



HAL
open science

De la géoarchéologie à la karstologie, le site du Castet à Montmaurin

Didier Cailhol, Laurent Bruxelles, Céline Pallier, Fabien Callède, Olivier Dayrens, Francis Duranthon, Christian Salmon, Laure-Amélie Lelouvier, Marc Jarry

► To cite this version:

Didier Cailhol, Laurent Bruxelles, Céline Pallier, Fabien Callède, Olivier Dayrens, et al.. De la géoarchéologie à la karstologie, le site du Castet à Montmaurin. Paysages pour l'Homme, hommage à Paul Ambert, Marie Laroche; Laurent Bruxelles; Philippe Galant; Martine Ambert, Oct 2019, Cabrières, France. pp.145-153. hal-02532419

HAL Id: hal-02532419

<https://inrap.hal.science/hal-02532419v1>

Submitted on 5 Apr 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.

De la géoarchéologie à la karstologie, le site du Castet à Montmaurin

Didier Cailhol^{1,2}, Laurent Bruxelles^{1,3,4,6,5}, Céline Pallier^{1,6,3}, Fabien Callède¹, Olivier Dayrens¹, Francis Duranthon^{6,6,7}, Christian Salmon¹, Laure-Amélie Lelouvier^{1,6,3} et Marc Jarry^{1,6,3}

¹ INRAP, Midi-Méditerranée

² Edytem UMR 5204 du CNRS, Chambéry

³ TRACES, UMR 5608 du CNRS, Toulouse

⁴ Institut Français d'Afrique du Sud, USR 3336

⁵ GAES, Université du Witwatersrand, Johannesburg

⁶ Amis UMR 5288, Toulouse

⁷ Muséum d'histoire naturelle de Toulouse

didier.cailhol@inrap.fr

Préambule

Le secteur de Montmaurin/Lespugue est un lieu d'important pour la préhistoire, révélé depuis la fin du 19^{ème} siècle et le début du 20^{ème} siècle par les travaux de Marcelin Boule puis de Saint-Périer en 1922. Ce sont des sites d'occupations humaines multiples, qui s'installent dans les gorges de la Seygouade depuis le Paléolithique inférieur et moyen et se poursuivent jusqu'au Paléolithique supérieur, principalement dans les gorges de la Save, sur la commune de Lespugue. Dans les environs de Montmaurin de nombreux vestiges, dont une importante villa romaine dont les vestiges ont été mis au jour à proximité du Pont de la Save, témoignent d'une présence marquée du Néolithique au Moyen-âge.

En effet, de multiples édifices de la période médiévale se retrouvent sur les hauteurs principalement, pour former un maillage territorial conséquent (figure 2) (Méroc, 1950, synthèse in Jarry et al., 2011). Les fouilles archéologiques réalisées jusqu'à présent dans les deux gorges ont révélé l'importance des occupations humaines et des vestiges paléontologiques conservés dans les remplissages endokarstiques. Focalisées sur les stratigraphies, elles n'ont pas permis de mises en perspective des évolutions du karst et des dynamiques environnementales à des échelles territoriales plus larges. Par ailleurs, en l'état actuel des connaissances, il n'y a pas de systèmes spéléologiques clairement identifiés. Les diagnostics archéologiques conduits par l'INRAP en 2011 (Jarry et al. 2011) et 2018 (Lelouvier et al. 2018) dans le cadre des projets d'extension de la carrière au lieu-dit « le Castet », ont permis d'élargir les champs de vision et apportent des informations nouvelles sur la mise en place de ce karst et de ses évolutions au cours du Néogène et du Quaternaire. Ces contributions apportent ainsi, une meilleure compréhension de l'évolution des paysages de la région jusqu'à l'actuel.

Le contexte géographique

La commune de Montmaurin est située dans le Comminges aux franges du piémont pyrénéen dans le Pays du Nébouzan (figure 1). Il s'agit d'un ensemble de petites collines au relief bien marqué. Le territoire de la commune est encadré par les gorges de la Save et de la Seygouade, petites rivières issues du plateau de Lannemezan qui bordent le Bois de la Hage

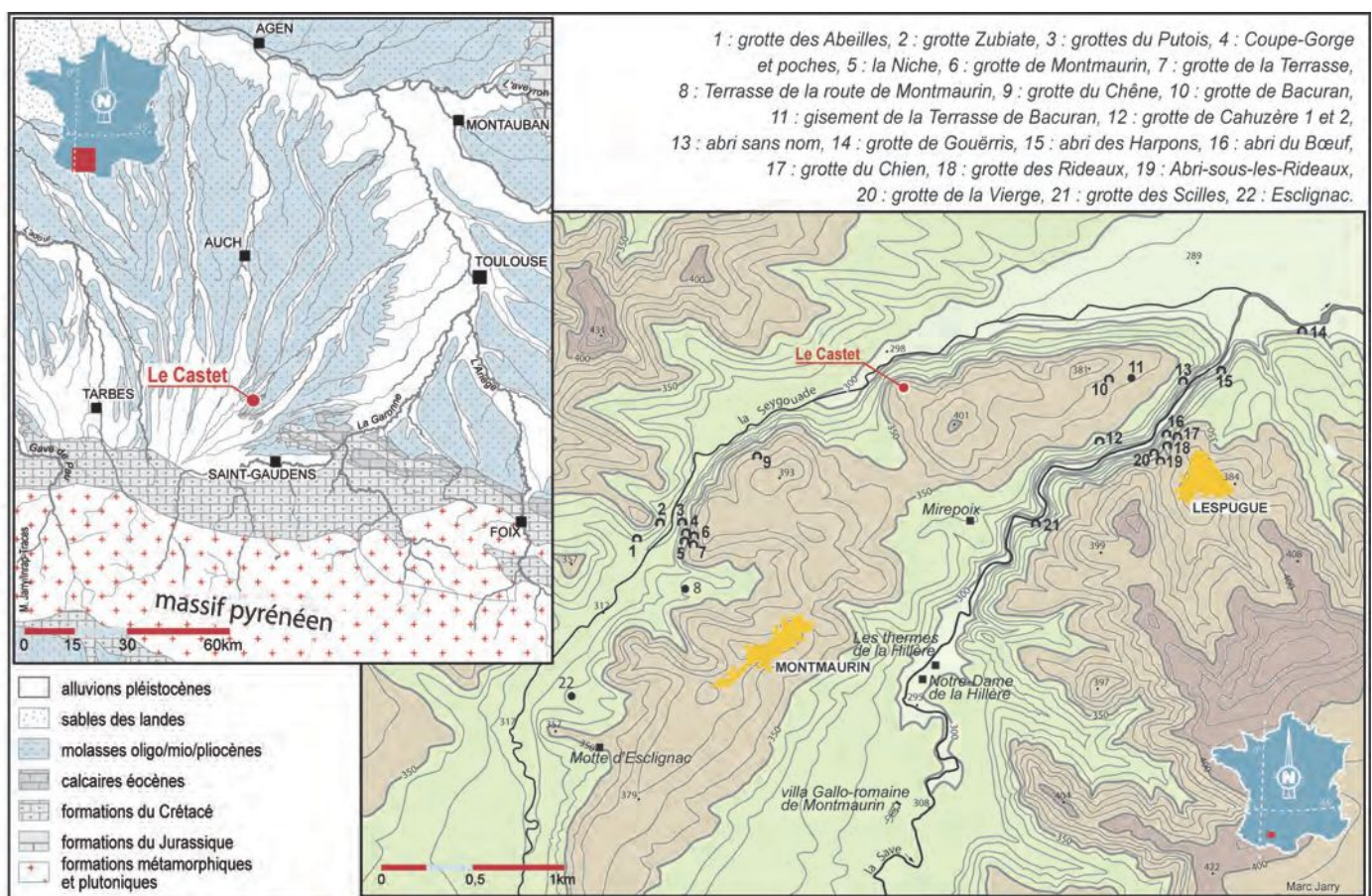


Figure 1 : cartes du contexte géologique régional simplifié et des sites archéologiques sur la commune de Montmaurin, à l'entrée des gorges de la Seygouade et dans celles de la Save à Lespugue. © (R. Simonet modifié) dessin M. Jarry, Inrap .

dont le point culminant se situe à côté de la Coume de Hourqual à 401 m NGF. La Save, longue de 148km, est un affluent de la rive gauche de la Garonne. Elle prend sa source sur le Plateau de Lannemezan. À hauteur de Montmaurin, elle entaille le massif calcaire à l'est par des gorges escarpées suivant une direction sud-nord, sur plus de 2 km de longueur. La dénivellation est de 18 m entre l'entrée et la sortie des gorges. La Seygouade est une petite rivière tributaire de la Save, de 16,5 km de longueur. C'est un affluent de rive gauche de la Save, la confluence se fait sur la commune de Lespugue. Actuellement, un soutien d'étiage se fait par l'intermédiaire du canal de la Neste. La dénivellation entre l'entrée des Gorges et la sortie est de 19 m.

