

Photo 1 : la Thomassine, Maison de la Biodiversité, à Manosque. Photo : Vincent Ollivier.

Le tuf calcaire de la Thomassine : paysages et climats du Néolithique ancien dans les collines de Manosque

Vincent OLLIVIER*, Frédéric MAGNIN**, Adam ALI***, Christine BALME**** & Pierre FRAPA****

RÉSUMÉ

Le tuf calcaire de la Thomassine, localisé sur le site même de la Maison de la Biodiversité à Manosque (Alpes-de-Haute-Provence), fait actuellement l'objet d'une étude pluridisciplinaire afin de reconstituer les rythmes de l'évolution du paysage dans le secteur de Manosque. Les analyses géomorphologiques, les datations radiocarbone et l'étude des assemblages de gastéropodes contenus dans les sédiments, permettent de caractériser différentes composantes de l'environnement du Luberon au début du Néolithique, il y a plus de 6500 ans.

Mots-clés: tuf calcaire, Holocène, Néolithique ancien, Paléoenvironnement, Mollusques continentaux.

TITLE

The calcareous tufa of La Thomassine: Early Neolithic landscapes and climates in the Manosque countryside.

ABSTRACT

The Thomassine calcareous tufa, located near the "Biodiversity House" (Manosque, Alpes-de-Haute-Provence), is currently the subject of a multidisciplinary study to reconstruct the rhythms of the landscape changes in the Manosque area. Geomorphological analysis, radiocarbon dating and land snail assemblage studies are used to characterize the various components of the Luberon environment in the Early Neolithic, more than 6,500 years ago.

Keywords: *Tufa, Holocene, Early Neolithic, Palaeoenvironment, Mollusca.*

* Aix Marseille Université, CNRS, MCC, LAMPEA UMR 7269, 13094, Aix-en-Provence, France.

** Aix Marseille Université, CNRS, IMBE UMR 7263, Europôle Méditerranéen de l'Arbois, Aix-en-Provence, France.

*** CNRS UMR 5554, ISEM, Université de Montpellier, Montpellier, France.

**** Parc naturel régional du Luberon, Apt, France.

INTRODUCTION

À Manosque, sur le site de la Thomassine, (Maison de la Biodiversité, propriété de la commune de Manosque, gérée par le Parc naturel régional du Luberon, photo 1), une formation de tufs calcaires repérée par l'un de nous (P. F.) a retenu notre attention du fait de son intérêt potentiel pour l'histoire des environnements du Luberon et du domaine méditerranéen (fig. 1). Les tufs calcaires sont des formations sédimentaires d'origine physico-chimique ou biochimique associées aux systèmes karstiques (par ex. Magnin *et al.*, 1991; Ollivier *et al.*, 2006). Ils se développent fréquemment au débouché de résurgences/exurgences karstiques sous la forme de concrétionnements massifs (édifices), ou libres (tubes, oncolithes, plaques, etc...), et de limons/craies riches en carbonate de calcium. Chacun de ces différents faciès témoigne des variations hydrologiques du passé et/ou du contexte géomorphologique qui lui est associé (Ollivier, 2006). Les formations de tufs calcaires enregistrent leurs principales phases de croissance lors des épisodes climatiques les plus tempérés (en particulier les interglaciaires, Ollivier *et al.*, 2008), et constituent des environnements attractifs pour les sociétés humaines depuis au moins le Néolithique (Vaudour, 1994). Leurs séquences sédimentaires piègent ou fossilisent souvent des restes de végétaux (charbons, empreintes foliaires, pollens) ou de gastéropodes terrestres et aquatiques. L'étude de ces

restes en stratigraphie permet des reconstitutions fines des milieux du passé et de leur évolution en relation avec les changements climatiques et les occupations humaines. Dans le contexte privilégié du Conservatoire de la biodiversité végétale et de la Réserve de biosphère Luberon-Lure, il nous a donc paru important de développer une étude approfondie du tuf calcaire de la Thomassine. Ceci, afin de mieux documenter et comprendre l'origine des variations environnementales (hydrologie, érosion/sédimentation, végétation, climat) ayant affecté notre région depuis plus de 7000 ans. Cet article délivre l'état de nos premiers résultats.

1. CONTEXTE GÉNÉRAL

Localisé dans le Luberon oriental, prolongement de l'anticlinal du Grand Luberon, le tuf de la Thomassine (photo 2) s'inscrit dans un système de petits ravins au régime torrentiel, incisant et drainant le flanc méridional d'un ensemble de petits reliefs (organisés autour du lieu-dit les Tours) culminant à 681 m d'altitude. Dans le détail, la géologie du site (fig. 2) se caractérise par la proximité de l'axe de l'anticlinal de Manosque et du contact entre les niveaux oligocènes g2a (Calcaires de Montfuron, calcaires à plaquettes, marnes grises, grès) et g2b (niveau de Bois-d'Asson, argiles sableuses, grès et rares bancs calcaires). On note également la présence toute proche d'une flexure au sud, recoupée par deux failles. Cette conjonction entre accidents tectoniques, déformation plicative et variabilité lithologique, est certainement favorable à la présence de sources ou de lignes de sources dont l'émergence, sous une forme « d'artésianisme », favorise le dégazage des eaux et la précipitation des carbonates. Spatialement, la formation de tufs calcaires de la Thomassine se développe dans le fond de vallon et sur ses marges, jusque sous le domaine de la Maison de la Biodiversité (fig. 2). Latéralement, elle est recouverte d'une faible couverture colluviale issue des versants tout proches.

