

Occitanie, Midi-Pyrénées, Ariège, Le Mas d'Azil



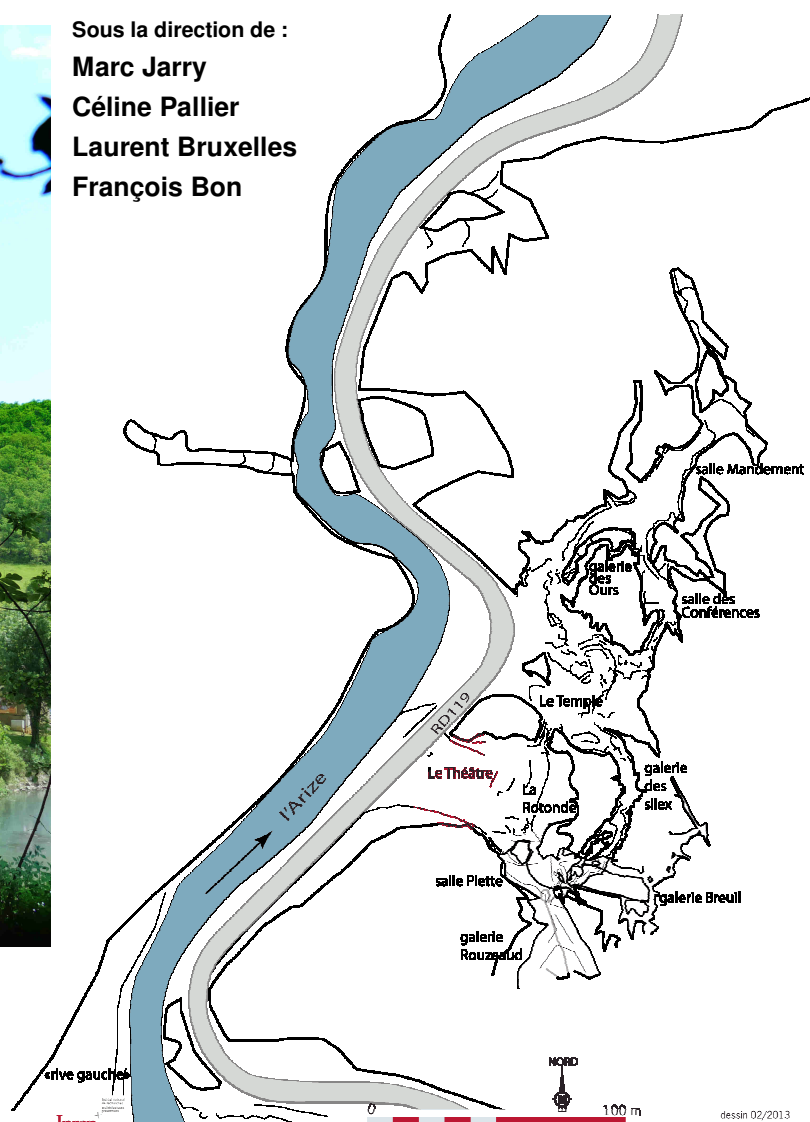
Archives d'une grotte

Des archives paléoenvironnementales et archéologiques
paléolithiques aux archives de fouilles
(grotte du Mas d'Azil, Ariège)

Programme Collectif de Recherches 2018-2020
Rapport d'activité pour l'année 2019



Sous la direction de :
Marc Jarry
Céline Pallier
Laurent Bruxelles
François Bon



Décembre 2019

Occitanie, Midi-Pyrénées, Ariège, Le Mas d'Azil

Archives d'une grotte

Des archives paléoenvironnementales et archéologiques
paléolithiques aux archives de fouilles
(grotte du Mas d'Azil, Ariège)

Programme collectif de recherche 2018-2020
Rapport d'activité pour l'année 2019

Décembre 2019

Sous la direction de :

Marc Jarry
Céline Pallier
Laurent Bruxelles
François Bon

Par :

Marc Jarry
Céline Pallier
Laurent Bruxelles
François Bon
Vincent Arrighi
Didier Cailhol
Hubert Camus
Emmanuel Chapron
Grégory Dandurand
Loïc Lebreton
Laure-Amélie Lelouvier
Oswald Malcles
Patrick Massan
Magali Philippe
Yann Potin
Manon Rabanit
Pauline Ramis
Sidney Roussel
Philippe Vernant
Marion Vigreux

Avec la collaboration de :

Manon Beauvillier
Patrice Commenge
Sixtine Hoellinger
Camille Thabard



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



Remerciements :

L'équipe scientifique du Mas d'Azil tient à remercier plusieurs personnes et institutions :

- monsieur Raymond Berdou, maire du Mas d'Azil, vice-président du conseil départemental de l'Ariège, et Anne Fallou, secrétaire générale de la mairie du Mas d'Azil et de manière générale la mairie du Mas d'Azil qui nous a toujours accueilli chaleureusement ;
- monsieur Pascal Alard, directeur du développement du territoire, de l'économie et du tourisme au conseil départemental de l'Ariège, et responsable d'exploitation du Sesta (Service d'Exploitation des Sites Touristiques de l'Ariège) qui nous a toujours facilité l'accès au monument ;
- monsieur Jacques Azéma, responsable des sites de Niaux et du Mas d'Azil, qui est toujours très disponible à nos différentes sollicitations, y compris pendant la période hivernale où le gisement est fermé au public ;
- des remerciements très sincères aux guides (permanents et non permanents) de la grotte du Mas d'Azil (et du musée de Préhistoire), pour leur disponibilité, pour leur accueil toujours très sympathique et chaleureux, pour leur passion dans la transmission des connaissances vers le "grand public".
- nous tenons à remercier, pour leur accueil et leur écoute sur notre programme, les différents propriétaires de la grotte : madame Carrière pour la rive droite, messieurs Commenge, Paulin, Rumens et Sens pour la Rive Gauche.
- messieurs Didier Delhoume, conservateur régional de l'Archéologie de la direction régionale des Affaires Culturelles, et Michel Barrère, son adjoint pour le site de Toulouse, pour leur fort soutien à notre projet ;
- monsieur Yanick le Guillou, ingénieur au service régional de l'Archéologie, en charge du dossier ;
- monsieur Pierre Chalard, conservateur du patrimoine au service régional de l'Archéologie, pour son aide constante sur cette opération ;
- monsieur Dominique Garcia, président de l'Inrap, qui nous permet de prolonger l'aventure dans cette programmée au-delà des opérations, toujours d'actualité, d'archéologie préventive ;
- monsieur Marc Bouiron, directeur scientifique et technique de l'Inrap. Son soutien et celui de la direction scientifique et technique de l'Inrap sont essentiels ;
- le conseil scientifique de l'Inrap, pour son appui par les moyens humains apportés par l'attribution de jours/hommes dans le cadre des projets d'actions scientifiques (PAS) ;
- messieurs Pierre Jouvenel et Jean-Luc Boudartchouk, respectivement directeur interrégional Inrap Midi-Méditerranée et directeur adjoint scientifique et technique Midi-Pyrénées, pour la latitude qu'ils donnent aux agents de l'Inrap investis en temps de "projets d'actions scientifiques".
- enfin, nous remercions les membres de l'association Arize Loisir Jeunesse pour leur concours irremplaçable à l'organisation de Festi'Dolmen.

Sommaire

1. DONNEES ADMINISTRATIVES	9
FICHE SIGNALETIQUE	9
MOTS-CLES DES THESAURUS	12
EQUIPE DE RECHERCHE POUR 2019	13
LOCALISATION 1/250 0-	15
LOCALISATION 1/25 000	16
AUTORISATION N° 76-2019-0249	17
CADASTRE	18
2. PROBLEMATIQUE ET METHODE	19
2.1. QUAND ON VOIT LE BOUT DE LA GROTTTE-TUNNEL...	19
2.2. GEOLOGIE, GEOMORPHOLOGIE ET GEOARCHEOLOGIE (RAPPEL)	21
2.3. LE PROGRAMME COLLECTIF DE RECHERCHES (RAPPEL)	24
PROBLEMATIQUE	24
METHODOLOGIE	25
2.4. RAPPEL DES EPISODES PRECEDENTS...	28
2.5. AUTORISATION DE SONDAGES ET PRELEVEMENTS	33
3. RESULTATS DE LA DEUXIEME (7^E) ANNEE	35
3.1. JOURNAL DE BORD	35
3.2. AXE 1 - CARTOGRAPHIE GENERALE DE LA CAVITE	40
ACTION 1-A : ACQUISITION ET CONTEXTUALISATION DES DONNEES ANCIENNES	40
ACTION 1-B : COLLECTE DE DONNEES TOPOGRAPHIQUES COMPLEMENTAIRES	53
ACTION 1-C : CONSTITUTION DE LA BASE TOPOGRAPHIQUE PRINCIPALE	59
ACTION 1-D : CARTOGRAPHIE MORPHOKARSTIQUE DE LA GROTTTE	65
ACTION 1-E – TOPOGRAPHIE DE LA SURFACE	91
ACTION 1F – CARTOGRAPHIE MORPHOKARSTIQUE EXTERIEURE	91
3.3. AXE 2 - GEOMORPHOLOGIE ET GEOARCHEOLOGIE	91
ACTION 2-A : DESCRIPTION MORPHOKARSTIQUE DE LA GROTTTE	91
ACTION 2-B : LES REMPLISSAGES KARSTIQUES ET LEURS INTERPRETATIONS	91
ACTION 2-C : CHRONOLOGIE RELATIVE ET DATATION DES DEPOTS	116
3.4. AXE 3 - ARCHEOLOGIE	125
ACTION 3-A : CARACTERISATION ARCHEOLOGIQUE DES REMPLISSAGES ET DES FORMATIONS SUPERFICIELLES	125
ACTION 3-B : EVALUATION COMPLEMENTAIRE DES NIVEAUX ARCHEOLOGIQUES DU SECTEUR II (THEATRE/ROTONDE/STERILE)	126
ACTION 3-C : EVALUATIONS COMPLEMENTAIRES DES NIVEAUX ARCHEOLOGIQUES DE LA SALLE PIETTE ET PROCHE (SECTEURS III, IV ET VI)	131
ACTION 3-C BIS : EVALUATION DES NIVEAUX DE LA SALLE DU TEMPLE/GALERIE DES SILEX (SECTEURS V ET VI)	131
ACTION 3-D : EVALUATION DES NIVEAUX DE LA GALERIE DES OURS / SALLE MANDEMENT ET PROCHES (SECTEURS IX, X, XI, XII ET XIII)	131
ACTION 3-E : EVALUATION DES NIVEAUX ARCHEOLOGIQUES DE LA RIVE GAUCHE DE L'ARIZE (SECTEUR L)	131
ACTION 3-E BIS : EVALUATION DES NIVEAUX ARCHEOLOGIQUES DE LA GALERIE-TUNNEL DE L'ARIZE (SECTEUR I)	132
ACTION 3-F : CROISEMENT DES DONNEES AVEC LES APPROCHES GEOARCHEOLOGIQUES	139
ACTION 3-G : CROISEMENT GENERAL DES DONNEES	139
4. DIFFUSION ET VALORISATION	141
4.1. PUBLICATIONS	141

4.2. FORMATION	142
4.3. COMMUNICATION/VALORISATION	143
BILAN 2018	143
PERSPECTIVES 2019	147
<u>5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES</u>	<u>149</u>
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	<u>153</u>
<u>ANNEXES</u>	<u>159</u>
ANNEXE 1 - DATATIONS PAR LA METHODE DU RADIOCARBONNE (RAPPORTS)	160
<u>INVENTAIRES</u>	<u>163</u>
INVENTAIRE DES PHOTOGRAPHIES NUMERIQUES	164
INVENTAIRE DES PRELEVEMENTS	172
INVENTAIRE DES CONDITIONNEMENTS ET DE LA DOCUMENTATION ECRITE	173

1. DONNEES ADMINISTRATIVES



Fiche signalétique

Localisation

Région

Midi-Pyrénées

Département

Ariège (09)

Commune

Le Mas d'Azil

Adresse ou lieu-dit

Grotte du Mas d'Azil

Codes

Code INSEE

09181

Coordonnées géographiques et altimétriques selon le système national de référence

Lambert 93 CC 43

X : 1566,091 km

Y : 2208,984 km

Z : 325 m NGF

Références cadastrales

Année

/

Section

C

Parcelles

3086, 486, 505 à 509, 515 à 525 et 529

Statut du terrain au regard des législations sur le patrimoine et l'environnement

Grotte ornée classée Monument Historique en dates du 9 août 1942 et du 26 octobre 1942

Propriétaires des terrains

Propriété d'une personne privée, propriété de la commune du Mas d'Azil

Références de l'opération

N° OA Patriarche

09 181 1 AP

Numéro de l'arrêté d'autorisation de projet collectif de recherches

76-2019-0249 du 20 mars 2019

Responsable scientifique du programme collectif de recherches :

Marc Jarry, Inrap GSO

Responsable scientifique de l'opération de sondage

Sans objet

Dates d'interventions

31 mars 2019

9 avril 2019

les 29 et 30 avril 2019

les 3 au 7 juin 2019

les 12 au 13 juin 2019

du 15 au 18 juillet 2019

les 27 au 28 juillet 2019

les 24 au 25 août 2019

les 5 et 6 septembre 2019

le 2 octobre 2019

le 23 octobre 2019

le 4 décembre 2019

le 19 décembre 2019

Mots-clés des thésaurus

Chronologie

X	Paléolithique
	Inférieur
	Moyen
X	Supérieur
X	Mésolithique et Épipaléolithique
	Néolithique
	Ancien
	Moyen
	Récent
	Chalcolithique
	Protohistoire
	Âge du Bronze
	ancien
	moyen
	récent
	Âge du Fer
	Hallstatt (premier âge du Fer)
	La Tène (second âge du fer)

	Antiquité romaine (gallo-romain)
	République romaine
	Empire romain
	Haut-Empire (jusqu'en 284)
	Bas-Empire (de 285 à 476)
	Époque médiévale
	haut Moyen Âge
	Moyen Âge
	bas Moyen Âge
	Temps modernes
	Époque contemporaine
	Ère industrielle

Equipe de recherche pour 2019

Marc Jarry, Inrap/Traces (CNRS Université de Toulouse), Titulaire de l'autorisation, coordination générale, archéologie

Céline Pallier, Inrap / Traces (CNRS Université de Toulouse), coordination générale, géomorphologie, géoarchéologie, karstologie

Laurent Bruxelles, Inrap/Ifas (CNRS, Johannesburg), coordination générale, géomorphologie, géoarchéologie, karstologie

François Bon, Université de Toulouse/Ifmo (CNRS Jérusalem), coordination générale, archéologie

Vincent Arrighi, Inrap, topographie

Lars Anderson, Université de Toulouse/Traces, archéologie des niveaux aurignaciens

Pierre-Antoine Beauvais, Université de Toulouse/Traces, archéologie et technologie lithique du sondage Pouech

Jean-Yves Bigot, Association Française de Karstologie, karstologie

Sarah Boscus, Doctorante Université de Toulouse, monuments mégalithiques

Blanche Bundgen, Inrap, technologie des industries magdaléniennes

Didier Cailhol, Edytem Grenoble, géomorphologie, karstologie

Fabien Callède, Inrap, topographie

Pierre Camps, Géosciences Montpellier CNRS & Université de Montpellier, CC060, paléomagnétisme sur spéléothèmes

Hubert Camus, Protée, cartographie géomorphologique de la grotte

Christian Camerlynck, maître de conférences/UMR 7619 Métis, géophysicien

Emmanuel Chapron, professeur Université de Toulouse/Géode, sédimentologie, problématique des paléo-lacs

Jean-Pierre Claria, archéo'Garonne, exploration subaquatique

Marc Commelougue, Toulouse-Métropole, recherches en archives

Guilhem Constans, Traces et Grottes & Archéologies, archéopétrographie

Sandrine Costamagno, CNRS/Traces (CNRS, Université de Toulouse), Archéozoologie

Grégory Dandurand, Inrap/Traces, géoarchéologie, karstologie

Olivier Dayrens, Inrap, exploration subaquatique

Nicolas Florschütz, Professeur, UMR 7619 Métis, géophysicien

Philippe Fosse, CNRS/Traces, archéozoologie

Carole Fritz, CNRS/Traces Msht, archéologie, art pariétal, coordination programme Mas d'Azil

Bassam Ghaleb, Université du Québec à Montréal, Geotop, datations U/Th

Pierre-Yves Galibert, Professeur Associé, Métis, géophysicien

Denis Gliksman, La Grange Numérique / Inrap, photographe

Guillaume Guérin, Iramat-Crp2a - Université de Bordeaux, géochronologue spécialiste de datation des sédiments par les méthodes de la luminescence

Sixtine Hoellinger, Université de Toulouse, stratigraphie Rive Gauche

Guillaume Hulin, Inrap / Métis, géophysicien

Sébastien Lacombe, Université de Binghampton/Traces, archéopétrographies, technologie des industries lithiques magdaléniennes

Oswald Malcles, doctorant, Géosciences Montpellier, UMR 5243, Université de Montpellier, interprétation des datations par la méthode des cosmonucléides

Benjamin Lans, Laboratoire Adess, Univ. Bordeaux Montaigne – Pessac, Université de Pretoria

Loïc Lebreton, post-doctorant/Hnhp, Muséum national d'Histoire naturelle étude des microvertébrés

Mathieu Lejay, Université de Toulouse/Traces, archéologie des niveaux aurignaciens

Laure-Amélie Lelouvier, Inrap/Traces, archéologie des niveaux magdaléniens

Hélène Martin, Inrap/Traces, archéozoologie

Loïc Martin, Iramat-Crp2an Université de Bordeaux, géochronologue spécialiste de datation des sédiments par les méthodes de la luminescence

Patrick Massan, Inrap, modèles de terrain et cartographie

Norbert Mercier, Iramat-Crp2a - Université de Bordeaux, géochronologue spécialiste de datation des sédiments par les méthodes de la luminescence

Jean-Marc Pétilion, Cnrs/Traces

Magali Philippe, CNRS/Géode, sédimentologie, problématique des paléo-lacs

Yann Potin, Maître de conférences associé en Histoire du droit à l'Université Paris-Nord, chargé de mission aux Archives Nationales, recherches en archives

Manon Rabanit, Protée, cartographie géomorphologique de la grotte

Pauline Ramis, Grottes et Archéologies, valorisation communisation

Giulia Rigolin, Université de Toulouse/Traces, archéologie et technologie lithique du sondage A (sondage Pouech)

Florent Rivère, Xploria, illustrateur

Sidney Roussel, Université de Montpellier, stagiaire géoarchéologie, analyse des données spectrométriques

