0,8	0,07	0,57	0,05
Maubec 2114	Pelouse	-1,46	0,06	0,47	0,01
Maubec 2108	Pelouse	-1,6	0,05	0,59	0,01
Maubec M12	Friche	-1,4	0,05	0,49	0,01
Maubec M6	Formation ouverte	-1,17	0,05	0,36	0,01
Maubec 2106	Chênaie pubescente	0,84	0,04	1,03	0,09
Ubac actuel 6	Ripisylve	0,7	0,04	-0,76	0,07
Maubec M8	Pinède âgée de 60 ans	0,82	0,04	0,83	0,06
Maubec 2111	Pelouse	-1,21	0,04	0,37	0,01
Ubac actuel 9	Ripisylve	0,58	0,03	-0,75	0,08
Maubec 2112	Pins et chênes verts dans ancienne olivette	0,74	0,02	-0,81	0,03
Ubac actuel 2	Pinède et jeunes chênes verts	0,36	0,01	-0,66	0,05
Ubac actuel 4	Jeune pinède	0,29	0,01	-0,48	0,03

Espèces	Abréviations	Lymes 7	Lymes 6c	Lymes 6b	Lymes 6a	Lymes 5b	Lymes 5a	Lymes 4b	Lymes 4a	Lymes 3c	Lymes 3b	Lymes 3a	Lymes 2	Lymes 1	Totaux
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	31	52	91	177	124	118	99	116	31	25	8	17	38	927
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr	6	16	13	22	1	9	12	5	1	1	1			87
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu	3	1	2	2	1	6	4	6	1	1	1			26
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy	4	2	3	2										11
<i>Granaria variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva	1											3	3	7
<i>Solatopupa similis</i> (Bruguière 1792)	Ssi						1			1					2
<i>Pupilla muscorum bigranata</i> (Linné 1778)	Pmb				2	3	4	15	12	57	33	5		15	146
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	56	129	183	236	142	205	290	436	123	48	10	3	39	1900
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	14	25	22	12	9	13	7	10	41	22	5	63	19	262
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac						3	6	4						13
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca	9	7	20	4	3	9	5	6	12	8	1	15	4	103
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy		6	9	7	3	2	6	7	7	3	1	1	2	54
<i>Chondrula tridens</i> (Müller 1774)	Chd	1	1	3	1	1		6	3	7	1	2		4	30
<i>Jamina quadridens</i> (Müller 1774)	Jqu	3	2	1	2	2		4	1	4	8	8	2	8	43
<i>Merdigera obscura</i> (Müller 1774)	Mob		1	5	3	1	4				1				15
<i>Macrogastra plicatula</i> (Draparnaud 1801)	Mpl								2						2
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru					1	1		2	2	2		1		9
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob	1	1	4	1		2	2	1	2			1		15
<i>Oxyloma elegans</i> (Risso 1826)	Oel							1							1
<i>Testacella haliotidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha	1	1			3	10	17	39	19	22	16	10	29	167
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy		4	11	7	2	3	2	3					1	33
<i>Phenacolimax major</i> (Férussac 1807)	Pma					2	2	2	9						15
<i>Vitrea subrimata</i> (Reinhardt 1871)	Vsu		1												1
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn	1	1					3	3						8
<i>Oxychilus hydatinus</i> (Rossmässler 1838)	Ohv				10	5	6	25	17	10	20	11	7	12	123
<i>Oxychilus allianus</i> (Müller 1822)	Oal	2	8	10	5	4		2	6	5				1	43
Limacelles	Lim	10	20	10	1	13	7	4	26	5	1	7	2	6	112
<i>Cochlicella acuta</i> (Müller 1774)	Coa												440	57	497
<i>Monacha</i> ssp.	Msp	33	41	61	94	132	161	189	109	163	116	59	59	61	1278
<i>Trochoidea pyramidata</i> (Draparnaud 1805)	Tpy						1	13	3	1	3	5	37	23	86
<i>Trochoidea geyeri</i> (Soós 1926)	Tge	8	9												17
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi	1	2	2	2	17	19	30	74	35	24	5		1	212
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cun	64	57	85	189	273	628	644	639	949	826	407	267	519	5547
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgj	3	11	18	9	9	9	24	12	71	69	44	21	24	324
<i>X. conspurcata</i> (Draparnaud 1801) ou <i>M. armillata</i> (Lowe 1852)	Xco													1	1
<i>Xerosecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce			1											1
<i>Cermeilla virgata</i> (da Costa 1778)	Cvi							2	3	3	3	5	46	35	97
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm		1	3	4	1	3						1		13
<i>Theba pisana</i> (Müller 1774)	Tpi													1	1
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr												1		1
<i>Hauffenia</i> sp.	Hsp	3		4	3										10
Totaux		251	402	560	793	752	1226	1414	1554	1550	1237	601	997	903	12240