2. MÉTHODOLOGIE

Dans cette première étape de notre analyse des tufs calcaires de la Thomassine, nous avons sélectionné trois approches « classiques » complémentaires nous permettant de mieux cerner le potentiel de reconstitution paléoenvironnementale de la formation. Chacune d'entre elle nous apporte successivement des informations sur: 1- l'organisation et la succession dynamique des dépôts sédimentaires sous le

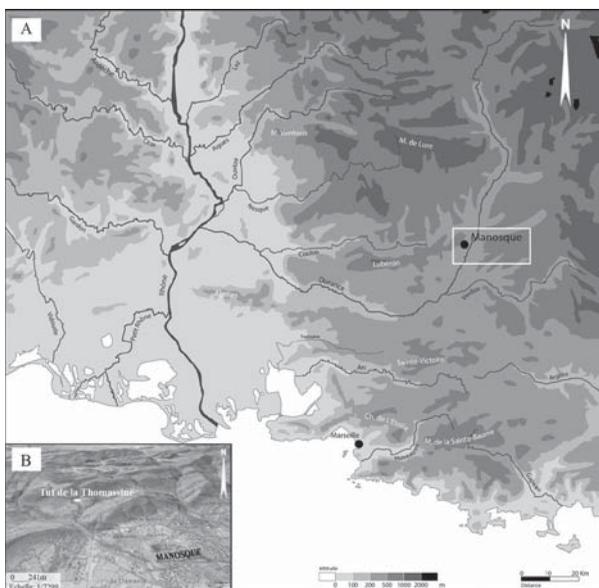


Fig. 1 : carte de localisation régionale du tuf calcaire de la Thomassine.



Photo 2 : la formation de tufs calcaires de la Thomassine. Photo : Vincent Olivier.



Fig. 2 : détail sur le contexte géologique et position de la formation de tuf calcaire par rapport au domaine de la Thomassine. Image Landsat, 2014 GoogleEarth© Digital Globe, 2015.

contrôle des variations hydrologiques et bioclimatiques; 2- l'âge de la formation et la chronologie de sa mise en place; 3- le contexte environnemental et son évolution (par ex. végétation, climat) lors des phases de sédimentation.

2.1 Géomorphologie

Plusieurs prospections de terrain nous ont permis d'estimer la superficie de la formation et d'appréhender son organisation dans le contexte hydrologique et géologique local. Un relevé détaillé de la coupe stratigraphique longitudinale (nord-sud) de la séquence de tufs calcaires a ensuite été réalisé. Chacun des niveaux sédimentaires y est décrit afin de bien comprendre son origine dynamique et son organisation au sein du dépôt. Deux sondages d'une profondeur d'un mètre ont été réalisés afin d'atteindre les niveaux les plus profonds situés à proximité du substratum et d'obtenir une lecture plus complète de la stratigraphie.

2.2 Datations ^{14}C

Afin de fixer un cadre chronologique absolu, des charbons ont été prélevés dans deux niveaux de la formation. Ce matériel datable a ensuite été envoyé au laboratoire de datation radiocarbone de Poznan (Adam Mickiewicz University, Pologne). Les datations sont réalisées par spectrométrie de masse par accélérateur (AMS). Cette méthode permet d'obtenir des datations précises par comptage du nombre d'atomes de carbone 14 présents dans l'échantillon. Les résultats bruts, fournis en BP (c'est-à-dire Before Present, par convention avant 1950), sont ensuite calibrés en BP (Before Present) et en BC (Before Christ). L'objectif de cette calibration est de corriger les déviations d'âge obtenu, résultant de la variation de la concentration en ^{14}C dans l'atmosphère au cours du temps (Fontugne, 2004).

2.3 Malacologie

Généralement abondants et bien conservés dans tous les sédiments qui n'ont pas été décarbonatés, les mollusques continentaux sont très utiles pour reconstituer les paléoclimats et les paléoenvironnements postglaciaires (Evans, 1972; Puisségur, 1976). Les gastéropodes terrestres, en particulier, sont très sensibles à la structure de leur habitat: caractéristiques de la surface du sol, structure verticale et horizontale des formations végétales. Ils constituent de remarquables descripteurs de l'environnement, non seule-

ment au niveau stationnel, mais également au niveau du paysage local et régional (Magnin, 1991; Magnin & Taroni, 1995; Magnin *et al.*, 1995). Pour l'instant cinq prélèvements de 10 litres de sédiment ont été effectués dans les niveaux meubles (photo 3). Après séchage, le sédiment a été lavé sur un tamis à maille de 500 μm . Les coquilles entières et les fragments ont ensuite été extraits, à l'œil nu pour les fractions les plus grossières, sous la loupe pour les fractions fines. La nomenclature utilisée est celle de Welter-Schultes (2012).



Photo 3 : prélèvement de sédiments dans la coupe stratigraphique du tuf calcaire de la Thomassine pour analyses malacologiques.

Photo : Vincent Ollivier.