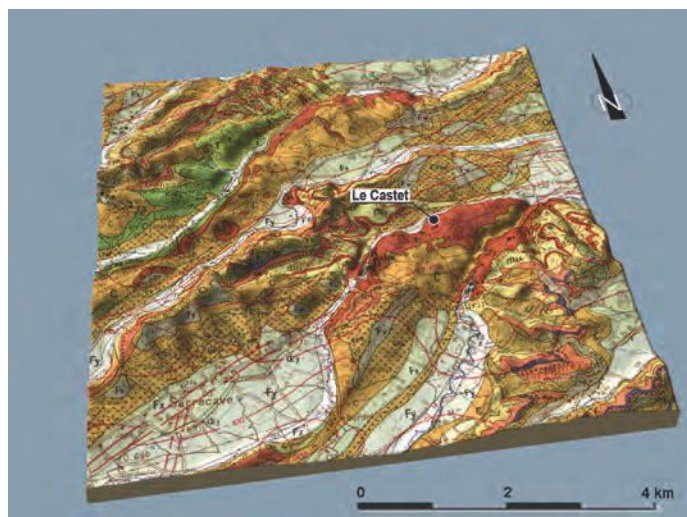


Figure 2 : Bloc diagramme du contexte géologique des gorges de la Seygouade et de la Savedans la structure dôme de Lespugue—Montmaurin. © dessin L. Bruxelles/Inrap d'après carte géologique 1/50000, Cavaillet et Ternet 1977.

Le contexte géologique

Les structures et les dynamiques

Les reliefs du Mail Caoudéré sont situés sur le dôme de Lespugue—Montmaurin, un brachy-anticlinal allongé suivant une direction sud-ouest-nord-est, et d'une longueur de 5 km environ. Cette structure résulte du chevauchement frontal nord-pyrénéen (CFNP). Il constitue la limite nord de l'orogénèse et forme la Zone sous-Pyrénéenne (ZsP), avant-pays autochtone plissé. L'anticlinal est essentiellement constitué de calcaires micritiques durs du Dano-Montien dont l'épaisseur varie de 110 à 140 mètres. Les dépôts carbonatés sont surmontés par les sables et grès du Thanétien.

Ceux-ci se retrouvent à l'ouest de Montmaurin, au sommet du versant est de la vallée de la Seygouade. Leur épaisseur est de l'ordre de 50 m environ (Cavaillet et Ternet 1977). Durant le Thanétien, une plateforme carbonatée protégée s'est mise en place dans le sillon sous pyrénéen. Les variations de lithologies observées sont liées à des évolutions d'environnements de dépôts résultant de cycles transgression/régression est-ouest accompagnés de déplacements rapides du trait de côte vers l'est, en provenance de l'Atlantique. L'ensemble de la série correspond donc à un cycle transgression/régression au sein duquel trois pics de transgressions d'ordre inférieur ont pu être mis en évidence (Tambareau et al., 1995). Au cours du Miocène, les séquences molassiques du Burdigalien et de l'Helvétien viennent en recouvrement sur les séries précédentes. Ces structures sédimentaires de la marge du Bassin aquitain se mettent en place dans le contexte des évolutions du massif pyrénéen (Dubreuilh et al., 1995). La période de formation du méga-cône de Lannemezan correspond à une phase post-orogénique où la tectonique cesse de jouer un rôle dominant. Son bassin d'alimentation se situe à une position charnière entre une zone à l'ouest qui continue tardivement à s'exhumer et une zone à l'est où l'exhumation est pour l'essentiel terminée (Mouchéné, 2016). Cette dynamique entraîne des processus d'érosion et d'altération actifs, des terrains de couverture se mettent en place, accompagnées par des évolutions des morphologies de surface. Avec la déconnexion des Pyrénées et du cône de Lannemezan au Pléistocène, une nouvelle dynamique hydrologique s'installe et accentue les processus géomorphologiques avec l'incision des cours d'eau (figure 2).

Une tectonique profonde marquée

Avec le Front nord pyrénéen (FNP) qui se trouve en position arrière au sud, le Front des Petites Pyrénées accompagne le chevauchement frontal nord-pyrénéen (CFNP) au nord. Il constitue une structure d'avant-pays autochtone plissé à la limite nord de l'orogénèse. Dans la région de Montmaurin, il est affecté par le décrochement de Lespugues (Cavaillet et Ternet 1977) qui a contribué à l'installation des gorges de la Save et de la Seygouade. Des racines tectoniques profondes affectent cette partie de la Zone sous-Pyrénéenne (ZsP), en bordure du bassin flexural que constitue le Bassin aquitain (Choukroune et al., 1989, Mouthereau et al., 2014) (Figure 3). Ce contexte est très favorable à l'installation de boucles de circulations profondes de recharge des aquifères et de systèmes karstiques avec une composante hypogène (Klimchouk, 2007). À proximité de Montmaurin, on note à plusieurs endroits, des traces d'un volcanisme actif du Crétacé. Il a donné des roches pyroclastiques et des formations volcano-sédimentaires avec une grande variété de tufs : brèches, lapillis, cinérites.

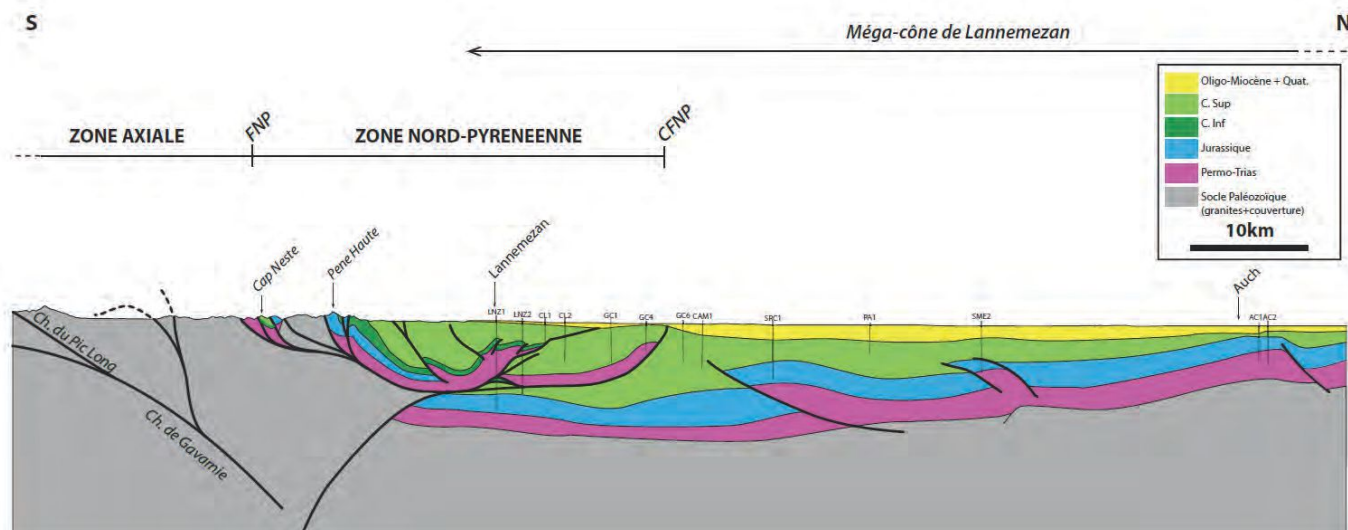


Figure 3 : Coupe synthétique du Nord Des Pyrénées et du Bassin d'Aquitaine dans l'axe de la vallée des Nestes réalisée à partir de l'interprétation du profil de la ligne sismique R6 (BRGM) et des données de forages (indiqués par trait un vertical noir). Source : Mouchéné 2016.

Ces formations alternent avec des calcaires, des marnes et des grès à faune marine. La puissance de cet ensemble est de 430 m à Mondilhan 4 et Recurt 1, 235 m à Gensac 1, 210 m à Montastruc 1, 50 m à Bonrepos 1, 20 m à Mondilhan 1 (Cavaillé et Ternet, 1977).