Emmanuelle Stoetzel, Hnhp, Cnrs, Muséum national d'Histoire naturelle, étude des microvertébrés

Philippe Vernant, Université de Montpellier et Géoscience Montpellier, géologie, topographie 3D

Marion Vigreux, Université de Toulouse, stagiaire Master Atrida, Inrap, levés topographiques

Julia Wattez, Inrap, micromorphologie

Avec la collaboration sur le terrain ou en traitement post-fouille de :

Camille Thabard (Grottes&Archéologies), Manon Beauvillier (université de Toulouse Jean Jaurès) et Patrice Commenge



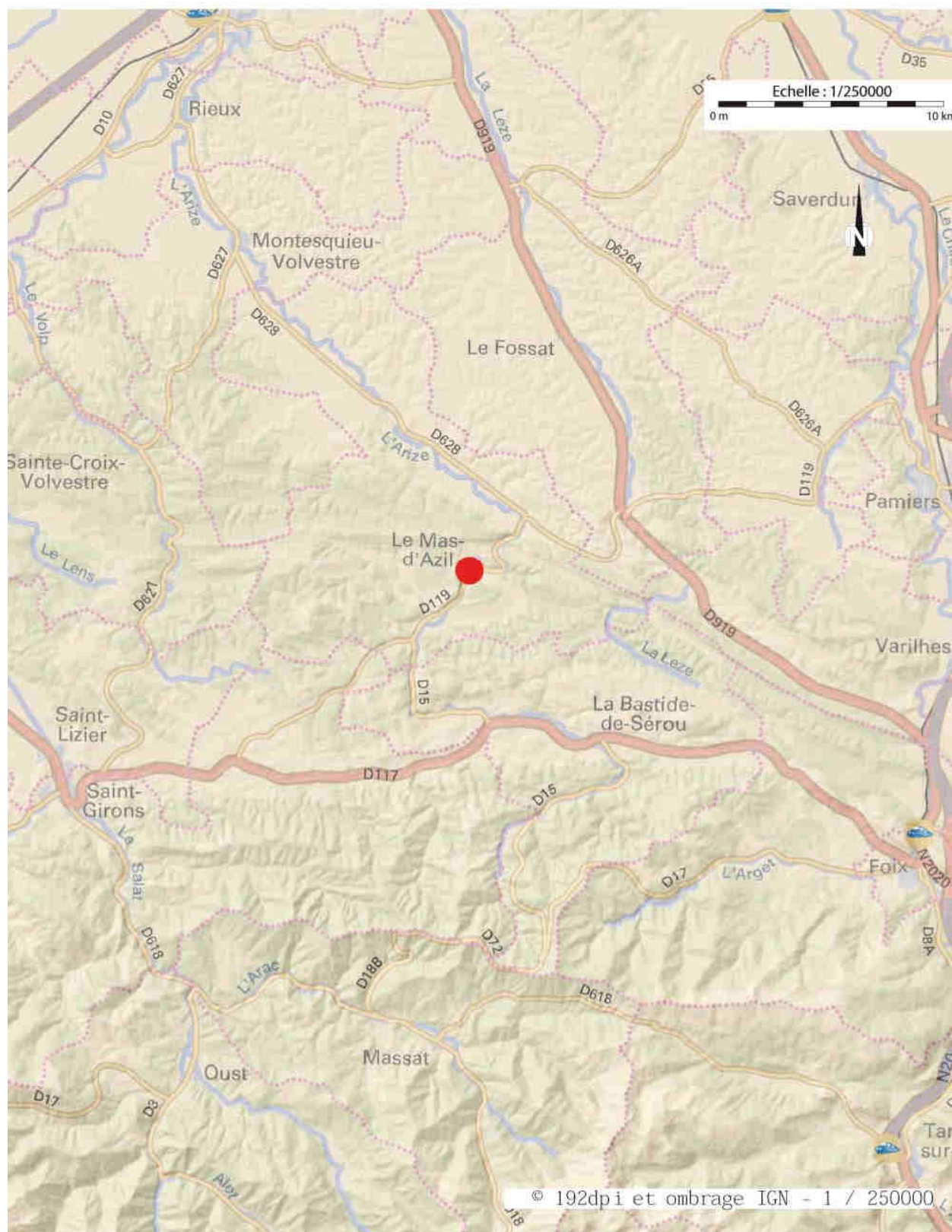
© Florent Rivère

Localisation 1/250 000-

D'après carte IGN France Raster® 250K -1/250000-

Coordonnées générales 'Grotte' Le Mas-D'Azil :
système Lambert 93 CC43 : x= 1566.091 km,
y= 2208.984 km,
z= 325 m

figure 1 : localisation de l'opération sur le fond
IGN 1/250 000.



Localisation 1/25 000

figure 2 : localisation de l'opération sur le fond IGN 1/25 000.



Autorisation n° 76-2019-0249



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DE LA RÉGION OCCITANIE

Arrêté n° 76-2019-0249 du 20/03/19

portant modification de l'arrêté 76-2018-0446 portant autorisation de fouille programmée.

Le Préfet de région ;

Vu le code du patrimoine et notamment son livre V ;

Vu l'arrêté de délégation de signature de Monsieur le Préfet de la région Occitanie à Monsieur le Directeur régional des affaires culturelles d'Occitanie, régulièrement publié au recueil des actes de la préfecture ;

Vu le dossier, enregistré sous le n° PGR762018000120, de demande d'opération archéologique arrivé le 22 décembre 2017 ;

Vu l'avis de la commission territoriale de la recherche archéologique (CTRA), Commission Sud-Ouest en date du 2 au 4 mai 2018 ;

Vu l'arrêté n° 76-2018-0446 du 24 mai 2018 portant autorisation de fouille programmée ;

Considérant qu'il s'agit d'une opération triennale (2018-2020) et qu'il y a lieu en conséquence de prolonger la validité de l'autorisation au 31 décembre 2020 ;

ARRÊTE

Article 1 - Monsieur Marc JARRY est autorisé, en qualité de responsable scientifique, à conduire un projet collectif de recherches triennal à partir de la date de notification de l'arrêté 76-2018-0446 jusqu'au 31 décembre 2020, sise en :

RÉGION : OCCITANIE

- DEPARTEMENT : ARIÈGE (L')
- COMMUNE : LE MAS-D'AZIL

Intitulé de l'opération : Grotte du Mas d'Azil PCR 2018-2020.

Programme de recherche : Axe 2. Le Paléolithique supérieur.

Code de l'opération : **1410869**

Le reste sans changement.

Article 2 - Le Directeur régional des affaires culturelles est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera notifié à Monsieur Marc JARRY.

Fait à Toulouse, le 20 mars 2019

Pour le Préfet et par délégation,
Le Directeur régional des affaires culturelles
Par délégation,
Le Conservateur régional de l'archéologie

Didier Delhoume

Cadastre

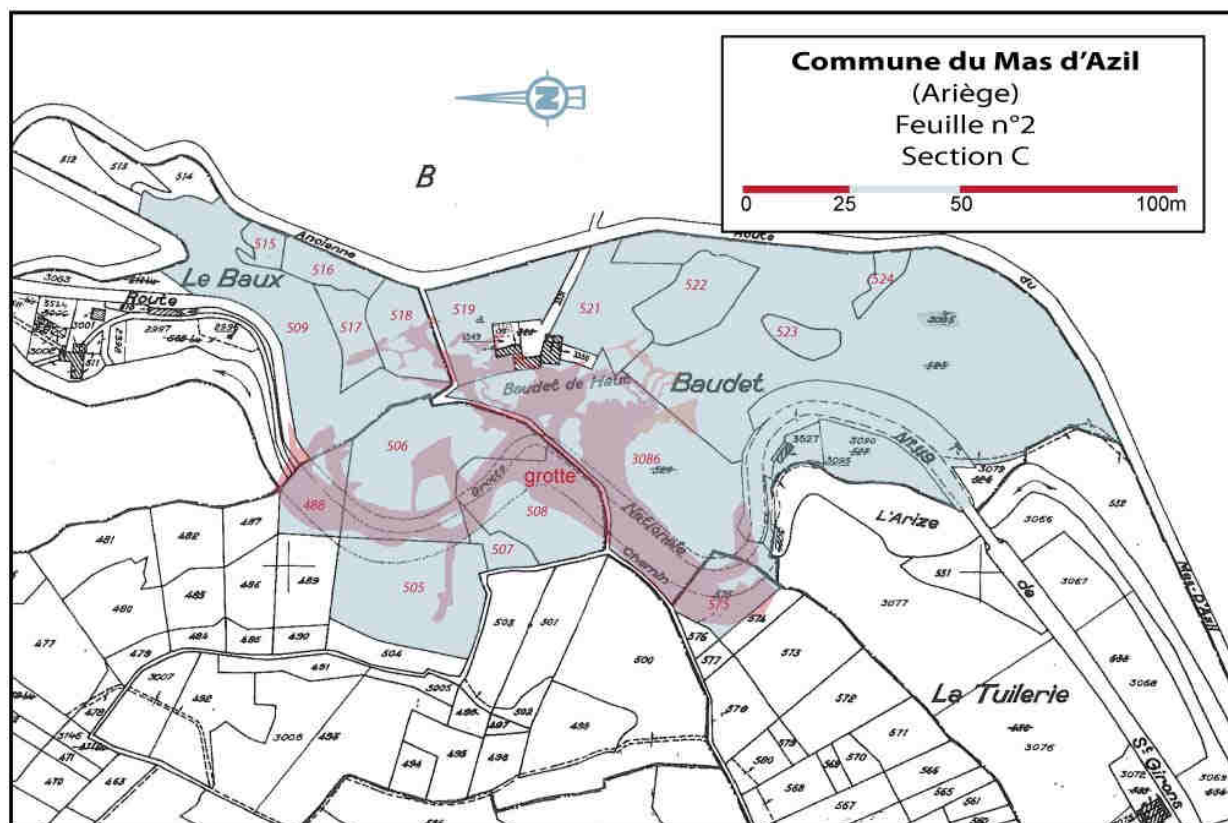


figure 3 : la grotte du Mas d'Azil sur la matrice cadastrale.

2. PROBLEMATIQUE ET METHODE

2.1. Quand on voit le bout de la grotte-tunnel...

Par Marc Jarry, Céline Pallier, Laurent Bruxelles et François Bon

Cela fait maintenant sept années (hors archéologie préventive) que notre équipe, de plus en plus nombreuse, a investi la grotte du Mas d’Azil pour y développer son programme. Ce sont cinq années pour la prospection thématique et deux pour le programme collectif de recherches (Jarry *et al.* 2013a, 2014, 2015b, 2016, 2017a et 2018). Ces travaux de recherche programmée ont été engagés dans le prolongement direct de diagnostics effectués par l’Inrap dans le cadre de l’archéologie préventive (Jarry *et al.* 2012, 2013b, 2015b et 2017b ; Pallier *et al.* 2015 et 2017). Ce lien avec l’archéologie préventive est omniprésent puisqu’un diagnostic a encore été réalisé en 2016, en lien avec des aménagements sur le talus qui surplombe, à l’est, la route départementale 119, juste après l’entrée par le porche sud (Lelouvier *et al.* 2016). Une fouille préventive systématique du secteur concerné a été commencée fin 2017 et prolongée en décembre 2018 (cf. *infra*). Ce programme de recherche est ainsi un exemple, s’il en fallait encore un, de complémentarité entre archéologie préventive et archéologie programmée.

Problématique scientifique et méthodologies de notre programme de recherches ont été établies après le constat selon lequel la connaissance de ce site majeur en tant qu’objet karstique, mais aussi archéologique, était très peu documentée (cf. *infra* et Jarry *et al.* 2013a). Nous ne reprenons plus désormais le rappel historique complet des recherches menées dans la grotte depuis plus de 150 ans. Nous renvoyons pour cela au projet de programme déposé ainsi qu’au rapport d’activités de la première année (Jarry *et al.* 2013a).

Le programme collectif de recherches est donc maintenant bien engagé. Dès le début, en 2013, un calendrier d’avancement précis pour chaque action avait été proposé. Prévu initialement pour 4 ans, cet échéancier supposait les moyens financiers et humains idoines. Les deux conditions n’ayant pu être respectées pour diverses raisons, le programme s’étire, parfois de manière bénéfique, car imposant de prendre un certain recul sur la problématique. Nous verrons plus loin le détail du bilan de nos recherches les années antérieures ainsi que ceux du « nouveau » programme collectif de recherches.



figure 4 : vue panoramique du massif de la grotte du Mas d'Azil vers le sud depuis les hautes terrasses de l'Arize à hauteur de Sabarat. Au premier : la cluse de Sabarat, au second plan : la grotte du Mas d'Azil et le massif du bassin versant de l'Arize avec à droite en sombre le massif de l'Arize, au fond : la haute chaîne pyrénéenne (cliché © Marc Jarry/Inrap-Traces).

Le présent rapport expose donc les résultats des recherches, des études et de la mise en commun des connaissances sur la grotte du Mas d'Azil, recueillis en 2019. L'accumulation de données sur la grotte et son environnement est très importante et répond à une problématique et une mise en œuvre que nous voulons exemplaire pour ce type de site et de monument majeur, où l'interdisciplinarité est essentielle, bien au-delà d'une simple pluridisciplinarité rassurante. Beaucoup de travail a été fait, les différents axes et ateliers avancent bien, certains étant à ce jour déjà terminés. Certes il reste encore beaucoup de choses à faire, nous le verrons en conclusion, mais il est maintenant possible d'entrevoir la fin de notre programme tel qu'annoncé dans le projet initial. Les membres de l'équipe de coordination, bien que toujours concentrés sur la réalisation des recherches en cours, réfléchissent d'ores et déjà à la valorisation des résultats, au-delà des articles et conférences faits au fil de l'eau. En effet, il est envisagé de proposer, dès la fin 2020, fin de la triennale du présent programme collectif de recherches, un programme de préparation d'une publication monographique. Celui-ci devra être monté en concertation avec le service régional de l'archéologie de la DRAC d'Occitanie, et n'est pas encore fixé dans sa forme éditoriale (nous en avons bien une idée...) et sa forme administrative (PCR ?). Toujours est-il que ce programme de valorisation scientifique nécessitera encore des missions de terrain complémentaires, et sans doute des analyses, mais sa finalité sera la diffusion à la communauté scientifique de l'intégralité de nos travaux, peut-être pour servir de base à un nouveau programme de recherches sur la cavité. Mais d'abord, terminons celui-ci !

2.2. Géologie, géomorphologie et géoarchéologie (rappel)

Par Laurent Bruxelles, Manon Rabanit et Céline Pallier

L'Arize, au cours de sa descente des Pyrénées, traverse perpendiculairement les structures géologiques orientées est-ouest (figure 5). Son tracé est donc en baïonnette, en fonction de la résistance des différentes roches recoupées. Elle contourne notamment par l'est le synclinal du Lézères-Pradals et passait initialement au niveau du col du Baudet où l'on retrouve les alluvions anciennes de la rivière. Au cours de son encaissement dans les calcaires thanétiens, l'Arize a été progressivement absorbée par des pertes pour résurger quelques centaines de mètres plus au nord, de l'autre côté du synclinal. Cette percée hydrogéologique correspond à une auto-capture souterraine de l'Arize. Elle est responsable du creusement de la galerie principale, celle qui est empruntée actuellement par la rivière et par la route départementale (figure 7).

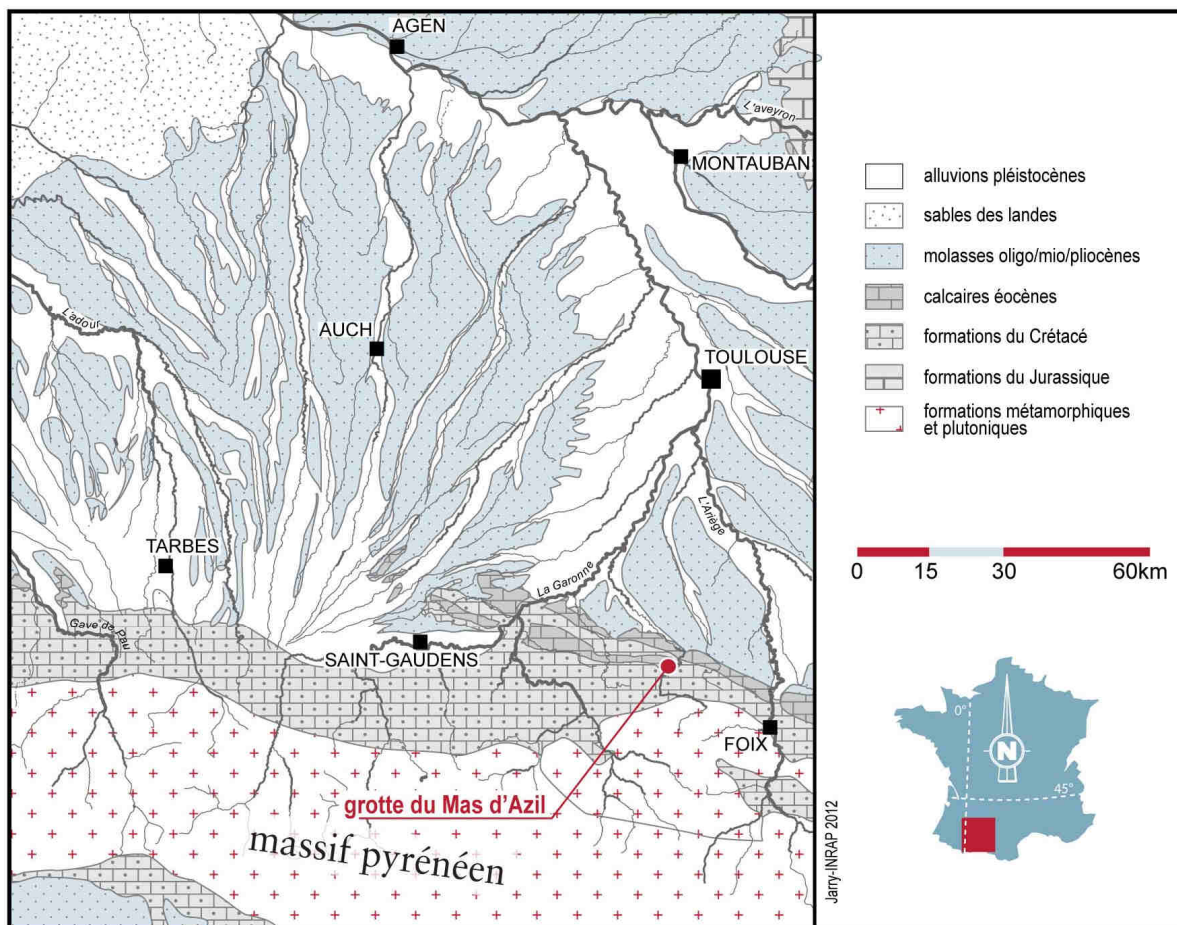


figure 5 : contexte géologique (dessin Marc Jarry / Inrap-Traces).

