



HAL
open science

Travertine and terrace of the middle tarn valley at Millau (south of Massif Central, Aveyron, France) : OSL datings, contribution to chronology and palaeoenvironment.

Jean-louis Vernet, Norbert Mercier, Frédéric Bazile, Jean-philip Brugal

► **To cite this version:**

Jean-louis Vernet, Norbert Mercier, Frédéric Bazile, Jean-philip Brugal. Travertine and terrace of the middle tarn valley at Millau (south of Massif Central, Aveyron, France) : OSL datings, contribution to chronology and palaeoenvironment.. *Quaternaire*, 2008, 19 (1), pp.3-10. <10.4000/quaternaire.1422>. <hal-02890051>

HAL Id: hal-02890051

<https://hal.science/hal-02890051v1>

Submitted on 19 Oct 2020

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.



HAL Authorization

TRAVERTINS ET TERRASSES DE LA MOYENNE VALLÉE DU TARN À MILLAU (SUD DU MASSIF CENTRAL, AVEYRON, FRANCE) : DATATIONS OSL, CONTRIBUTION À LA CHRONOLOGIE ET AUX PALÉOENVIRONNEMENTS

■
Jean-Louis VERNET¹, Norbert MERCIER²,
Frédéric BAZILE¹ & Jean-Philip BRUGAL³

RÉSUMÉ

Le complexe travertineux de la vallée du Tarn à Millau est réétudié. Les datations OSL calent les terrasses du dernier glaciaire (MIS 5a et 5b) et le travertin de la Rouquette de l'avant-dernier interglaciaire (MIS 7). La construction de l'un des édifices travertineux majeurs (Peyre) peut être rapportée à l'Eemien. Les données préhistoriques sont compatibles avec cette chronologie. Elles situeraient de la fin du Pléistocène inférieur le début de la travertinisation. Une riche faune d'invertébrés et de mammifères est associée ; elle nous offre, comme la flore, des précisions importantes pour la connaissance des paléoenvironnements pléistocènes méditerranéens.

Mots-clés : travertins, terrasses, faunes, flores, datations OSL.

ABSTRACT

TRAVERTINE AND TERRACE OF THE MIDDLE TARN VALLEY AT MILLAU (SOUTH OF MASSIF CENTRAL, AVEYRON, FRANCE): OSL DATING, CONTRIBUTION TO CHRONOLOGY AND PALAEOENVIRONMENT

The travertine deposits of the Tarn valley near Millau (south central massif, France) are re-examined. The OSL method replace the last glacial deposit during OIS 5a and 5b. An early travertine (La Rouquette) is reported to OIS 7. The building of one of the major travertine (Peyre) is of Eemian age. Prehistoric data are reliable to this new chronology and they would date of the end of the early Pleistocene the beginning of the travertine building. A rich invertebrates and mammals fauna is also associated; it gives as the flora significant precisions for knowledge of Mediterranean Pleistocene paleoenvironments.

Key-words: travertine, fauna, flora, chronology, OSL datings.

1 - INTRODUCTION

Le creusement des gorges du Tarn a été initialement rapporté au Quaternaire et associé en amont de Millau à des travertins (Julian, 1965). Récemment, Ambert (1984) a démontré que le creusement majeur est antérieur au volcanisme pliocène de l'Escandorgue. Des recherches paléobotaniques et géomorphologiques ont été réalisées (Bazile et al., 1977 ; Ambert, 1984 ; Vernet 1985). Des datations U/Th ont été proposées et l'histoire paléocéologique reconstituée (Vernet et al., 1984 ; Casanova, 1984 ; Ambert 1991 ; Mokhtari, 2000). Enfin, la trace d'une ancienne occupation

humaine a été placée au Paléolithique inférieur (Ambert et al., 1992 ; Joyes, 1996).

Deux incertitudes majeures subsistent : a) les datations U/Th donnent toutes des valeurs supérieures à 350 ka, b) la présence d'une flore à épicéa dans l'un des travertins réputé déposé en période « chaude » voire interglaciaire n'avait reçu aucune explication vraiment satisfaisante (Bazile et al., 1977). En 1992, Beaulieu et Reille publièrent des analyses polliniques dans le Velay, plus au nord, reconstituant une histoire couvrant les deux derniers cycles climatiques, l'épicéa disparaissant notamment au cours du dernier pléni-glaciaire. Ainsi, il est apparu important, pour la

¹ Archéologie des Sociétés Méditerranéennes, UMR 5140, Equipe Préhistoire méditerranéenne et africaine, 390 avenue de Pérols F-34970 Lattes. Courriel : jean-louis.vernet@univ-montp2.fr, FredericBazile@aol.com

² Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, UMR 1572, Avenue de la Terrasse, Bât. 12, 91198 Gif-sur-Yvette Cedex. Courriel : Norbert.Mercier@lscce.cnrs-gif.fr

³ UMR 6636, Economie, Sociétés et Environnements préhistoriques, Maison des Sciences de l'Homme, BP 674, F-13094 Aix en Provence cedex 2. Courriel : brugal@msh.univ-aix.fr

compréhension de l'écologie du Massif Central et de l'histoire de l'épicéa, de revoir la séquence travertineuse de Millau, en particulier sa datation, d'autant que les travaux pour la construction de l'autoroute A75 (viaduc de Millau) ont mis en évidence de nouvelles coupes. Par ailleurs, ces recherches peuvent bénéficier des progrès récents des méthodes de datation par luminescence.

2 - TRAVERTINS ET DÉPÔTS ALLUVIAUX

Les travertins de la vallée du Tarn sont tributaires du creusement des gorges dans leur deuxième moitié (125 derniers mètres) (fig.1). La série a été analysée par Ambert (1984) en terme de morphogenèse carbonatée. Nous traiterons séparément les deux rives, compte tenu des disparités importantes des dépôts carbonatés.