Les observations au niveau des gorges de la Save

Le creusement des gorges de la Save accompagne, au cours du Pléistocène, l'incision de la rivière dans le cône de Lannemezan en amont, et dans les niveaux molassiques en aval. Les abaissments rapides du niveau de base régional en lien avec les périodes glaciaires et les péjorations climatiques qui les accompagnent, sont à l'origine de la mise en place de ces gorges de raccordement dans les calcaires qui arment cette partie de l'anticlinal. Leur formation est liée à la surimposition de la Save pyrénéenne dans les niveaux carbonatés avec les processus d'érosion régressive dans la partie nord de la molasse, en aval de l'anticlinal. On observe actuellement une stabilité des conditions hydrogéologiques avec des encoches de rivière bien marquées dans les parois rocheuses au niveau du lit de la rivière et des rives extérieures des courbes du cours d'eau. Les affleurements calcaires présentent une fracturation relativement importante et de nombreux petits drains karstiques et cheminées affleurent dans les niveaux. Les cavités archéologiques se situent essentiellement en rive droite, dans la partie médiane et aval des gorges, sur la commune de Lespugue.

Les observations au niveau des gorges de la Seygouade

Le site du Coupe-Gorge

Dans le secteur du Coupe-Gorges, les phases d'incision de la Seygouade sont marquées par quatre niveaux de conduits karstiques, mis au jour par l'exploitation des carrières.

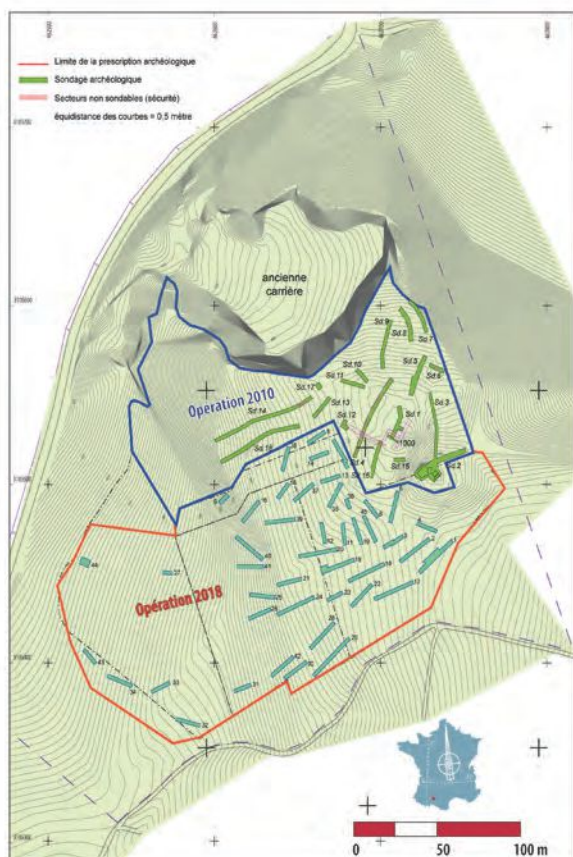


Figure 4 : plan masse de la partie du diagnostic archéologique à proximité du front de taille de la carrière. © dessin O. Onézime, Inrap et M. Jarry, Inrap.

Le karst dit inférieur est constitué par les grottes du Putois qui s'ouvrent à 4 m au-dessus du lit actuel de la rivière. Les conduits sont colmatés par des argiles à galets, ils intègrent des vestiges protohistoriques en surface du remplissage. Au-dessous, des foyers du Paléolithique supérieur ont été découverts. L'une des cavités a été sondée jusqu'à - 3 m sous le niveau

de la rivière actuelle. Elle montre un surcreusement puis un remblaiement antérieur à l'occupation paléolithique (Serra 1980, Gaillard 1979).

Le réseau moyen est constitué par la grotte de Coupe-Gorge (à 28 m d'altitude relative), la cheminée de la Niche et par une série de poches karstiques aujourd'hui détruites. La plupart de ces cavités sont entièrement colmatées par des sédiments riches en os de faune et en industrie lithique « d'allure moustérienne » (Méroc extraits carnets «noirs» inédits 1945, copie R. Simonnet). Une mandibule d'apparence pré-néandertalienne est découverte au sein du remplissage sédimentaire de la Niche. Elle pourrait être issue des réseaux supérieurs par soutirage des colmatages (Méroc 1952, Baylac et al. 1950).

Le réseau supérieur est marqué notamment par la grotte de Montmaurin (ou grotte Boule) et la cavité tronquée de la Terrasse, à 40 m au-dessus de la Seygouade. Si les remplissages anciens de la grotte de Montmaurin ont été emportés, des placages de brèches à Machairodus et Rhinocéros mercki sont encore en place. Ces dépôts qui témoignent d'une phase chaude du début du Quaternaire (Boule 1902, Saint Perrier 1922). Les réseaux moyen et supérieur pourraient être en communication par des systèmes de conduits et des fissures.

Le « très haut niveau » (Gaillard 1979) est constitué de poches karstiques situées environ 5 mètres en contrebas de la surface du plateau et 60 m au-dessus du lit de la rivière. Elles sont colmatées par un conglomérat de galets roulés et très altérés.

Les observations sur le site du Castet

Le site du Castet constitue la partie haute du flanc de l'anticlinal, en rive droite de la Seygouade. Les niveaux calcaires sont localement visibles à l'affleurement, des zones lapiazées émergent du sol sur quelques mètres carrés. Dans les parties inférieures, des bancs calcaires de taille pluri décimétrique constituent des gradins bien marqués, au niveau des ruptures de pente. Sur la plus grande partie des surfaces sommitales les dépressions calcaires sont colmatées par un remplissage argileux. Les sondages et les études géotechniques menées en préalable aux opérations d'archéologie préventive ont révélé des poches localisées au sein des calcaires, remplies d'argiles fines de couleur brun-jaune, définies comme argiles orangées (Patin, 1967) et d'autres argiles de même texture de couleur brun-rouge. Elles forment des poches conséquentes de taille pluri métrique qui viennent se surimposer sur l'encaissant calcaires fortement karstifiés et parfois démantelés. Les argiles orangées s'accompagnent à certains endroits de niveaux de galets d'une épaisseur de l'ordre de 0,2 à 0,3 m. Il s'agit de nappes localisées qui se retrouvent dans les parties hautes. L'ensemble de ces dépôts est rattaché au Messinien (Patin 1967).

Les opérations de diagnostic entreprise en 2010 constituaient une première tranche d'étude du site. Elles concernaient l'examen de l'ancien front de taille de la carrière mais également des sondages archéologiques sur le plateau à environ 370 m NGF. Il s'agit d'une topographie irrégulière, trouée par plusieurs dolines de plus ou moins grande taille (de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres de diamètre). L'emprise comprenait notamment le plateau du Castet, qui présente une surface relativement plane ainsi que la doline du Castet, située en contrebas (figure 4).

Les structures karstiques présentes dans le front de taille de l'ancienne carrière

L'objectif des explorations en paroi étaient l'inventaire et l'observation des cavités, des diaclases et des remplissages des conduits karstiques afin d'en faire la description et de mesurer leur potentiel archéologique. La documentation des dynamiques des remplissages visait à comprendre si des vestiges archéologiques étaient susceptibles de se trouver dans ces dépôts, entraînés à partir de soutirages depuis le plateau. Les probabilités de trouver des stratigraphies liées à des occupations étaient très faibles car ce front de taille est relativement éloigné de l'ancien versant, contrairement aux cavités du secteur du Coupe-Gorge, découvertes très proches de celui-ci.



Figure 5 : Caractéristiques des formes et remplissages observés sur la paroi de la carrière. © dessin C. Pallier, Inrap, clichés L. Bruxelles, C. Pallier, Inrap et M. Jarry, Inrap

