

Photo : Parf



LES TRAVERTINS DU SUD LUBERON :

DE LONGUES SÉQUENCES SÉDIMENTAIRES POSTGLACIAIRES

Vincent OLLIVIER¹ et ², Jean-Louis GUENDON¹, André MÜLLER¹ et ³ et Sophie MARTIN²

Résumé :

Les séquences travertineuses du piémont méridional du Grand Luberon, en cours d'étude, délivrent des données nouvelles sur plus de 12 000 ans d'évolution du paysage luberonnais et dans la compréhension des relations complexes entre l'Homme et le milieu « naturel ». L'extrême sensibilité de ces systèmes carbonatés, par rapport aux conditions environnementales locales et extra-régionales (climat, occupations humaines), en fait des enregistreurs privilégiés de haute résolution permettant de saisir au mieux les changements de dynamique morphogéniques ayant cours au postglaciaire et instaure les bases de nouvelles pistes de réflexion.

Mots-clés : travertins, Postglaciaire, Holocène, géoarchéologie, paléoécologie, rythmes morphosédimentaires.

Abstract :

South Luberon massif travertines : long postglacial sedimentary sequences

New important Holocene data are displayed from the travertine sequences of the Grand Luberon meridional. These data give new information on landscape evolution of the Luberon area and on the complex relations between Man and his natural environment.

These carbonates are very sensitive on environmental climatic and anthropic variations at local and regional scales. Therefore, they provide high resolution record of post-glacial morphogenic dynamics which settle the basis for new hypotheses.

Keywords : travertines, Postglacial, Holocene, geoarcheology, paleoecology, morphosedimentary rhythms.

1. ESEP, UMR 6636, MMSH, BP 647, 5 rue du Château de l'Horloge, 13094 Aix en Provence Cedex 2

2. IMEP, UMR 6116, Bâtiment Villemain, Domaine du Petit Arbois, Avenue Philibert, BP 80 CEREGE, 13545 Aix en Provence Cedex 04

3. Service Régional de l'Archéologie, 21-23 Bd du Roi René, 13100 Aix en Provence.

INTRODUCTION

La définition des grandes tendances évolutives des environnements postglaciaires fait principalement appel aux analyses géomorphologiques, aux lectures stratigraphiques et aux contextes bioclimatiques ce qui nécessite des archives sédimentaires de qualité contenant charbons de bois, gastéropodes fossiles (malacofaunes) et pollens notamment. L'étude des relations homme/milieu fonctionne selon une approche croisée impliquant archéologie et géomorphologie (on pourra parler de géoarchéologie). La proximité de sites archéologiques et d'un environnement suffisamment riche en archives sédimentaires et paléo-écologiques est un avantage certain mais non systématique.

Les travertins (formations carbonatées d'origine physico-chimique et biochimique, [Ollivier, 2002]) du piémont méridional du Grand Luberon, majoritairement localisés sur la commune de Peypin-d'Aigues, regroupent l'ensemble de ces différents marqueurs paléoenvironnementaux. L'originalité des faciès rencontrés, alternant entre craies et ensembles construits, révèle une succession d'environnements dont le rythme et la dynamique sont différents (passage de phases à caractère palustre prédominant à des épisodes typiquement alluviaux). Les interactions entre fluctuations paléohydrologiques, morphogéniques et climatiques, reliées aux occupations humaines pluri-millénaires, ont engendré une véritable émulation interdisciplinaire permettant de réfléchir à la question de la sensibilité des systèmes travertineux par rapport aux changements environnementaux au sens large.

I. Les formations travertineuses des ravins du Loup, des Hermitans et du Mirail

Ces trois formations distantes d'environ 2,5 kilomètres les unes des autres, se développent à une altitude moyenne de 400 mètres. Elles sont générées par de petites exurgences karstiques aux eaux chargées en

carbonates. Ces sources s'organisent à proximité du réseau de failles/front de chevauchement qui influence pour partie, en collaboration avec la variabilité des lithofaciès, les morphologies et le drainage du piémont.