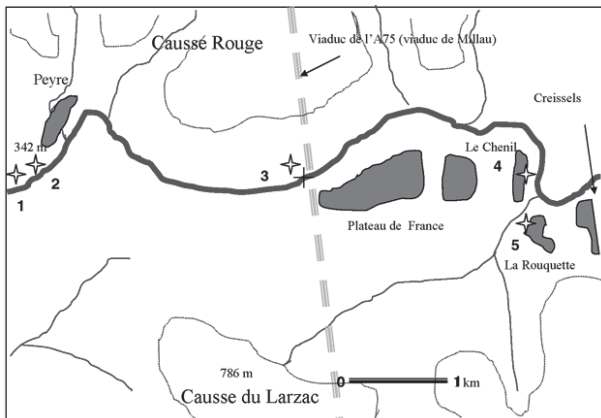


Fig. 1 : Carte schématique des travertins de Millau (d'après Ambert, 1984).

Les étoiles indiquent les prélèvements OSL : 1= 03COMP, 2=03MT3, 3=03VIA, 4=03CHEN, 5=03ROQ.

Fig. 1: Schematic map of the Millau travertines (based on Ambert, 1984). OSL samples: 1=03COMP, 2=03MT3, 3=03VIA, 4=03CHEN.

2.1 - LA RIVE DROITE DU TARN

Les travertins de Peyre I (flore) comme Peyre II (faunes) se situent en contre-bas de deux terrasses alluviales respectivement à 60-65 m et 50-55 m d'altitudes

relatives (terrasses 5 et 6 d'Ambert, 1984) (fig. 2). D'autres alluvions (terrasse 4 d'Ambert), situés à 40 m, s'adossent au travertin. Une nouvelle coupe est visible au contact de la pile principale du viaduc de l'A75, correspondant à la terrasse 3 de 20-25 m, visible aussi au débouché de la route du Thérondels. Les travertins de Peyre I ont été datés initialement d'un âge supérieur ou égal à 350 000 ans (datation $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$, mais le rapport $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ est inférieur à 17 indiquant une probable sur-estimation de l'âge) et possèderaient un paléomagnétisme négatif d'après un carottage réalisé dans le tuf (Ambert, 1991). Cette dernière donnée est douteuse compte tenu des conditions de prélèvement, la carotte ayant été fragmentée au cours de son extraction. Enfin, le travertin des Douzes, un peu en aval de Peyre, mais très en contrebas, doit sans doute être associé à un niveau récent du creusement du Tarn.

2.1.1 - Les empreintes de végétaux de Peyre I

Tous les échantillonnages de macrorestes et des moullages proviennent du front du travertin, les parties profondes s'étant révélées inaccessibles ou stériles au carottage (Vernet *et al.*, 1984). La flore de Peyre I comprend notamment des cônes de *Pinus* de 3x2 cm plus proches de *P. sylvestris*, que de *P. nigra* avec lequel il est parfois confondu. D'autres cônes, plus rares, de dimensions voisines, présentent de minces écailles plaquées à bord non ou peu denté, sans écusson. Il s'agit de *Picea*, plutôt *P. abies* que *P. omorica* dont les écailles sont davantage dentées. Le front de travertin montre des sections de feuilles aciculaires losangiques et d'autres plus aplaties confirmant la présence de l'une et l'autre de ces deux Pinacées (Bazile *et al.*, 1977).

Il faut ajouter une flore de feuillus : *Corylus avellana*, *Rhamnus alpina*, *Alnus glutinosa*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer opulifolium*, *Acer campestre* et *Buxus sempervirens*.

L'épicéa est une espèce très résistante au froid., il croît des étages montagnards à subalpin dans les Alpes du Nord et le Jura, sa présence dans le Massif Central remontant aux introductions RTM (Reboisement des Terrains de Montagne) des XIX-XX^{ème} siècles. Le Pin sylvestre est plus thermophile, supraméditerranéen à

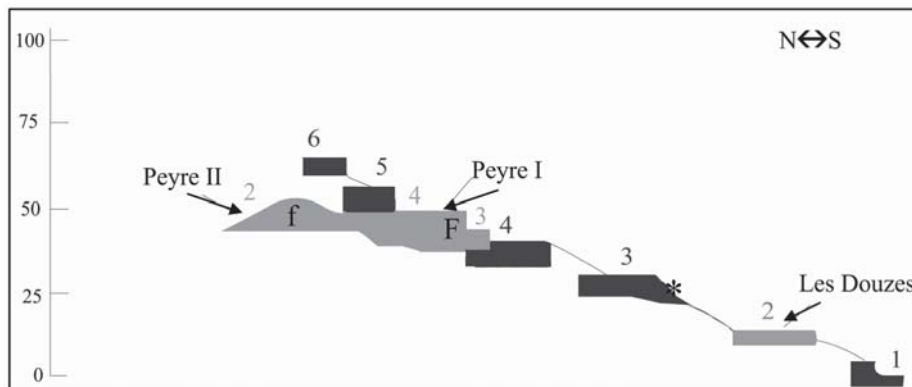


Fig. 2 : Coupe schématique en rive gauche (gris clair, travertins ; noir, terrasses ; f, faune ; F, flore ; * prélèvements OSL). Le zéro de référence est le niveau actuel du Tarn.

Fig. 2: Schematic section, left bank (grey, travertine; black, terraces; f, fauna; F, flora; *OSL samples). Reference 0: present Tarn level.

montagnard surtout. Aujourd'hui, cette vallée appartient au complexe écologique méso-supraméditerranéen (Vernet, 1985, 1997, 2004) de l'interglaciaire holocène.

Ainsi, le complexe paléofloristique prouve l'existence d'une forêt de type montagnard répondant à un climat plus froid qu'aujourd'hui.

La localisation de la flore étudiée marque sans doute la disparition des conditions favorables à la morphogénèse carbonatée, ce qui est cohérent avec la situation des empreintes en fin de progradation du travertin.