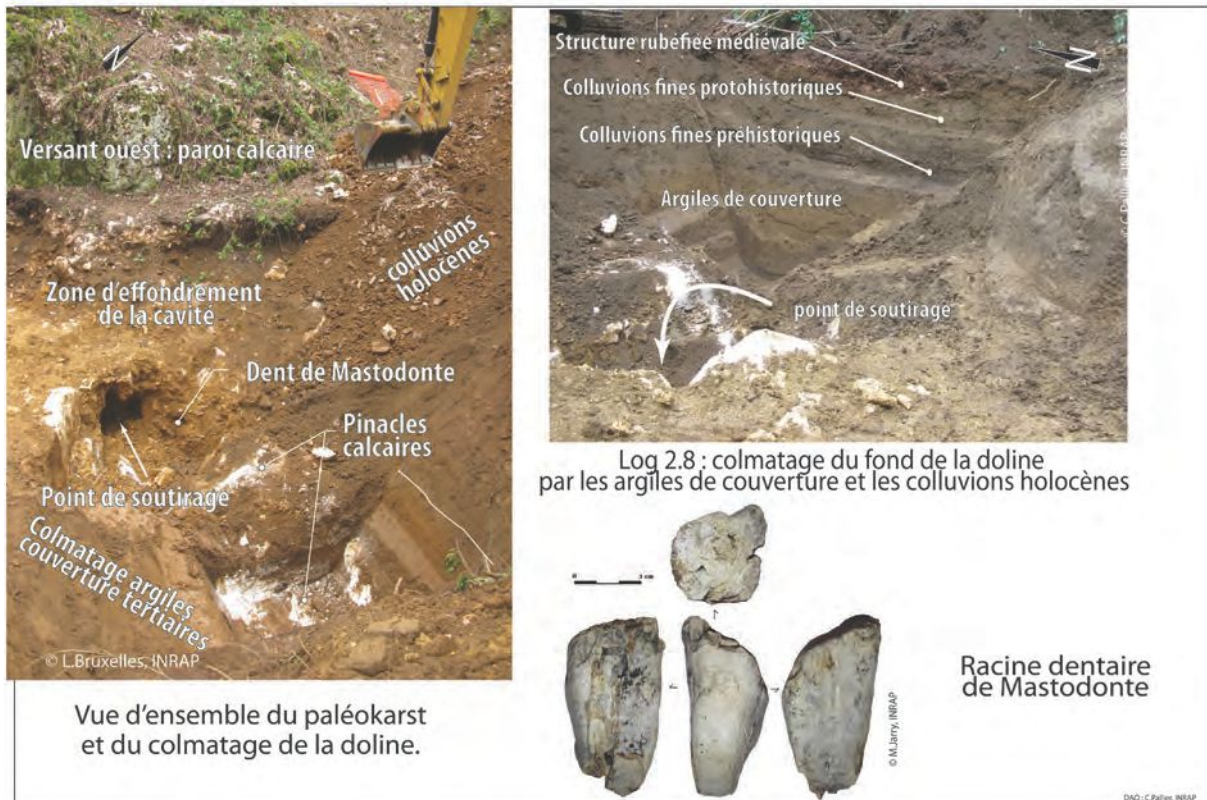


Figure 6 : Morphologies du fond de la doline du Castet © clichés L. Bruxelles, Inrap, C. Pallier, Inrap et M. Jarry, Inrap.

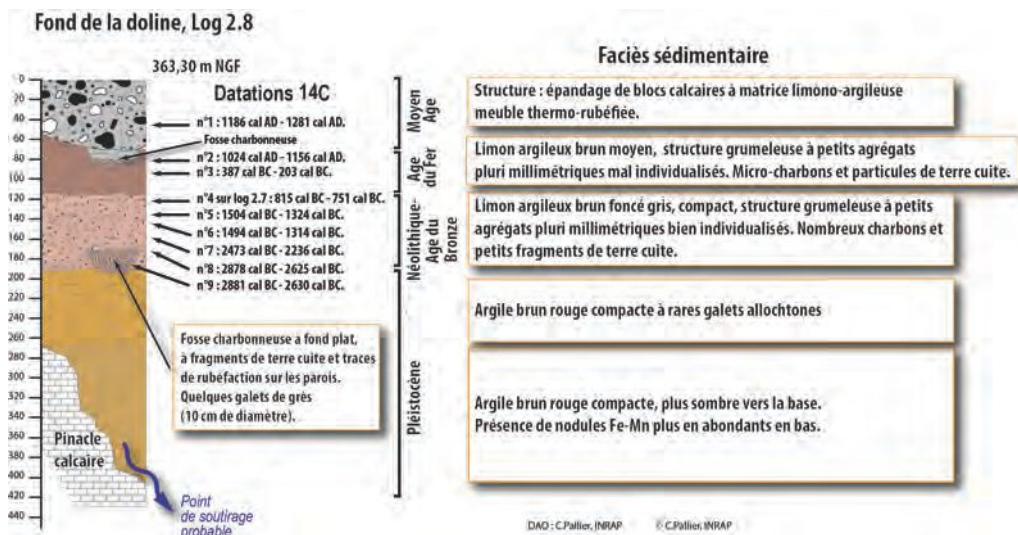


Figure 7 : Contexte sédimentaire et datation des phases de colmatage dans le fond de la doline, relevés dans le log 2.8 © dessin C. Pallier, Inrap.

Les observations en paroi et les sondages géotechniques mettent en évidence une tectonique marquée qui affecte les roches. La paroi est constituée d'une succession de strates calcaires, avec

parfois des intercalations de niveaux argileux. La karstification est forte avec des diaclases nombreuses et des cavités. Celles-ci sont de taille modeste lorsqu'elles sont horizontales, mais beaucoup plus importante pour les formations verticales (avens).

On distingue trois zones principales (figure 5) :

- la partie haute de la paroi, qui est affectée de diaclases verticales d'écartement modeste.
- la partie médiane, sur laquelle on repère un aven tronqué, d'environ 15 m de diamètre initial ;



niveaux tertiaires remaniés. Ces éléments ne sont pas rares dans la molasse de la région (Antoine et al. 1997). Les dépôts d'argiles orangées se retrouvent sur toute la zone nord et nord-ouest, en périphérie de cette cavité. Côté sud et sud-est en revanche, derrière un pinacle calcaire, le remplissage de la doline est constitué par les argiles brun rouge, très fines et homogènes, sans éléments grossiers. Il s'agit des couvertures anciennes (Tertiaire et Quaternaire ancien) à l'origine de la crypto-karstification. Localement, elles ont été évacuées par le soutirage et remplacées par des formations plus récentes.

Les différents niveaux stratigraphiques observés dans la doline contenaient des charbons, ils ont été prélevés afin de connaître les rythmes de colmatage à partir de datations radiocarbone (figure 8). Comme dans les autres sondages, on observe au-dessus des argiles compactes, de la base vers le sommet :



Figure 8 : Vue des structures de remplissages dans le sondage N°9 et des calcites rhomboédriques liées aux processus hypogènes. Photographie INRAP, Didier Cailhol.

la partie basse de la paroi, qui présente notamment une petite cavité horizontale et un porche de grotte. Par ailleurs, des coulées de calcite et des concrétions de forme sphérique témoignent de l'existence de grottes anciennes démantelées par l'érosion. Une cavité recoupée présente un colmatage partiel d'argiles de décantation très fines et laminées. Cette structure met en évidence une phase épi phréatique de basse énergie alors que le niveau de base de la rivière se situait à proximité de cette altitude. La poursuite de l'incision a entraîné l'évacuation d'une partie des dépôts argileux, comme le montrent les planchers stalagmitiques développés dans une seconde cavité. Ces marqueurs documentent l'incision du cours de la rivière bien avant les éventuelles fréquentations humaines.

Le karst sous couverture des parties hautes

Les dolines

La grande dépression située au sud-est du front de taille a fait l'objet d'une vaste opération de sondage à la pelle mécanique. Cela a permis de mettre en évidence une doline formée par suffosion (Waltham et al., 2003). Les stratigraphies dégagées lors des sondages ont mis en évidence différents niveaux archéologiques (figure 6 et figure 7).

Au fond, on observe un vestige de paroi d'une cavité effondrée, contre lequel des planchers de calcite et quelques coulées ont été préservés.

Un fragment de stalagmite « détaché » a été prélevé pour datation U/Th, il a donné un âge calculé de 305 (+18/-15) ka (Bruxelles, in Jarry et al. 2011). Une courte désobstruction, a permis d'observer un petit conduit d'une quinzaine de centimètres de diamètre qui semble se poursuivre dans le colmatage argileux. Celui-ci est colmaté par un remplissage hétérogène d'argile ocre jaune à cailloux anguleux et blocs de calcaire, jusqu'à 60 cm environ de grand axe. Au sein de ce remplissage, un fragment de racine dentaire de Mastodonte a été découvert. Cette pièce ne peut provenir que de

- une couche de limon argileux brun foncé gris, compact, à nombreux charbons infra centimétriques et particules de terre cuite. Une fosse à fond plat d'une soixantaine de centimètres de diamètre, contenant trois galets de grès d'environ 10 cm de grand axe et présentant un pourtour d'argile rubéfiée s'ouvre à la base de ce niveau. À la base de la couche, à 1,90 m de profondeur, la datation de l'échantillon n° 8 indique une probable mise en place au cours du Néolithique final (2878 cal BC - 2625 cal BC). Dans la fosse à 1,70 m de profondeur, celle obtenue sur les échantillons n° 7 et 9 indique également une utilisation au Néolithique final (n°7 : 2473 cal BC - 2236 cal BC et n°9 : 2881 cal BC - 2630 cal BC). La stratigraphie, très homogène entre 1,70 m et 1,50 m de profondeur montre une continuité d'occupation. En effet, les dates sur les échantillons n° 5 et 6 (n°5 : 1504 cal BC - 1324 cal BC et n°6 : 1494 cal BC - 1314 cal BC) respectivement à 1,40 et 1,50 m de profondeur indiquent une mise en place au cours de l'âge du Bronze moyen. L'homogénéité sédimentaire peut s'expliquer par la permanence de l'occupation entre ces deux périodes et l'absence de charbon par une occupation moins localisée autour de la doline. Le passage entre ce niveau préhistorique et le niveau sus-jacent est daté par l'échantillon n° 4 de la transition entre l'âge du Bronze final et l'âge du Fer (n°4 : 815 cal BC - 751 cal BC) ;