Les séquences étudiées dans les ravins du Mirail, des Hermitans (Peypin-d'Aigues) et du Loup (Cabrières-d'Aigues) s'étalent globalement sur une période de 12 000 ans. La base des remblaiements est majoritairement détritique (limons sableux hydro-morphes et passées caillouteuses), puis les phénomènes de carbonatation se généralisent en débutant par des ensembles crayeux (composante majeure des formations) qui alternent dans le temps, à partir de la deuxième moitié du Postglaciaire, avec des faciès bien construits aux morphologies variées (vasques, barrages ou banquettes, incrustations dans des roselières, etc.).

I.1. Premières phases de carbonatation dans le ravin du Loup?

Dans l'état actuel des recherches, le ravin du Loup semble contenir les premiers instants de fonctionnement des systèmes carbonatés du Luberon dès le Tardiglaciaire, dans un contexte à forte connotation détritique (Fig. n°1). La base de la formation repose sur un niveau sablo-limoneux renfermant des lentilles tourbeuses et des bois fossiles dont un tronc de type *Pinus sylvestris* daté à $12\,900 \pm 60$ BP ($13\,984$ à $12\,535$ cal. BC)¹, surmonté d'une nappe détritique caillouteuse. Les faciès travertineux sus-jacents, datés sur charbon à $11\,650 \pm 60$ BP ($12\,044$ à $11\,450$ cal. BC), sont exclusivement crayeux à sableux et entrecoupés, par contact ravinant, de plusieurs niveaux caillouteux. Aucune construction travertineuse ne s'est mise en place et aucun indice d'occupation humaine dans ce contexte au demeurant favorable, n'a pour l'instant été mis en évidence.

1. BP : « Before Present », par convention « avant 1950 ».

cal. = « Calibrée », correction sur les incertitudes liées à la méthode de datation radiométrique par le Carbone 14 (voir : Evin et al., 1998).

BC : « Before Christ » = Avant Jésus-Christ.

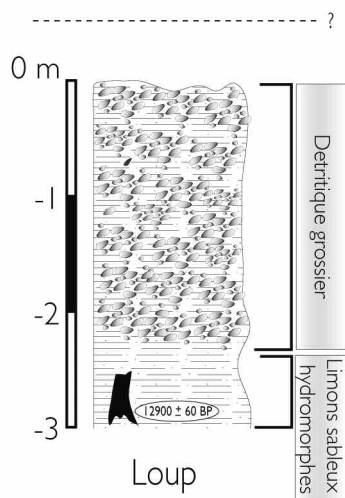
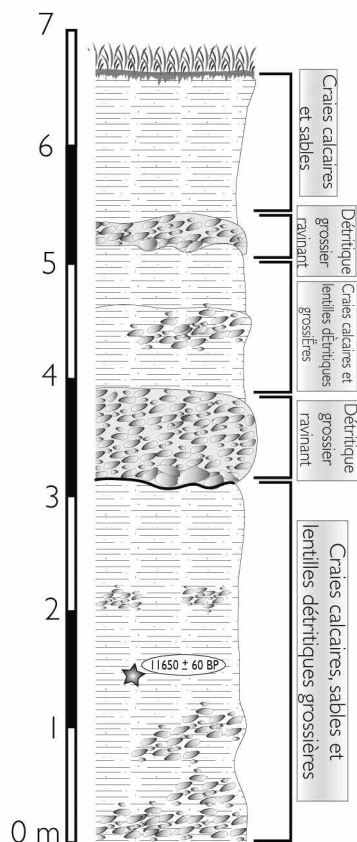


Fig. 1 : coupe stratigraphique tardiglaciaire, formation travertineuse du ravin du Loup (Cabrières d'Aigues).