<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	490	216	356	605	206	591	345	519	452	401	224	33	209	4647
--	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	-----	------

Opércules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope	23	17	33	83	31	12	9	8		1				217
--------------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	---	---	--	---	--	--	--	-----

Artefacts															
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		1	0	1	2	3	4	3	3	3	3	2	2	3	
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)		2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	0	3	
Silex (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	
Fer (présence : 1 ; absence : 0)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Annexe 34 : Données malacologiques de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vauchuse)

Echantillon	Abbreviations	2a	2b	3	4	6	7	8b	8c	8d	9	10abc	10d	10e	11a	11b	12a	12b	12d	12e	12e'	13a	13b	13c	14	15	16a	16b	16c	Total		
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	23	200	7	8	2	6			14					3	685	93	47	9	2	38	3	56		10		11	8	32	1257		
<i>Garychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi		35		190	13	27	20	4	186	16	59			98	13	167	20	137	149	8	41	19	38	2				1	1243		
<i>Garychium tridentatum</i> (Risso 1826)	Ctr				4		1				43				27		104	74	141	9	2		42	18	7					472		
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu								2	49	7	19		4	66	27	184	92	262	216	4	18	77	66	34	23	36	2	1	1189		
<i>Lauria cylindracea</i> (da Costa 1778)	Lcy				8																									8		
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud 1801)	Ggr		1	1	39	1	10	6		41	5	13	5		27							6	2					11	168			
<i>Granania variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva	77	294	65	230	18	130	16	5	14	40	19	5	5	43	5				10	15	3		2			1	6	1003			
<i>Solatopaea similis</i> (Bruguière 1792)	Sai				2		4				2				14							1								23		
<i>Abdita secalis</i> (Draparnaud 1801)	Ase	1			1																									2		
<i>Chondrina avenacea</i> (Bruguière 1792)	Cav				1																									1		
<i>Pupilla muscorum bigranata</i> (Linné 1778)	Pmb	3	20				3																						1	27		
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	17	204	7	318	80	2			244			3	166	162	59	11	184		12	74	1295	8	42		9	36	5	2938			
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl	23	3		460	54	73	102	5	48	73				2		1	3	384	103	18	42		14	13	19	5	2	1447			
<i>Vallonia emiensis</i> (Müller 1774)	Vem				199	260	13	93		90	91	41		2	622	37	278	35	26				9		14	13	19	5	2	1799		
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac						3										1	1												1	134	
<i>Columella edentula</i> (Draparnaud 1805)	Ced																													1	134	
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca	11	23	1	16	21	4	3					4	35	142	1	11					7	4	1				4	288			
<i>Vertigo antvertigo</i> (Draparnaud 1801)	Van	3	1		60		16	2	118			125	4	9	63	37	74			2	47	6	8	22				9	606			
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy	25	1	1	25	68	9		1	13	43			4	76	9	3	13	63	16	1	1	13					4	9	389		
<i>Vertigo moulinsiana</i> (Dupuy 1849)	Vmo									2	1				1		14		3	2		2	3	8						36		
<i>Vertigo angustior</i> Jeffreys 1850	Vea					13										7	8														33	
<i>Chondula tridens</i> (Müller 1774)	Cht																														13	
<i>Jamnia quadridens</i> (Müller 1774)	Jau	12	36	2	8	3	3																								69	
<i>Mergera obscura</i> (Müller 1774)	Mob						1								2	1			13		3	1					1	1		43		
<i>Macrogastra plicatula</i> (Draparnaud 1801)	Mpl																														15	
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru	1			1																										81	
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob	12			12	2		6							3																36	