La grotte, dans sa morphologie et ses dépôts, a ainsi pu enregistrer directement une partie de l'histoire de l'Arize. D'imposants remplissages d'alluvions siliceuses sont associés à des morphologies pariétales caractéristiques d'une évolution paragénétique. Au gré des variations climatiques quaternaires, le cours d'eau a connu plusieurs phases de remblaiement alluvial puis de recreusement. À chaque fois, la cavité en a préservé d'importants témoins dont nous avons pu reconnaître la géométrie et la succession.

Ces phases d'accrétions sédimentaires sont responsables du creusement des galeries latérales, creusées donc secondairement bien qu'elles soient situées altitudinalement plus haut. Des datations de ces principaux épisodes de sédimentation sont en cours. Elles permettront, au-delà du seul cadre de la grotte, de caler la mise en place des terrasses alluviales en aval mais aussi d'identifier des phases de sédimentation lacustre en amont, directement liées à l'obstruction de la cavité. Les premiers modèles 3D permettent d'ailleurs d'envisager que le Col du Baudet a pu être réutilisé, avant que la grotte ne soit à nouveau décolmatée (figure 6).

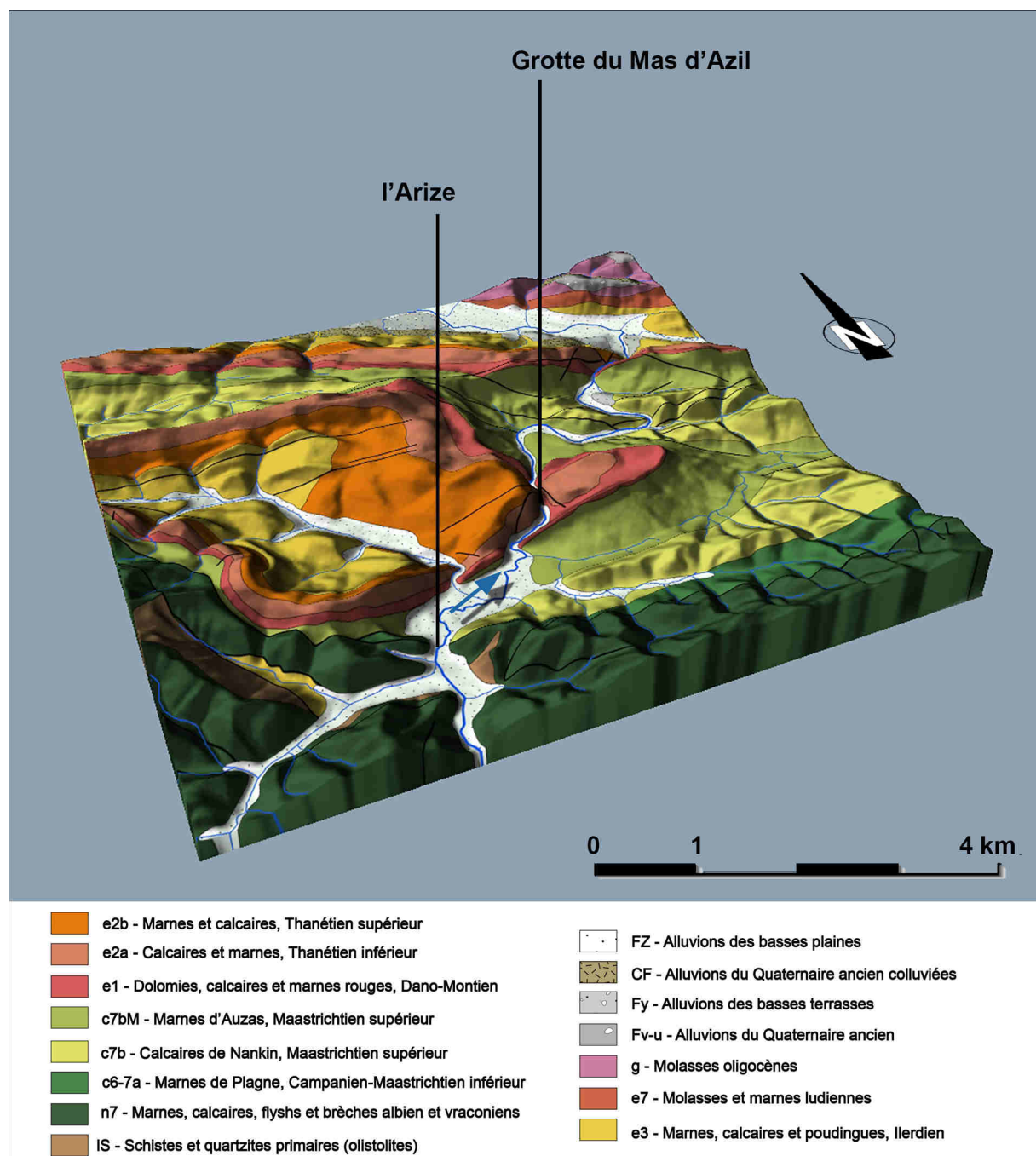


figure 6 : extrait de la carte géologique plaquée sur le modèle numérique de terrain (© dessin Laurent Bruxelles / Inrap-Traces, d'après fonds BRGM)

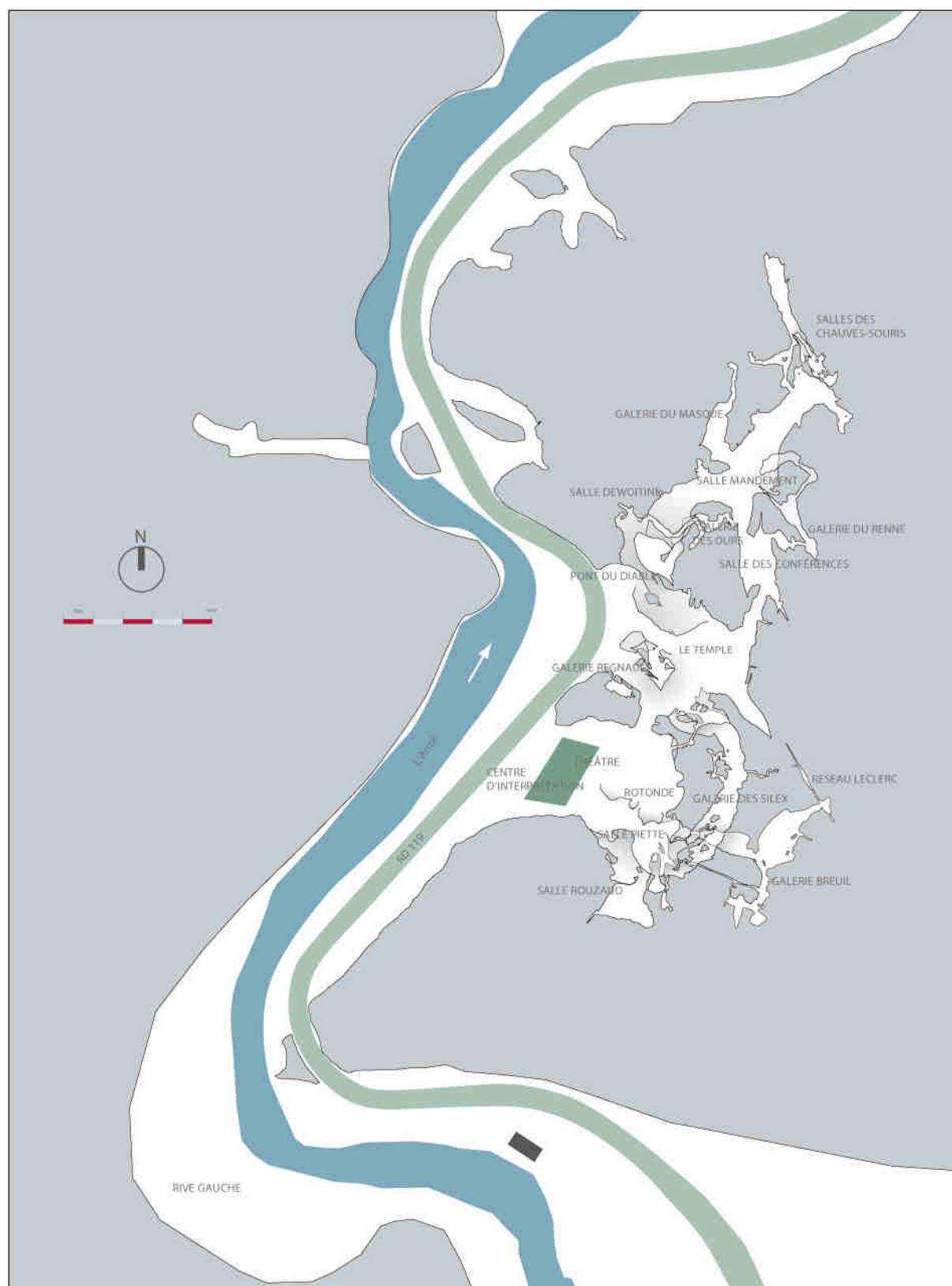


figure 7 : plan général le plus complet de la grotte du Mas d'Azil (état 2017, dessin © Marc Jarry / Inrap-Traces, d'après données diverses et inédites).

2.3. Le programme collectif de recherches (rappel)

Par Marc Jarry, Laurent Bruxelles, François Bon et Céline Pallier

La problématique scientifique, les axes, les ateliers et les méthodologies des cinq années de prospections thématiques puis du programme collectif de recherche ont été établies après le constat selon lequel la connaissance de ce site majeur en tant qu'objet karstique, mais aussi archéologique, était très sommaire. Effectivement, en dépit de sa célébrité et de sa monumentalité, la grotte ne jouissait pas d'un catalogue bibliographique à sa hauteur, surtout dans les domaines allant de la géologie jusqu'à son interface avec l'archéologie : la géoarchéologie. Le deuxième constat, perçu aux lendemains de la série d'opérations d'archéologie préventive, était celui de la faible résolution de la cartographie géologique et archéologique de cette cavité, dont la topographie n'était d'ailleurs même pas établie. Ainsi, nous avons proposé de « rattraper » tout cela, mais surtout pour commencer de réaliser un état des lieux complet.

La problématique que nous avons proposée lors du projet initial de prospection thématique, en 2013, reste logiquement la même. Elle avait permis de définir une méthodologie déclinée en trois axes, eux-mêmes composés de plusieurs ateliers. Cette programmation détaillée fixe des objectifs que nous devons tenir (cf. tableaux d'avancement des ateliers en conclusion des rapports d'activité ainsi qu'en conclusion de ce volume).

Problématique

Partant d'un état des lieux préliminaire que constituaient les opérations d'archéologie préventive, mais aussi du travail déjà réalisé sur les archives et mobiliers archéologiques issus des fouilles anciennes, nous avons proposé une opération de recherches sur la grotte du Mas d'Azil. Nous disons bien "sur" la grotte du Mas d'Azil, et non "dans" puisqu'il nous est apparu comme essentiel de considérer, pour une fois, le monument dans son ensemble. Il nous semble, en effet, que c'est de cela qu'a particulièrement souffert la grotte depuis plus d'un siècle, à savoir son abord, presque toujours, par un angle très précis, pour une thématique particulière, oubliant presque "l'objet" grotte dans sa globalité. Nous avons alors volontairement limité la problématique de ce programme à trois axes, évitant au maximum de se laisser tenter par une thématique particulière de la Préhistoire ou d'un secteur particulier :

- 1) disposer d'une cartographie générale de la grotte et de ses remplissages, intégrant les états antérieurs par l'analyse systématique des archives ;
- 2) comprendre l'histoire de la grotte, et caler chronologiquement les étapes de sa formation puis de son évolution ;
- 3) évaluer le potentiel des niveaux archéologiques encore présents dans le monument.

Afin de parvenir à l'aboutissement de ces trois objectifs, nous avons proposé trois axes de recherches :

- Axe 1 – Cartographie générale de la cavité
- Axe 2 – Géomorphologie et géoarchéologie
- Axe 3 – Archéologie

Chacun de ces axes a été décliné en plusieurs "actions" précises, que nous détaillerons plus loin. La réalisation des travaux, suivant des rythmes quelquefois différents, est facilement évaluable (cf. en conclusion le tableau de suivi). Ces "actions" constituent ainsi des "engagements" à réaliser, évitant de se disperser, ce qui serait tentant avec un tel gisement.

L'objectif du PCR est de terminer les actions engagées, mais aussi de préparer la phase de valorisation des données.

Dans ce sens, 4 orientations sont privilégiées pour le PCR :

- terminer le programme d'acquisition et d'étude sur le terrain ;
- publier systématiquement, sous forme d'articles de synthèses (certains sont déjà publiés ou en préparation) ou d'ouvrages thématiques ;

- intégrer l'ensemble des données géoréférencées à un SIG ; les données archivistiques rassemblées seront intégrées à un « chronogramme », développé en prototype pour notre opération avec le soutien du Centre National de Préhistoire. L'objectif serait de livrer l'ensemble de ces données à la communauté scientifique, si possible en open access ;
- diffuser des connaissances acquises vers les publics non scientifiques (expositions, ateliers...).

Ainsi, la présente opération constituera une nouvelle base sur laquelle pourra s'appuyer la remise en perspective les collections issues des différentes fouilles anciennes. In fine, l'approche archivistique et les études de terrain, complémentaires et bien identifiées, aboutiront à une meilleure compréhension des modalités d'occupation de ce célèbre site archéologique, sur lesquelles beaucoup reste manifestement à faire et à dire.

Méthodologie

Chacun des trois axes définis dans la problématique *supra* a été partitionné en plusieurs actions précises. L'ensemble des actions développées dans le cadre de la prospection thématique est repris dans le PCR. Beaucoup de travaux ont été réalisés et il en reste encore à achever, mais l'équipe a maintenant démontré sa capacité opérationnelle et a pris la mesure de la tâche restant à réaliser.

Axe 1 – Cartographie générale de la cavité

Action 1-A : acquisition et contextualisation des données anciennes

- les archives anciennes, qui permettent de reconstituer la topographie des lieux avant les différentes destructions ou fouilles ;
- topographies anciennes, notamment celle réalisée dans les années 80 par une équipe dirigée par F. Rouzaud mais non mises au net. Notons que jusqu'à présent la topographie publiée la plus complète de la grotte est celle de 1984 (figure 8) ;
- données acquises lors des opérations d'archéologie préventive de 2011 et 2012 ;
- le nuage 3D des salles principales réalisé par la mairie du Mas d'Azil pour le réaménagement de la grotte (nuage que la mairie du Mas d'Azil, propriétaire de ces données, a mis à notre disposition) ;

Il s'agira dans cette action de traiter ces données, de les vérifier et, au besoin, de les recalculer précisément.

Action 1-B : collecte de données topographiques complémentaires

Des contrôles sur le terrain et des compléments de prises de données seront éventuellement réalisés au tachéomètre électro-optique, afin de partir sur une base topographique "saine". Des scans 3D complémentaires pourront être envisagés, si les besoins et les moyens, respectivement, l'imposent et/ou le permettent.

Action 1-C : constitution de la base topographique principale

À partir des données acquises et traitées en 1-A et 1-B, une base topographique (graphique) sera constituée, permettant l'enregistrement de l'ensemble des données de l'opération. Cette base, comprenant la vectorisation des topographies anciennes, aura comme vocation, à terme, de servir de base à un Système d'Information Géographique.

Action 1-D : cartographie morphokarstique de la grotte

Sur la base topographique constituée, une cartographie détaillée de toutes les formations (naturelles ou archéologiques) sera réalisée. Il s'agit d'un travail assez important qui nécessitera la participation de tous les intervenants de l'équipe. À terme, il sera intéressant de confronter cette cartographie avec les données issues des archives et publications anciennes.

Action 1-E : topographie de la surface

Une action de cartographie de l'extérieur de la grotte devra être conduite, afin de replacer précisément les cavités dans l'espace. Ceci permettra non seulement de comprendre les relations entre cette cavité et la surface du plateau (puisque l'on soupçonne fortement que certains vestiges paléontologiques ne sont pas venus par l'entrée actuelle) mais aussi avec la vallée sèche qui est susceptible d'avoir été réutilisée lorsque la grotte était colmatée.

Action 1-F : cartographie de la surface

Comme pour l'intérieur de la grotte, un relevé détaillé des formes et des formations superficielles devra être réalisé. Bien évidemment, en s'éloignant du massif la résolution devra être adaptée.

Axe 2 – Géomorphologie et géoarchéologie

Action 2-A : description morphokarstique de la grotte

La géométrie du réseau est complexe. Mais certains dispositifs suffisent à eux seuls à illustrer le mode de genèse et d'évolution de la grotte. Sur la base de la topographie et de la cartographie géomorphologique de la cavité, il sera déjà possible de mettre en place un phasage de son histoire.

Action 2-B : Les remplissages karstiques et leurs interprétations

En outre, la nature et la disposition des différents remplissages apportent des éléments complémentaires sur la cavité. Il y a ainsi un lien direct entre le fonctionnement de l'Arize et ses variations de dynamique au cours du Quaternaire, et le développement ou le colmatage de la cavité. Enfin d'autres apports originaires du plateau ont été identifiés et témoignent d'autres dynamiques sédimentaires.

Action 2-C : chronologie relative et datation des dépôts

Les relations géométriques entre les remplissages fournissent un premier canevas de l'histoire de la cavité et de ses remplissages. La réalisation de datations permettra, pour la première fois, de caler chronologiquement cette évolution. D'ailleurs, le piégeage de ces dépôts dans la grotte permet non seulement une bonne lecture des relations stratigraphiques, mais en même temps des datations précises par une combinaison de méthodes (C14, U/Th et OSL).

Action 2-D : mise en place de la cavité

Outre l'intérêt de cette approche pour l'histoire de la grotte, les dynamiques sédimentaires mais aussi les calages chronologiques pourront être extrapolés à l'évolution géomorphologique de la vallée. Des corrélations entre l'ancienneté et la géométrie des remplissages de la grotte pourront être réalisés avec les niveaux de terrasses alluviales par exemple. Par extension, les niveaux de terrasses que nous daterons pourraient, si les conditions de continuité morphologique s'y prêtent, être raccordés aux terrasses de tout le système garonnais.

Axe 3 – Archéologie

Action 3-A : caractérisation archéologique des remplissages et des formations superficielles

Selon les mêmes principes que la cartographie géomorphologique, l'ensemble des formations archéologiques devra être précisément cartographié, à l'intérieur comme à l'extérieur du massif et reporté sur la topographie de référence.