- une couche de limon argileux brun moyen, moins compact, présente quelques micro-charbons et des particules de terre cuite. L'échantillon n°3 permet d'estimer sa mise en place au cours du 2ème Age du Fer (387 cal BC - 203 cal BC). À la base de ce niveau, une lamelle en silex a été observée. Au sommet s'ouvre une fosse charbonneuse, à fond plat, d'environ 40 cm de diamètre, dont l'utilisation est datée par radiocarbone du Moyen Age (n°2 : 1024 cal AD - 1156 cal AD), en concordance avec l'occupation du plateau. En effet, au sommet de l'ancienne carrière, juste au-dessus de la doline, le diagnostic archéologique a mis au jour les vestiges d'un castrum médiéval, daté du 11e siècle (Jarry et Dayrens, 2012, Dayrens et al.,

2013). Dans sa partie supérieure, le remplissage de la fosse ne se distingue pas de l'encaissant « protohistorique ». Cependant, elle devait s'ouvrir dans le niveau sus-jacent qui a été à cet endroit tronqué par une vaste structure de combustion. Ces deux derniers sont décrits ci-dessous ;

- un niveau limono-argileux brun moyen à galets allochtones et calcaire, peu compact. C'est vraisemblablement au sein de celui-ci que devait s'ouvrir la fosse décrite précédemment ;

- une structure de combustion assez vaste, composée de blocs calcaires jointifs, à matrice argileuse aérée rubéfiée à nombreux charbons, jusqu'à 65 cm de profondeur, se situe à l'affleurement. Les datations radiocarbone de l'échantillon n°1 lui attribuent un âge autour des XIIe – XIIIe siècles (1186 cal AD - 1281 cal AD), ce qui correspond à la phase d'abandon de l'ensemble fortifié.



Figure 9 : Structures d'altération et de concrétionnement liés aux processus hypogènes dans le sondage N° 36. Photographie INRAP, Didier Cailhol.

Les datations obtenues sont particulièrement cohérentes avec les indices d'occupation ou de fréquentation observés (structures, éléments lithiques et céramiques épars). Il semble donc que le colmatage de la doline soit en lien direct avec l'occupation humaine à proximité immédiate. Entre ces phases d'anthropisation, on observe des lacunes sédimentaires totales, parfois sur plus d'un millier d'années, comme cela a été également observé sur la Causse de Martel (Bruxelles et al., 2006). Au cours de ces occupations, le colmatage semble s'effectuer assez progressivement, par des apports de sédiments limono-argileux fins. Seule la couche de limons argileux à galets mise en place au cours de la présence médiévale mobilise des éléments plus grossiers

L'opérations de 2018

Celle-ci venait compléter le travail effectué en 2010 dans la grande doline et au front de taille, avec le diagnostic des parcelles situées plus au sud. Les sondages ont montré l'extension de la zone karstifiée de la partie sommitale du flanc de l'anticlinal et l'importance des remplissages argileux qui comblent les dépressions et les zones lapiazées. Des cavités de petites dimensions, décapitées par l'érosion ont également été retrouvées dans ce secteur. Elles étaient entièrement remplies d'argiles. Leur dégagement a mis en évidence différents ensembles de concrétions, mais aussi leur utilisation comme silos durant la période médiévale.

Dans la partie occidentale du site à proximité du front de taille de l'ancienne carrière, en bordure d'un replat situé à la cote 360 m NGF, le sondage d'une dépression surmontée d'une voûte calcaire effondrée (sondage n°9 : figure 8) a été réalisée jusqu'à 2,5 m de profondeur entre les parois rocheuses et les blocs qui formaient la voûte. Il a été mis en évidence un remplissage argileux de couleur brun-rouge dans lequel se retrouvent des blocs de calcaire de taille décimétrique à pluri décimétrique. Il n'a pas été

observé de stratification, ni d'organisation des dépôts, les phénomènes de colluvionnement sont marqués dans cette partie du sondage, issus des mouvements de pente, suivant un axe de direction N75°E. Quelques ossements d'animaux ont été retrouvés à plus de 2 m de profondeur, ils ne sont pas en position stratigraphique. La voûte qui scelle cet ensemble est constituée de blocs de calcaires qui, bien que fracturés, sont encore en position initiale. Ils présentent des traces marquées d'altération : trous de différentes tailles, corrosion des surfaces. Sur la face interne d'un gros bloc, il est observé des cristaux de calcite de taille centimétrique de forme rhomboédrique qui occupent des surfaces importantes (figure 8). Au niveau du sondage N°36, des niveaux de calcite hydrothermale avec des structures cristallines de sparite en lames, ont été retrouvés dans les remplissages argileux. Elles ont des formes sphériques et présentent des cristaux de forme allongée avec une structure radiale, légèrement translucides, de couleur brun-clair. À côté, les horizons calcaires présentent des formes d'altération poussées (figure 9). À l'aplomb, dans la paroi rocheuse, les corridors d'altération sont visibles sur toute la hauteur de l'affleurement. Ils sont recoupés par des chenaux fluviaux anciens et les drainages actuels. Dans la partie basse du site, les sondages réalisés montrent des niveaux de galets fluviaux pris dans les niveaux argileux au-dessus des bancs calcaires. Ces dépôts à faible profondeur par rapport au terrain naturel, témoignent de paléo chenaux de surface qui s'écoulaient en direction de la Seygouade, alimentés depuis les terrains constitués des colluvions imperméables autour du lieu-dit Mirepoix. Actuellement, le drainage de ce vallon se fait par un système de pertes dans les calcaires positionnés au niveau du contact avec les colluvions qui évoluent ici par des processus d'érosion régressive. La zone de perte, en aval de Mirepoix, est située en lisière du bois, dans une vaste de doline de dimensions décamétriques. L'eau exploite la fissuration importante de ce secteur pour s'infiltrer dans les calcaires. Des niveaux de remplissage argileux conséquents se retrouvent dans les bordures. Compte tenu du faible bassin d'alimentation, les conduits qui participent au drainage sont de petites dimensions et très empâtés par les argiles

Discussion

Éléments de mise en place des principales formes karstiques

1) Le pré karst hypogène (Paléogène)

Le contexte karstique du secteur de Montmaurin résulte d'une évolution polyphasée qui démarre dès les phases d'exhumation du massif amorcée au cours du Paléocène. Au cours de l'Éocène, une fois la régression marine commencée, les phases de surrection des Pyrénées, engendrent une tectonique profonde liée aux chevauchements à vergence nord du Front Nord Pyrénéen et du Chevauchement Frontal Nord-Pyrénéen dans la Zone sous pyrénéenne. Les dépôts molassiques continentaux issus de l'érosion pyrénéenne ont recouvert les plis calcaires pré pyrénéens calcaires et notamment le massif de Montmaurin.

Il en découle des phases de prékarstification avec des boucles de circulations hydrogéologiques profondes de type hypogène (Klimchouk, 2007, Husson, 2013), à partir des structures du chevauchement du Front Nord Pyrénéen. Au niveau du massif de Montmaurin, les calcaires fracturés du brachy anticlinal vont favoriser les remontées des fluides et l'installation de corridors d'altération comme ceux observés dans le front de taille de l'ancienne carrière. Au toit du système carbonaté, les fissures ouvertes vont permettre la précipitation de calcites sparitiques comme celles observées dans les sondages de 2018. Par ailleurs, les phases de volcanisme régionales au cours du Crétacé montrent l'importance de la tectonique profonde de la bordure du Bassin aquitain.