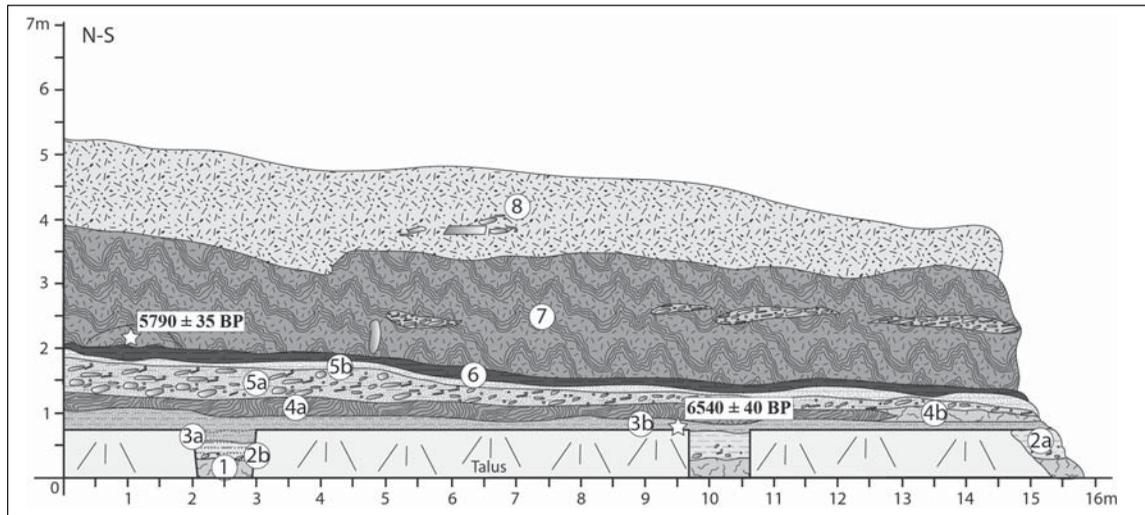


Fig. 3. Coupe stratigraphique longitudinale du tuf calcaire de la Thomassin.

3. PREMIERS RÉSULTATS

3.1 Organisation et stratigraphie des tufs calcaires de la Thomassin

Le tuf de la Thomassin (fig. 3) correspond à une formation carbonatée de type alluvial et cascadeant s'étant développée à l'amont d'un bouchon de concrétionnements engorgeant le vallon. Son organisation morphologique et sédimentologique témoigne de nombreuses variations dans les modes de carbonatation sous le contrôle des variations paléohydrologiques locales.

Description des niveaux stratigraphiques:

Niveau 1:

Ensemble de tufs très poreux, mal structuré, contenant des concrétionnements en plaques (empreintes de feuilles) et en tube (tiges) emballés dans une matrice crayeuse grise à charbons, malacofaune et traces d'oxydation (Prélèvement malacologique Tho.1).

Niveau 2a:

Limon crayeux gris clair à fragments de tufs (tubes, plaques) et cailloutis calcaire sub-anguleux hétérométrique (1 cm de grand axe). Présence de charbons et de malacofaune.

Niveau 2b:

Ensemble quasi similaire au 2a avec cependant une présence plus marquée de charbons, des marques de rubéfac-

tion ainsi que de petits cailloutis et blocs calcaires rubéfiés à la base du niveau (Prélèvement malacologique Tho.2b).

Niveau 3a:

Niveau limono-sableux légèrement crayeux par endroits, contenant des charbons, des fragments de concrétions et un cailloutis calcaire hétérométrique sub-émoussé à émoussé (2 à 13 cm de grand axe).

Niveau 3b:

Ensemble identique au 3a avec cependant la présence de petits blocs de calcaire (15-20 cm de grand axe) (Prélèvement malacologique Tho.3b). Les charbons extraits de ce niveau ont donné un âge ^{14}C de 6540 ± 40 BP.

Niveau 4a:

Tuf calcaire assez dense à l'organisation plus ou moins litée et à empreintes foliaires. De fins niveaux limono-caillouteux à accumulation mangano-ferrique sont visibles. De petits litages limono-crayeux gris sont également à signaler.

Niveau 4b:

Ensemble toujours très tufeux, pulvérulent en association avec des faciès plus crayeux.

Niveau 5a:

Ensemble caillouteux détritique à matrice sablo-graveleuse beige (Prélèvement malacologique Tho.5a).

Niveau 5b :

Niveau de décantation sablo-limoneux beige jaune (Prélèvement malacologique Tho.5b).

Niveau 6 :

Niveau limono-crayeux à petit cailloutis épars, parfois rubéfiés (Prélèvement malacologique Tho.6). On note la présence de charbons de bois et de petits fragments d'os.

Niveau 7 :

Tuf calcaire relativement induré et à nombreuses empreintes foliaires. Présence de lentilles caillouteuses dans un ensemble de tuf calcaire plus poreux riche en charbons (datation à 5790 ± 35 BP).

Niveau 8 :

Tuf plus poreux et tendre, mêlé à une matrice limono-crayeuse.

Du point de vue des variations paléohydrologiques, plusieurs étapes peuvent être définies à la lecture des différents faciès sédimentaires et de leur organisation au sein de la formation. La base du dépôt (1) indique des conditions de moyen à faible hydrodynamisme (tuf poreux, craies et concrétions libres ou en fragments) allant vers un assèchement local (migration latérale du chenal 2a et/ou climat plus sec?) associé aux premiers indices d'occupation humaine dans le secteur (2b). Un regain d'énergie dans les écoulements intervient (3a) dans une dynamique légèrement plus torrentielle et moins carbonatée (sédiment plus sableux et caillouteux). Les apports détritiques continuent de s'accroître (3b), matérialisés par une présence plus abondante de petits blocs et cailloutis calcaires mêlés à des charbons plus nombreux (datation à

6540 ± 40 BP). Cette augmentation des sédiments plus terrigènes pourrait être associée à des érosions de versant plus marquées, sollicitées par des régimes de précipitation soutenus. La carbonatation reprend ensuite (4a et 4b), soulignant le retour de conditions paléohydrologiques où domine une alimentation en eau de source karstique. Les niveaux suivants témoignent d'une reprise de l'érosion et de la torrentialité (5a et 5b). Cette dernière diminue ensuite progressivement (5b) puis le milieu semble localement s'assécher et enregistrer une seconde phase d'occupation humaine dans les environs de la formation (6). Par la suite, un important dépôt tufacé se met en place (7) dans un contexte de reprise franche de l'hydrodynamisme (contact ravinant avec l'unité sous-jacente) dont l'origine est encore une fois à rapporter à un regain d'activité de la source. Concrétionnements en ressauts et petites chutes dominant, permettant le piégeage de charbons (datation à 5790 ± 35 BP) et l'encroûtement de feuilles, fossilisant ainsi une image de la ripisylve. Ce type de sédimentation semble perdurer ensuite (8) mais sera mieux documenté dans la suite de nos travaux.