<i>Cyrtoma elegans</i> (Risso 1826)	Cel	3			7	7		6		19	3	2		1	31	6	53	5	4	17	5	40	2	10	1		12	4	3	241		
<i>Trochilella haioidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha														2																8	
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy	3	4	7	199	88	38	14			32	3	4		99	48	99	18	35	47	4	3	7	4	2					762		
<i>Zonitoides nitidus</i> (Müller 1774)	Zni				6	2				34	1	28	5		23	6	92	22	55	43		14	21	31	4	30	20	4		441		
<i>Euconulus fulvus</i> (Müller 1774)	Efl	15			1	59	31	10	7	1					6	4	8		6	17	1	5	1							201		
<i>Phenacolimna major</i> (Férussac 1807)	Pma																19	14	90	10	4	28	9	13	12	12	11	1		223		
<i>Vitrea narbonensis</i> (Clessin 1877)	Vna				1																										1	
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn	15	6	3	296	18	37	4			32	6			36	20	7	93	69	5	6	16	51	2	28	3	59	2	1	815		
<i>Risipolita hammonis</i> (Strom 1765)	Rha																						16			2	15				40	
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr																														1	37
<i>Oxychilus hydratatus</i> (Rossmässler 1838)	Ohy																														66	317
<i>Oxychilus allianus</i> (Müller 1822)	Oal																														2	159
<i>Limacelles</i>	Lim	11	9	13	47	56	20	11	18	52	37	51	15	5		35	13	9	22	12	17	3	33							508		
<i>Helicodonta abovoluta</i> (Müller 1774)	Hob																															51
<i>Monacha cartusiana</i> (Müller 1803)	Mca	9			2	8	13				17																				1	745
<i>Monacha cantiana</i> (Montagu 1805)	Mcn														26	88	39	7	185	81	20	8	28	1	121	1	6	64	70	745		
<i>Monacha</i> ssp.	Msp							1																								1
<i>Trochoidea geyeri</i> (Soos 1926)	Tge	2	12																													14
<i>Trichia hispida</i> (Linné 1758)	Thi																															426
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cun	8			1	11		1							6	261	22	6	21												1536	
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer 1850)	Cgl																															132
<i>Xerosia cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce				1																											6
<i>Helicigona lapicida</i> (Linné 1758)	Hla															2																2
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm				10	1	1				5				9	12	13	6	45	11	1	6	5	2	3	3	8	12	3		156	
<i>Pisidium</i> sp.	Psp				10	8	1				5	1	2		12	7	7	59	4	1	1			14	1	5					139	
<i>Radix peregra</i> (Müller 1774)	Rpe														1	5								1	3						12	
<i>Radix ovata</i> (Draparnaud 1805)	Rov																															2
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr	3	1		114	62		86	8	164	11	53		9	126	10	77	4	18	9	3	13	22	6	5	13	21	1	5	844		
<i>Ancylus fluviatilis</i> (Müller 1774)	Afl										7				1	7																15
<i>Hauffenia</i> sp.	Hsp										4				16	71	38	30	25	64	36	47	80	54	20						486	
<i>Bythospeum</i> sp.	Bsp				1						2	6	4	1	34	50	26	10			1	2	1	1							139	
<i>Bythinia tentaculata</i> (Linné 1758)	Byt																															10
<i>Motestieria</i> sp.	Mos																															98
Total		277	850	111	2342	832	397	393	44	835	731	456	42	85	1797	1726	1554	561	1850	855	354	483	2014	265	1080	191	458	687	637	21907		
Nombre d'espèces par échantillon		22	17	14	33	24	23	17	8	14	24	18	8	16	33	28	31	26	29	25	28	34	38	23	31	13	23	29	28			
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	118	44	7	170	14	13	3		134	6	4	74	316	202	48	57	240	381	578	198	437	686	590	4	557	744	303		5928		
Opercules de <i>Fornatis elegans</i>	Ope	3	108	3	4		3			8					1	285	22	25	3	1	6	2	52	1	5		14	5	1		552	
Ostracodes	Ost		</																													

Annexe 35 : Données préliminaires de l'analyse anthracologique de la séquence du Mirail (La Motte d'Aigues, Vaucluse), d'après Beauvais et Cazorla, 2002