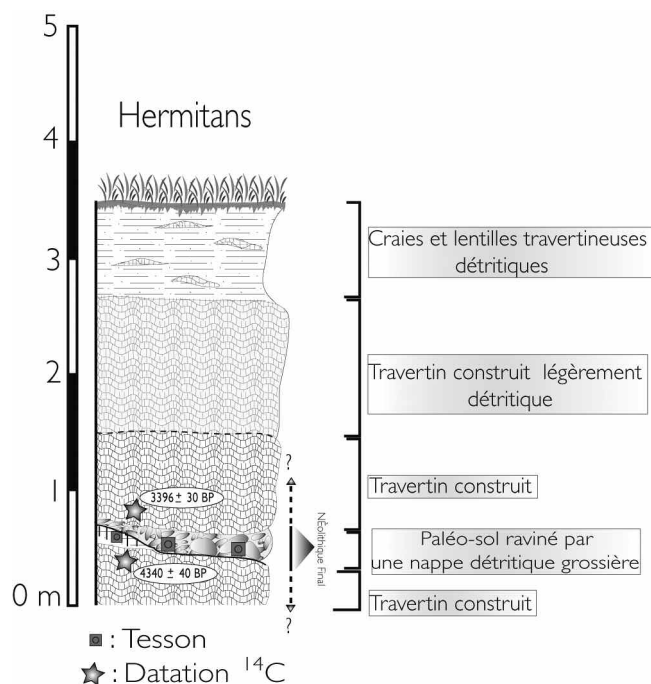


Fig. 2 : coupe stratigraphique holocène, formation travertineuse des Hermitans (Peypin d'Aigues).

1.2. Les Hermitans et le Mirail : des formations aux caractéristiques communes

La séquence des Hermitans (Fig. n° 2) en cours d'étude débute par une importante sédimentation crayeuse, souvent détritique (passées sableuses et caillouteuses) qui laisse la place, après une phase d'incision (qui reste à caler chronologiquement), à un travertin construit très induré à fort développement vertical. Une période de pédogenèse postérieure à $4\,340 \pm 40$ BP ($3\,030$ à $2\,884$ cal. BC), localisée dans la dernière partie de la coupe stratigraphique et associée à un abondant mobilier archéologique du Néolithique final, marque une pose dans l'accumulation travertineuse. Par la suite cet ensemble est raviné. Une décharge détritique grossière remaniant de nombreux tessons de céramique s'installe alors. Au sein de cette dynamique, les incrustations de carbonate de calcium reprennent pour aboutir à l'élaboration d'un puissant banc de travertins de 2 mètres de puissance dont la base est datée à $3\,396 \pm 30$ BP ($1\,769$ à $1\,605$ cal. BC).

La dernière partie de la séquence est constituée d'un niveau crayeux ponctué de lentilles travertineuses plus ou moins détritiques.

La formation travertineuse du ravin du Mirail (Fig. n° 3) reste la mieux étudiée. Elle débute par des faciès crayeux, des sols hydromorphes dont un premier daté à 7775 ±65 BP (6630 à 6457 cal. BC) et des décharges détritiques grossières (cailloutis calcaire hétérométrique) à relier à de brefs épisodes de crues. En milieu de coupe, des faciès un peu plus carbonatés déposés entre 6550 ±95 BP (5636 à 5322 cal. BC), 6830 ±40 BP (5791 à 5657 cal. BC) et 4737 ±47 BP (3638 à 3498 cal. BC) sont entrecoupés d'une passée caillouteuse. A cet ensemble succèdent plusieurs niveaux construits accompagnés des premiers artefacts (tessons, etc.) attribués au Néolithique final et d'un niveau d'occupation daté à 4536 ±56 BP (3372 à 3082 cal. BC). Une nappe détritique grossière contenant des vestiges archéologiques néolithiques (tessons, charbons, ossements, etc.), scellée par un travertin au faciès stromatolithique daté à 3995 ±35 BP (2583 à 2456 cal. BC) se dépose au sein d'une paléotopographie incisée (talweg) rapidement colmatée par des niveaux crayeux vers 3790 ±35 BP (2314 à 2134 cal BC). Enfin, la partie terminale de la séquence est composée par une nappe ravinante limono-crayeuse remaniant un mobilier de l'Antiquité tardive, surmontée d'un travertin construit stromatolithique de plusieurs décimètres d'épaisseur.

L'ensemble de ces séquences postglaciaires matérialise une bipartition amont/aval au sein du dispositif hydrosédimentaire du Grand Luberon. Les dépôts détritiques qui s'articulent majoritairement dans les sections amonts et avals des ravins par rapport aux sources karstiques, sont emboîtés ou étagés en contrebas des formations pléistocènes (glacis d'accumulation). Ils s'organisent du Tardiglaciaire à l'Antiquité tardive et adoptent fréquemment des faciès caillouteux (gélifracfs remaniés des nappes plus anciennes élaborées lors des phases froides) ou limono-sableux. Les formations travertineuses localisées au débouché des exurgences occupent les parties médianes des trois vallons étudiés.