3.2. Les résultats des datations radiocarbone

La qualité satisfaisante des échantillons prélevés (charbons) a permis l'obtention de deux dates radiocarbone (tableau n° 1). Celles-ci sont également en bonne cohérence stratigraphique. La détermination anthracologique en cours (à partir de prélèvements effectués sur les charbons envoyés pour datation) pourra préciser de quelles essences il s'agit et d'identifier leur impact sur la valeur des dates obtenues.

Références laboratoire	Echantillon	Matériel	Niveau	Date BP (AMS)	Date cal. BP (2σ)	Date cal. BC (2σ)
Poz-69478	THOM-15 A	Charbon	7	5790 ± 35	6667-6497	4718-4548
Poz-69479	THOM-15 B	Charbon	3b	6540 ± 40	7515-7415	5566-5466

Tableau 1 : détails sur les datations radiocarbone et calibrations.

Sur le plan chrono-culturel (compte tenu de la présence d'indices locaux d'occupation humaine dans la stratigraphie), les datations ^{14}C obtenues permettent de placer le développement de la formation de tuf calcaire de la Thomassine plutôt dans la première phase de diffusion du Néolithique en Provence (par ex. Binder, 1987; Binder & Maggi, 2001). Une analyse archéologique des éléments en stratigraphie et dans les environs du site apportera plus de précision sur cet aspect.

3.3. Les données issues des analyses malacologiques

Les numéros des échantillons malacologiques (Tho.1, Tho.2b, etc.) sont en correspondance avec les niveaux stratigraphiques.

Description et interprétation des assemblages malacologiques

Les coquilles sont généralement bien conservées et ne montrent que rarement des traces de corrosion. Pour autant elles ne sont pas particulièrement abondantes. De même, la richesse spécifique reste modeste pour des assemblages qui rassemblent pourtant des espèces vivant dans des biotopes différents. Trente-deux taxons terrestres et quatre taxons aquatiques ont été identifiés (Tableau n° 2). Les assemblages étudiés comprennent chacun de 19 à 23 taxons. Cette stabilité reflète une grande homogénéité dans la composition taxonomique des assemblages. Cependant l'évolution des proportions relatives des différentes espèces est plus significative. Elle traduit des changements de l'environnement et, principalement, de la structure des formations végétales. (Voir tableau 2 page suivante).

Le prélèvement Tho.1 a fourni un assemblage dont la composition est nettement influencée par le milieu de sédimentation. *Monacha cartusiana* est abondant. C'est une espèce vivant dans différents types de milieux ouverts, mais fréquente dans les prairies humides ou les phragmitaies. *Cepaea nemoralis*, qui vit le plus souvent dans les habitats forestiers et les fruticées, est également commun dans les habitats ouverts humides. Des espèces hygrophiles comme *Carychium tridentatum* et *Cochlicopa lubrica* sont abondantes. *Oxyloma elegans* et *Zonitoides nitidus* sont des espèces palustres vivant à proximité immédiate de l'eau. Il en est de même de *Galba truncatula*, limnée plutôt amphibie susceptible de résister à des assèchements de plusieurs mois. Les autres espèces, qu'elles soient forestières (*Acanthinula aculeata*) ou de milieux ouverts (*Granaria variabilis*, *Jaminia quadridens*, *Xerosecta cespitum*...) ont une présence plus discrète. Au total cet assemblage indiquerait un environnement boisé, avec une litière abondante, et localement une formation végétale plus ouverte et humide comme une phragmitaie dans laquelle des écoulements se concentrent dans des chenaux. Cette interprétation est en accord avec le sédiment qui comporte, outre une fraction terrigène, une large proportion d'éléments tufacés :

empreintes de feuilles d'arbres ou arbustes, empreintes de feuilles de graminées, manchons développés autour de petites tiges et de charbons de bois légèrement émoussés par leur séjour dans le ruisseau.

L'assemblage du prélèvement Tho.2b est marqué à la fois par une augmentation des espèces plus ou moins forestières liées à la présence d'une litière foliacée (*Pomatias elegans*, *Punctum pygmaeum*, *A. aculeata*, *Vallonia costata*...) et des espèces de milieux ouverts secs (*G. variabilis*, *J. quadridens*, *Zebrina detrita*). La présence de cailloux parfois fortement chauffés pourrait être le signe d'activités humaines à proximité du site. L'influence des eaux incrustantes est moins forte et les concrétions (empreintes de feuilles et manchons), toujours abondantes, sont ici noyées dans une matrice détritique fine et grisâtre.

Dans l'assemblage Tho.3b, l'essor des espèces de milieux ouverts se poursuit (*G. variabilis*, *J. quadridens*, *Candidula gigaxii*, *C. unifasciata*) tandis que des espèces forestières comme *A. aculeata* s'éclipsent. Des espèces hygrophiles peuvent être abondantes (*C. tridentatum*, *P. pygmaeum*, *Oxychilus alliarius*) mais des espèces palustres (*Vertigo antivertigo*, *Z. nitidus*) ou amphibies (*G. truncatula*) se raréfient. La sédimentation semble d'ailleurs moins hydro-morphe et un peu plus riche en éléments détritiques. La composante travertineuse du sédiment, plus pauvre en manchons et empreintes de feuilles, comprend surtout des concrétions stromatolithiques laminaires, peut-être remaniées. Le niveau correspondant au prélèvement Tho.3b est surmonté par un banc de tuf trop cohérent pour permettre une analyse malacologique.