2.1.2 - La faune de Peyre II

Deux petites cavités sont creusées dans les travertins du Réservoir de Peyre II qui se trouvent en position latérale et présentent des vides qui ont servi secondairement de lieux d'occupation à divers agents biologiques (fig. 3). Le principal est l'hyène des cavernes qui a accumulé un important dépôt fossilifère, mais le site a aussi été utilisé par le porc-épic et d'autres petits carnivores (coprocénose à l'origine des rongeurs). Des témoignages du passage des préhistoriques sont également signalés. L'industrie (fig. 3), insuffisante pour donner une attribution chronologique précise, se limite à un racloir et un éclat pseudo levallois (Brugal et Jaubert, 1991). Près de 28 taxons sont présents dans ce remplissage avec de nombreux microvertébrés ; les reptiles, oiseaux et poissons n'ont pas encore été déterminés et il est possible de dresser la liste suivante (Brugal, 1993, revue en 2007) :

- Gastéropodes : *Cecilioides acicula*, *Jaminia quadridens*, *Helicella sp.*
- Rongeurs (dét. B. Bachelet, J. Michaux) : *Microtus nivalis*, *M. arvalis*, *Pitymys duodecimcostatus*, *Arvicola sp.*, *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus sp.*, *Eliomys quercinus*, *Glis glis*, *Muscardinus avellanarius*, *Hystrix sp.*, *Marmota sp.*
- Carnivores : *Canis lupus s.sp.*, *Vulpes vulpes*, *Panthera pardus*, *Ursus sp.*, *Crocuta spelaea*.

- Herbivores : *Equus caballus s.sp.*, *Equus hydruntinus*, *Cervus elaphus*, *Megaceros sp.*, *Bos primigenius*, *Capra ibex*, *Coelodonta antiquitatis*, *Sus scrofa*, *Mammuthus primigenius*.

C'est une association riche et diversifiée dont les espèces dominantes sont : cerf, cheval et hyène des cavernes. La présence de nombreux taxons tempérés comme le cerf, le cheval hydruntin, l'aurochs, le sanglier ainsi que le porc-épic, le lérot et le campagnol provençal suggèrent un environnement assez ouvert, avec une mosaïque de biotopes en relation avec une topographie contrastée. Le cheval est de grande taille, proche des formes du début du Pléistocène supérieur (aff. *germanicus*). Cet ensemble est attribué à une période relativement clémente climatiquement (on note en particulier l'absence du renne), probablement du dernier interglaciaire *s. l.* (MIS 5, entre 128 et 71 ka).

2.2 - LA RIVE GAUCHE DU TARN

La table de tufs du Plateau de France domine la rive gauche : c'est le plus ancien travertin de cette série, situé à une altitude relative de 125 m par rapport au lit actuel de la rivière (fig. 4). Il fossilise une très haute terrasse dans laquelle Joyes (1996) a découvert un ensemble de 11 outils sur galets ; 3 en place et 8 dans le démantèlement du conglomérat. La série, peu abondante, est néanmoins homogène et signe un très vieux paléolithique (fig. 5).

Les industries du plateau de France sont incontestablement liées à la terrasse sous-jacente, et donc plus anciennes que les travertins. Trois outils sont « rigoureusement en place » dans des dépôts alluviaux (Joyes *ibid* p. 250). Cet outillage est compatible avec les séries connues en Languedoc Roussillon (Costière, Fresquel, Orb, Tet, Tech) toutes rapportés à un très vieux Paléolithique (Bazile, 1976 ; Collina-Girard, 1975 ; Tavoso, 1978). Cependant, la plupart sont en surface des

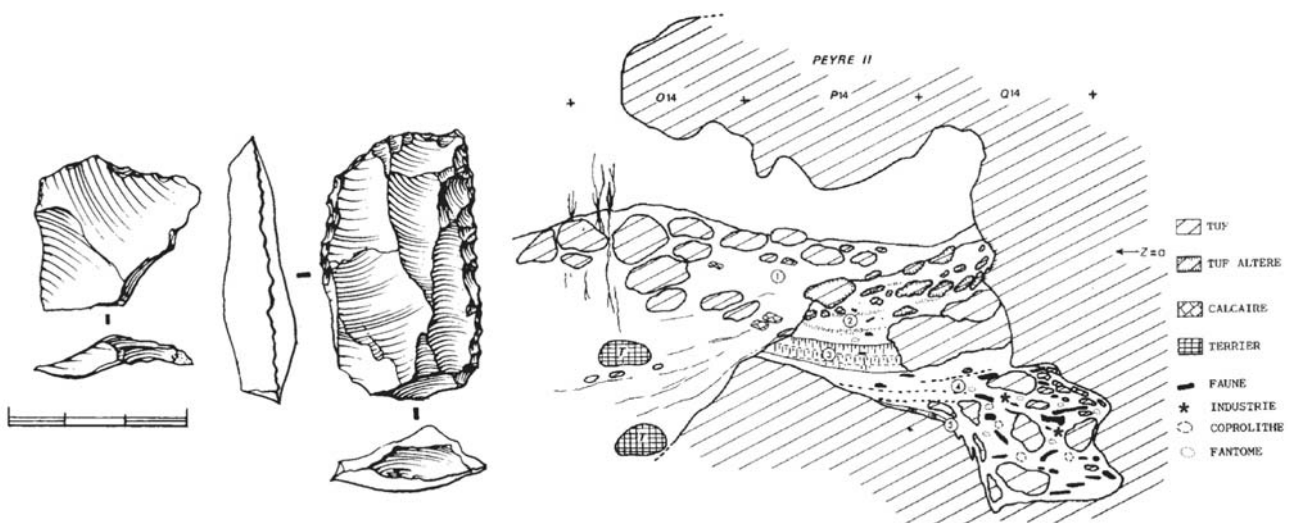


Fig. 3 : Peyre II, industrie lithique et stratigraphie de l'abri (Brugal & Jaubert, 1991).

Fig. 3: Peyre II lithic industry and cup section (Brugal & Jaubert, 1991).