	Dates	Quercus fc	Quercus sp.	Salicacées	cf Salix	Fraxinus	Pinus sp.	P. halep	P. t. sylv	Juniperus	cf Rosmarinus	Ligustrum	Phillyrea	Monocot.	indétermA	nombre
16c																
16b		1	4					2	1	1					4	13
16a																
15																
14	4536±56 BP															
13c																
13b						18						1			1	20
13a																
12e"																
12e'				5			1			6						12
12d			2												4	6
12b						6		1	2						1	10
12a																
11b	4737±47 BP		1							2					1	4
11a			5							1					2	8
10e																
10d																
10abc																
10		1							8						1	10
9		4			3											7
8d																
8c		1												19		20
8b	6550±95	4								2		1	2	3	1	13
7																
6																
4																
3		4	2		21							2			1	30
2b	7775±65 BP	20														20
2a		5	1								1				3	10

Total : 183

Annexe 36 : Données malacologiques du site du Mourre de la Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône)

Espèces	Abréviations	MB 1	MB 2	MB 3	MB 4a	MB 5	MB 6a	MB 6b	MB 7	MB 8	MB 9	MB 10	MB 11	MB 12	MB 13	MB 14a	MB 14b	MB 14c	MB 15a	MB 15b	MB 15c	MB 16	Totaux
<i>Pomatias elegans</i> (Müller 1774)	Pel	18	6	2	1	5	2	8	36	40	20	43	22	19	1	4	10	4	11	17	26	30	325
<i>Carychium minimum</i> (Müller 1774)	Cmi													2	2								4
<i>Cochlicopa lubrica</i> agg. (Müller 1774)	Clu								3					1									4
<i>Lauria cylindracea</i> (de Costa 1778)	Lcy	54	33	26			4		12	5		5											139
<i>Granaria variabilis</i> (Draparnaud 1801)	Gva	17				1		1	9	30	15	52	36	15	7	1	15	2	79	27	116	375	798
<i>Solatopua similis</i> (Bruquière 1792)	Ssi	1002	380	124	18	76	83	359	1722	470	375	3034	761	331	64	83	290	84	250	212	347	1200	11265
<i>Chondrina avenacea</i> (Bruquière 1792)	Cav	48	23	2	2	1		47	285	155	65	509	135	106	10	19	60	11	258	108	139	918	2901
<i>Pupilla muscorum biganata</i> (Linné 1778)	Pmb																						12
<i>Pyramidula rupestris</i> (Draparnaud 1801)	Pru	509	159	80	3	8	2	17	21	20		125	19	10			4	23	17	17	135	1177	
<i>Vallonia costata</i> (Müller 1774)	Vco	6										5											11
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller 1774)	Vpl											1	2	2				1	1				7
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller 1774)	Aac	12	8			6	1		6	5		31	4				5		1		4		84
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi 1833)	Tca	284	22		4	6		11	15	10		51	39	12	4		10	6	20	14	8	126	642
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud 1801)	Vpy											2			2								4
<i>Jamnia quadridens</i> (Müller 1774)	Jau						1		5			2	3						10	1	4	33	89
<i>Merdigera obscura</i> (Müller 1774)	Mob	2										4	3							2		3	14
<i>Cochlodina laminata</i> (Montagu 1803)	Cla			1				3															7
<i>Charpentieria itala</i> (Martens 1824)	Cit	13	3	2																			18
<i>Macrogastra plicatula</i> (Draparnaud 1801)	Mpl																				1		1
<i>Clausilia bidentata</i> (Ström 1785)	Cbi	17	7				1		9	5		15	8	3		2	5	1	3		6	12	94
<i>Clausilia rugosa</i> (Draparnaud 1801)	Cru	85	43	6		12	5	2	33	25	15	18	15	3					3				265
<i>Succinea oblonga</i> (Draparnaud 1801)	Sob			2																			2
<i>Oxyloma elegans</i> (Risso 1828)	Oel																	2		2			5
<i>Testacella halioidea</i> (Draparnaud 1801)	Tha	3								5		2											10
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud 1801)	Ppy	120	34	50	4	10	4	18	24	10	5	57	27	6	2		5	2	8	14	6	108	514
<i>Discus rotundatus</i> (Müller 1774)	Dro	3	1	10		3	1	1	6	15		7	7	2			5		1		2		64
<i>Eucornulus fulvus</i> (Müller 1774)	Efl											1					5						6
<i>Phenacolimax major</i> (Férussac 1807)	Pma																					6	6
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund 1871)	Vcn	79	9			3				5		18	4	3					2				126
<i>Oxychilus draparnaudi</i> (Beck 1837)	Odr	43	10			3	1	2	33	10	5	71	19	4		1	5				1	6	215
<i>Limacelles</i>	Lim	30	6	1		2	1	2	18	10		24	18	4			10	1	7	1	6	12	153
<i>Helicodonta obvoluta</i> (Müller 1774)	Hob	8	7	4		4	2	1	36	30	5	27	17	3		1			2		1		148
<i>Trochoidea pyramidata</i> (Draparnaud 1805)	Tpy													1									1
<i>Cardidula unifasciata</i> (Poiret 1801)	Cuf	2		1		1	1	2	18	5	35	15	15	10		2	15	3	3	3	6	3	140
<i>Urticicola glabellus</i> (Draparnaud 1801)	Ugl	83	30	3	2	4		11	132	15	10	117	35	8		2		6	8	3	12	36	517
<i>Xerossecta cespitum</i> (Draparnaud 1801)	Xce	4							9					4									17
<i>Helicigona lapicida</i> (Linné 1758)	Hla		3	1		1	1	1	12	15	5	6	4						1	1	1		52
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linné 1758)	Cnm	5	1	1		1	2	1	3	10	10	26	10	5		1	5			1	2	9	93
<i>Cryptomphalus aspersus</i> (Müller 1774)	Cas	1									1												2
<i>Stagnicola palustris</i> (Müller 1774)	Spa												1										2
<i>Bythiospeum</i> sp.	Bsp																		2	12	13		27
<i>Galba truncatula</i> (Müller 1774)	Gtr											1											1
<i>Pisidium</i> sp.	Psp											1											1
Totaux		2448	785	316	34	147	112	484	2445	900	566	4275	1209	548	94	124	445	127	693	437	717	3027	19933
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller 1774)	Cac	62	6				4	4	4	6		10	16						2		4	42	162
Opercules de <i>Pomatias elegans</i>	Ope								2	6	15	10	38	9	11		1	15	1	3	5	20	139
Coquilles brûlées								90	51	20	85	711	145	90	43	52	95	73	36	31	74	288	1884
Artefacts																							
Céramique (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)								2	2	2	3	2	3	2	4	4	4	3	2	3	2	0	
Charbons (très abondant : 4 ; abondant : 3 ; peu abondant : 2 ; très peu abondant : 1 ; absence : 0)								4	3	3	3	2	3	2	1	1	2	1	2	2	3	1	
Silex (présence : 1 ; absence : 0)								0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
Coquilles marines (présence : 1 ; absence : 0)								0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
Os (présence : 1 ; absence : 0)								1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Déterminations de Frédéric Magnin