Le niveau 5a, très caillouteux, est évidemment peu favorable à la bonne conservation des coquilles qui sont donc moins nombreuses, plus fragmentées et plus corrodées. Les espèces palustres sont bien représentées (*C. minimum*, *O. elegans*); les escargots de milieux forestiers ouverts (*P. elegans*) sont moins nombreux mais on remarque cependant la présence de *Vertigo pusilla* dans ce niveau exclusivement; des espèces de milieux ouverts secs progressent (*G. variabilis*).

L'assemblage suivant, issu de Tho.5b, est essentiellement caractérisé par une régression des espèces à affinités forestières (*P. elegans*, *P. pygmaeum*, *C. nemoralis*) et par un accroissement notable des escargots de milieux ouverts secs (*Truncatellina callicratis*, *G. variabilis*, *Granopupa granum*, *C. gigaxii*, *J. quadridens*, *V. costata*). Dans le même temps, on note une diminution importante des espèces amphibies (*G. truncatula*) et palustres (*O. elegans*, *V. antivertigo*, *Z. nitidus*). L'ouverture des milieux boisés s'accompagne,

	Tho. 1	Tho. 2b	Tho. 3b	Tho. 5a	Tho. 5b	Tho. 6
Espèces terrestres :						
<i>Acanthinula aculeata</i> (Müller, 1774)	*	***		*		**
<i>Candidula gigaxii</i> (Pfeiffer, 1847)		*	**		***	**
<i>Candidula unifasciata</i> (Poiret, 1801)	*	*	**	**	**	**
<i>Carychium minimum</i> Müller, 1774	*			**		**
<i>Carychium tridentatum</i> (Risso, 1826)	***	*	***	***	*	
<i>Cecilioides acicula</i> (Müller, 1774)	***	***	***	**	***	****
<i>Cepaea nemoralis</i> (Linnaeus, 1758)	***	***	**	***	*	***
<i>Cochlicopa lubrica</i> (Müller 1774)	***	*	*			
<i>Euconulus fulvus</i> (Müller, 1774)	*	*	*		**	*
<i>Granaria variabilis</i> (Draparnaud, 1801)	*	**	***	****	****	**
<i>Granopupa granum</i> (Draparnaud, 1801)				*	**	
<i>Jaminiia quadridens</i> (Müller, 1774)	*	**	***	***	***	**
Limacelles	*	**	*	*	**	**
<i>Monacha cartusiana</i> (Müller, 1774)	****	***	***	***	***	***
<i>Oxyloma elegans</i> (Risso, 1826)	***	**	**	****	*	*
<i>Phenacolimax major</i> (Férussac, 1807)			*	*	***	
<i>Pomatias elegans</i> (Müller, 1774)	***	****	****	***	**	****
<i>Punctum pygmaeum</i> (Draparnaud, 1801)	*	***	***	***	**	***
<i>Succinella oblonga</i> (Draparnaud, 1801)				*		
<i>Truncatellina callicratis</i> (Scacchi, 1833)	*	*			***	***
<i>Vallonia costata</i> (Müller, 1774)		***	**	**	****	**
<i>Vallonia pulchella</i> (Müller, 1774)		*				
<i>Vertigo antivertigo</i> (Draparnaud, 1801)	*	**	*			
<i>Vertigo pusilla</i> Müller, 1774				*		
<i>Vertigo pygmaea</i> (Draparnaud, 1801)			*	*		
<i>Vitrea cf. etrusca</i> (Paulucci, 1878)					*	*
<i>Vitrea contracta</i> (Westerlund, 1871)				*		
<i>Xerosecta cespitum</i> (Draparnaud, 1801)	*		*			*
<i>Zebrina detrita</i> (Müller, 1774)		*				
<i>Zonitoides nitidus</i> (Müller, 1774)	**	**	*			
Espèces aquatiques :						
<i>Bythiospeum</i> sp.				*	*	
<i>Galba truncatula</i> (Müller, 1774)	***	***	*	***		
<i>Moitessieria</i> sp.					*	
<i>Pisidium</i> sp.					*	

Tableau 2 : abondance relative des espèces de mollusques dans les prélèvements.

semble-t-il, d'une érosion du versant qui a conduit à l'accumulation d'un sédiment détritique, d'abord grossier (Tho.5a), puis plus fin à l'aval et en sommet de séquence (Tho.5b).

Le dernier assemblage analysé à ce jour, extrait du prélèvement Tho.6, semble témoigner d'une progression du boisement (*P. elegans*, *C. nemoralis*, *P. pygmaeum*, *A. aculeata*) au détriment des milieux ouverts (*G. variabilis*, *G. granum*, *J. quadridens* et *C. gigaxii* sont moins abondants). Il n'y a plus aucune espèce aquatique et les espèces palustres – surtout celles vivant au bord de l'eau –, sont en quantité négligeable. La présence de très nombreux charbons de bois associés à des esquilles d'os brûlés et des pierres chauffées indiquerait moins des brûlages ou des feux de forêt que des activités anthropiques domestiques *in situ* (vidanges de foyers).