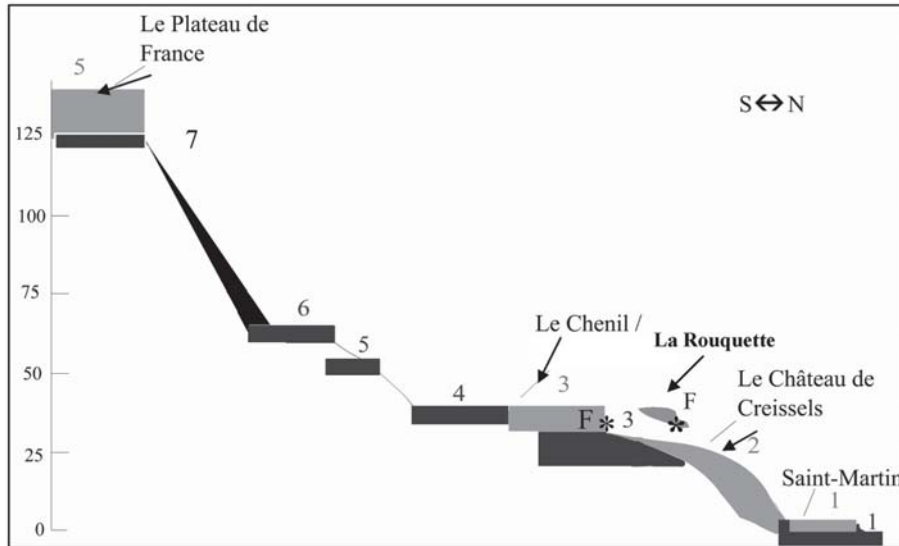


Fig. 4 : Coupe schématique en rive gauche (gris clair, travertins ; noir terrasses ; f, faune ; F, flore ; * prélèvements OSL). Le zéro de référence est le niveau actuel du Tarn.

*Fig. 4: Schematic section, left bank (grey, travertine; black, terraces; f, fauna; F, flora; *OSL samples). Reference 0: present Tarn level.*

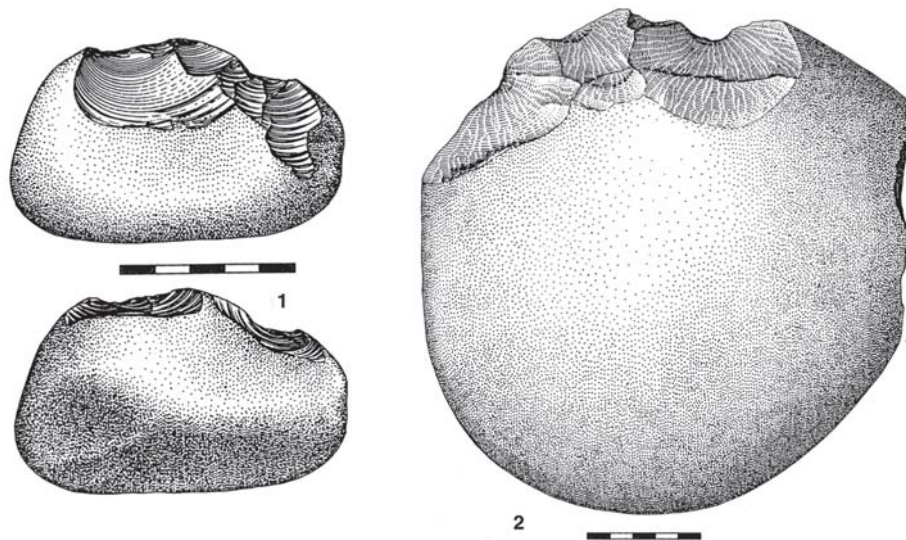


Fig. 5 : Plateau de France, industrie lithique (Joyes, 1996).

Fig. 5: Plateau de France, lithic industry (Joyes, 1996).

terrasses alluviales ce qui pose problème sur la contemporanéité terrasse/outillages. Les outils les mieux datés sont ceux de la carrière des Roches Bleues fossilisés par les basaltes de St. Thibéry à 680 ± 60 ka (Barrière, 1969). On pourrait ajouter un chopper en place dans le dernier niveau de la Vistrenque qui a livré *Elephas meridionalis* (Bazile, 1976). Ces industries remettent en cause les extrapolations d'Ambert concernant le Plateau de France (à partir de la date $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ de Peyre) qui conduirait à faire de ces objets les plus vieux outils d'Europe, ce qui reste à démontrer. Il existe donc, comme pour Peyre, un problème avec les datations $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ disponibles et probablement aussi avec le paléomagnétisme. Le travertin n'a révélé à ce jour aucun macroreste végétal ou animal.

2.2.1 - Les empreintes de végétaux du Chenil

Le travertin du Chenil se placerait entre une terrasse alluviale à 40 m au-dessus du Tarn (terrasse 4 d'Ambert) et une autre à 20-25 m plus récente (terrasse 3 d'Ambert). Il recèle une flore de type supraméditerranéen avec des feuilles de chêne à feuillage caduque, *Quercus cf pubescens* et *Corylus avellana*, *Buxus sempervirens* (Vernet *et al.*, 1984)

2.2.2 - Les empreintes de végétaux de La Rouquette

D'autres travertins, à 300 m en amont du lieu-dit du Chenil, appartiendraient à la même formation. Ce site, La Rouquette, se trouverait sur une nappe alluviale de galets calcaires qui coïnciderait avec la terrasse 3

d'Ambert située sous le Chenil. La datation $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ à La Rouquette donne un âge supérieur ou égal à 350 000 ans, proche de nouveau des limites de la méthode. Le chopper isolé trouvé à la base du travertin ne fournit aucun élément chronologique précis même s'il est vraisemblablement ancien, dans la mesure où il s'agit d'un objet isolé ; ce type d'outil existe depuis le plus ancien Paléolithique jusqu'au Néolithique.