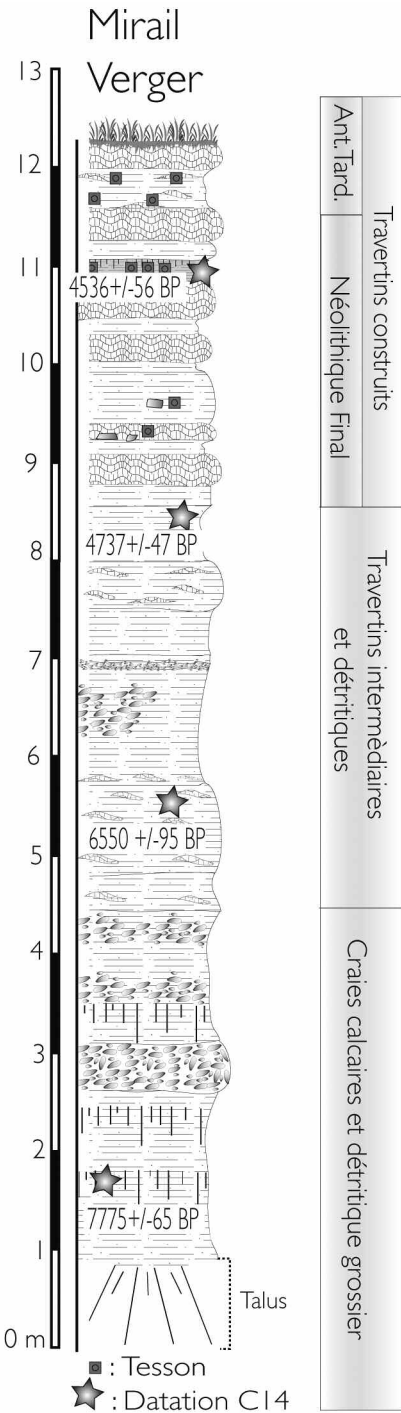


Fig. 3 : coupe stratigraphique tardiglaciaire, formation travertineuse du ravin du Loup (Cabrières d'Aigues).

II. Les dynamiques morphosédimentaires : constatations

Dans les différents ravins, plusieurs coupes stratigraphiques orientées selon des axes longitudinaux et transversaux par rapport au talweg actuel, permettent d'identifier une certaine rythmicité dans le développement et le fonctionnement des systèmes carbonatés locaux (Fig. n°4).

II.1. Chronologie d'évolution préliminaire des séquences travertineuses du Luberon

Les travaux récemment réalisés ont délivré de nouvelles données sur l'organisation chronologique et sédimentaire des formations. Trois stades principaux d'évolution peuvent être distingués (Fig. n°1, n°2, n°3 et n°4) :

- Du Tardiglaciaire (Alleröd, 11 650 $\pm$ 60 BP, 12 044 à 11 450 cal. BC) à la charnière Atlantique/Subboréal (4 737 $\pm$ 47 BP, 3 638 à 3 498 cal. BC) une première période de sédimentation crayeuse en contexte palustre (parfois légèrement alluvial) caractérise un milieu à faible hydrodynamisme général. Plusieurs épisodes de pédogenèse (sols hydromorphes) soulignent cet aspect (principalement dans le Mirail), parfois entrecoupés de nappes caillouteuses (correspondant à de brefs épisodes de crues) qui n'incisent pas les dépôts crayeux et ne modifient pas le type de sédimentation travertineuse.

- Une deuxième phase, où se développent des faciès construits en alternance avec des niveaux crayeux, s'organise du Subboréal à l'Antiquité tardive (d'après les