Action 3-B : évaluation complémentaire des niveaux archéologiques du secteur II (Théâtre/Rotonde/Stérile)

Les niveaux archéologiques révélés lors des opérations d'archéologie préventives dans ces secteurs n'ont pu pour l'instant qu'être approchés et leur étendue non vérifiée (zones hors prescription stricte). Il convient donc de définir très

précisément 1) leur étendue, 2) leur caractérisation 3) les conditions de leur mise en place.

Action 3-C : évaluation complémentaire des niveaux archéologiques de la salle Piette et proches (secteurs III, IV et VI)

Ces niveaux archéologiques révélés lors des opérations d'archéologie préventives n'ont pu pour l'instant qu'être approchés et leur étendue non vérifiée (zones hors prescription stricte). Il convient donc de définir très précisément 1) leur étendue, 2) leur caractérisation 3) les conditions de leur mise en place. En outre, il faudra rechercher dans cette salle si, sous la couche de limons jaunes ne seraient pas présents des niveaux aurignaciens.

Action 3-D : évaluation des niveaux de la galerie des Ours/salle Mandement et proches (secteurs IX, X, XI, XII et XIII)

Dans le cadre de cette opération, nous proposons de réaliser un inventaire et détermination des vestiges paléontologiques encore présents dans la grotte, notamment dans la galerie des Ours et la salle Mandement. Cette détermination pourra au besoin être accompagnée de tentatives de datations adaptées.

Action 3-E : évaluation des niveaux archéologiques de la Rive Gauche de l'Arize (secteur L)

Après évaluation des topographies existantes et compléments, un travail d'état des lieux et d'évaluation réelle du potentiel archéologique de la Rive Gauche de l'Arize sera proposé.

Action 3-F : croisement des données avec les approches géoarchéologiques ;

Cette action, au terme du processus de l'opération archéologique, devrait permettre de proposer un premier canevas interprétatif sur la constitution de l'objet géologique et sur son occupation par les différents groupes humains au cours de la Préhistoire.

Action 3-G : croisement général des données

Cette action sera effective au long court, par l'organisation de rencontres régulières, puisque l'ensemble des données acquises sur le terrain a vocation à alimenter le programme général (et vice versa). Mais il devra être proposé, au terme des différents travaux, un croisement de l'ensemble des données, qui à n'en pas douter, permettront un réel renouvellement de la vision de cette grotte prestigieuse.

Axe complémentaire : programme de valorisation

Le PCR a pour objectif, au-delà du programme initié en prospection thématique, de valoriser l'ensemble des travaux. Nous sommes en capacité 1) de réaliser des actions de valorisation 2) d'envisager une programmation ou au moins une réflexion sur la valorisation. Nous livrons ci-après quelques pistes, non exhaustives, qui guideront notre démarche. À l'heure où nous écrivons ces lignes, des projets sont certains, d'autres sont encore à formaliser. Quoi qu'il en soit, trois volets sont envisagés :

- 1) les publications scientifiques ;
- 2) l'intégration informatique des données acquises ;
- 3) la médiation.

Le premier volet verra deux formes : les publications « au fil de l'eau » et les « monographies ». Plusieurs articles sont déjà publiés, d'autres sont envisagés (liste non définitive) :

- article dans le bulletin de la Société Préhistorique Française sur les occupations aurignaciennes évaluées ;
- article dans une revue internationale sur les nouvelles stratigraphies et relations environnement/occupations humaines ;

- article sur l'abbé Pouech, « archéologue » précurseur de la grotte dans le bulletin de Société Archéologique Ariège-Pyrénées ;
- article sur les industries lithiques du « sondage Pouech » en relation avec les collections anciennes ;
- un article sur la spéléogenèse et l'évolution morphosédimentaire de la grotte au colloque 2018 de l'AFK ;
- article sur l'accès paléolithique de la galerie Breuil, sur un support international ;
- article dans une revue internationale sur les phénomènes de bio-corrosion des parois ;
-

La réalisation de monographies est en cours de réflexion. Il est indéniable qu'un ouvrage sur l'historiographie sera très attendu et d'une grande richesse. De même, un support devra être trouvé pour les cartographies morphokarstiques. Une autre est à envisager sur la genèse, l'évolution de la grotte et ses occupations paléolithiques, sans doute sous la forme d'un Atlas commenté.

Le deuxième volet de ce programme est l'intégration de l'ensemble des données dans des systèmes numériques. Le PCR s'attachera à préparer les données pour leur intégration. Toutes les données géoréférencées ou géo-référencables devront pouvoir être compilées dans un SIG. Les données archivistiques devraient pouvoir être intégrées dans un « chronogramme » en cours de développement informatique avec le CNP. Cet outil devra permettre, de consulter, interroger, des documents dont les informations seront « chrono-référencées ». À terme, nous souhaitons que SIG et Chronogramme soient en capacité d'être liés, livrant en un seul outil l'intégralité des données spatiales et temporelles...

Enfin, un autre volet est celui de la médiation : conférences, ateliers pour les écoles, journées « portes-ouvertes » ... Parmi les projets à venir dans le cadre du PCR, nous avons proposé ou proposerons, à l'horizon 2018-2020 (liste non limitative) :

- une exposition au Musée-Forum de l'Aurignacien à Aurignac ;
- une exposition au musée de Préhistoire du Mas d'Azil ;
- une conférence à la grotte d'Orgnac (Ardèche) ;
- les déclinaisons « grand public » des publications scientifiques de l'équipe. Par exemple l'équipe envisage à court terme l'édition d'un livret sur l'Aurignacien du Mas d'Azil ou un autre pour les enfants (et par les enfants) expliquant la grotte en tant qu'objet géologique et son histoire ;
- adaptation du SIG/Chronogramme.
- etc.

2.4. Rappel des épisodes précédents...

Par Marc Jarry, Céline Pallier, Laurent Bruxelles et François Bon

Comme chaque année, nous rassemblons ici les résumés des opérations des années précédentes, afin d'en « capitaliser » les acquis. Les lecteurs des rapports d'activités antérieurs y trouveront une forme de « révision » permettant de contextualiser le présent compte-rendu.

Une série d'interventions d'archéologie préventive a eu lieu de novembre 2011 jusqu'à la veille de l'inauguration de la grotte le 24 mai 2013, motivée par le réaménagement complet du parcours de

visite touristique du monument depuis le parking extérieur et par la construction d'un bâtiment d'accueil (centre d'interprétation), dans la grotte, dans le secteur "Théâtre" :

- tranche 1 (M. Jarry dir., Jarry *et al.* 2012) : suivi du percement d'une tranchée dans la route départementale en face du secteur Théâtre ;
- tranche 2.1 (M. Jarry dir., Jarry *et al.* 2013b) : diagnostic-évaluation de l'impact de la construction du bâtiment d'accueil sur le secteur Théâtre ;
- tranche 2.2 (M. Jarry dir., Jarry *et al.* 2017b) : diagnostic de l'impact du réaménagement complet du parcours de visite à l'intérieur de la grotte ;
- tranche 2.3 (C. Pallier dir., Pallier *et al.* 2017) : nettoyage de la paroi nord du parking après construction du bâtiment d'accueil et contrôle de l'impact des travaux ;
- tranche 3.1 (M. Jarry dir., Jarry *et al.* 2015b) : diagnostic archéologique de la tranchée d'évacuation des fluides depuis le porche jusqu'à la station de traitement des eaux usées ;
- tranche 3.2 (C. Pallier dir., Pallier *et al.* 2015) : diagnostic archéologique de la station d'épuration.

Nous ne reprendrons pas ici le résumé des apports de ces opérations d'archéologie préventive. Nous renvoyons pour cela au rapport d'activité de 2013 (Jarry *et al.* 2013a : 31). Nous avons vu que cela avait permis des découvertes, aussi bien sur le plan archéologique que géologique qui nous ont encouragé à poursuivre avec les opérations de prospection thématique programmée, puis le présent programme collectif de recherches.

Une nouvelle opération d'archéologie préventive a eu lieu en avril 2016 (L.-A. Lelouvier dir., Lelouvier *et al.* 2016). Cette opération, concernant la vire le long de la route entre l'entrée sud de la grotte et le centre d'interprétation, a été menée en collaboration avec l'équipe intervenant dans le présent programme collectif de recherches (avec notamment Céline Pallier comme géomorphologue). Elle a permis une évaluation fine et rapide du secteur concerné, en bénéficiant d'une vision globale de la géoarchéologie de la grotte. La complémentarité de la recherche préventive avec la recherche programmée est ici démontrée comme une évidence. Une première phase de fouille préventive a eu lieu en novembre 2017 sur ce secteur. La seconde partie a eu lieu en décembre 2018 et l'étude est encore en cours. Les principaux apports de cette opération sont synthétisés et intégrés dans le présent rapport.

L'année 2013, année de transition, a été une phase de mise en place du programme, de la plupart de ses axes de recherches et de ses ateliers. Ainsi, ceux concernant la cartographie de la cavité (axe 1), ont permis la mise en place des bases historiographiques et les premiers tests des méthodes cartographiques. Une première approche de l'ensemble des archives et de leurs localisations a été réalisée, notamment pour celles de l'abbé Pouech et d'Alteirac. Un premier bilan très prometteur a été livré sur les archives Pouech dont nous ne disposons que de copies partielles. Pour les fonds topographiques anciens, la vectorisation des cavités profondes de la rive droite a été réalisée et les premières inexactitudes corrigées. L'atelier de cartographie a débuté, concentré pour l'instant sur les secteurs Théâtre, Rotonde, Piette et galerie des Silex.

L'axe de recherche 2 (géomorphologie et géoarchéologie), a bénéficié de nombreuses prospections et observations générales. Il fallait en quelque sorte prendre la mesure du travail à réaliser et repérer les différents "objets" d'études, en complément de l'atelier de cartographie. Cette année-là, les relevés et études se sont centrés, pour commencer, sur les secteurs du Théâtre et de la Rotonde.

L'axe 3 (archéologie), a été bien engagé en 2013, lui aussi centré sur les secteurs Théâtre et Rotonde. Les sondages 1 et 2, d'emprises limitées, ont été ouverts dans le secteur aurignacien, dans la suite logique des opérations d'archéologie préventive. Ils ont permis de confirmer une stratigraphie bien en place sous les niveaux fluviaux. Dans le secteur Rotonde, le sondage 3 a été commencé. Il a révélé des vestiges de niveaux magdaléniens. D'autres lambeaux de niveaux en place ont aussi été repérés dans ce secteur, notamment à la sortie sud de la galerie des Silex. En

effet, dans un secteur réputé stérile, nous avons pu révéler une stratigraphie conséquente contenant plusieurs niveaux archéologiques, avec notamment à sa base, reposant sur les limons fluviatiles, un épais niveau magdalénien. En outre, des travaux cartographiques dans la salle Piette avaient permis de restituer l'entrée paléolithique de la Galerie Breuil (la datation d'une coulée stalagmitique en bouchant l'entrée confirmera ensuite cette hypothèse).

L'année 2014 a vu la poursuite, de front, des travaux des divers ateliers. Pour l'axe 1, cette année a permis la (re)découverte et l'étude de nombreux documents, notamment les archives de l'abbé Pouech au Petit séminaire de Pamiers. Elles nous ont permis de restituer quelque peu l'aspect de la grotte avant la construction de la route, mais aussi d'approcher la personnalité d'un savant abbé en pleine tourmente intellectuelle du XIX^e siècle. L'acquisition numérique de la topographie, bien qu'encore partielle, a pu servir de base fiable à la cartographie morphokarstique détaillée. Cette dernière a été bien avancée en rive droite. Une session d'étude géophysique a en outre été réalisée.

Pour l'axe 2, un important travail descriptif des stratigraphies, a été commencé. Les relevés et études des remplissages karstiques se sont poursuivis sur le secteur du Théâtre et de la Rotonde, mais aussi dans la salle Mandement et l'entrée de la galerie des Ours. Concernant la chronologie et la datation des dépôts, l'enchaînement relatif semble désormais à peu près reconnu pour la rive droite de l'Arize. Aucune datation absolue n'est obtenue en 2014, les dosimètres pour les datations par la luminescence sont placés en divers points de la grotte dans les sédiments alluviaux. Quelques prélèvements supplémentaires sont réalisés pour des éventuelles datations par la méthode du radiocarbone.

L'axe 3, quant à lui, a bien progressé. Le secteur Théâtre/Rotonde a été privilégié. L'Aurignacien, notamment, a connu sa pleine phase d'évaluation avec l'extension du sondage 2 facilitant l'accès aux couches profondes. La principale information à retenir pour 2014 est la confirmation d'une stratigraphie bien en place sous les niveaux fluviatiles. Plus haut, un nettoyage fastidieux a permis de retrouver, grâce aux archives, ce qui est probablement l'ancien sondage réalisé au XIX^e par l'abbé Pouech. Cela a été l'occasion de découvrir un lambeau de niveau d'occupation magdalénien en place. De la même façon, le nettoyage du pied d'une brèche magdalénienne au-dessus de l'ancienne billetterie a permis de remettre au jour de beaux lambeaux de sols magdaléniens moyens. Dans le secteur de la Rotonde, le sondage 3 a été achevé et d'autres coupes livrant des niveaux magdaléniens ont été relevées par orthophotographie. Le secteur de la salle Mandement, à l'occasion notamment de l'étude géophysique du sol, a été abordé et des informations capitales ont été relevées, par exemple à l'entrée est de la galerie des Ours de la salle Mandement, sur les modalités d'alternance des alimentations sédimentaires des parties hautes de la cavité.

L'année 2015 a été une année très active sur l'ensemble des actions. Mis à part les celles préparant les synthèses ou qui concernent la rive gauche (malheureusement encore inaccessible et de toute façon sans topographie), elles ont été bien engagées et les investigations sur la rive droite, notamment, ont été bien avancées.

Pour l'axe 1, c'est au tour de Félix Garrigou d'avoir fait l'objet d'une présentation à partir d'archives de diverses origines. Une présentation du potentiel des archives autour du personnage d'Édouard Piette ainsi qu'une esquisse de la chronologie des multiples interventions dans la grotte ont été livrées. L'acquisition numérique de la topographie de la grotte, complétée par plusieurs séries de mesures topographiques, sert maintenant de base à une cartographie géomorphologique détaillée. Cette cartographie morphokarstique a été très avancée pour la rive droite. Les données de topographie de la surface ont été en partie acquises.

Pour l'axe 2, le travail de description et relevés des stratigraphies a été poursuivi, notamment dans le secteur II (Théâtre-Rotonde). En particulier, la stratigraphie dans les limons a révélé, à ce stade de manière préliminaire, une surface d'érosion qui a fourni une date rapportable au Badegoulien

(Cal BC 19900 to 19600 / Cal BP 21850 to 21550). Cette datation permet d'envisager un accès jusqu'à présent totalement inédit dans la cavité par les populations humaines après le dernier épisode d'aggradation fluviale et avant le Magdalénien. En outre, l'autorisation d'accéder aux galeries ornées du Mas d'Azil (Breuil, Masque, Renne et Petit Bison), a permis de compléter les observations morphosédimentaires et morphokarstiques. En parallèle, plusieurs échantillons ont été prélevés pour effectuer des datations OSL des différents sédiments. Des dosimètres ont été installés en plusieurs points de la grotte et sont actuellement toujours en place. D'ores et déjà, les premières mesures obtenues sur les sédiments anciens se sont révélées riches d'enseignements au point de vue méthodologique et ont fait l'objet de conférences internationales ainsi que d'un article publié par la revue *Radiation Measurements*. Pour les remplissages plus anciens, un prélèvement a été réalisé dans la Salle du Temple, à mi-hauteur au sein de cette séquence par datation par la méthode des cosmonucléides. Enfin, deux carottes de calcite ont été prélevées dans la concrétion fermant l'accès magdalénien à la galerie Breuil. La première servira aux datations U/th et la seconde à des analyses paléomagnétiques et paléoenvironnementales. L'axe 3 a largement progressé. L'évaluation du secteur aurignacien a été quasiment terminée. Les nettoyages ont été poursuivis dans le secteur de l'ancien sondage de l'abbé Pouech, entamé en 2014. Une large surface de l'ancien front de taille du « grand emprunt » a ainsi pu être remise au jour, livrant une stratigraphie plus complexe qu'il n'y paraissait, avec surtout un niveau de blocs, reposant en discordance sur les limons et sous les niveaux magdaléniens. Une datation sur un os découvert à la base de ce niveau et rapportable au Badegoulien, a ouvert des perspectives intéressantes. La datation d'une couche de la coupe de la salle Stérile au Néolithique ancien permet d'envisager de nouveaux champs de réflexions sur les modalités d'occupation de la grotte.

L'année 2016 a permis l'écriture d'une étape majeure de l'histoire de la grotte autour de la personnalité d'Édouard Piette. En effet, une importante documentation a été traitée, tant sur la rive droite que sur la rive gauche, permettant notamment de croiser par les échanges épistolaires d'autres grandes personnalités de la préhistoire. Les perspectives de recherches archivistiques de terrain sont importantes et devront être poursuivies. La perspective de la réalisation d'un chronogramme en collaboration avec le CNP devrait permettre de classer tout cela dans l'optique d'une publication générale de ces recherches historiographiques. L'acquisition numérique de la topographie de la grotte, commencée dès 2013 est maintenant terminée pour la rive droite. La cartographie morphokarstique est alors achevée pour la rive droite. La topographie de la surface est acquise et peut maintenant servir de base aux travaux de cartographie. La réflexion sur la mise en place d'un SIG est passée à la première étape de la réalisation des shapes généraux.

L'axe 2 a été marqué par un important travail dans la salle du Théâtre. Les divers nettoyages du front est du « grand emprunt » ont permis de relever, pour l'instant dans sa partie centrale, cette stratigraphie de référence. Un test de relevé sur orthophotographie basée sur des modèles issus de photogrammétrie a échoué. Dans la salle Stérile, au pied de la coupe en face de l'entrée sud de la galerie des silex, une intervention de nettoyage avec relevés a été réalisée, révélant une stratigraphie importante et qui mériterait maintenant d'être testée. Il en est de même pour la coupe du siphon de la galerie Breuil. Des observations, certes décevantes, ont été faites lors de l'ouverture de trois sondages dans la galerie Régnaud.