2) Le karst sous couverture ou crypto karst

À partir de l'Éocène, les évolutions conjointes des Pyrénées et du Bassin

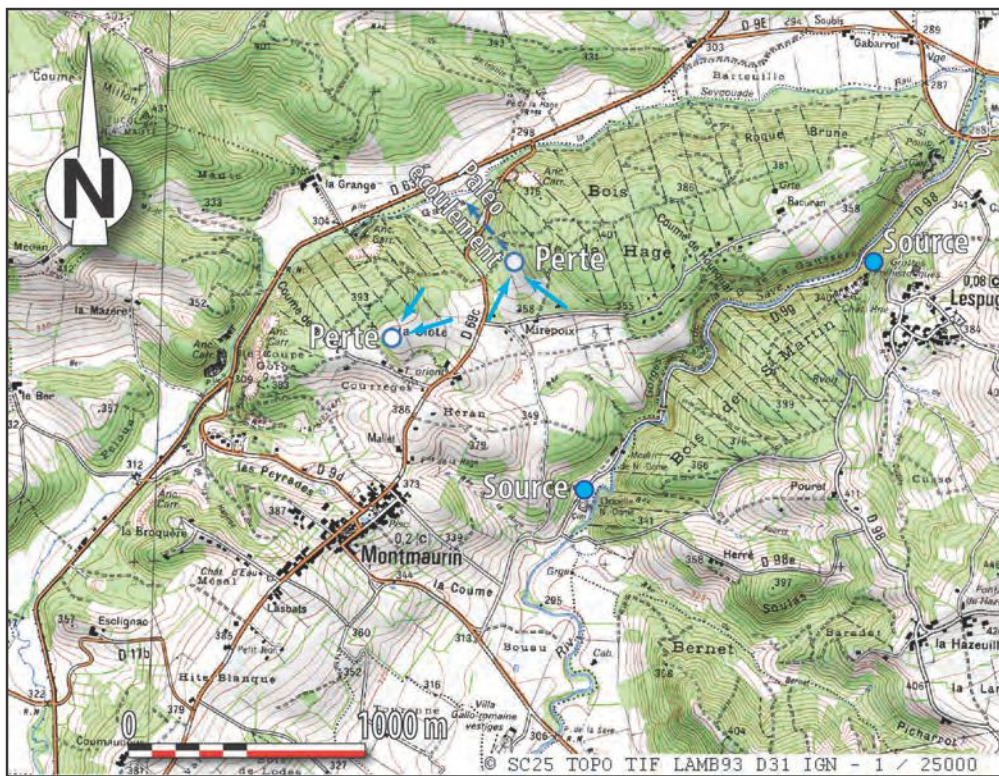


Figure 10 : Carte de localisation des pertes et des émergences du massif karstique du secteur de Montmaurin et de Lespugues. Fond cartographique IGN, infographie INRAP, Didier Cailhol.

aquitain vont conduire à l'installation de terrains de couverture. Il s'agit des Sables de Montmaurin qui se retrouvent au voisinage du village. Ils proviennent des épandages issus du Massif central comme le montre leur cortège pétrographique (Cavallé et al., 1977). Les calcaires des molasses du Burdigalien au Tortonien sont en recouvrement sur les bords externes du dôme tant du côté de la Save que de la Seygouade. Les épandages du méga-cône de Lannemezan vont constituer les derniers niveaux de couverture. Ces différents dépôts vont installer les conditions d'une karstification sous couverture ou crypto karstification (Ambert, 1991, Quinif 2010, Jarry et al., 2011, Husson, 2013) qui va se développer, dans la durée, au cours du Pliocène. Les sondages réalisés dans la partie supérieure du site du Castet montrent cet héritage avec les formes lapiazées arrondies, les grandes dépressions et les pinacles calcaires qui les encadrent, plus ou moins interconnectés par des drains de petite taille. Ces différentes morphologies ont été ensuite recouvertes par les argiles orangées issues de phénomènes d'altération.

3) Le karst épigène

Les processus d'érosion liés à l'incision des rivières et de la déconnexion du plateau de Lannemezan du piémont pyrénéen installent un karst épigène avec le recul des couvertures au cours du Pléistocène. Des pertes se mettent en place au contact entre les calcaires et les niveaux de colluvions imperméables. Localement la karstification épigène va utiliser les conduits et les discontinuités issues des phases précédentes pour structurer des systèmes spéléologiques en lien avec les évolutions locales du niveau de base des deux cours d'eau. Les structures sondées autour de la cote d'altitude 360 m NGF qui correspond aux niveaux supérieurs du Paléolithique inférieur dans la bordure des gorges de la Seygouade, ont montré, comme au sondage N°9, la diachronie des processus lors des premières phases de ce type de karstification. Le karst fonctionnel actuel, lié au recul de couverture, se situe à la cote d'altitude 345 m NGF. C'est également l'altitude des grottes de la Boule et de la Terrasse. Celle du Coupe Gorge se trouve 20 m plus bas. Si les vastes dolines sur le plateau sont des héritages de la phase sous couverture, la doline du Castet montre l'existence d'un karst épigène structuré puis démantelé avec la cavité effondrée mise au jour par le sondage. Celle-ci, vraisemblablement creusée au début de l'incision de

la vallée de la Seygouade, pourrait correspondre au « très haut niveau » (Gaillard 1979). La grotte, dont la voûte s'est progressivement amincie, s'est ainsi effondrée, comblée par les argiles jaunes tertiaires auxquelles se sont mêlés les blocs calcaires de l'ancienne paroi. Les versants de la doline sont constitués par une succession de pinacles calcaires, entre lesquels se sont développés des points de soutirage plus ou moins importants. Du côté est de la doline, derrière un pinnacle calcaire, le remplissage fin et homogène traduit soit un vraisemblable point de soutirage identique à ceux observés ailleurs, soit une partie préservée de la couverture moins soutirée qu'ailleurs. Le réseau hydrographique s'organise sur les molasses qu'il évacue en partie, puis entame le substratum calcaire à partir de pertes comme c'est actuellement le cas au niveau de Mirepoix à proximité de la zone du diagnostic. Ainsi, à la fin du Tertiaire ou au début du Quaternaire, le plateau est progressivement dégagé

de sa couverture molassique dont seule une partie reste piégée en position remaniée au fond des dolines, comme en témoigne la présence de la dent de mastodonte. Au cours de l'incision des canyons au sein des calcaires, des réseaux karstiques horizontaux se développent lors des phases de stabilité du niveau de base. La poursuite du creusement du canyon et l'abaissement du niveau de base de la Seygouade et de la Save permettent la verticalisation du karst avec la formation d'avens. Ainsi, les circulations de surface ont définitivement disparu au profit du drainage endokarstique. (figure 10).

Le karst : un enregistreur différentiel des vestiges d'occupations humaines
 Les opérations de diagnostic archéologique du Castet à Montmaurin ont aussi permis de vérifier, dans ce cadre général complexe, les capacités d'enregistrement du karst et les phénomènes taphonomiques concourant à la préservation différentielle des vestiges. Si elles apparaissent très variables, elles apportent toutefois des informations, ou a minima, des indices sur les fréquentations humaines d'un secteur. Ainsi, l'enregistrement n'y apparaît pas de manière homogène. Les cavités recoupées par le canyon, avec leurs remplissages souvent remaniés, voire très remaniés à l'image de la Niche à Coupe Gorges qui a livré la célèbre mandibule pré-néandertalienne, malheureusement en dehors de tout contexte stratigraphique (Viale et al. 2018), sont très difficiles à replacer dans le contexte des évolutions paléo environnementales du massif de Montmaurin. Elles n'apparaissent pas comme des pièges directs d'occupations ponctuellement conservées.

En revanche, les dolines apparaissent comme des gisements favorables à la préservation d'occupations in situ, mais aussi comme des pièges ayant la capacité de reconcentrer puis de conserver les impacts anthropiques alentour. Ainsi, les datations obtenues dans la doline du Castet sont particulièrement cohérentes avec les indices d'occupation ou de fréquentation observés (structures, éléments lithiques et céramiques épars). Il semble donc que le colmatage de la doline soit en lien direct avec l'occupation humaine à proximité immédiate. Entre ces phases d'anthropisation, on observe des lacunes sédimentaires totales, parfois sur plus d'un millier d'années (Bruxelles et al., 2006). Au cours de ces occupations, le colmatage semble s'effectuer assez progressivement, par des apports de sédiments limono-argileux fins. Seule la couche de limons argileux à galets mise en place au cours de la présence médiévale mobilise des éléments plus grossiers.

Conclusion

Les résultats de ces opérations de diagnostic archéologique mettent en évidence la dynamique d'évolution du karst du Front Nord Pyrénéen, complètement liée à l'orogénèse pyrénéenne et aux dernières phases de la structuration du Bassin aquitain. Les processus en jeu sont identiques à ce qui a été observé et décrit sur la bordure nord du Bassin aquitain ou les rebords des Causses. Le triptyque karst hypogène, crypto karstification puis karst épigène se retrouve aussi dans les différentes morphologies rencontrées ici. Les calcites sparitiques témoignent de la longue durée des processus hypogènes qui s'étendent bien au-delà de la zone axiale. Ils se sont installés à partir des structures de chevauchement du Front Nord Pyrénéen et font remonter des circulations profondes de fluides, au travers les axes de fracturation dans l'anticlinal du dôme de Lespugue—Montmaurin, qu'il est possible d'observer dans les différentes cheminées mises au jour par les carrières.

Le cryptokarst intervient dans un second temps, il a été largement mis en évidence dans les sondages sur la partie sommitale avec les corridors de lapiés et les dépressions remplies par les argiles d'altération (argiles orangées).