La macroflore de la Rouquette se compose d'empreintes de feuilles de *Buxus sempervirens*, *Pyracantha coccinea*, *Quercus cf pubescens*, *Fraxinus excelsior*, *Corylus avellana*, *Euonymus europaeus*, *Smilax aspera*, *Ulmus cf campestris*, d'une graine de *Celtis australis* au sommet du paléosol qui forme la base du travertin. La malacofaune, les rongeurs et insectivores associés aux macrorestes végétaux confirmer une mise en place interglaciaire. Ces espèces témoignent d'un milieu forestier tempéré humide. Les deux espèces principales, *Buxus sempervirens* et *Pyracantha coccinea*, à feuillage persistant, et d'autres comme *Celtis australis* et *Smilax aspera*, indiquent des influences méditerranéennes.

La malacofaune avec plus de 50 taxons témoigne d'un couvert forestier dominant (*Clausilidae*, *Helicogona lapida* avec *Discus rotundatus*, *Cochlostoma septemspirale* etc.). La forêt est tempérée, plutôt fermée et assez humide (*Cochlostoma septemspirale*, *Acicule dupuyi*, *Azeca goodalii*, *Aegopinella pura*, *Macrogastrea rolphii* etc.). *Pomatia elegans* indique un optimum climatique dans le niveau supérieur du travertin. Les micromammifères sont présents à la base de la formation, *Apodemus flavicollis* et un insectivore proche de *Crociodura leucodon-russula-suaveolens* ; ce genre apparaît en France à la base du Pléistocène moyen (Ambert *et al.*, 1992).

2.2.3 - Les autres travertins

Un dépôt carbonaté à 10-15 m d'altitude relative (ensemble 2 d'Ambert) forme le substrat du château de Creissels. Ces travertins auraient 220 000 ans (datation $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$, Ambert 1991) mais cette date est sans doute vieillie, compte tenu de leur position basse dans la vallée. Enfin, un tuf sans doute holocène (ensemble 1 d'Ambert) repose à 5-6 m sur la basse terrasse (ruisseau de Saint-Martin).

3 - DATATIONS PAR LUMINESCENCE STIMULÉE OPTIQUEMENT (OSL)

3.1 - PRÉLÈVEMENTS

3.1.1 - Terrasses

La terrasse de 20-25 m a fait l'objet de trois prélèvements, dans les niveaux sablo-limoneux (VIA, MT3) ou carbonatés (COMP) :

Glacis-terrasse 03VIA (Lambert II : 655,1/1898,7) au pied de la pile nord du viaduc de l'A75, reposant sur le calcaire sinémurien, environ 1 m de niveau très

caillouteux (surtout galets) surmonté par 1-2 m de sables limoneux surmontés eux-mêmes par le complexe principal du glacis terrasse (5 m). La coupe se termine par 2 m de colluvions rougeâtres provenant du décapage des produits d'altération du calcaire du versant.

Glacis-terrasse 03MT3 (Lambert II : 652,5/1898,6) : environ 2,50 m de dépôts alluviaux au carrefour de la route de Théronnels constitués d'une brèche fortement concrétionnée de galets calcaires et granitiques sur environ 1 m, surmontée de sables limoneux sur 1,50 m dans lequel ont été faits les prélèvements OSL.

Nous y ajoutons 03COMP (Lambert II : 652,4/1898,6) qui se raccorde plus bas à 03MT3 : à la base des sables limoneux carbonatés dans lesquels ont été réalisés les prélèvements OSL, surmontés de plus de 2 m de dépôts de pentes anguleux fortement concrétionnés avec fragments de travertins.

3.1.2 - Travertins

Le Chenil 03CHEN (Lambert II : 657/1898,7) est un ensemble travertineux affleurant sur 4 m environ, composé d'alternance de niveaux turbulents à macro flore et de zones plus calmes concrétionnées. Les prélèvements OSL ont été réalisés dans une passée sableuse à la base.

La Rouquette 03ROQ (Lambert II : 657,3/1898,5) constitue un édifice travertineux reposant sur un paléosol fersiallitique (Ambert *et al.* 1992) ; les prélèvements OSL ont été réalisés dans une passée sableuse à la base de l'édifice travertineux.

3.2 - ANALYSES ET INTERPRÉTATIONS

Les prélèvements ont été traités pour extraire la fraction granulométrique 40-50 μm (fig. 6) : tamisage sous eau, suivi de traitements chimiques destinés à éliminer les carbonates, la matière organique et d'éventuels grains de feldspaths (Mercier *et al.*, 2003). Les expériences ci-dessous ont porté sur les grains de quartz ainsi obtenus.

Pour chaque échantillon, une technique d'aliquote unique a été mise en œuvre pour la détermination de la dose accumulée (ou paléodose) depuis leur dépôt. Chaque aliquot composé de plusieurs milliers de grains a ainsi subi plusieurs cycles incluant une irradiation, une chauffe destinée à éliminer les signaux non stables et une mesure du signal de luminescence stimulée optiquement. Chaque aliquot a donc fourni une paléodose et la mesure de plusieurs aliquots pour un même échantillon a permis de construire un histogramme de paléodoses, variant entre 130 et 190 Gy environ, ce qui peut s'expliquer par le fait que tous les grains n'ont probablement pas eu leur signal d'OSL parfaitement remis à zéro au moment de leur dépôt et avant leur enfouissement. Par conséquent, pour le calcul des âges, les paléodoses les plus faibles ont été retenues, les aliquots correspondants contenant théoriquement la plus faible fraction de grains mal blanchis.