L'axe 3, a profité des nettoyages dans la salle du Théâtre. Ceux-ci, qui ont surtout vocation à dégager les coupes pour leur étude stratigraphique, ont permis de récolter du matériel qui, certes, n'a pas une origine bien claire, mais qu'il est quand même intéressant de regarder de près. L'évaluation du secteur aurignacien a été terminée (le sondage 2 a été rebouché). Le sondage 6, ouvert dans les niveaux clastiques ayant donné une date badegoulienne, a livré un peu de matériel. Une seconde date par la méthode du radiocarbone a été réalisée dans ce niveau. Elle est plus ancienne que la précédente (Cal BC 22470 to 22125, cal BP 24420 to 24075), confirmant la présence de niveaux archéologiques bien antérieurs au Magdalénien moyen. Dans la Rotonde, le sondage 3 a été rebouché et le sondage 8 a été ouvert à la base de la coupe de la salle Stérile qui se

révèle très complexe et riche. La salle Piette a fait l'objet d'une première approche archéozoologique et taphonomique qui permet d'étayer, même si cela reste à confirmer, d'utilisation de cette salle comme dépotoir au magdalénien, avec sans doute une spécialisation des secteurs au-dessus, dans la Rotonde.

L'année 2017 a permis à l'axe 1, notamment, d'approfondir l'analyse des fonds du service des Monuments historiques et de la sous-direction de l'Archéologie, mais aussi des fonds et collections dispersés de l'abbé Henri Breuil. Ainsi, la cartographie des fonds d'archives a pu être consolidée pour les travaux antérieurs aux Péquart et à J. Mandement. La construction d'un chronogramme couvrant les interventions au Mas d'Azil « de Piette à Breuil » a permis de reconstruire les informations pour une période comportant des *hiatus* documentaires importants. La topographie de la surface, acquise en 2016, a servi en 2017 de base aux premiers travaux de cartographie morphokarstique. Celle-ci recense les morphologies et formations sédimentaires conservées en surface sur une partie du massif du Plantaurel et de la vallée de l'Arize. Deux premières restitutions cartographiques ont été proposées, une à l'échelle du massif et l'autre plus détaillée au-dessus du réseau karstique. Une chronologie relative préliminaire de l'évolution du paysage a été proposée à partir de la géométrie de ces morphologies et de ces vestiges sédimentaires.

L'axe 2 a été marqué par la mise en perspective de relevés et descriptions sur différentes formations sédimentaires. Le secteur du Temple est maintenant assez bien illustré avec la stratigraphie sur plus de 17 mètres de puissance de dépôt fluviaux. Les résultats de la datation de cette formation par la méthode des cosmonucléides sont attendus afin de mieux caler la mise en place de ces dépôts très anciens. Par ailleurs, au débouché nord de la galerie des Silex, la datation par la méthode du radiocarbone de charbons prélevés à la base du pilier limoneux permettra de mieux cerner le dépôt de cette formation et, le cas échéant, de la corrélérer aux dépôts de même nature dans la salle du Théâtre. Dans le secteur Théâtre-Rotonde, la description des stratigraphies, notamment celle au débouché du conduit ouest vers la galerie des Silex, ainsi que la mise en relation des différents logs, notamment avec la salle Piette, permet maintenant d'approfondir la compréhension des dynamiques en jeu lors de la dernière période glaciaire. L'accessibilité de la grotte aux groupes humains est également mieux appréhendée, notamment dans le secteur de la galerie Breuil.

Pour l'axe 3, l'année 2017 a été limitée coté terrain. Il a été consacré à la publication d'un article monographique sur ces occupations du Paléolithique supérieur ancien dans la grotte. L'analyse préliminaire des restes de microvertébrés des niveaux aurignaciens laisse penser que l'étude complète permettra d'apporter des informations sur les conditions environnementales autour de la grotte à cette période. Deux premières synthèses par croisement des données pluridisciplinaires ont été proposées. La première concerne la corrélation qui peut être démontrée entre la répartition des œuvres pariétales dans la grotte et la répartition des états des parois. Le rôle de la bio-corrosion, notamment due à la présence des chauves-souris, souvent sous-estimée, doit être prise en compte maintenant que les formes enregistrées sur les parois sont mieux connues et décrites. La grotte du Mas d'Azil permet de proposer un modèle d'analyse. La deuxième synthèse propose de mettre en corrélation l'évolution karstique de la cavité et son accessibilité aux groupes humains. La recherche d'éléments de chronologie absolue doit encore être poursuivie dans ce sens.

L'année 2018 a été une année importante puisque c'était la première de la triennale du programme collectif de recherches. Pour l'axe 1, l'atelier archivistique s'est penché sur Édouard Piette et les fouilles de la Rive Gauche. Ont pu être exposés les échanges épistolaires que celui-ci a entretenu en 1888-1889 avec Maury, pâtissier au Mas d'Azil, qui réalise pour lui ces années-là les premiers sondages sur cette rive qu'il avait délaissé dans un premier temps. Les comptes-rendus détaillés et réguliers de Maury permettent de suivre de près les préoccupations de Piette

alors que germe en lui l'idée même de l'Azilien. Pour les autres ateliers, nous pouvons considérer maintenant que la topographie de la rive droite est complète et bien calée. De nombreuses sections de galeries ont été réalisées. L'avancée majeure de 2018 est l'accès à la Rive Gauche. Nous avons pu y acquérir le premier modèle 3D permettant le calcul d'une projection orthophotographique, base d'une topographie utilisable pour la cartographie morphokarstologique. Celle-ci, en 2018, a été consacrée à la finalisation pour la surface. Les petites cavités présentes sur le plateau ont pu être explorées et cartographiées. De même, des propositions de relations entre la surface et le réseau karstique ont pu être avancées. Enfin, la cartographie détaillée de la paroi le long de la RD 119, réalisée dans le cadre d'une opération d'archéologie préventive, pourra être intégrée à la cartographie générale de la cavité en rive droite. L'axe 2 a été marqué en 2018 par le relevé, le complètement de relevé et la description de nombreuses coupes en rive droite (pilier limoneux de l'entrée nord de la galerie des Silex, cônes de débris de la salle Piette, brèches ossifères au-dessus de l'ancienne billetterie, relations entre les dépôts de gours et les placages de gélifracts dans la salle Mandement...). L'étude des relations géométriques entre les différents corps sédimentaires identifiés dans chaque partie de la grotte autorise maintenant une bonne compréhension de la mise en place de ces dépôts et de leur chronologie relative à l'échelle de la cavité. En particulier, l'étude du pilier limoneux de la sortie nord de la galerie des Silex a permis de repérer deux niveaux archéologiques inédits, un à la base dont nous verrons la datation *infra*, et un tout au sommet, sans doute magdalénien. Grâce à ces informations importantes, il sera sans doute possible de faire une jonction (ou non) entre les dépôts sédimentaires du secteur du Temple et celui du Théâtre.

Ce sont aussi des niveaux magdaléniens qui ont été mis au jour le long de la paroi de la galerie-tunnel de l'Arize, au-dessus de la RD119, dans le cadre d'une opération d'archéologie préventive (L.-A. Lelouvier dir.). Les résultats seront intégrés à l'axe 3 du programme collectif de recherches. Dans le secteur théâtre, l'étude des niveaux aurignaciens (lesquels ont d'ores et déjà bénéficié d'une première publication) se poursuit avec l'étude des microvertébrés. En 2018, l'analyse préliminaire de l'US 5 indique un cortège caractéristique de transition climatique ou interstadiaire. Enfin, l'étude des évolutions de parois, notamment par les effets de la biocorrosion, a été poursuivie par la photogrammétrie 3D détaillées dans les salles des Conférences et Mandement/Dewoitine. Ces modèles et leur analyse, complétés par des études d'échanges thermodynamiques, devraient permettre de quantifier les surfaces concernées par ce phénomène ainsi que d'évaluer les épaisseurs de parois impactées.

2.5. Autorisation de sondages et prélèvements

Par Marc Jarry

Cette année, aucune autorisation de prélèvement ni de sondages n'a été demandée.

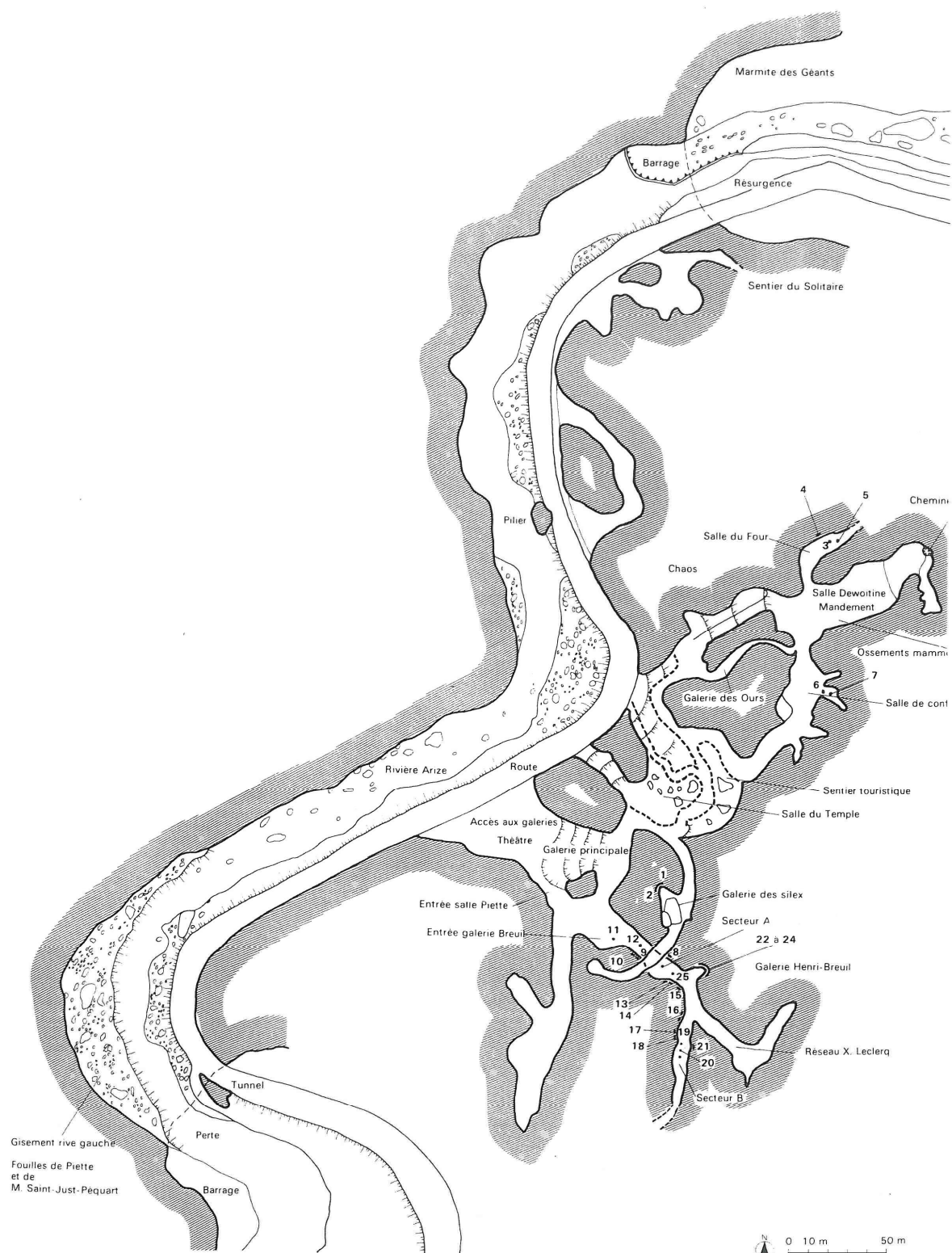


figure 8 : plan de la grotte du Mas d'Azil, état le plus complet publié à la veille de nos opérations (d'après Mandement et Rouzaud in Leroi-Gourhan 1984 : 392).

3. RESULTATS DE LA DEUXIEME (7^E) ANNEE

3.1. Journal de bord

Par Marc Jarry

Cette deuxième année du programme collectif de recherches (la septième pour l'équipe en comptant la prospection thématique) a encore été très fructueuse en travaux et logiquement en résultats. Si la partie purement archéologique a été volontairement freinée afin de laisser le temps au traitement des données déjà acquises, la partie environnementale a été très développée et apporte des éléments majeurs, notamment concernant l'accessibilité de la grotte aux différents groupes humains préhistoriques.

En 2019, les prospections en amont et en aval de la grotte ont été favorisées, afin de mieux replacer celle-ci dans son contexte général (terrasses alluviales, paléolac...). Il a été aussi mis comme priorité la fin des relevés des stratigraphies de la rive droite.

Un point marquant a été l'accès pour l'équipe à la fameuse Rive Gauche. Nous avons dans un premier temps fait réparer la grille qui était éventrée en deux endroits. Nous avons aussi fait réparer la serrure de la porte (bien sûr tout cela avec l'accord des co-propriétaires du lieu). Il a été décidé de ne réaliser aucun défrichage ni débroussaillage. Bien sûr, cela ne facilite pas l'étude car des parties relativement importantes de la Rive Gauche sont cachées sous des tapis de lierres, mais nous pensons que toute intervention de ce type devra être réalisée, avec l'accord des co-propriétaires, en concertation avec le service régional de l'archéologie. En effet, il conviendrait d'estimer l'avantage ou le risque que représente une couverture végétale pour la protection du site. Notre première approche a constitué en un survol drone pour la réalisation de clichés et le relevé de cibles topographiques pour la réalisation des orthophotographies, bases de notre topographie générale. Le relevé cartographique morphokarstique général a pu être amorcé et un premier nettoyage de la coupe de la fouille Péquart a permis des relevés préliminaires. En 2020, cette coupe sera l'objet d'un mémoire de master 1 à l'Université de Toulouse Jean-Jaurès par Sixtine Hoellinger.



figure 9 : vue panoramique de la grotte du Mas d'Azil depuis les replats au nord du village. Cliché Marc Jarry / Inrap-Traces.

► Séance du 31 mars 2019 (participants : D. Cailhol et C. Pallier). Cette première session de travail avait pour objectif le repérage et la cartographie des replats et dépôts alluviaux d'altitude 290-300 m en aval de la grotte. La prospection a donc concerné les replats « d'Xplorla », de Radelanque (rive droite), du versant face à Radelanque en rive gauche et des terrasses de Sabarat (niveau entre Clabus et Rendouly à 290-300 m. NGF et 350-350 m.).

► Séance du 9 avril 2019 (participants : M. Jarry, P. Ramis). La journée du 9 avril, prévue pour une rencontre avec trois des quatre co-propriétaires de la Rive Gauche (MM. Rumens, Sens et Commenge) a été mise à profit pour une prospection dans le massif. Cela a été l'occasion de réaliser quelques clichés panoramiques de l'environnement de la grotte (figure 9).

► Pour information, le samedi 12 avril, la grotte a accueilli l'excursion de la table-ronde « Vivre pendant la dernière glaciation, occupations humaines et paléoenvironnements : quelles spécificités dans les Pyrénées ? » (C. Pallier, C. Renard, M. Jarry et M. Lejay org.).

► Séance des 29 et 30 avril 2019 (participants : V. Arrighi et C. Pallier). Il a été réalisé lors de cette séance les levés topographiques complémentaires en rive droite, notamment pour terminer la coupe développée : salle Piette/salle du Temple, secteur Pont du Diable (axes NE-SO et NS/salle des Chauve-Souris (axe NNO-SSE).

► Campagne du 3 au 7 juin 2019 (participants : V. Arrighi, E. Chapron, G. Dandurand, M. Jarry, C. Pallier, S. Roussel et M. Vigreux). La thématique principale de cette campagne concernait le paléolac en amont de la grotte. Toutefois, il a aussi pu être réalisé des nettoyages et relevés stratigraphiques de la coupe nord de la salle du Théâtre (coupe des limons et des dépôts fluviaux grossiers) (figure 10), de la salle des conférences (coupe de la sortie de la galerie du Renne-sommet de la galerie des Ours) et enfin quatre relevés stratigraphiques de la galerie des Ours. Cette dernière galerie a par ailleurs pu faire l'objet d'une couverture photographique détaillée.

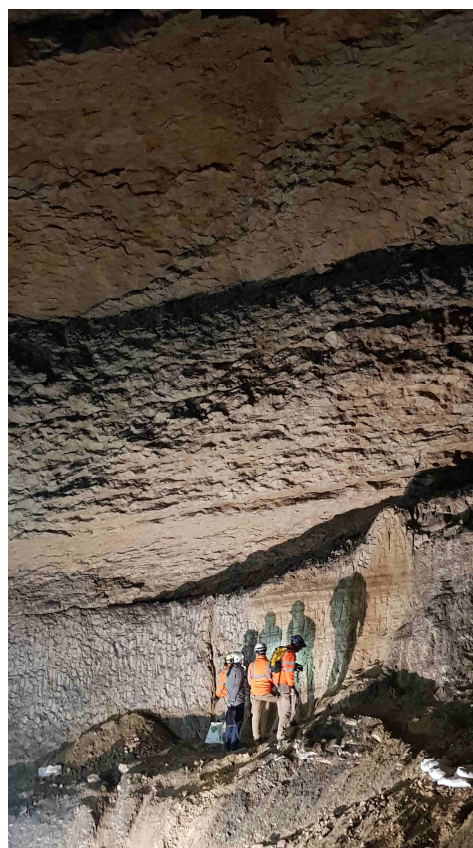


figure 10 : salle du Théâtre, travail sur le sommet de la coupe nord. Cliché © Manon Vigreux / Univ. Toulouse Jean Jaurès.

Il a pu être réalisé des prélèvements pour analyse spectrométrique dans la coupe des limons du nord de la salle du Théâtre. Un autre a été effectué au point le plus haut de la séquence, dans la salle de la Rotonde, deux autres dans le pilier de l'entrée de la galerie des Silex, deux dans la galerie des Ours, deux dans les limons au-dessus du niveau d'occupation magdalénien en Rive Gauche et enfin un dernier prélèvement dans les limons d'inondations actuelles (en Rive Gauche).

Cette session a aussi été l'occasion de prospecter en amont le long de l'Arize et de faire des levés topographiques en rive droite (salle du Théâtre) comme en Rive Gauche (relevé de points remarquables et relevé des cibles en vue du calage des clichés stéréophotogrammétriques).

figure 11 : relevé de points remarquables et cibles sur la Rive Gauche. Cliché Marc Jarry / Inrap-Traces.



► Séance des 12 et 13 juin 2019 (participants : L. Bruxelles, C. Pallier, S. Roussel et P. Vernant). Cette session avait comme premier objectif de discuter des possibilités de datations des remplissages anciens. L'obtention d'une date par la méthode cosmogénique (cf. *infra*) encourage en effet à persister dans ce sens. Des spots ont été repérés dans la salle du Temple et seront sans doute tentés en 2020. Il a pu être aussi envisagé la possibilité de datations par paléomagnétisme des argiles, notamment dans les niveaux de gours de la salle des Conférences.

figure 12 : prospection dans le secteur aval, terrasse d'Xplorla. Cliché © Marc Jarry / Inrap-Traces.