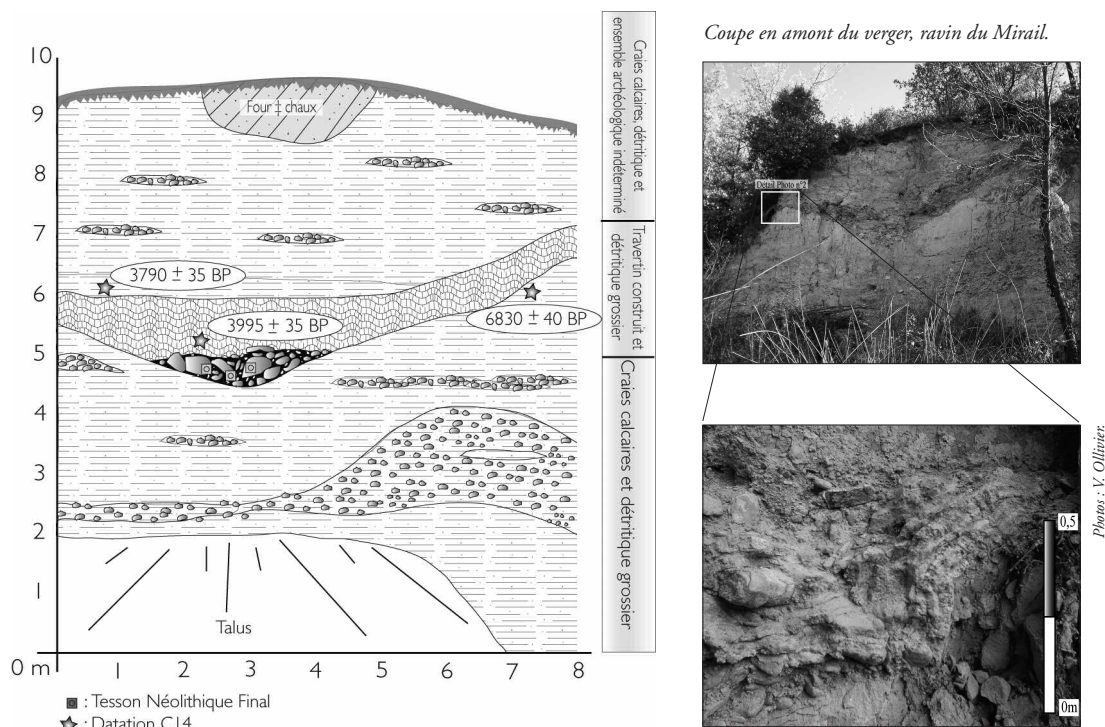


Fig. 4 : séquence travertineuse holocène en amont du Verger, ravin du Mirail, fluctuations hydro-sédimentaires et alternances de faciès travertineux.

datations radiocarbones réalisées et l'étude du mobilier archéologique). La sédimentation travertineuse y est relativement perturbée, entrecoupée de façon discontinue par de petites incisions. Seuls quelques sols bien développés, correspondant à des niveaux d'occupation du néolithique final (datés entre 4 536 $\pm$ 56 BP ; 3 372 à 3 082 cal. BC) et de l'Âge du Bronze (3 396 $\pm$ 30 BP, 1 769 à 1 605 cal. BC), indiquent de courtes périodes de « stabilité morphogénique » locale (migrations latérales du chenal principal ou accalmies plus générales?).

- Une troisième et dernière étape, correspond au démantèlement des édifices lors d'une ultime phase d'incision linéaire des talwegs. De nombreux indices archéologiques (organisation et localisation de certaines structures « récentes ») et géomorphologiques (géométrie des dépôts, datation des nappes alluviales, etc.) situent cette incision aux environs du Petit Âge glaciaire voire, de l'époque moderne (Ollivier *et al.*, 2004).

II.2. Vers une origine morphodynamique des changements de faciès au sein des séquences travertineuses

Sur de nombreuses coupes stratigraphiques, et particulièrement au Mirail (Fig. n°4), on observe que les faciès travertineux construits apparaissent presque immédiatement à la suite d'une incision de quelques mètres dans les dépôts crayeux sous jacents. L'organisation séquentielle de cette rupture dans le rythme de sédimentation commence par une petite incision à laquelle succède rapidement une phase de remblaiement. Cette dernière débute par une décharge détritique grossière remaniant du mobilier archéologique daté du Néolithique final (molette, céramique, os, corne de bovidé, charbons de bois, etc.). Le travertin construit se met en place de façon discrète avec le détritisme (quelques encroûtements sur galets) puis se développe amplement par la suite selon un faciès plus pur bien induré, le plus souvent stromatolithique. Au comblement rapide du chenal par accumulation de la construction carbonatée succède progressivement (engorgement du système?), une sédimentation crayeuse.