Les niveaux 5b et 6 ont livré quelques coquilles d'un petit *Vitrea* qui présente des affinités avec l'espèce italienne *Vitrea etrusca* (Paulucci, 1878). La suite de l'étude permettra, nous l'espérons, d'en préciser le statut.

Évolution de l'environnement d'après la malacofaune

Si l'on met de côté les espèces dont l'abondance relative est fortement dépendante du milieu de sédimentation et du contexte morphodynamique (espèces aquatiques, palustres et, dans une certaine mesure, hygrophiles), les assemblages étudiés indiquent le plus souvent des milieux boisés dont le sol est couvert par une litière foliacée plus ou moins abondante. L'assemblage correspondant à Tho.5b témoigne cependant d'une nette ouverture de ces milieux qui est peut-être la cause d'une phase d'érosion du versant et d'un apport détritique au sein de la formation travertineuse. Cette ouverture n'est pas irréversible puisqu'un assemblage plus forestier s'est reconstitué dès le niveau suivant. Les prochaines analyses qui concerneront la base et la partie supérieure de la séquence permettront sans doute de préciser les causes et les modalités de ces fluctuations du couvert végétal, ainsi que ses conséquences éventuelles sur la formation des dépôts tufacés. Néanmoins, les observations disponibles appellent déjà deux remarques: (1) les formations forestières restituées par l'analyse malacologique ne sont guère fermées et n'ont pas atteint un stade de maturité très élevé; (2) la diversité spécifique des assemblages est médiocre. Concernant la structure des formations végétales, on voit que les mollusques de milieux ouverts sont toujours plus ou moins bien représentés alors que les espèces authentiquement forestières (*A. aculeata*

serait ici la seule à mériter ce qualificatif) ne sont jamais abondantes et manquent même parfois. *P. elegans* a besoin de feuilles mortes pour se nourrir, et d'un sol meuble dans lequel il peut estiver et hiberner (Kerney, 1999). Toutefois cet escargot, abondant dans les formations pré-forestières et forestières ouvertes, n'est pas très exigeant quant au recouvrement des arbres; au surplus un recouvrement trop dense lui serait défavorable (Evans, 1972). Pour ce qui est de la diversité spécifique, les assemblages holocènes de la Thomassine sont moins riches que certains assemblages forestiers actuels du Luberon. Ils sont plutôt conformes à ceux des taillis reconstitués après incendie ou suite au relâchement de la pression agro-pastorale. Ils seraient, de nos jours, l'indice d'un degré de naturalité très moyen. Dans l'état actuel de notre travail il n'est pas possible de dire si cela est uniquement la conséquence des activités humaines sur le site à la fin du Mésolithique ou au début du Néolithique ancien.

4. DISCUSSION

Le fait que le tuf calcaire de la Thomassine soit localisé sur une lithologie oligocène (marno-calcaires, grès, etc.), généralement moins propice à un fort développement de la karstification, (facteur important dans l'origine des eaux carbonatées et de leur pouvoir incrustant), est à noter. La présence de failles affectant ici les niveaux oligocènes, pourrait souligner un contrôle de la fracturation sur la géométrie de circulations de l'eau, selon un mode favorable au développement des tufs calcaires (Ollivier, 2006; Ollivier *et al.*, 2006).

Tout comme pour la plupart des autres formations de Provence (fig. 4 et Vaudour, 1994; Ollivier, 2006; Nicod, 2012), la séquence de la Thomassine s'inscrit dans une période d'optimum dans l'accumulation des tufs calcaires, centrée autour de 7000 cal. BP. Dans le Grand Luberon, ce type de sédimentation carbonatée démarre beaucoup plus tôt, dès 15 500 cal. BP (Ollivier, 2006; Ollivier *et al.*, 2006). Les dépôts sont généralement plus puissants qu'à la Thomassine (en moyenne une douzaine de mètres) mais les faciès y sont cependant plus crayeux et contiennent une part moyenne de concrétionnements libres (oncolites, tubes, etc.). Ce n'est qu'autour du Néolithique final que les premiers tufs calcaires consolidés apparaissent de manière franche dans le Luberon, à la suite d'une série d'incisions linéaires du cours d'eau. Les faciès carbonatés les plus construits de la Thomassine apparaissent également à la