Le deuxième jour a été consacré à une prospection en aval jusqu'à la terrasse d'Xplorla et en amont de la grotte, dans le secteur du paléolac de Maury (figure 12). L'objectif était la recherche de substratum à l'affleurement dans les zones amont, notamment les dépôts de galets jusqu'à *La Grausse* pour le ruisseau de Pujol et jusqu'à la ferme de Camp Bataillé dans la vallée de l'Arize. Il n'a pas été identifié de cône de déjection à l'amont du paléolac à Camp Bataillé, mais un a pu être identifié à Saret la confluence Arize-Pujol. Une cartographie détaillée devra être réalisée sur support MNT en 2020.

figure 13 : Rive Gauche, fouille Péquart, nettoyage de la base de la coupe (SR) et relevé de la cartographie morphokarstique (HC et MR). Cliché © Céline Pallier / Inrap-Traces.



► Campagne du 15 au 18 juillet 2019 (participants : H. Camus, E. Chapron, C. Pallier, M. Philippe, M. Rabanit, S. Roussel). Cette phase de terrain a été consacrée à l'abord de la Rive Gauche. Ainsi, l'équipe de cartographie a pu réaliser, sur la base de la topographie préliminaire réalisée en 2018, les relevés des éléments morphokarstiques du secteur (figure 13).

L'étude des coupes de la fouille Péquart a été initiée par un dégagement partiel des remblais présents à la base, un nettoyage de la coupe et le placement de cibles pour les relevés photogrammétriques. Une série de prises de vue a été faite dans cette optique. Un premier schéma général de la coupe a été relevé.

En rive droite, des mesures XFF *in situ* ont pu être réalisées sur la coupe des limons du secteur du Théâtre, par Emmanuel Chapron et Magali Philippe. Le relevé de cette coupe, initié en juin, a pu être poursuivi (figure 14).

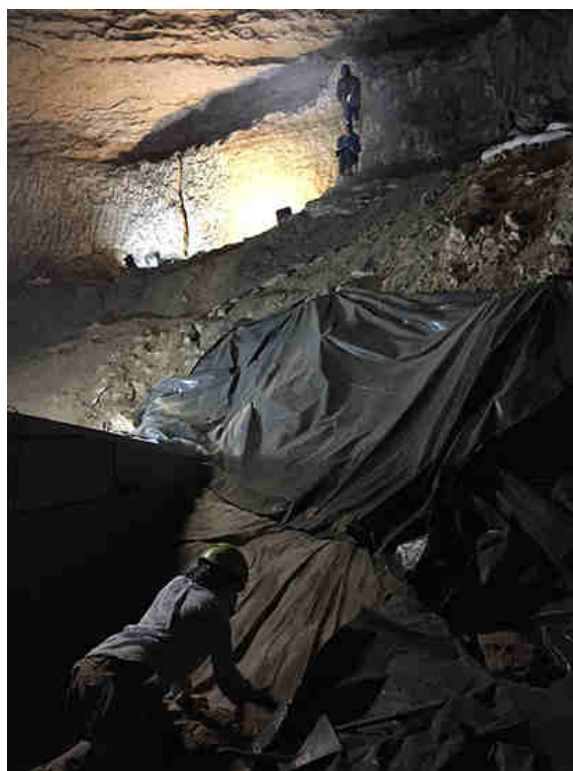


figure 14 : salle du Théâtre, en haut : relevé XRF *in situ* sur la partie supérieure limoneuse de la coupe. Cliché © Céline Pallier / Inrap-Traces.

► session du 27 et 28 juillet 2019 (participants : L. Bruxelles, C. Pallier, P. Vernant). Ces deux jours ont été nécessaires pour faire le relevé de la topographie 3D de l'ensemble de la grotte du Mas d'Azil à partir du logiciel Thérion.

► session du 24 et 25 août 2019 (participants : D. Cailhol, M. Jarry et C. Pallier). L'objectif principal de cette mission était de réaliser des photographies avec des éclairages adéquats dans certaines salles de la même façon qu'en 2018 pour la salle Mandement et la salle des Conférences. Les salles concernées ont été : la salle des Chauve-Souris, la salle du Guano, un secteur de la salle

du Temple et la coupe du Grand Emprunt de la salle du Théâtre. Le travail de relevé sur la coupe de la salle du Théâtre a pu être continué. Enfin, la récupération des données sur ordinateur des capteurs posés dans les salles du fond a pu être faite (figure 15).

figure 15 : récupération des données des capteurs des salles du fond. Cliché © Marc Jarry / Inrap-Traces.



► session du 5 et 6 septembre 2019 (participants : D. Cailhol et C. Pallier). Cette petite session a été consacrée à des prospections dans les cavités proches et en amont de la grotte le long de l'Arize.

► session du 2 octobre 2019 (participants : D. Cailhol ; M. Jarry et C. Pallier, avec la collaboration de P. Commenge et C. Thabard). Cette courte session a permis de réaliser un nouveau survol de la Rive Gauche avec un drone afin de bénéficier de nouvelles images calées sur les points relevés en topographie (cibles).

► session du 23 octobre 2019 (participants : D. Cailhol et M. Jarry). Cette intervention rapide a permis de faire le relevé des données des capteurs placés dans les salles profondes, d'en faire la maintenance et l'éventuel remplacement.

► session du 4 décembre 2019 (participants : D. Cailhol et M. Jarry). Comme la fois précédente, cette petite session a permis de relever les enregistrements des capteurs placés dans les salles du fond.

► session du 19 décembre 2019 (participants : M. Beauvillier, L. Bruxelles, S. Hoellinger, M. Jarry et C. Pallier). Cette dernière session de 2019 avait comme objectif de prospecter et cartographier les terrasses en aval de la grotte, notamment dans le secteur de Sabarat (figure 13).



figure 16 : prospection des niveaux de terrasses alluviales en aval de la grotte, dans le secteur de Sabarat. Cliché Marc Jarry / Inrap-Traces.

3.2. Axe 1 - Cartographie générale de la cavité

Action 1-A : acquisition et contextualisation des données anciennes

Pour une introduction à l'histoire de la grotte du Mas d'Azil

Par Marc Jarry, François Bon et Yann Potin, avec la collaboration de Marc Comelongue

Nous proposons ici une synthèse de l'histoire de la grotte du Mas d'Azil, point d'étape dans nos recherches historiographiques.

Les mentions anciennes de la grotte du Mas d'Azil sont, à notre connaissance, relativement rares. Une enquête archivistique approfondie serait sans doute fructueuse pour rechercher les éventuels documents d'époque médiévale et surtout moderne faisant référence à la cavité. En effet, celle-ci a bien dû marquer les esprits des populations locales et, en général, les anecdotes ne manquent pas autour d'un tel site naturel. De nos jours, elle est d'ailleurs un fort marqueur patrimonial naturel et culturel pour les habitants de la région. Il n'est donc pas imaginable qu'il n'y ait pas eu de témoignages anciens d'interactions entre l'imposant monument naturel et les populations environnantes. Ainsi, quelle est la place de la grotte dans le paysage de l'ancienne sauveté de la paroisse de Mansus azilius, fondée en 1286 par l'abbaye Saint-Etienne, sur un paréage de 1246 accordé par le Comte Roger IV de Foix à l'abbaye fortifié en 1303 ? Avant, il existe, dans le méandre de l'Arize, au moins depuis 817 (Cartulaire du Mas d'Azil) une abbaye bénédictine. Qu'en est-il pour la période antique ? Dans la grotte les témoignages des périodes historiques sont absentes et un tesson d'amphore italique découvert lors de sondages en 2012 devant l'entrée sud de la grotte en est pour l'instant le seul témoignage matériel (Jarry *et al.* 2015b).

Plus récemment dans la chronologie, la grotte est cependant mentionnée avec le protestantisme et son conflit avec le catholicisme. Les protestants arrivent au Mas d'Azil en 1540 et s'y implantent fortement. La grotte serait alors fortifiée une vingtaine d'année plus tard par une muraille (Castillon d'Aspet 1852) à la demande de la reine de Navarre Jeanne d'Albret. En 1568, lors des violentes tentatives de conquête de la ville, le sénéchal Bellegarde aurait attaqué deux fois sans succès la grotte qui aurait servi de refuge à plusieurs familles. Vers cette période, il serait aussi indiqué une exploitation du salpêtre dans la grotte du Mas d'Azil (Cabanel *et al.* 2004). À ce jour, nos travaux n'ont pas permis d'en identifier les vestiges matériels. Il reste à départager la réalité passée de la légende.

Il faut attendre 1826 pour bénéficier enfin d'une image de la grotte avec le dessin crayonné de M. Melling (figure 17). Celui-ci, réalisé lors d'un des voyages d'exploration en 1819, 1821, 1822 et 1826, a servi à la réalisation d'une gravure (M. Peringer *fecit.*) illustrant un célèbre récit de voyage de J.-A. Cervini (Cervini 1826-30) (figure 2). Ce croquis et le texte l'accompagnant ont l'avantage de nous livrer une image et une description de la grotte peu avant la construction de la route au milieu du XIX^e siècle. Ainsi, on notera d'abord le détail curieux de la taille des personnages sur la version du graveur qui vraisemblablement n'a pas vu le site. En effet, il diminue ainsi considérablement la taille du porche, comme s'il n'était pas imaginable qu'il soit si grand. Le texte accompagnant la gravure est intéressant aussi car il montre bien que le site est déjà attractif aux voyageurs : « À l'égard des cavernes existantes dans ce dernier terrain, on peut citer comme un fait et comme un exemple peut être unique, la Grotte du Mas d'Azil. Elle a quelques droits à l'empressement des voyageurs, qui seront en position de la visiter à leur retour des hauteurs de la vallée du Salat. » Il donne ensuite une interprétation locale du parcours initial de l'Arize : « Faut-il croire, avec les habitants du pays, que le lit de cette rivière, autrefois considérablement exhaussé, lui permettait de continuer sa marche par-dessus la montagne, d'où elle se précipitait en cascade vers la ville de Mas d'Azil, et que le lit étant devenu plus profond, c'est par le poids de ses eaux qu'elle a rompu les flans et s'y est frayé une route souterraine ? On ne saurait adopter une telle opinion ». La géologie moderne lui permettrait sans doute de modérer quelque peu sa position... Il donne ensuite une description assez précise, avec des mesures, de ce que pouvait alors être

l'intérieur de la grotte, notamment de sa galerie principale, avec ses piliers en partie aval. Il passe cependant rapidement sur les galeries obscures et peu accueillantes de la rive droite, notamment à cause des chauves-souris. Enfin, il ajoute un détail sur l'accessibilité de la grotte : « il est facile de traverser cette grotte, en suivant les bords de l'Arise, surtout lorsque les eaux en sont basses ; les gens du pays profitent de ce passage souterrain pour éviter la côte qu'il faut gravir avant de descendre au Mas d'Azil. »

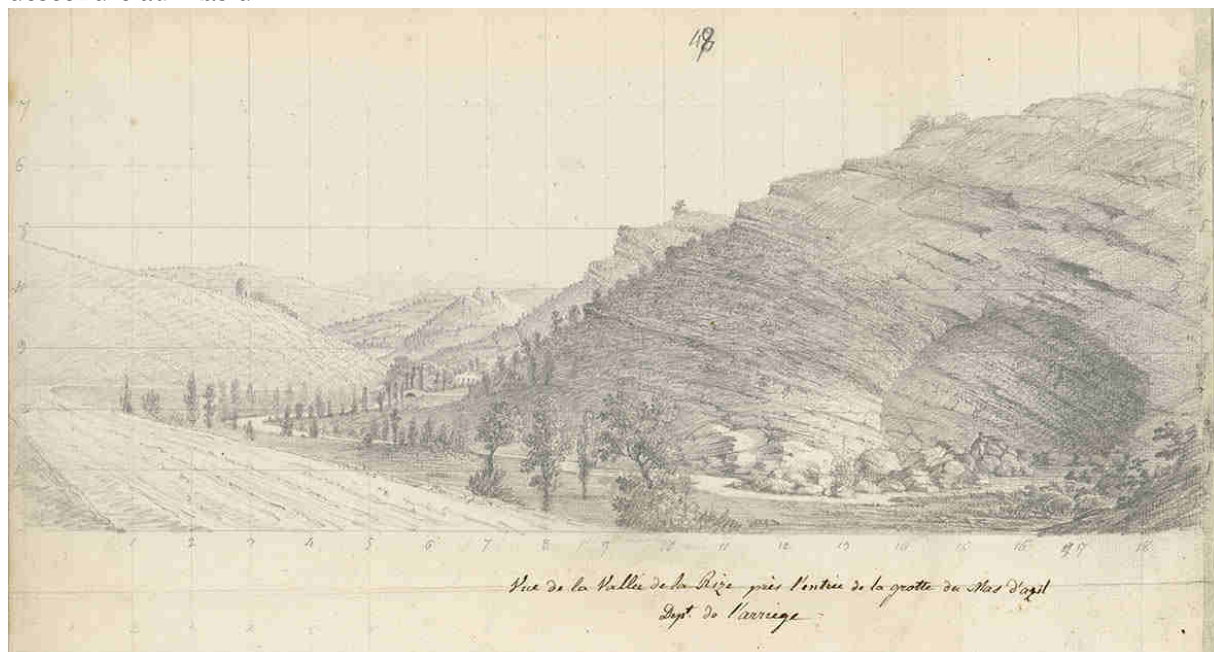


figure 17 : dessin crayonné de M. Melling 1826-30 (archive Bibliothèque municipale de Toulouse).

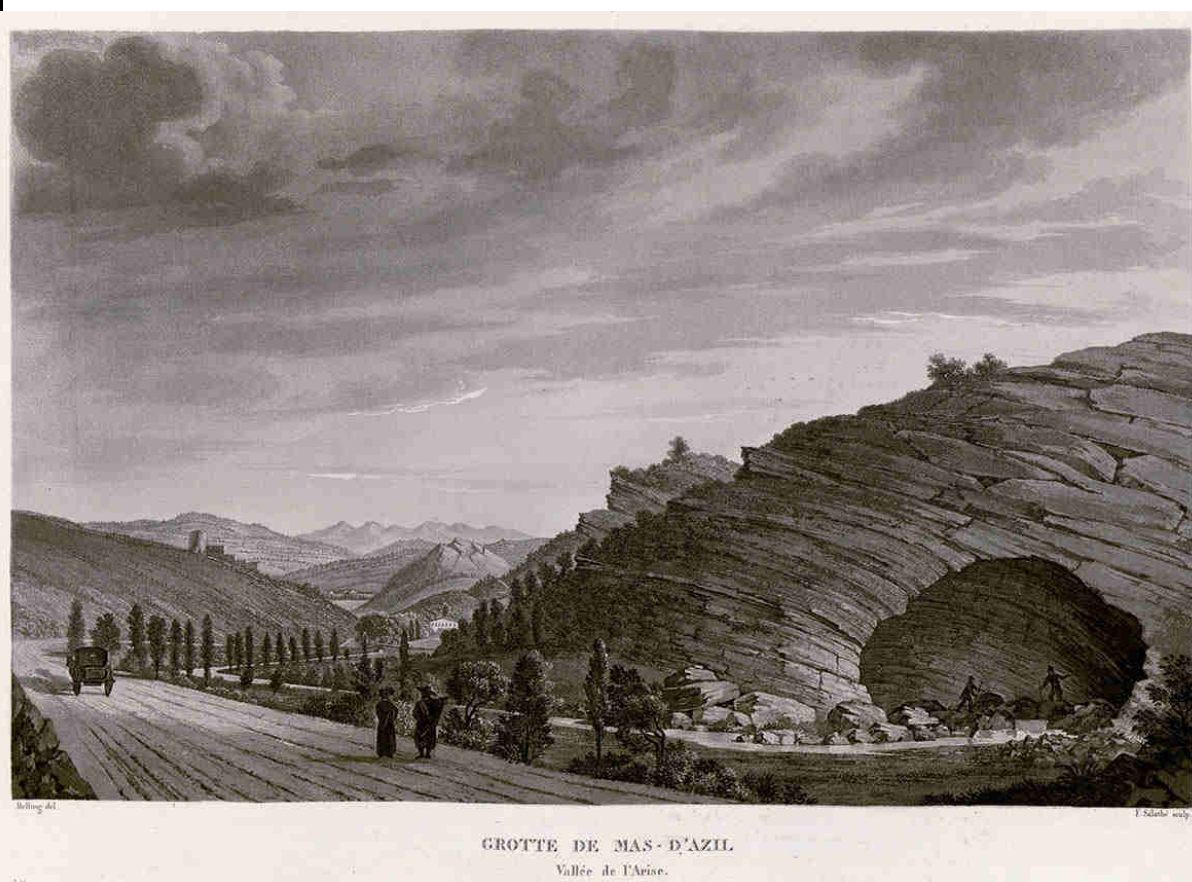


figure 18 : gravure de M. Peringer montrant l'entrée sud de la grotte du Mas d'Azil d'après le dessin de M. Melling (Cervini 1826-30). « Voyage pittoresque Pyrénées françaises » 1826-1830.

Vient ensuite un évènement important dans l'histoire de la grotte avec la construction de la route royale de Saint-Girons à Castres. Cette dernière, construite à la fin des années 1840, au moment même où la Préhistoire en tant que période et en tant que savoir s'invente, offrira aux géologues et pionniers de l'archéologie préhistorique une occasion unique d'accéder directement à des richesses qu'ils avaient toutefois déjà perçues dans ces temps de ferveur pour les grottes et les origines de l'Homme. Les travaux de terrassement furent à l'origine des premières découvertes ossifères par le chanoine Pouech (dès 1849), Édouard Filhol ou Félix Garrigou. Ces savants, qui étaient avant tout des géologues, firent bien quelques fouilles et sondages, mais de faible ampleur. Notons d'ailleurs que c'est à l'occasion de la construction de la route que les gisements de la Rive Gauche sont signalés par Félix Régnault et Tibulle Ladevèze (Chollot 1964). Parmi ces savants pionniers de la Préhistoire, nous ne reviendrons pas sur les précieux travaux du chanoine Pouech, qui sera le grand témoin des chamboulements engagés dans la grotte lors de la construction de la route (cf. Bon *et al.* ce volume pour la contribution de celui-ci et Simonnet 1992). Il faut aussi noter les travaux de Félix Garrigou, médecin à Tarascon, qui très tôt se penchera sur l'ancienneté de l'Homme et qui explorera de très nombreuses grottes pyrénéennes, y compris évidemment la grotte du Mas d'Azil où il réalise même un sondage en 1862. Il publiera en 1867 le premier article sur la nature archéologique du site. Il y compile des observations provenant de ses propres observations, mais aussi celles de Pouech (Garrigou 1867). Grâce à lui, la grotte entre dans le cercle restreint des grottes préhistoriques des Pyrénées dont la notoriété s'étend alors bien au-delà de la région et du territoire national. À l'occasion de l'exposition universelle de Paris en 1867, le ministère des Travaux Publics publie une plaquette illustrant l'ouvrage d'art majeur que constitue l'aménagement routier, récemment réaménagé suite à une inondation dévastatrice. Les richesses archéologiques de la grotte y sont aussi évoquées (Faraguet 1866). Nous ajoutons à ce tableau un cliché stéréophotographique d'Eugène Trutat, non daté, mais qui permet de voir l'entrée de la grotte avec la première version de la route avant qu'une crue ne l'emporte (figure 19).



figure 19 : plaque stéréophotographique montrant le porche sud de la grotte du Mas d'Azil avec la première version de la route. Clichés Eugène Trutat, non daté, Bibliothèque municipale de Toulouse, cote TRU B 232.