Plusieurs ruptures de ce type se produisent dans de nombreuses formations travertineuses locales, du

Néolithique final *lato sensu* à l'Antiquité tardive selon la même succession de dynamique et de faciès (incision, détritisme, travertin construit, craies). Cette constatation indique qu'il ne s'agit pas d'un épiphénomène et permet de proposer une réflexion sur l'interdépendance entre mode de travertinisation et conditions hydrodynamiques de dépôt. Les faciès crayeux seraient inféodés à une période de calme hydrologique relatif en domaine palustre. La construction carbonatée qui suit les périodes de brèves incisions répondrait quant à elle à une phase d'hydrodynamisme maximum. Ces variations dans le type même de carbonatation apparaissent donc liées à l'alternance entre périodes d'accumulation et petites phases d'incisions qui accélèrent la pente et favorisent le brassage des eaux (motivant les processus chimiques et biochimiques responsables de la construction des édifices travertineux).

III. Les données paléoécologiques délivrées par la malacologie et l'anthracologie

Afin d'identifier précisément l'évolution du contexte paléoenvironnemental de la formation du Mirail (au lieu-dit du Verger) des analyses anthracologiques (étude des charbons de bois piégés dans les sédiments) et surtout malacologiques (étude des gastéropodes fossiles contenus dans la stratigraphie) ont été réalisées (Fig. n°5). Toutes deux mettent en évidence l'influence probable des premières occupations du site (au Néolithique final) sur l'évolution du système travertineux et de son environnement biologique.

Les analyses malacologiques (Fig. n°5 [Martin, 2004]) démontrent au préalable que l'information concernant l'environnement palustre local, lié au contexte travertineux, est largement dominante. Cependant, tant d'un point de vue malacologique (Martin, 2004) qu'anthracologique (Beauvais & Cazorla, 2002), la lecture des courbes de fréquences (Fig. n°3) permet de mettre en évidence plusieurs phases d'ouvertures et de fermeture du milieu. L'analyse continue des différents niveaux indique en premier lieu une forêt ouverte, suivie d'un environnement palustre, de reconquêtes forestières puis de fortes ouvertures du milieu sous l'influence probable des occupations néolithiques.

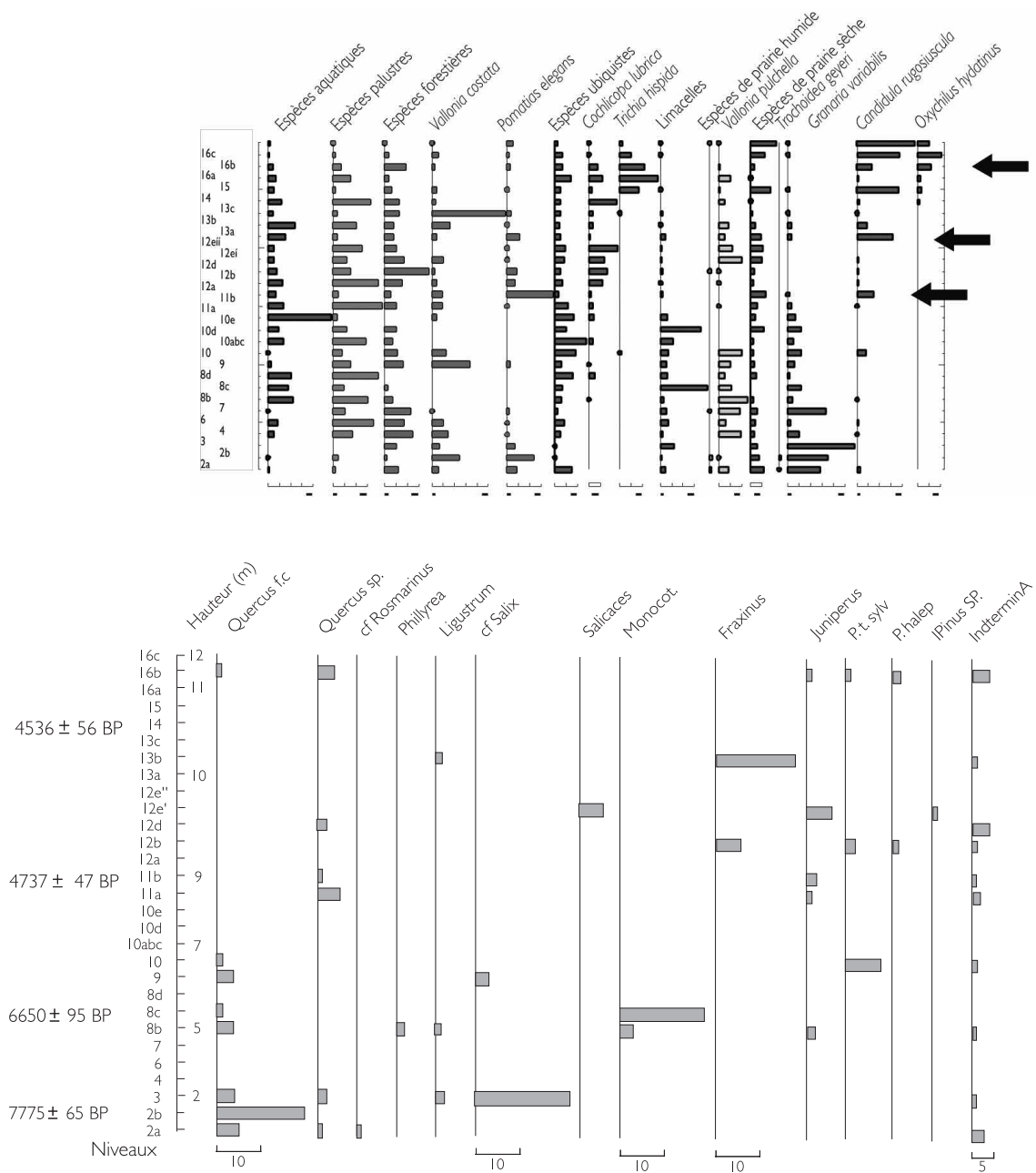
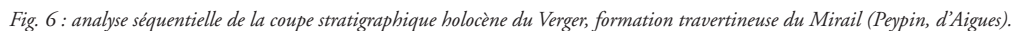