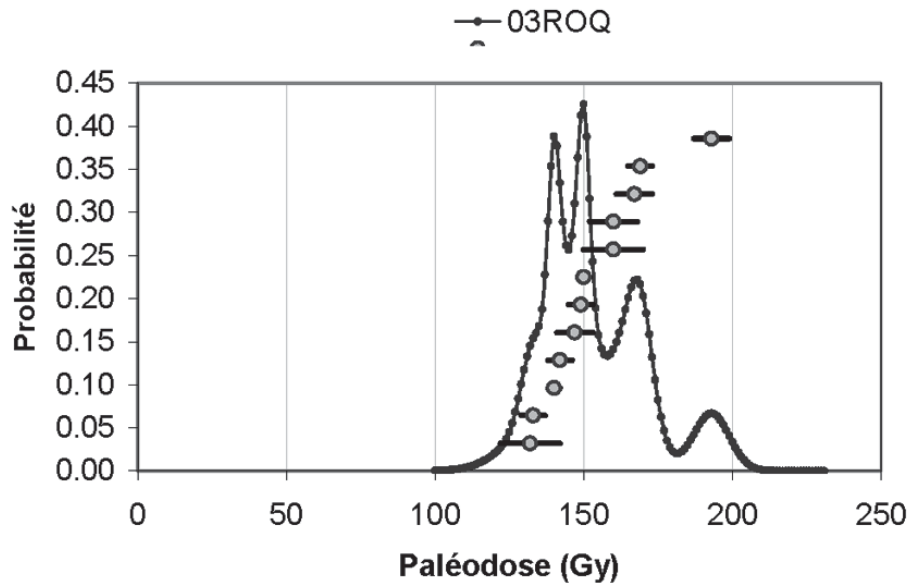


Fig. 6 : Répartition des paléodoses mesurées à partir de 12 parties aliquotes de l'échantillon 03ROQ. Chaque point indique la paléodose et l'erreur associée (2 sigma), obtenues à partir de l'analyse d'une fraction aliquote de l'échantillon. La courbe continue représente la distribution de la densité de probabilité de ces valeurs et permet d'écarter de la paléodose moyenne – et donc de l'âge OSL calculé – les fractions comportant des grains dont la remise à zéro de leur signal OSL n'a pas été totale.

Fig. 6: Distribution of the paleodoses measured from 12 parts aliquot of the sample 03ROQ. Each point indicates the paleodose and the associated error (2 sigma), obtained from the analysis of an aliquot fraction of the sample. The continue curve represents the distribution of the density of probability of these values allowing than to draw of the paleodose average – and thus of calculated age OSL – fractions comprising of the grains of which restoring of their signal OSL was not total.

Pour obtenir l'âge OSL, temps écoulé depuis l'enfouissement des sédiments, il importait aussi de déterminer les débits de dose à l'origine des signaux d'OSL mesurés.

La détermination de la dose environnementale a été réalisée *in-situ* avec un spectromètre gamma portable, à l'emplacement exact des prélèvements. Pour chacun d'eux, une fraction a également été analysée au laboratoire de Modane au moyen d'un détecteur gamma à très bas bruit de fond, permettant de vérifier que les chaînes radioactives de l'uranium et du thorium étaient actuellement à l'équilibre séculaire, et d'en déduire les teneurs en radioéléments (U, Th, K). Les débits de dose bêta et alpha sont calculés à partir de ces teneurs (Adamiec & Aitken, 1998), tenant compte des facteurs d'atténuation de dose relatifs à la granulométrie sélectionnée pour la mesure des signaux de luminescence (Mejdahl, 1979).

3.3 - RÉSULTATS DES DATATIONS OSL

Dans le tableau 1 sont portés les paramètres dosimétriques et les âges OSL obtenus pour trois des échantillons (03VIA, 03ROQ et 03COMP). Pour les deux autres, la quantité de quartz disponible était trop faible pour permettre une détermination de la paléodose.

Echantillon	N	Paléodose (Gy)	Dose annuelle ($\mu\text{Gy/a}$)	Age (ka)
03VIA	12	198 \pm 21	2630 \pm 210	75 \pm 10
03ROQ	12	142 \pm 7	521 \pm 36	273 \pm 23
03COMP	12	231 \pm 19	3105 \pm 280	74 \pm 9

Tab. 1 : Données et âges OSL.

Tab. 1: OSL data and ages.

N indique le nombre d'aliquots mesurés par échantillon avec le protocole SAR de régénération sur aliquot unique (Murray & Wintle, 2000). Une teneur moyenne en eau des sédiments de 11 % en masse a été prise en compte ainsi qu'un facteur d'efficacité alpha ($S\alpha$) de 5 $\mu\text{Gy/a}$ pour 1000 α/cm^2 .

4 - DISCUSSION

La complexité des relations travertins et dépôts détritiques, composés eux-mêmes de dépôts de pentes plus ou moins en relation avec le creusement longitudinal de la vallée, matérialisé quant à lui par des restes de terrasses alluviales, ajouté à la relative dispersion dans l'espace des affleurements, rend difficile une datation précise des épisodes travertineux. Cependant, il semble acquis que le travertin de Peyre I, au moins dans sa partie finale progradante, s'est déposé pendant un interglaciaire récent, vraisemblablement l'Eemien. En effet, il est plus ancien que la terrasse 03VIA qui a fourni un âge de 75 ka et qui précède elle-même la terrasse de 40 m associée au complexe travertineux. Peyre I est plus ancien que la terrasse 03COMP ce qui confirmerait aussi l'âge intra würmien (MIS 3 ?) du petit travertin des Douzes selon l'hypothèse d'Ambert (1984) et impliquerait un âge équivalent, rajeuni, pour ceux du château de Creissels, postérieurs à la terrasse 3 d'Ambert.

L'hypothèse que le travertin de Peyre I, au moins dans sa partie finale, est bien Eemien (vers -120 ka) est confortée par la flore à épicea. En effet, les empreintes visibles sur le front du tuf, seraient contemporaines de l'arrêt du dépôt puisque ce système fonctionne par progradation. L'essentiel de la flore de l'optimum

interglaciaire nous échappe car hors affleurement ; ce que nous voyons témoigne d'une période catathermique, cohérente avec la séquence pollinique du maar de Ribains dans le Velay (Beaulieu & Reille, 1992). L'épicéa est présent à Ribains depuis l'Eemien (MIS 5e), jusqu'au MIS 5b puis il disparaît au cours du dernier Pléniglaciaire (MIS 2). Sur ces bases, la travertinisation à Peyre semble probablement s'achever au MIS 5e et plus sûrement 5b.