La grotte du Mas d'Azil dispose d'une grande quantité d'archives due à la concurrence qui règne alors entre les chercheurs qui gravitent autour du monument. Il y a aussi dans le lot des notables locaux. Parmi eux, Ladevèze, juge de paix au Mas d'Azil, qui ne peut fouiller lui-même, mais fait travailler des métayers, accumule une petite collection qu'il lègue à la commune. Jean Maury, pâtissier du village, sera aussi très actif sur les deux rives. On pourrait encore citer les noms de

Maurette ou Miquelle... Ces rivalités vont prendre une autre ampleur avec l'arrivée en 1887 d'un fouilleur d'envergure nationale. Édouard Piette est alors un savant reconnu en France pour ces travaux dans les grottes pyrénéennes de Gourdan, Arudy et Lortet. Fort de sa réputation, disposant d'une fortune personnelle, il va affronter les collectionneurs locaux et s'implanter dans la grotte à partir de 1887, tentant de préserver ses « concessions » dans la grotte. Il s'intéresse à la salle du Théâtre, dont il explore la Rotonde et le « fourneau », qui porte aujourd'hui son nom, puis à la vaste terrasse de la rive gauche de l'Arize. Il y applique une méthode rigoureuse et examine minutieusement les objets découverts. Il contribue à l'établissement d'une chronologie pour la Préhistoire reposant sur l'évolution des productions artistiques grâce à ses travaux en rive droite. Il va aussi, en 1889 avec les fouilles de la rive gauche, définir l'Azilien (qu'il nommera d'abord « Arizien »), comblant ainsi le hiatus qui sépare alors les cultures des derniers chasseurs-cueilleurs nomades des premiers groupes néolithiques qui se sédentarisent. Édouard Piette mène une importante politique de publication de ses recherches, s'imposant ainsi, aux yeux des préhistoriens, comme le principal fouilleur du site du Mas d'Azil (Piette 1888, 1889, 1895, 1902, 1904, 1907). Ces travaux accompagnent le développement de la préhistoire en tant que science.

Vers la fin de sa vie, il encouragera le jeune Henri Breuil à travailler dans la grotte. Celui-ci s'inscrit alors dans la continuité de son mentor Piette. Ses travaux au Mas d'Azil entre 1901 et 1902, sont parmi les premiers chantiers subventionnés par l'État, par l'intermédiaire du Comité des travaux historiques et scientifiques (Breuil 1902, 1903). En 1912, l'abbé-préhistorien achève l'exploration de ce qui deviendra la galerie Breuil avec Henri Bégouën. Ces découvertes consacrent définitivement l'importance de l'art pariétal pyrénéen (Bégouën et Breuil 1912-13). Émile Cartailhac ou Marcellin Boule, préhistoriens de renom, jouent aussi de leur autorité au Mas d'Azil. Ils sont venus dans la grotte, accompagnant ponctuellement Piette sur le terrain comme par exemple Cartailhac en 1890 (Cartailhac 1891) ou encore le jeune Boule qui dresse la seule et principale coupe stratigraphique de la rive gauche en 1889.

Entre les travaux de Breuil et l'entre-deux guerres, l'activité archéologique est assurément moins vivace. Elle reprend à partir de 1930, avec le travail concomitant des époux Péquart et de Joseph Mandement, sous le contrôle encore assez lointain du comte Henri Bégouën, délégué par l'administration des Monuments historiques pour « surveiller » les opérations.

Venus pour fouiller l'Azilien sur la rive gauche, à la suite de leurs travaux sur le Mésolithique du Morbihan, Marthe et Saint-Just Péquart vont s'attacher à cet objectif à partir de 1937 ; mais ils seront rapidement déçus car une faible part des couches aziliennes aurait échappé aux amateurs et fouilleurs du dimanche. Sur la rive gauche, les couches magdaléniennes étaient nettement plus étendues que sur la rive droite, sans doute parce qu'il y a plus d'espace disponible pour des installations humaines. Les Péquart y travaillèrent en 1935-1937. Ils découvrent trois couches magdaléniennes (A, B, C) séparées par des niveaux stériles de 1,20 m à 2 m d'épaisseur. Ils les fouillent sur 60 m² et près de 5 m de stratigraphie. Sur la rive droite de l'Arize, ils auront la chance de fouiller entre 1938 et 1942 les couches magdaléniennes de la toute nouvelle Galerie des Silex que vient de découvrir Joseph Mandement. Les meilleures informations que nous ayons sur un habitat de la rive droite sont issues de ces travaux. La galerie longue (68 m) mais assez étroite (2 à 4 m) décrit une courbe marquée. Au Magdalénien, l'une des entrées, la plus spacieuse, était obturée par un bouchon d'argile, ce qui rendait l'atmosphère plus agréable en supprimant les courants d'air (sensibles dans la galerie aujourd'hui). La couche archéologique atteignait 40 à 60 cm d'épaisseur ; d'où les fouilleurs déduisent que si les premiers arrivants circulaient dans leur habitat en se courbant (1 m à 1,20 m seulement entre la voûte et le plancher rocheux), les derniers Magdaléniens devaient être fréquemment à genoux ou accroupis (Péquart et Péquart 1937a, 1937b, 1941, 1942a, 1942b, 1960). L'ensemble du matériel archéologique, l'art mobilier compris, issu des fouilles Péquart fut légué à la commune du Mas d'Azil qui en assura la présentation au public dans le cadre du Musée de Préhistoire à partir de 1981.

En parallèle, Joseph Mandement, autodidacte passionné entre autres de Préhistoire va, durant près de 30 ans (de 1930 à 1958), explorer et désobstruer en rive droite des galeries et cavités

inédites. On retiendra la découverte de la deuxième partie de la galerie Breuil en 1937, la galerie des Ours et enfin nous l'avons vu celle des silex que fouilleront les époux Péquart. Mais Mandement provoque aussi beaucoup de dégâts en raison de sa précipitation et de son irrépressible besoin de trouver « la salle des sépultures » ; sa compagne, qui était médium, lui en indiquait sur plan l'emplacement et il creusait alors des tranchées et tunnels pour l'atteindre (mais toujours en vain) (Clottes *et al.* 1981). Cependant, à la faveur de l'afflux de vacanciers, suscité par le Front Populaire d'avant-guerre, il entreprend la mise en valeur touristique du site, en imaginant une mise en lumière et animation de la grotte. Le parcours de visite actuel de la grotte est d'ailleurs largement inspiré de celui qu'il a créé après-guerre.

Entre 1960 et 1970, André Alteirac, pharmacien du Mas d'Azil, nommé « conservateur » de la grotte par Louis Méroc, fit des fouilles dans la galerie du Crâne (mis au jour par Mandement) pour chercher d'éventuels compléments. Au cours de ces travaux, il découvrit « des sédiments riches en matériel provenant des anciennes fouilles effectuées par Piette dans le secteur. » (Alteirac et Bahn 1982 : 108).

L'art pariétal du Mas d'Azil reste peu connu. Henri Breuil y découvrit les premières gravures, puis Émile Cartailhac en signala d'autres mais il s'agissait de petits ensembles isolés. Le principal sanctuaire, la Galerie Breuil, découverte en deux temps (1911 et 1937) avait fait nous l'avons vu l'objet d'études par Henri Breuil et Henri Bégouën pour le vestibule. La galerie proprement dite est étudiée par Denis Vialou et André Alteirac entre 1975 et 1981 (Alteirac et Bahn 1982).

Dans les années 80, François Rouzaud, archéologue et spéléologue, réalise pour le Ministère de la Culture une opération de relevé topographique de la grotte. Ce travail restera inachevé, au même titre qu'une tentative de reprise des fouilles en rive gauche par André Alteirac et Robert Simonnet, stoppée par des risques importants de chutes de pierres de la voute.

Il faudra ensuite attendre les travaux d'aménagement du circuit touristique entre 2011 et 2013 pour que l'activité archéologique reprenne dans la grotte. Les aménagements eux-mêmes provoqueront une série d'opérations d'archéologie préventive sous la direction de Marc Jarry puis Céline Pallier, menant notamment à la découverte de niveaux aurignaciens dans le secteur du Théâtre (Jarry *et al.* 2017c). À l'issue de ces opérations, il apparaît alors comme une évidence que les galeries de la grotte du Mas d'Azil, mais aussi tout le massif, doivent faire l'objet d'une étude globale. La suite est une prospection thématique puis le présent programme collectif de recherches.

Quand les chemins de la Préhistoire croisent la route des Ponts-et-Chaussées

Par François Bon, Yann Potin, avec la collaboration de Marc Comelongue

Le point de vue par lequel tout visiteur découvre aujourd'hui la grotte du Mas d'Azil est naturellement celui offert depuis la route qui la traverse et, juché sur cette rampe d'où la vue est si saisissante, on finirait presque par oublier combien son édification et ses transformations successives ont profondément modifié l'espace et la morphologie de la caverne. Il est en effet bien difficile de se représenter à quoi ressemblait cette grotte avant elle, d'imaginer la circulation dans son tunnel principal comme les conditions d'accès aux différentes galeries qui y débouchent. Concentré sur qu'elle donne à voir, on oublie en effet tout ce que masque cet étrange balcon au-dessus de l'Arize ; et l'on a du mal à réaliser l'impact des travaux qu'elle a nécessité - enlèvement de formidables quantités de calcaire, sur les voutes et les parois, comme de sédiments dans les galeries adjacentes pour servir de matériaux de soubassement. Ce n'est donc pas seulement le tracé de la route telle qu'elle nous apparaît aujourd'hui qu'il faut parvenir à retrancher de notre esprit, mais de larges portions du tunnel lui-même qu'il faut remodeler pour essayer d'en retrouver l'état initial, sans parler du cours de la rivière, aménagé à plusieurs reprises pour en apaiser les eaux afin de protéger la voie.



figure 20 : vue du porche sud depuis l'intérieur de la grotte, circa 1867. Photographie de Provost in Faraguet, 1866 : planches photographiques publiées par le Ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics à l'occasion de l'exposition universelle de Paris en 1867.

C'est en 1851 que débute les premières études qui conduiront à sa réalisation puis à son ouverture, entre 1857 et 1859. Elle constitue alors un enjeu technique considérable, à tel point qu'elle sera fièrement présentée lors de l'exposition universelle de 1867 par le Ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics parmi les prouesses des ingénieurs français, sous la forme d'une luxueuse plaquette contenant un échantillon de photographies prises par Provost (*in* Faraguet 1866 : figure 20). Et c'est aussi la raison pour laquelle, peu de temps auparavant, en 1863, l'ingénieur en chef Evrard lui avait consacré une note assortie d'un plan dans les *Annales des Ponts-et-Chaussées* (figure 21). Las, ce premier ouvrage ne survivra pas à la crue du 23 juin 1875, où il fut profondément endommagé en dépit des précautions que l'on croyait avoir prises. Les travaux reprennent alors aussitôt et une seconde route est rapidement construite,

en tâchant de l'exhausser et de l'éloigner le plus possible de l'Arize, entraînant une nouvelle transformation des lieux allant jusqu'au percement d'un tunnel artificiel à son entrée sud.

À l'ensemble de ces travaux de voirie, il faut aussi ajouter de nombreux efforts déployés en matière d'éclairage, dont certains ne furent pas sans conséquence sur la grotte elle-même et la rivière qui la traverse : ainsi, avant que l'on use de l'électricité, a-t-on tenté d'incruster sur la paroi gauche du tunnel principal un grand miroir destiné à éclairer les parties obscures du boyau par réflexion de la lumière extérieure ; plus tard, dans le courant des années 1890, afin d'inviter la fée électricité dans la grotte, une machinerie hydroélectrique impliquant l'aménagement d'un canal de dérivation fut installée à proximité du porche sud (figure 22), avant d'être remplacée au début du XX^{ème} siècle par une véritable usine à quelques distances au nord du porche opposé, cette fois-ci en aval de la cavité.

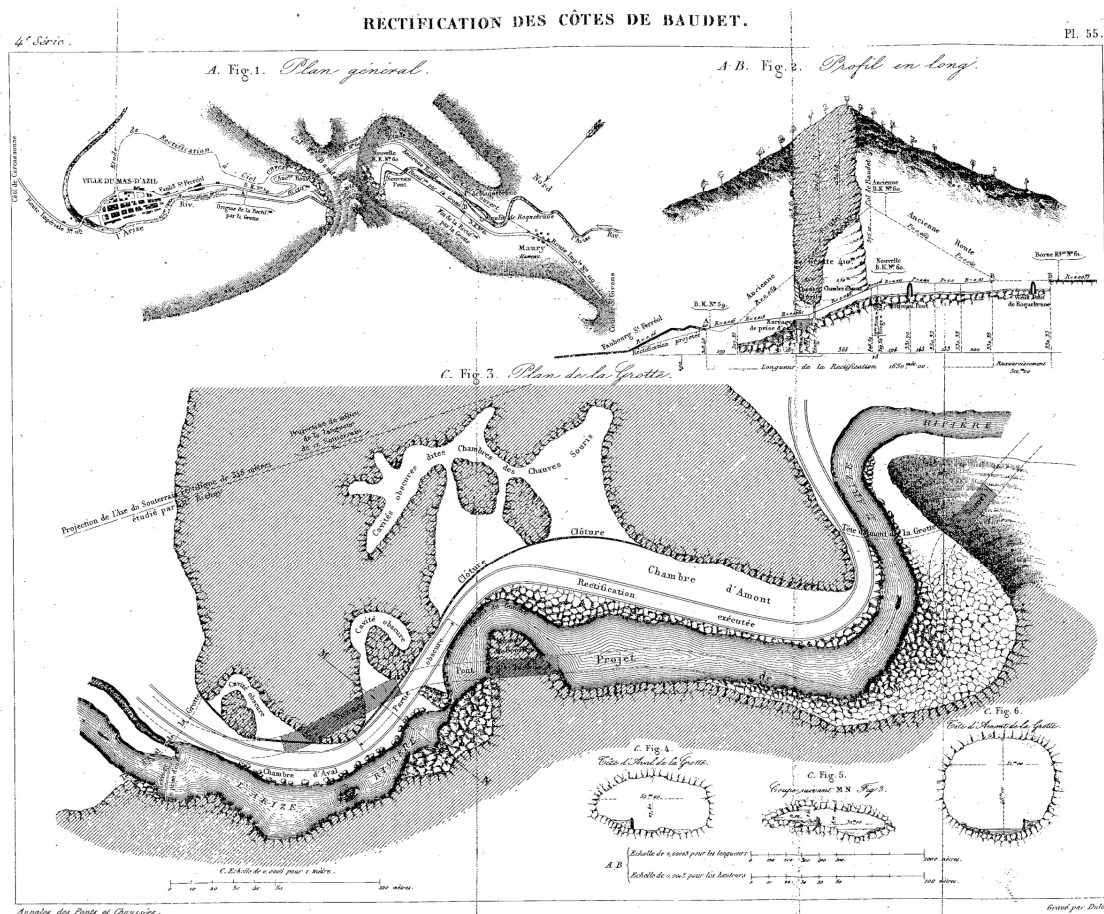


figure 21 : plan d'implantation de la première route, ouverte en 1859. D'après Evrard, 1863.

Ainsi, en l'espace d'une cinquantaine d'années, une grotte obscure où il était auparavant bien difficile de cheminer, un tunnel naturel très accidenté que bien peu se risquaient à traverser pour joindre le Mas d'Azil aux villages situés en amont sur l'Arize, et toujours sujet aux caprices de cette dernière, devint un axe de circulation librement emprunté, objet de toute une série d'aménagements techniques. Au prix certes de beaucoup d'audace, mais aussi de beaucoup de conséquences sur elle. Le seul témoin de ce que fut la grotte avant ces différents aménagements, et qui fut en mesure de les commenter et d'en apprécier l'impact lorsqu'ils furent mis en œuvre, est l'abbé Jean-Jacques Pouech, à qui l'on doit les premières observations géologiques d'une cavité qu'il commence à décrire en 1849 et où il reviendra régulièrement jusqu'à sa mort en 1891 ; il reste le seul à avoir consigné dans ses carnets des éléments de description et de topographie des lieux avant que les ingénieurs des Ponts-et-Chaussées commencent à s'y intéresser, assortis de nombreux croquis (cf. par exemple figure 23).