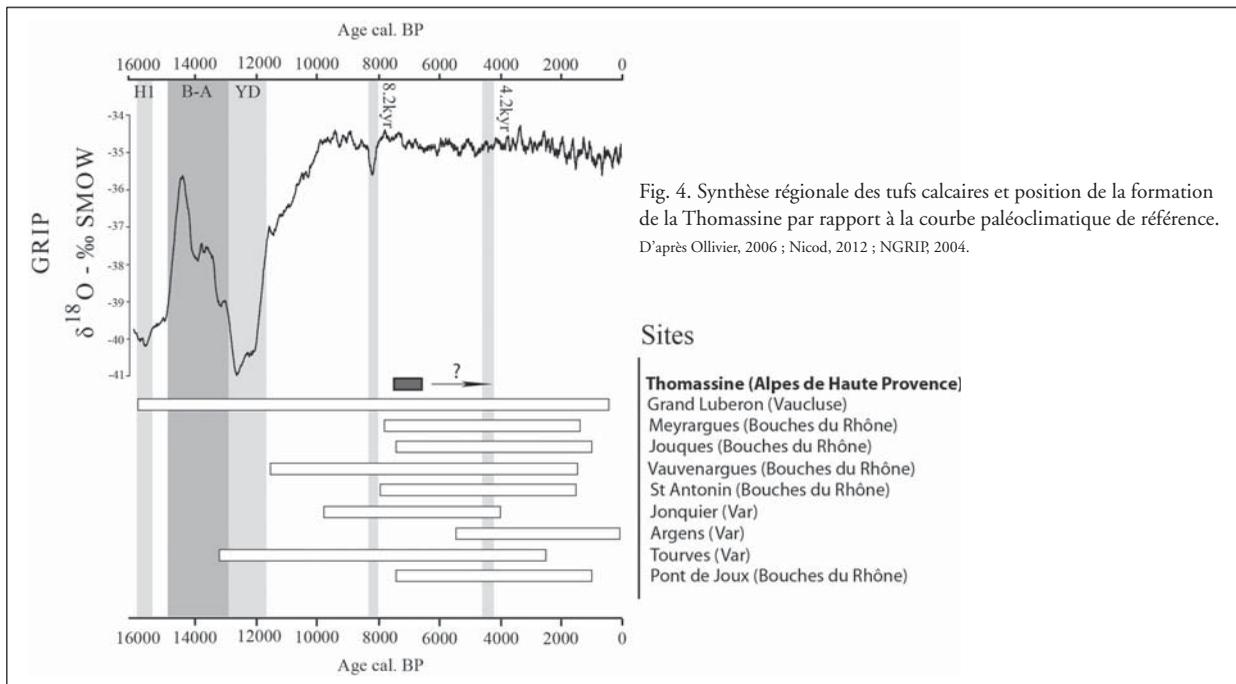


Fig. 4. Synthèse régionale des tufs calcaires et position de la formation de la Thomassine par rapport à la courbe paléoclimatique de référence.

D'après Ollivier, 2006 ; Nicod, 2012 ; NGRIP, 2004.

suite d'incisions/érosions, mais de manière plus précoce (Néolithique ancien) que dans le Grand Luberon. La présence d'indices locaux d'anthropisation dès le Néolithique ancien est également une particularité du tuf de la Thomassine. Dans les remblaiements alluviaux (tufacés ou non) du Grand Luberon, les témoignages d'occupations humaines les plus anciens sont datés du Néolithique final (Ollivier *et al.*, 2003). Compte tenu de la dimension restreinte du bassin versant de la Thomassine, de la modestie du système d'émergence (et de son réservoir), et des fortes pentes, le bilan production/accumulation sédimentaire y est moins important et continu que dans le Grand Luberon. Il y a vraisemblablement là un effet de site pouvant caractériser l'apparente absence/présence de vestiges d'occupations humaines pour certaines périodes (fort enfouissement des sites du Néolithique ancien dans le Grand Luberon, arrêt/déficit de sédimentation n'ayant pas permis l'enregistrement d'éventuels indices d'occupations plus récentes dans le secteur de la Thomassine?).

Sur le plan de la paléohydrologie et de la paléoclimatologie, le tuf de la Thomassine s'inscrit dans une dynamique d'évolution commune aux sites régionaux déjà étudiés. Le démarrage de la carbonatation en période d'optimum climatique (autour de 7000 cal. BP, fig. 4) est un phénomène

déjà bien documenté. En revanche, en l'absence de datation sur les derniers niveaux de la séquence, nous ne pouvons déterminer si le déclin de la formation est synchrone avec ce qui est observé à l'échelle régionale (Vaudour, 1994; Ollivier, 2006). Il semble que le tuf de la Thomassine, compte tenu de la faiblesse du système hydrologique l'alimentant, n'a pu qu'enregistrer les périodes de remontées significatives du niveau des réservoirs, correspondant aux épisodes climatiques les plus humides sur le long terme. *A contrario*, les lacunes chronologiques de la formation pourraient aussi refléter une plus importante exposition aux phases érosives holocènes (compte tenu du faible rang du ravin, au fonctionnement torrentiel et discontinu, principalement sollicité par les épisodes hydrométéorologiques les plus extrêmes). La question reste posée et sera abordée dans la suite que nous souhaitons donner à cette étude.

Du point de vue paléoécologique, la modeste diversité spécifique des assemblages de gastéropodes est à noter. Le paysage végétal relativement peu fermé décrit par l'analyse malacologique pose la question des modalités de la recolonisation forestière postglaciaire en Provence, et/ou celle d'un impact précoce et efficace des activités humaines dès le Néolithique ancien.

Enfin, une autre des caractéristiques du site de la Thomassine réside dans la présence d'accidents siliceux dans cer-



Photo 4 : empreinte foliaire dans le niveau 7 du tuf calcaire de la Thomassine. Photo : Vincent Ollivier.

rains niveaux oligocènes proches, utilisés par les sociétés humaines de la région depuis au moins le Paléolithique moyen (Slimak *et al.*, 2005) et au cours du Néolithique (Calvet, 1970). Nous avons là un environnement de zone humide à tufs calcaires particulièrement attractif, associant disponibilité locale en eau et une relative proximité dans l'accessibilité en matière première (silex). Le potentiel archéologique semble important.