A Peyre II, les deux cavités livrent un ensemble faunistique traduisant un climat tempéré, proche du dernier interglaciaire (Brugal in Vernet *et al.*, 1984). Les deux espèces de chevaux, un rongeur (*Pitymys duodecimcostatus*), le rapport Microtidés sur Muridés et les Gastéropodes traduiraient un environnement plutôt sec, modulé par l'existence des cervidés et de rares taxons frais. Cette faune est postérieure à la travertinisation et peut être rapportée à une période encore tempérée de la dernière période interglaciaire après l'Eemien, MIS 5c ou 5a. L'industrie n'apporte pas d'éléments chronologiques déterminant.

Quant au travertin du Chenil, son association à la terrasse de 20 m n'est pas claire même si les cailloutis associés témoignent d'une mise en place de forte énergie, compatible avec le creusement principal (Mokhtari, 2000). La flore est celle d'une forêt supraméditerranéenne de chênes caducifoliés rapportée à un interglaciaire proche de son optimum climatique (Vernet, 1985) et vraisemblablement l'Eemien. Il faudrait tester l'hypothèse selon laquelle le dépôt du Chenil situé en versant nord aurait cessé avec la dégradation climatique post eemienne, expliquant ainsi le non enregistrement de la phase à épicéa bien marquée en versant sud à Peyre I.

Reste le problème de La Rouquette dont les rapports géomorphologiques ont été analysés par Ambert *et al.* (1992). Cependant, leurs observations montrent une

mise en place dans un vallon tributaire du cours principal du Tarn, rendant peu évidentes les corrélations avec les terrasses alluviales du Tarn, même s'ils considèrent une liaison géométrique avec la terrasse de 20 m. Mokhtari (2000) conclut aussi à un dépôt latéral, d'origine assez proche (ruisseau de St. Martin ou celui de l'Homède) avec une mise en place dans un milieu calme sans variations notables du courant.

Le travertin de La Rouquette, sans rapport évident avec le creusement de la vallée du Tarn mais en relation avec un écoulement latéral, plus nettement qu'au Chenil, témoignerait de l'interglaciaire précédent (MIS 7). On notera en effet, la présence de *Celtis*, qui va dans le sens de cette datation. *Celtis australis* est connu par ses graines dans le site Mindel-Riss (MIS 7) du Mas des caves à Lunel Viel (Bonifay, 1968) et à la base de la séquence de Coudoulous I, Lot, dans un plancher stalagmitique daté entre 200 et 300 ka (Bonifay & Clottes, 1981). La datation OSL de 273 ± 23 ka obtenue sur les sables à la base de la séquence travertineuse (03ROQ) confirmerait cette attribution. Malheureusement, du fait de sa position ce travertin ne nous renseigne que sur l'histoire des taxa, *Celtis* notamment, mais s'intègre mal dans la chronologie générale.

5 - CONCLUSION

Le complexe travertineux associé au creusement de la vallée du Tarn est aujourd'hui mieux compris même si de nombreux points restent à élucider (fig. 7). Les datations OSL valent bien les terrasses du dernier glaciaire formées autour de 75 ka BP ainsi que le travertin de la Rouquette au cours de l'avant-dernier interglaciaire (MIS 7).

Ces résultats associés à l'histoire des taxons, dont un particulièrement précieux *Picea excelsa*, rendent très

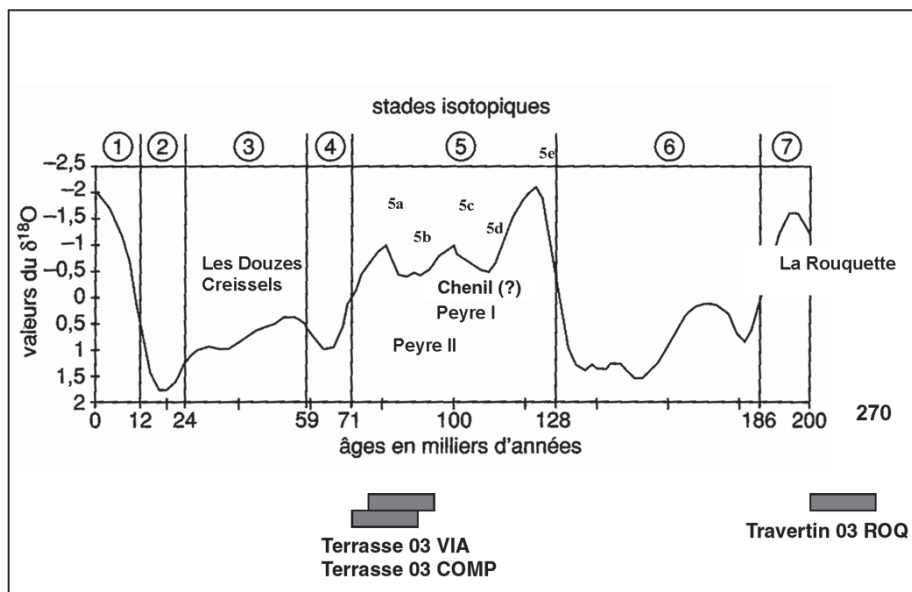


Fig. 7 : Proposition de chronologie des principales flores, faunes et terrasses alluviales associées aux travertins de la vallée du Tarn.
Fig. 7: Isotopic chronology of main flora, fauna and alluvial terraces associated with the travertine of the Tarn valley.

probable la construction de l'essentiel de l'un des édifices travertineux majeurs (Peyre) à l'Eemien alors que *Celtis australis* représente un autre repère important pour l'avant-dernier interglaciaire. Les faunes, invertébrés comme mammifères, livrent des données paléo-écologiques importantes pour l'histoire des paléoenvironnements méditerranéens. Les rares outils préhistoriques, enfin, contribuent à placer le plus ancien travertin vers la fin du Pléistocène inférieur.