**Annexe 37 : Relevé actuel qualitatif à proximité du site de la grotte du Mourre de la
Barque (Jouques, Bouches-du-Rhône)**

Sur les parois de l'escarpement rocheux, sur le lichen :

<i>Solatopupa similis</i>	vivants	+++
<i>Pyramidula rupestris</i>	vivants	+++
<i>Chondrina avenacea</i>	vivants	++
<i>Clausilia rugosa</i>	vivants	++

Dans la litière de la forêt (chêne vert, buis, houx et lierre) :

<i>Urticicola glabellus</i>	frais et vieux	+++
<i>Helicodonta obvoluta</i>	vivants, frais et vieux	+++
<i>Punctum pygmaeum</i>	vivants, frais et vieux	+++
<i>Discus rotundatus</i>	frais	++
<i>Helicigona lapicida</i>	vivants, frais et vieux	++
<i>Pomatias elegans</i>	vivants, frais et vieux	++
<i>Truncatellina callicratis</i>	vivants, frais et vieux	++
<i>Solatopupa similis</i>	vivants, frais et vieux	++
<i>Lauria cylindracea</i>	frais et vieux	+
<i>Charpentieria itala</i> ou <i>Cochlodina laminata</i>	frais et vieux	+
<i>Zonites algirus</i>	frais et vieux	+
<i>Cryptomphalus aspersus</i>	frais et vieux	+
<i>Clausilia rugosa</i>	frais et vieux	+
<i>Acanthinula aculeata</i>	frais et vieux	+
<i>Pyramidula rupestris</i>	vivants, frais et vieux	+
<i>Vitrea contracta</i>	frais et vieux	+
<i>Oxychilus draparnaudi</i>	frais et vieux	+
<i>Cepaea nemoralis</i>	vieux	+
<i>Merdigera obscura</i>	frais	
<i>Ciliella ciliata</i>	frais	
<i>Xerosecta cespitum</i>	vieux	
<i>Hygromia cinctella</i>	vieux	
<i>Cecilioides acicula</i>	vieux	