Fig. 5 : diagrammes malacologiques et anthracologiques de la coupe stratigraphique holocène du Verger, formation travertineuse du Mirail (Peypin, d'Aigues).



IV. Les questions posées

Ces différentes analyses conduisent à réfléchir sur les relations étroites entre le développement des systèmes travertineux, les fluctuations climatiques intra-Holocène et les modes d'occupation des sociétés pré-historiques. Du Tardiglaciaire à la deuxième moitié de l'Holocène, les dynamiques sédimentaires (travertin, détritisme, pédogenèse, etc.) sont majoritairement influencées par des variations d'ordre bioclimatique dont le rythme reste encore à déterminer. Dès le Néolithique, l'évolution des séquences travertineuses est de plus en plus perturbée et les faciès se diversifient selon l'alternance entre de petites phases d'incision et la reprise de l'accumulation (Fig. n° 6). Toutefois, ni les apports détritiques ni la présence humaine au Néolithique et à l'Antiquité tardive n'entraînent le dépôt de travertins (Ollivier *et al.*, 2004; Guendon *et al.*, 2003).

Cette conjoncture particulière entre présence humaine locale au Néolithique final, la recrudescence de ruptures dans la sédimentation (petites incisions - décharges détritiques grossières - travertin construit) et ouverture du milieu végétal pose de nombreuses questions :

- Quelle est la chronologie d'apparition de ces différents événements ?
- Quelles sont les relations précises, interdépendantes ou non, entre occupation humaine néolithique, ruptures dans les rythmes de la sédimentation, construction travertineuse et ouvertures du milieu végétal ?
- Enfin, ces fluctuations dans la morphogenèse locale sont-elles d'origine purement climatique ou sous influence climato-anthropique ?

Les recherches en cours pourront apporter plusieurs éléments de réponse, de nombreux résultats sont encore en cours d'exploitation, provenant notamment des datations radiométriques sur l'ensemble des formations travertineuses étudiées.

Néanmoins, l'utilisation des données délivrées par les travertins du sud Luberon, et plus particulièrement celles issues de l'analyse séquentielle des stratigraphies, fournit des informations capitales et inédites sur les

fluctuations des rythmes sédimentaires holocènes.