Enfin, le karst épigène est bien marqué avec les conduits décapités des parties sommitales et dans les gorges de la Save et de la Seygouade. Leur longue évolution au cours du Pliocène et du Pléistocène est attestée par les restes de faune trouvée ainsi que par les datations sur les plancher calcitiques (Bruxelles : in Jarry et al., 2011), ainsi que par les différents de niveaux archéologiques dans les gorges de la Seygouade ou de la Save (Jarry et al., 2011). Le fonctionnement actuel s'observe avec les pertes actives au contact calcaires et colluvions et aux émergences présentes principalement dans les gorges de Save.

Dans le cadre d'une approche générale des occupations humaines de ce secteur complexe, il est donc particulièrement important de développer des démarches avec des approches scalaires bien différenciées. À partir de l'identification des secteurs ou des objets naturels (grottes, abri, dolines, etc) susceptibles d'être conservateur de vestiges ou de chronologie, il convient de mettre en relation l'échelle du sondage archéologique, de ses apports en termes de vestiges ou de structure avec les évolutions des dynamiques karstiques régionales et locales. Cette démarche permet alors de poser des éléments de réflexion pour comprendre comment les fonctionnements et les évolutions des morphologies associées ont interféré avec les occupations anthropiques et les aménagements de sites ou du territoire qui en ont résulté. À cet égard, le travail conduit sur le site du Castet montre tout l'intérêt du travail interdisciplinaire dans le cadre de deux opérations de diagnostic archéologique et les apports de connaissances, à l'échelle d'un territoire, d'une région et sur les variations et les discontinuités des occupations des sociétés humaines dans cette partie de la bordure du Bassin aquitain.

Bibliographie :

Ambert P.

1991 : *L'évolution géomorphologique du Languedoc central (Grands Causses méridionaux, Piémont languedocien) depuis le Néogène*. Thèse d'État, Univ. Aix-Marseille 2.

Antoine P. O., Duranthon F., Tassy P.

1997 : L'apport des grands mammifères (rhinocerotidés, suidés, proboscidiens) à la connaissance des gisements du Miocène d'Aquitaine (France), In: Aguillar J.-P., Lergendre S., Michaux J. (eds), *Actes du Congrès Biochrm'97, Mémoires des Travaux E.P.H.E., Inst. Montpellier*, 1997, 21, p. 581-590.

P. Baylac P., R. Camnas R., P. Delaplace P., P. Lacombe P., G. Laplace-Jauretche G., L. Méroc L., L. Mothe L., G. Simonnet G., R. Simonnet R., I. Trouette I.

1950 : Découvertes récentes dans les grottes de Montmaurin (Haute-Garonne). *L'Anthropologie*, 1950, t. 54, n°3-4, p. 262-271.

Boule M.

1902 : La caverne à ossements de Montmaurin (Haute-Garonne). *L'Anthropologie*, 1902, t. XII, p. 305-319.

L. Bruxelles L., D. Colonge D., T. Salgues T.

2006 : Morphologie et remplissage des dolines du Causse de Martel d'après les observations réalisées au cours du diagnostic archéologique de l'aérodrome de Brive-Souillac (Corrèze et Lot), *Karstologia*, n°47, p. 21-32.

Dayrens O., Jarry M., Catalo J., Martin H., Molet H., Bruxelles L., Pallier C., Tranier E., Viers C., Onézime O., Salmon C.

2013 : Le *castrum* du « Castet » à Montmaurin (Haute-Garonne) : des archives au terrain... Actes du colloque : *Fortifications médiévales en comtés de Foix, Couserans et Comminges*, Foix, 3-4 décembre 2011, 2013, 49-61.

Cavaillé A., Ternet Y.

1977 : *Carte géologique de la France à 1/50 000 : Boulogne-sur-Gesse (XVIII-45)*. Orléans : Bureau de recherches géologiques et minières.

Choukroune P. et ECORS Pyrénées team

1989 : The ECORS Pyrénéan deep seismic profile reflection data and the overall structure of an orogenic belt, *Tectonics*, 8, 1, p.23-39.

Dubreuilh J., Capdeville J.P., Farjanel G., Karnay G., Platel J.P., Simon-Coincon R.

1995 : Dynamique d'un comblement continental néogène et quaternaire : l'exemple du bassin d'Aquitaine, *Géologie de la France*, 4, p. 3-26.

Gaillard C.

1979 : *L'industrie lithique du Paléolithique inférieur et moyen de la grotte de Coupe-Gorge à Montmaurin (Haute-Garonne)*. Travaux du Laboratoire de Paléontologie Humaine et de Préhistoire, n°2, 2 tomes, 1979, 586 p.

Husson E.

2013 : *Interaction géodynamique/ karstification et modélisation géologique 3D des massifs carbonatés : Implication sur la distribution prévisionnelle de la karstification. Exemple des paléokarsts crétacés à néogènes du Languedoc montpelliérain*. Sciences de la Terre. Université Montpellier II - Sciences et Techniques du Languedoc

Jarry M., Dayrens O., Bruxelles L., Martin H., Catalo J., Gardes P., Molet H., Onézime O., Salmon C., Tranier E., Viers C., Pallier C., Barrère M.

2012 : Montmaurin, les surprises de l'archéologie préventive. *Midi-Pyrénées Patrimoine*, 2012, n° 30, 10-13.

Jarry M., Dayrens O., Barrère M., Bruxelles L., Catalo J., Gardes P., Martin H., Molet H., Onézime O., Pallier C., Viers C., Salmon C., Tranier E.

2011 : *Le Castet, phases 1, 5 et 6 (Montmaurin, 31)*. Rapport de diagnostic, Inrap GSO, 130 p.

Klimchouk A.B.

2007 : *Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and Morphogenetic Perspective*. Special Paper no. 1, National Cave and Karst Research Institute, Carlsbad, NM, 106 p.

Lelouvier L.A., Cailhol D., Catalo J., Dayrens O., Decanter F., Dunikoswski C.

2018 : *Le Castet, Tranches 2,3 et 4, Occitanie, Haute-Garonne, Monmaurin*, RFO Inrap Midi-Méditerranée; 103p.

Méroc L.

1952 : Les grottes de Montmaurin. *Gallia*, 1948, t.VI, 2, p. 409-412, ill

Mouchéné M.

2016 : *Évolution post-orogénique du système couplé piémont/bassin versant : le mégacône alluvial de Lannemezan et son bassin versant au Nord des Pyrénées. Géomorphologie. Thèse de l'Université Grenoble Alpes.*

Mouthereau F., Filleaudeau P.Y., Vacherat A., Pik R., Lacombe O., Fellin M.G., Castellort S., Christophoul F., Masini E.

2014 : Placing limits to shortening evolution in the Pyrenees: Role Of margin architecture and implications for the Iberia/Europe convergence. *Tectonics* 33, 2283–2314.

Patin J.

1967 : L'évolution morphologique du plateau de Lannemezan, *In Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, tome 38, fascicule 4, p. 325-337.

de Saint-Périer R.

1922 : Nouvelles recherches dans la caverne de Montmaurin (Haute-Garonne). *L'Anthropologie*, 1922, t. XXXII, n° 3-4, p. 193-202.

Serra G.

1980 : Les industries acheuléennes de la grotte de la Terrasse, Montmaurin (Haute-Garonne) et inventaire de l'industrie moustérienne du Putois. *Travaux de Paléontologie Humaine et Préhistorique*, n°4, Marseille : Université de Provence, 1980, 349 p.

Tambareau Y., Crochet B., Vilatte J., Déramond J.

1995 : Évolution tectono-sédimentaire du versant nord des Pyrénées centre-orientales au Paléocène et à l'Éocène, *Bulletin de la Société Géologique de France*, 166, p. 375-387.

Waltham A.C., Fookes P.G.