CONCLUSION

La formation des tufs calcaires de la Thomassine contient de nombreuses et importantes informations sur les environnements du Néolithique dans le Luberon. Les séquences sédimentaires analysées sont en bonne complémentarité avec celles du Grand Luberon, donnant des informations paléoenvironnementales sur des contextes de zones humides au plus près des versants, mieux drainés que les fonds de vallon déjà étudiés. La présence d'empreintes foliaires (photo 4) dans les niveaux les plus consolidés nous permettra d'effectuer des études paléobotaniques dont les résultats viendront renforcer ceux obtenus par la malacologie. Il en sera de même pour l'analyse des charbons, présents en abondance dans la plupart des niveaux de la formation. De nouvelles datations permettront de mieux

définir les rythmes paléohydrologiques et sédimentaires associés. À terme, ces données fourniront une définition relativement précise de l'évolution des paysages de l'arrière-pays de Manosque au cours des derniers millénaires. Cette approche interdisciplinaire constitue une nouvelle contribution dans l'étude de l'histoire de la biodiversité sur le territoire du Parc du Luberon, en relation avec les occupations humaines et les changements climatiques. Le cadre du Conservatoire de la biodiversité végétale et de la Réserve de biosphère Luberon-Lure représente une rare opportunité, tant sur l'aspect scientifique que pour l'information du grand public, nous permettant d'envisager à l'avenir une valorisation sous la forme d'une exposition dans le beau domaine de la Thomassine.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Parc naturel régional du Luberon et sa réserve naturelle géologique pour le soutien financier et logistique apporté à cette étude.

Bibliographie

BINDER D., 1987. Le Néolithique ancien provençal: typologie et technologie des outillages lithiques, supplément à *Gallia Préhistoire*, n° 24, Paris CNRS, 205 p.

BINDER D. & MAGGI R., 2001. Le Néolithique ancien de l'arc liguro-provençal, *Bulletin de la Société préhistorique française*, volume 98, n°3, pp. 441-422.

CALVET A., 1970. La station de surface de Toutes-Aures à Manosque (Basses-Alpes), *Bulletin Société préhistorique française*, tome 67, pp. 147-149.

EVANS J.-G. 1972. *Land Snails in Archaeology*. Seminar Press, London & New York.

FONTUGNE M., 2004. Les derniers progrès du calibrage des âges radiocarbone permettent-ils une révision des chronologies entre 25 000 et 50 000 ans B.P. ?, *Quaternaire*, volume 15, n°3, pp. 245-252.

KERNEY M. 1999. *Atlas of the land and freshwater molluscs of Britain and Ireland*. Harley Books, Colchester.

MAGNIN F. 1991. *Mollusques continentaux et histoire quaternaire des milieux méditerranéens (Sud-Est de la France, Catalogne)*. (Thèse non publiée) Université Aix-Marseille II, Aix-en-Provence.

MAGNIN F., GUENDON J.-L., VAUDOUR J., & MARTIN P., 1991. Les travertins: accumulations carbonatées associées aux systèmes karstiques, séquences sédimentaires et paléoenvironnements quaternaires. *Bulletin de la Société géologique de France*. T. 162, Fasc. 3, pp. 585-594.

MAGNIN F. & TATONI T., 1995. Secondary successions on abandoned cultivation terraces in calcareous Provence (France). II. The gastropod communities. *Acta Oecologica*. T. 16, pp. 89-103.

MAGNIN F., TATONI T., BAUDRY J. & ROCHE P., 1995. Gastropod communities, vegetation dynamics and landscape changes along an old-field succession in Provence, France. *Landscape and urban planning*. Vol. 31, Fasc. 1-3, pp. 249-257.

NICOD J., 2012. Sources et sites des eaux karstiques, *Méditerranée*, hors série, Presses universitaires de Provence (PUP), 278 p.

North greenland ice core (NGRIP) Project members, 2004. High-resolution record of Northern hemisphere climate extending into the last interglacial period. *Nature*, Vol. 431, pp. 147-151.

OLLIVIER V., 2006. *Continuités, instabilités et ruptures morphogéniques en Provence depuis la dernière glaciation. Travertinisation, détritisme et incisions sur le piémont sud du Grand Luberon (Vaucluse, France). Relations avec les changements climatiques et l'anthropisation*. Thèse de doctorat de Géographie physique, Université de Provence U1, 357 p.

OLLIVIER V., MULLER A. & DELAUNAY G., 2003. Données récentes sur les relations entre morphogénèse et anthropisation sur le piémont méridional du Grand Luberon, *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon*, n° 7, pp 12-29.

OLLIVIER V., GUENDON J.-L., ALI A., ROIRON P. & AMBERT P., 2006. Evolution postglaciaire des environnements travertineux provençaux et alpins: nouveau cadre chronologique, faciès et dynamiques morphosédimentaires. *Quaternaire*, Vol. 17, Fasc. 2, pp. 51-67.

OLLIVIER V., ROIRON P., BALASESCU A., NAHAPETIAN S., GABRIELIAN Y. & GUENDON J.-L., 2008. Milieux, processus, faciès et dynamiques morphosédimentaires des formations travertineuses quaternaires en relation avec les changements climatiques et les occupations humaines entre Méditerranée et Caucase, *Studii de Preistorie (Etudes de préhistoire), revue du Musée national d'histoire de la Roumanie*, n° 5, pp. 15-35.

PUISSEGUR J.-J., 1976. Mollusques continentaux quaternaires de Bourgogne: significations stratigraphiques et climatiques, rapports avec d'autres faunes boréales de France. *Mémoires géologiques de l'Université de Dijon*, Vol. 3, Ed. Doin, Paris, 241 p.

SLIMAK L., BRESSY C., GUENDON J.L., MONTOYA C., OLLIVIER V. & RENAULT S., 2005, Exploitation paléolithique de silex oligocènes en Haute Provence (France). Caractérisation des matières premières et processus d'acquisition. *Comptes rendus Palevol*, Vol. 4, Fasc. 4, pp. 359-367.

VAUDOUR J., 1994. Évolution holocène des travertins de vallée dans le midi méditerranéen français, *Géographie physique et quaternaire*, Vol. 48, Fasc.3, pp. 315-326.

WELTER-SCHULTES F., 2012. *European non-marine molluscs, a guide for species identification*. Planet Poster Editions, Göttingen, 760 p.