Plusieurs phases d'incision, jusque-là inconnues, ont pu être mises en évidence principalement pour la période concernant le Néolithique. Ces épisodes ne compromettent pas la tendance longue à l'accumulation travertineuse amorcée dès le Tardiglaciaire et perdurant jusqu'à l'Antiquité tardive, mais soulignent l'antagonisme permanent entre l'intensité du dépôt du CaCO₃ et l'intensité de l'érosion qui régit le développement de ces formations (Bakalowicz, 1988).

Le démantèlement des séquences, vraisemblablement au cours de la période historique voire au Petit Âge glaciaire, s'effectue dans un contexte d'incision linéaire des talwegs qui perdure encore aujourd'hui (Ollivier *et al.*, 2004). Ce renversement de tendance souligne l'importance des effets de seuils (modalités de passage d'un type de fonctionnement à un autre) ainsi que du cumul des facteurs naturels et/ou anthropiques dans le développement puis le démantèlement des systèmes carbonatés.

CONCLUSION

Les différentes données issues des récentes études effectuées sur le piémont méridional du Grand Luberon confirment le caractère exceptionnel de ce site témoin privilégié de l'évolution morphogénique postglaciaire entre haute et basse Provence. De nouvelles dates en cours d'interprétation permettront d'inscrire les recherches dans un cadre chronologique plus important remontant jusqu'à la dernière glaciation würmienne. La possibilité d'une activité travertineuse, principalement crayeuse, effective au cours du Tardiglaciaire et perdurant au-delà de l'Antiquité tardive, constitue une information de première importance dans la compréhension de l'évolution morphogénique régionale et des relations entre occupation humaine, détritisme et travertinisation. Enfin, les résultats originaux provenant de l'utilisation de la stratigraphie séquentielle sur les travertins du Mirail (Fig. n° 6), méthode s'additionnant à l'exploitation de leur capacité de bonne conservation d'archives archéologiques et paléoécologiques, permettent d'envisager le dégagement de nouvelles perspectives sur la base de formations largement étudiées dans et au-delà du domaine méditerranéen.

BIBLIOGRAPHIE

- BAKALOWICZ M., 1988, La formation des travertins : Aspects géochimiques, essai de synthèse et discussion, *Travaux U. A n° 903 du CNRS*, n°XVII, Aix en Provence, pp 261-268.
- BEAUVAIS R. & CAZORLA A., 2002, *Analyse anthracologique préliminaire d'une séquence holocène dans le Grand Luberon (ravin du Mirail, Peypin-d'Aigues, Vaucluse)*, Maîtrise de biologie des populations et des écosystèmes dirigée par Talon B., Université Aix-Marseille III, 34 p.
- EVIN J., LAMBERT G.N., LANGOUËT L., LANOS P. & OBERLIN C., 1998, La datation en laboratoire, Éditions Errance, Paris, 192 p.
- GUENDON J.-L., ALI A.A., ROIRON P., TERRAL J.-F., D'ANNA A., DIAZ DEL OMO F. & BAENA ESCUDERO R., 2003, Les travertins de St Antonin : Séquence géobotanique et climato-anthropique holocène, *Karstologia*, n° 41, pp 1-14.
- MARTIN S., 2004, *Caractérisation de l'anthropisation à l'Holocène en Provence et en Languedoc oriental, par les mollusques terrestres*, Thèse d'archéologie de l'Université Paris I, 428 p.
- OLLIVIER V., 2002, Répartition et nature des formes et formations quaternaires dans le Grand Luberon, *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon*, n° 6, pp. 58-66.
- OLLIVIER V., GUENDON, J.-L., MÜLLER, A., & MARTIN, S., 2004, Les travertins du Mirail (sud Luberon, Vaucluse), témoins des fluctuations morphosédimentaires holocènes ? Actes de la Table ronde en l'honneur de R. Neboit-Guilhot, « *L'érosion entre société, climat et paléoenvironnement* », Clermont-Ferrand, 25-27 mars 2004, Presses universitaires Blaise Pascal, collection « Nature et Sociétés » (sous presse).
- OLLIVIER V., MIRAMONT C. & MÜLLER A., 2004, Le piémont méridional du Grand Luberon : de nouvelles données sur la morphogenèse postglaciaire en Basse Provence, *Méditerranée*, n° 1-2, pp 109-118.