REMERCIEMENTS

Emilie Guerlet a réalisé en 2002 un mémoire dans le cadre de la maîtrise de biologie des populations et des écosystèmes. Paule Ogeureau et Adam Ali nous ont fait bénéficier de leur expérience du terrain.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAMIEC G., & AITKEN M.-J., 1998** - Dose-rate conversion factors: update. *Ancient TL*, **16**, 37-50.
- AMBERT P., GUENDON J.-L., & QUINIF Y., 1989** - Découverte d'un site du Paléolithique Inférieur dans les Grands Causses (Creissels-Aveyron) : Contexte géologique et chronologique. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **308**, série II, 63-69.
- AMBERT P., GUENDON J.-L., VAUDOUR J., MAGNIN F., ROIRON P., QUINIF Y., AGUILAR J.-L., & MARINVAL P., 1992** - Paléoenvironnements au Pléistocène moyen dans la vallée du Tarn : la formation travertineuse de la Rouquette (Creissels-Aveyron). *Geobios*, **14**, 133-139.
- AMBERT P., 1984** - La région de Millau (Grands-Causses). Présentation d'une carte géomorphologique en couleurs au 1/25 000. *Méditerranée*, **3**, 43-56.
- AMBERT P., 1991** - *L'évolution géomorphologique du Languedoc central (Grands Causses méridionaux-Piémont languedocien) depuis le Néogène*. Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille, 224 p.
- BARRIERE J., 1969** - Le volcanisme d'Agde à Valros. *VIII Congrès INQUA*, livret-guide excursion C14, Paris, 14-20.
- BAZILE F., 1976** - *Le Paléolithique de la Costière méridionale dans son contexte géologique*. Thèse de Doctorat, Université du Languedoc, 209 p.
- BAZILE E., BAZILE F., & VERNET J.-L., 1977** - Une flore associée à *Picea abies* (L.) Karsten dans les tufs calcaires pléistocènes des Grands Causses. *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, **284**, D, 2211-2214.
- BEAULIEU J.-L. de & REILLE M., 1992** - Long Pleistocene pollen sequences from the Velay Plateau (Massif Central, France). *Vegetation History and Archaeobotany*, **1**, 233-242.
- BONIFAY E., 1968** - Le Quaternaire de la Durance. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, **1**, 1-16.
- BONIFAY E., & CLOTTES J., 1981** - Le gisement de Coudoulous à Tour-de-Faure (Lot). *XXI^e Congr. Préhist. de France*, Cahors-Montauban-Figeac. In *La préhistoire du Quercy dans le contexte de Midi-Pyrénées.*, vol. **1**, 27-28.
- BRUGAL J.-P., 1993** - Un repaire de hyène des cavernes et de porc-épic à Peyre (Comprégnac, Aveyron). In P. Ambert & A. Vernhet (dir.), *Les hommes et leurs environnements quaternaires dans les causses de l'Aveyron*. Musée de Millau et GDR 1058, 47-48.
- BRUGAL J.-P., & JAUBERT J., 1991** - Les gisements paléontologiques pléistocènes à indices de fréquentation humaine, un nouveau type de comportement de prédation ? *Paléo*, **3**, 15-41.
- CASANOVA J., 1984** - Genèse des carbonates d'un travertin pléistocène : interprétation paléoécologique du sondage Peyre I (Comprégnac, Aveyron). *Geobios*, Mem. Spécial n°8, 219-225.
- COLLINA-GIRARD J., 1975** - *Les Industries archaïques sur galets des terrasses quaternaires de la plaine du Roussillon (P-O, France)*, « *Outils sur galets (pebble-culture) du Pléistocène inférieur et moyen sur les terrasses des basses vallées de la Têt et du Tech* ». Thèse 3^{ème} cycle, Université de Provence, 407p.
- GUERLET E., 2002** - *Révision de la séquence travertineuse de Millau*. Mémoire de maîtrise, inédit, Université Montpellier II.
- JULIAN M., 1965** - Le modelé quaternaire des versants de la bordure des Grands Causses. *Méditerranée*, **3**, 161-169.
- JOYES R., 1996** - *Le Paléolithique inférieur des Grands Causses et des hautes vallées du Tarn, de l'Aveyron et du Vauvair dans leur contexte géologique*. Thèse de Doctorat du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 256 p.
- MEJDAHL V., 1979** - TL dating: beta dose attenuation in quartz grains. *Archaeometry*, **21** (1), 21-26.
- MERCIER N., VALLADAS H., FROGET L., JORON J.-L., REYSS J.-L., BALESCU S., ESCUTENAIRE C., KOZLOWSKI J., SITLIVY V., SOBCZYK K., & ZIEBA A., 2003** - Luminescence dates for the palaeolithic site of Piekary II a (Poland): comparison between TL of burnt flints and OSL of a loess-like deposit. *Quaternary Geochronology*, **22**, 1245-1249.
- MOKHTARI B., 2000** - *Les formations quaternaires de la haute vallée du Tarn : stratigraphie, paléomorphologie, paléoclimats et paléoenvironnements d'après l'étude sédimentologique des formations pléistocènes*. Thèse de Doctorat, Université de Perpignan, 215 p.
- MURRAY A.S., & WINTLE A.G., 2000** - Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurements*, **32**, 57-73.
- TAVOSO A., 1978** - Le Paléolithique inférieur et moyen du Haut-Languedoc : gisements des terrasses alluviales du Tarn, du Dadou, de l'Agout, du Sor et du Fresquel. *Etudes Quaternaires* n°5, Paris, 404 p.
- VERNET J.-L., 1985** - Ecologie des Causses au Quaternaire. *Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie*, **3-4**, 265-286.
- VERNET J.-L., 1997** - *L'homme et la forêt méditerranéenne de la préhistoire à nos jours*. Edition Errance, 248 p.
- VERNET J.-L., 2004** - La biodiversité des paysages des Grands Causses dans le cadre de la moyenne montagne méditerranéenne. *Annales de l'association culturelle du sud Aveyron*, **10**, 7-32.
- VERNET J.-L., AMBERT P., ANDRE J., BRUGAL J.-Ph., CASANOVA J., MICHAUX J., & SEMAH F., 1984** - Paléoenvironnements quaternaires dans la région de Millau (bordure méditerranéenne du massif central, France) à partir des travertins, des macroflores et des faunes. *Geobios*, mem. Spécial n°8, 125-131.