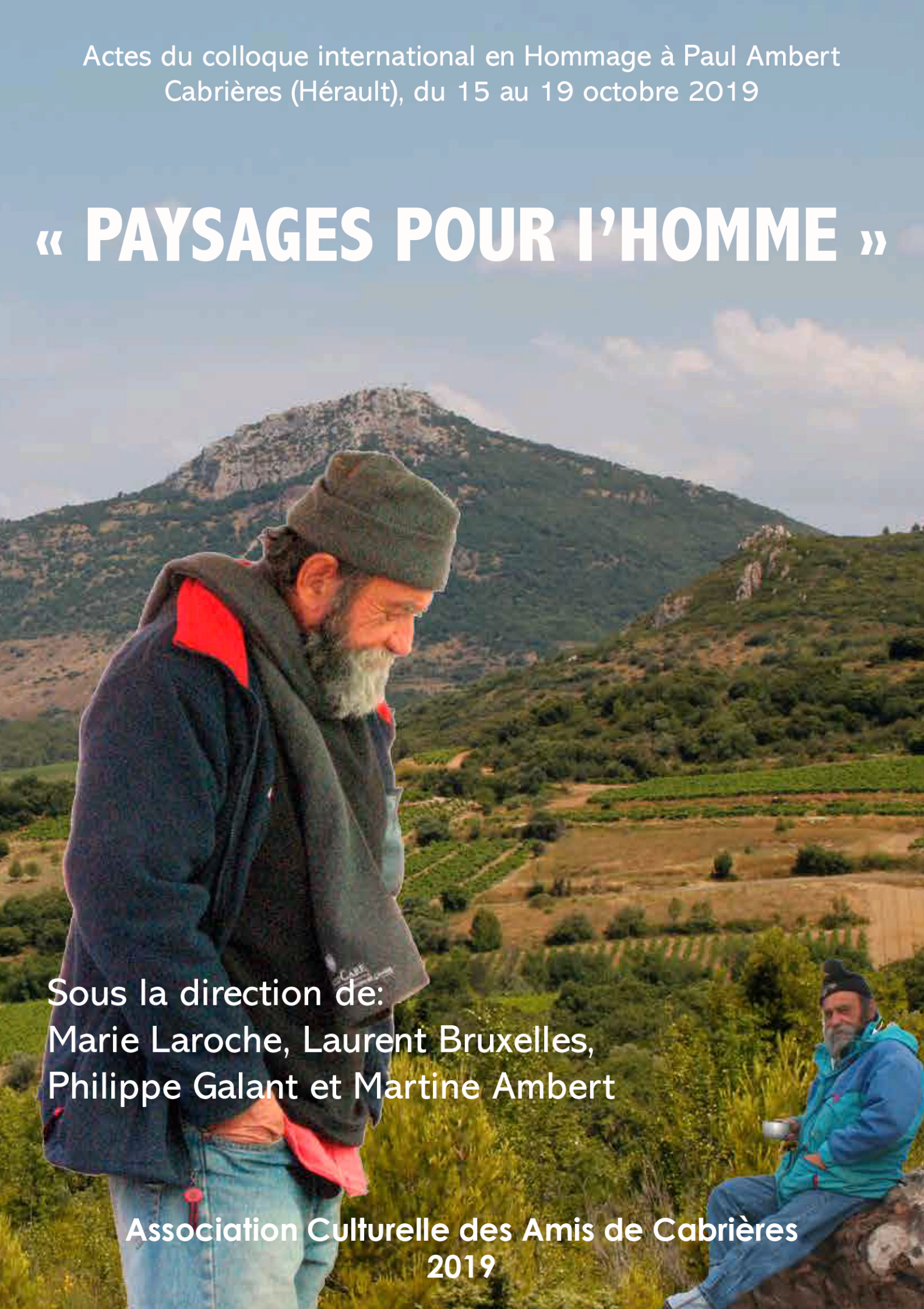
2003 : Engineering classification of karst ground conditions. *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, 36, p.101–118.

Actes du colloque international en Hommage à Paul Ambert
Cabrières (Hérault), du 15 au 19 octobre 2019

« PAYSAGES POUR L'HOMME »

Sous la direction de:
Marie Laroche, Laurent Bruxelles,
Philippe Galant et Martine Ambert

Association Culturelle des Amis de Cabrières
2019



SOMMAIRE

Première partie : Hommages à Paul Ambert

Martine Ambert - *Émergence et itinéraire d'une passion* (p.15 à p.21)

Jean Guilaine - *Itinéraires de Paul Ambert* (p.23 à p.28)

Jean-Louis Guendon - *La cartographie géomorphologique pour la compréhension des paysages à travers les travaux de Paul Ambert* (p.29 à p.36)

Jean-Pierre Suc - *Comment Paul Ambert a-t-il dévoilé les bouleversements de la fin du Néogène en Languedoc ?* (p.37 à p.44)

Hubert Camus - *Comprendre les cavités naturelles et leurs remplissages par l'approche karstologique* (p.45 à p.60)

Laurent Bruxelles - *L'apport des travaux de Paul Ambert dans la connaissance de l'évolution géodynamique du Languedoc et l'émergence de la géoarchéologie* (p.61 à p.69)

Jean Clottes - *L'art pariétal paléolithique, une connaissance à redéfinir* (p.71 à p.74)

François Bon - *Les sociétés humaines au Paléolithique supérieur à l'épreuve du paysage de la France méridionale* (p.75 à p.77)

Philippe Galant - *L'évolution des sociétés de la fin du Néolithique dans la réalité des objets et des paysages* (p.79 à p.84)

Noisette Bec-Drelon - *L'étude du mégalithisme par Paul Ambert, approches typologique, géoarchéologique et chronoculturelle* (p.85 à p.96)

Marie Laroche - *Dimensions historique et archéologique du district minier de Cabrières-Péret (Hérault)* (p.97 à p.104)

Noël Houès - *1979-2019 Quarante ans de recherches archéologiques dans le district minier de Cabrières-Péret. Inventaire des découvertes et anecdotes.* (p.105 à p.107)

Salvador Rovira et Christian Strahm - *Paléométaballurgie européenne : approche transversale et regards croisés* (p.109 à p.124)

Christian Landes - *Paul Ambert et les mines romaines de Cabrières : archéologie et histoire* (p.125 à p.126)

Marie-Chantal Frère-Sautot - *De la théorie à la pertinence ou comment s'est produite l'innovation à l'Archéodrome en expérimentation (1980-2005)* (p.127 à p.129)

Deuxième partie : actualité de la recherche dans les domaines de recherches de Paul Ambert

Tiphaine Salel, Hélène Bruneton, Jean-Philippe Degeai, Ludovic Dolez, Magali Mulot et David Lefèvre - *Enregistrement sédimentaire de paléo-pollutions au plomb dans labasse vallée de l'Aude. (p.133 à p.139)*

Rémy Arthuis - *La Loire : un fleuve, un estuaire, des hommes. Une histoire complexe qui se révèle à la croisée des sciences humaines et de la Terre (p.141 à p.144)*

Didier Cailhol, Laurent Bruxelles, Céline Pallier, Fabien Callède, Olivier Dayrens, Francis Duranthon, Christian Salmon, Laure-Amélie Lelouvier et Marc Jarry - *De la géoarchéologie à la karstologie, le site du Castet à Montmaurin (p.145 à p.153)*

Stéphane Jaillet, Laurent Bruxelles, Jean-Jacques Delannoy, Yago Delannoy, Kim Génuite et Julien Monney - *Spéléogénèse de la grotte des deux Ouvertures (Gorge de l'Ardèche, France). Implication pour les fréquentations humaines et animales (p.155 à p.164)*

Janet Battentier, Christophe Vaschalde, Marylise Marmara, Maxime Remicourt, Marie Laroche, Isabelle Théry-Parisot et Claire Delhon - *Le paysage végétal des occupations de la plaine de Saint Maximin la Sainte Baume (Var) du Néolithique moyen à l'âge du Fer : première synthèse diachronique des résultats anthracologiques des opérations du Clos de Roques (p.165 à p.177)*

Florent Châteauneuf - *Les dolmens en Languedoc oriental : nouveaux éléments discriminants pour leur étude technique et typologique (p.179 à p.187)*

Jean-Marc Patard, Thu Linh Nguyen, Jean Valcarcel, Frédéric Cuisinier, Maitena Sohn, Richard Donat et Jean-Paul Cros - *Apport de l'odontologie au décryptage des gestes funéraires d'une sépulture collective : la grotte sépulcrale du Rhinocéros 4 (Commune de Péret, département de l'Hérault) (p.189 à p.199)*

Frédéric Jallet, Benoît Sendra, Christian Servelle, Céline Pallier et Antoine Farge - *Une stèle en contexte domestique : la statue-menhir du Puech de la Cabane (La Rouvière, Gard) (p.201 à p.213)*

Muriel Gandelin, Jean Vaquer et Christian Servelle, avec la collaboration de Roland Haurillon et Sophie Martin - *La fosse 1024 de Champ Redon à Valros (Hérault) et ses pierres sculptées du Néolithique final. (p.215 à p.223)*

Maxime Rémicourt : *Bref essai de sériation des industries lithiques taillées de la plaine languedocienne à la fin du Néolithique (p.225 à p.236)*

Jessie Cauliez : *Conditions et impacts du non-emprunt de la métallurgie du cuivre en Provence à la fin du Néolithique. Que nous disent les productions céramiques ? (p.237 à p.241)*

Gilberto Artioli, Marie Laroche, Caterina Canovaro et Ivana Angelini - *Le dépôt de haches de Centeilles (Siran, Hérault) et ses relations avec le district minier de Cabrières-Péret. (p.243 à p.248)*