Résumé

L'anthropisation est souvent considérée de manière schématique dans les études paléoenvironnementales portant sur l'Holocène. On note plusieurs contradictions, notamment pour le domaine méditerranéen : une forte densité de sites archéologiques et un impact humain réversible et modéré au moins jusqu'à l'Antiquité ; une inadéquation entre la simplicité des modèles paléoécologiques et la complexité des écosystèmes actuels. Afin de mieux caractériser cette anthropisation à l'Holocène dans le Sud de la France (où elle est ancienne et où la végétation est très réactive aux perturbations), l'outil choisi est les gastéropodes terrestres : ils sont en théorie de bons indicateurs de l'anthropisation, car ils sont dépendants de la structure des formations végétales et du paysage, sur laquelle l'influence de l'homme, agriculteur et pasteur, est prédominante. La fiabilité des assemblages malacologiques pour reconstituer l'anthropisation a d'abord été testée dans l'actuel : 1) du point de vue spatial, ils ont une faible résolution, qui permet d'enregistrer les variations locales de l'environnement, et ils caractérisent finement les modifications du couvert végétal ; 2) du point de vue temporel, ils enregistrent correctement les perturbations anthropiques ; une fois enfouis, les assemblages malacologiques sont bien stratifiés dans le sol. A l'Holocène, ils montrent que les paysages de Provence calcaire et du Languedoc oriental sont précocement influencés par l'action de l'homme. Les variations locales liées à des gestions du paysage originales d'un site à l'autre prennent le pas sur une évolution plus linéaire. L'homme est également largement responsable de l'expansion des espèces méditerranéennes. En revanche, les gastéropodes terrestres ne sont pas pertinents pour déceler les variations climatiques de l'Holocène dont l'impact en terme de modification de la structure des formations végétales est plus modeste que celui de l'anthropisation.

Mots clés : anthropisation, gastéropodes terrestres, Holocène, domaine méditerranéen français, archéologie

CHARACTERIZATION OF HUMAN IMPACT DURING THE HOLOCENE IN PROVENCE AND EASTERN LANGUEDOC, BY TERRESTRIAL MOLLUSCS

Abstract

Human impact is often over-simplified in paleoenvironmental studies related to the Holocene period. Several contradictions can be highlighted in the Mediterranean area. For instance: a great density of archaeological sites on one hand and a reversible and moderate human impact at least until Antiquity on another hand; or a discrepancy between simple paleoecological models and complex current ecosystems. In order to better characterize this human impact during the Holocene period in southern France (where human impact is ancient and vegetation very sensitive to disturbances), the indicator chosen for this study is land snail assemblages. Land-snails are theoretically good indicators of human impact because they are dependent on the structure of vegetation and landscape, both of which are affected by human activities (farming and pasture). The reliability of land snail assemblages to reconstruct human impact was tested by the observation of current landscapes: 1) on a spatial scale, assemblages have a fine resolution and they precisely characterize vegetation changes. It is thus possible to record local environmental variations; 2) on a temporal scale, they correctly record human disturbances; the buried land snail assemblages are well stratified in soil. They show that, during the Holocene, the landscapes of calcareous Provence and Eastern Languedoc were influenced early by human impact. The local variations related to particular land-use changes from one site to another are more important than the linear change in landscape structure. Human presence is also largely responsible for expansion of Mediterranean species. Land snails are not relevant to detect climatic variations during the Holocene period because climatic impacts on vegetation structure are smaller than those related to human activities.

Keywords : human impact, land snails, Holocene, French Mediterranean area, archaeology

Discipline : Environnement et archéologie

IMEP - Institut Méditerranéen d'Ecologie et de Paléoécologie (UMR 6116) - Bâtiment Villemin, Domaine du Petit Arbois, BP 80, 13545 Aix-en-Provence cedex 04