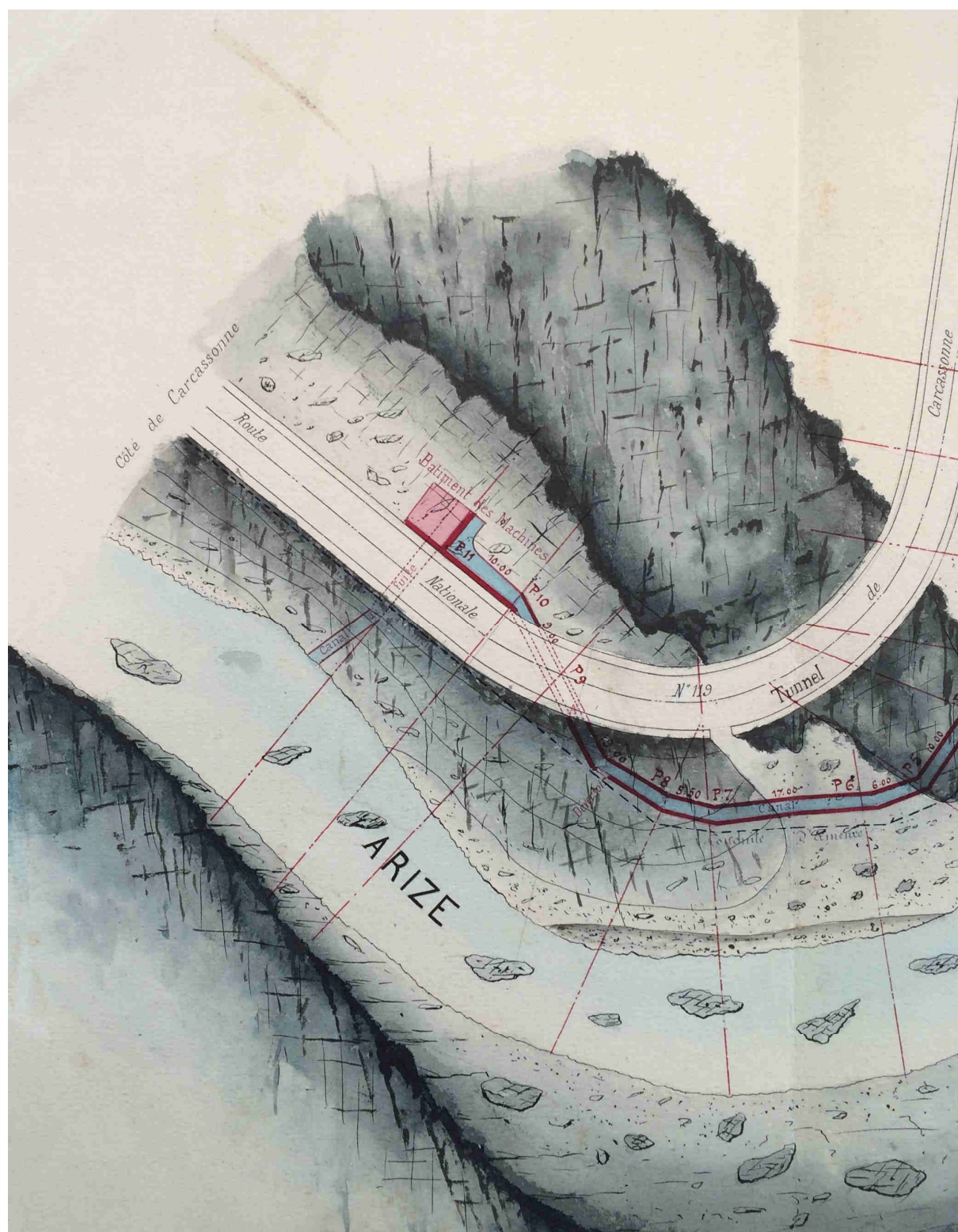


figure 22 : plan d'implantation d'une turbine hydroélectrique, selon une étude réalisée par les Ponts-et-Chaussées en 1891. Archives départementales de l'Ariège.

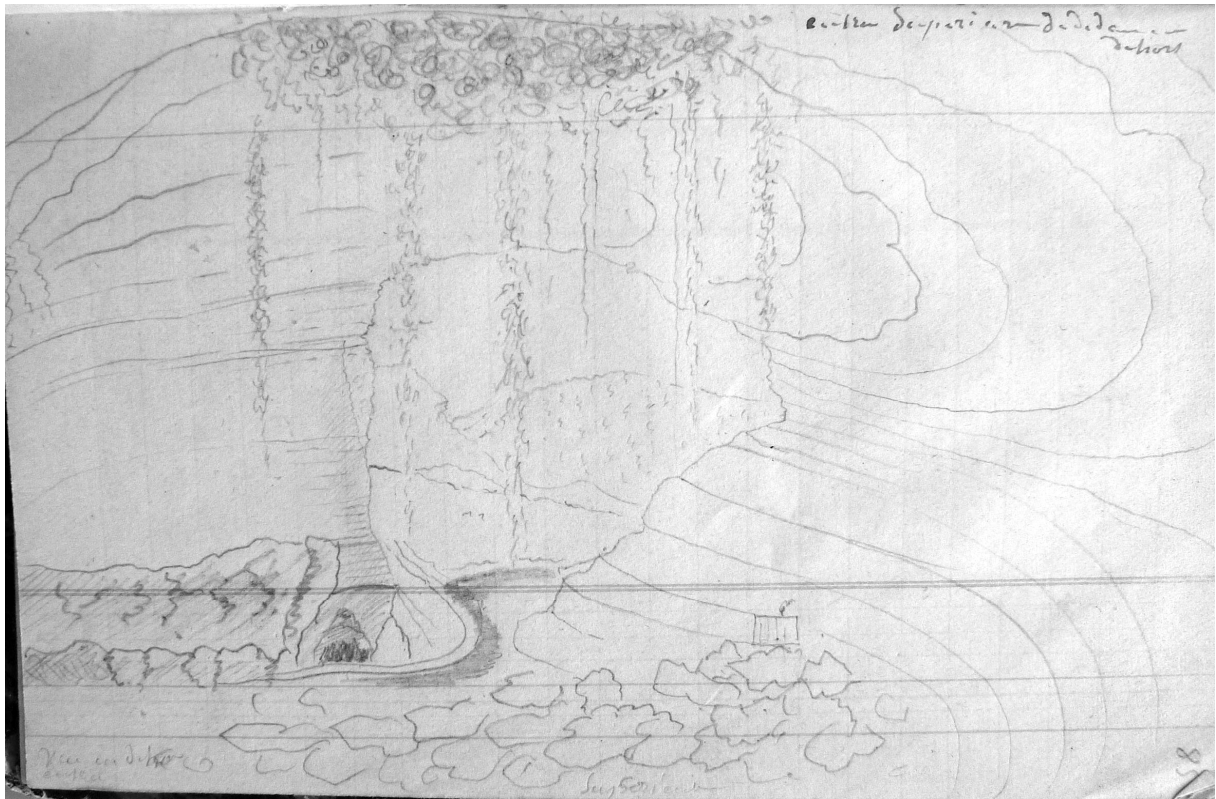


figure 23 : croquis du porche sud depuis l'intérieur de la grotte réalisé par Jean-Jacques Pouech, circa 1857. Archives Pouech, carnet 17.

Car ensuite, tous les savants qui se pressèrent pour en exploiter les remplissages documentant une période, la Préhistoire, que l'on venait à peine de découvrir, et lui donner la notoriété qu'on lui connaît, le firent justement parce que les travaux routiers avaient éventré ces mêmes assises et mis au jour leur contenu : c'est le cas de Félix Garrigou en 1862, d'Henri Filhol en 1863-64 ou encore de Félix Régnauld en 1876-77, intervenant tour à tour après la construction de la première ou de la seconde route. Et c'est naturellement le cas d'Edouard Piette, qui n'arrive une première fois sur les lieux qu'en 1885.

En additionnant les observations consignées par Pouech avec la publication de l'ingénieur Evrard à laquelle nous avons fait allusion précédemment, comme encore de plusieurs liasses de documents conservées aux Archives départementales de l'Ariège et qui concernent notamment l'électrification de la grotte, on peut brosser le tableau suivant des transformations que ces différents aménagements impliquèrent :

Les ingénieurs se heurtèrent d'emblée à deux problèmes majeurs : d'une part, créer les conditions permettant d'implanter une route le long de l'Arize et, d'autre part, en sécuriser le trajet notamment en termes d'éclairage, tout en sachant que la zone la plus délicate pour l'une et l'autre de ces raisons était la portion centrale du tunnel comprise de part et d'autre du « grand musoir » (autrement dit l'arrête de rocher qui s'avance depuis la rive gauche en face des galeries montantes vers la salle du Temple), là où l'Arize fait un méandre, et où les eaux tourbillonnaient en créant un « gouffre ». Ce passage devait paraître alors si difficile que le premier ingénieur dépêché sur les lieux, proposait dans son rapport de privilégier l'implantation de la route en rive gauche, quitte à devoir creuser plusieurs tunnels (dont un dans ce « grand musoir ») et à suspendre la route le long de la paroi depuis le débouché sud de ce tunnel jusqu'à la terrasse de la rive gauche (celle où serait plus tard reconnu l'Azilien, dont les remplissages ont donc eu chaud...) ; son idée était ainsi

d'éviter le gouffre et de profiter de la paroi la mieux éclairée. C'est ce tracé, en définitive non retenu, qui figure comme « projet » sur le plan fournit en 1863 par Evrard (figure 21).

Finalement, c'est le long de la rive opposée, à droite de l'Arize, que sera implantée la route, ceci impliquant le comblement du gouffre, un drainage du cours de l'Arize, la construction d'un terreplein sur plusieurs centaines de mètres pour supporter la voie et, aussi, depuis le porche nord jusqu'au « pilier isolé » (situé un peu avant le « grand musoir » quand on vient du nord), d'exhausser la hauteur de la voute, auparavant trop basse, sans oublier le décaissage de partie est du porche nord, qu'entravait jusqu'alors un ressaut calcaire. Tout cela montre clairement que, jusqu'à ces aménagements, la portion nord du tunnel principal de la grotte (ce que Pouech désigne comme « la chambre d'aval ») était beaucoup plus étroite. En revanche, toujours lorsqu'on vient du nord mais une fois passé le « grand musoir », le ciel de voute s'élève, jusqu'à devenir très haut, et la galerie beaucoup plus large. Mais d'autres problèmes surgissent et, notamment, il faut se résoudre à faire passer la route au bord de l'Arize, en plein méandre, en amont de la grotte, à hauteur de son porche sud, au pied du « grand musoir d'amont ».

Même si nous n'en maîtrisons pas le détail, c'est lors de cette opération que, d'une part, les entrées de certaines cavités basses sont bouchées dans la partie nord de la grotte, le long de la rive droite ; réciproquement, la future salle du Théâtre devient une carrière de sédiment et nommée pour cela « le grand emprunt », afin d'obtenir les matériaux nécessaires à la construction du terreplein ; enfin, il apparaît que, entre cette salle « du grand emprunt » et le porche sud, sur une centaine de mètres le long de la rive droite, le talus de sédiments plaqué à la paroi est profondément entamé afin de permettre l'implantation de la route.

L'ensemble de ces actions se reproduira, en étant même encore amplifié, lors de la construction de la seconde route, suite à l'inondation de 1875. C'est notamment à ce moment-là que, en cherchant à éloigner encore la route de l'Arize et à l'exhausser davantage, la paroi droite du tunnel sera de nouveau entamée à plusieurs endroits, la voute de nouveau attaquée à d'autres, et les conduits latéraux encore utilisés comme carrière. Sur le plan de la perception archéologique des lieux, ceci eut pour principale conséquence de limiter notre vision de l'extension des occupations magdaléniennes en rive droite au fond de la future salle du Théâtre, alors que la terrasse limoneuse sur laquelle elles étaient implantées s'étaient auparavant bien plus largement : une continuité topographique s'opérait alors depuis le porche sud jusqu'à cette salle. Voilà bien l'un des grands bénéfices de la récente opération préventive conduite le long de cette paroi, laquelle a permis de matérialiser cette continuité non seulement topographique mais aussi archéologique, confirmant les quelques lignes que Pouech, seul à notre connaissance à s'être intéressé auparavant à cette zone, lui avait consacré dans une note que nous reproduisons ci-dessous. Cette note est sans aucun doute le meilleur témoignage à notre disposition de l'état de la grotte avant les travaux d'aménagement routiers. Pour en suivre la description, nous reprenons un plan conservé dans les archives Pouech, correspondant à l'état de la grotte consécutivement à la construction de la première route (figure 24), sur lequel nous avons tâché de localiser les informations fournies dans un texte de synthèse qu'il rédige ultérieurement, en 1888 (cf. points n° 1 à 15). C'est dans ce texte, l'un des derniers qu'il écrira sur une grotte qu'il fréquenta durant près de 40 ans, qu'il propose de relater comment était la grotte avant les transformations opérées lors de la première phase de travaux (1857-59), comme au cours de la seconde phase (1876-77).

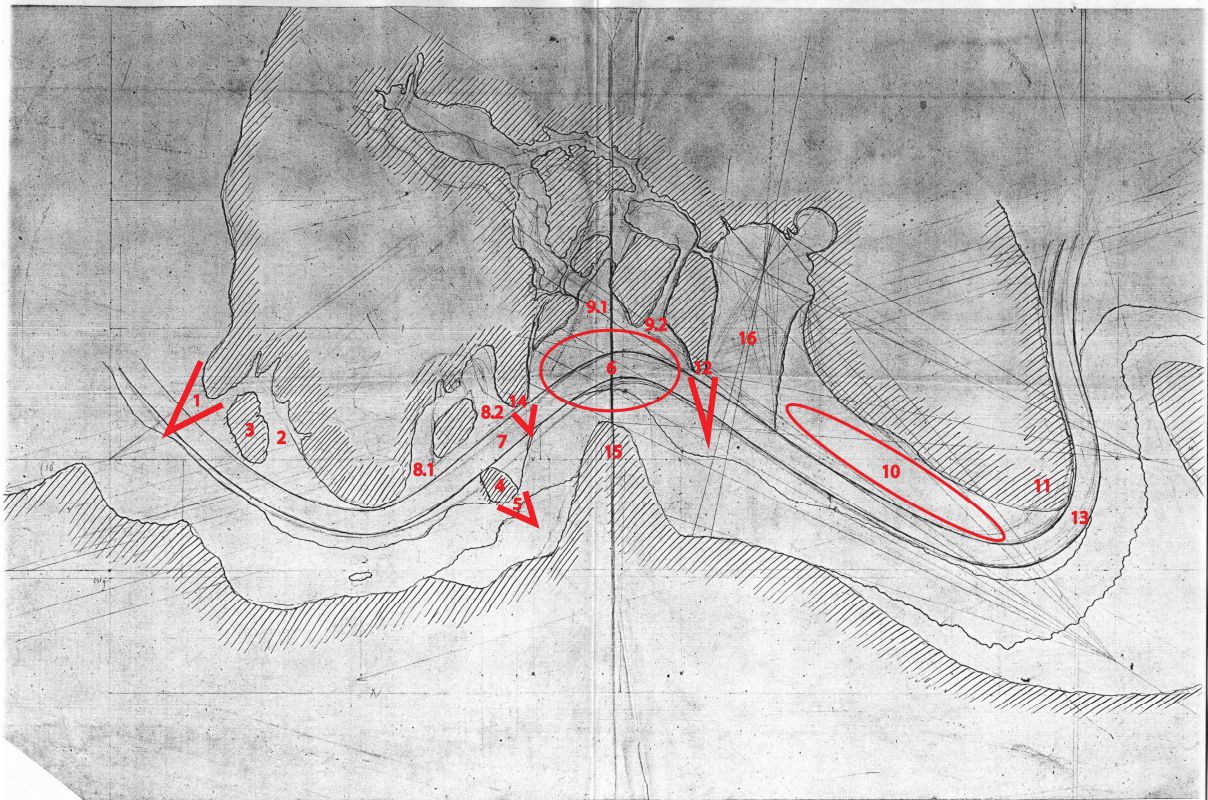


figure 24 : plan de la grotte du Mas d'Azil établi par Jean-Jacques Pouech entre le percement de la première route et la construction de la seconde (soit entre 1859 et 1875). Les numéros renvoient aux éléments de description de son texte de 1888.

Pouech, Carnet 87, 1888, p. 29-39, état de la grotte du Mas d'Azil avant l'établissement de la route :

(...) L'entrée primitive de la grotte du côté d'aval n'était pas à l'endroit où elle est aujourd'hui. Il y avait là un mamelon rocheux interceptant cette entrée et ne laissant que la place nécessaire au passage de la rivière. Ce mamelon a été tranché à la mine sur une assez forte épaisseur pour l'établissement de la route (**fig.5 : 1**).

On n'abordait alors la grotte que par un sentier passant au-dessus de ce mamelon et aboutissant à ce boyau indirect et obscur (**2**) qui tourne par la gauche le premier pilier isolé (**3**) et va s'ouvrir dans la grotte principale. Cette embouchure avait été murée autrefois, nous y avons vu un pan de mur délabré et les restes d'une porte.

Après avoir pénétré ainsi dans la grotte, on remontait la rive droite de l'Arize sur un sol incliné vers la rivière, tantôt rocheux tantôt formé de sables et de graviers, jusque vers le pilier isolé qui occupe le milieu de la grotte à l'extrémité SSO de la chambre d'aval (**4**) ; là, (le sol) devenait définitivement rocheux servant de base à ce pilier et continuant à s'élever et à s'avancer dans le lit de cette-ci, il formait une barre qui l'arrêtait et un cap qu'elle doublait pour poursuivre sa course (**5 et/ou 14**).

Cette barre et ce cap interceptant le courant qui descend en cataracte de la chambre d'amont, arrêtant l'eau et procurant un remous à l'amont, formait un gouffre qu'il fallait côtoyer (**6**), tourner et franchir non sans péril de tomber à l'eau en s'appuyant sur les rares et peu visibles (manque un mot) que présentait à l'amont son flanc S peu élevé à la vérité mais abrupte (quelques mots en interligne commençant par « s'agissant » puis illisibles). Nul gros animal ni cheval ni bœuf n'ont pu passer là, il pouvait seulement y passer des moutons et des chèvres.

Dans l'intervalle de l'entrée jusqu'au goulet (**7**) que barrait ce passage dangereux, la paroi droite de la grotte présentait à sa base des anfractuosités (3 ou 4 mots illisibles) sur le plan

toutes très basses entourant probablement un pilier isolé, circonstance difficile à constater précisément parce que ces anfractuosités très surbaissées déjà en avant le devenaient de plus en plus et se trouvaient en arrière bouchées par du sable.

Les remblais de la route ont bouché la plupart de ces cavités, les autres ont été murées (*exemples : 8.1 et 8.2*).

Aujourd'hui la chaussée du chemin élevée au-dessus des hautes eaux masque cet ancien sol sur presque tout le trajet de la chambre d'aval (un mot ill.). Quant au cap ou musoir rocheux ainsi qu'au gouffre auquel il donnait lieu ils ont disparu, ce dernier comblé, le cap rocheux enlevé par la poudre.

(Chambre d'amont)

Il a fallu un remblai considérable pour combler ce gouffre qui s'étendait sur la droite ([si] la rivière [est à] gauche de l'observateur) vers les antres (*9.1 et 9.2*), dépassant même de ce côté le mur de clôture qui s'y trouve établi aujourd'hui(.). Et ce remblai a dû s'étendre en face de ces mêmes antres sur [un] espace d'au moins 100 m, c'est-à-dire jusqu'à la rencontre du massif rocheux supérieur qui de là, tout en formant la rive droite escarpée de la rivière (*10*), s'étend jusqu'au musoir de l'entrée (*11*). Une grande dépression du sol existait en face de ces antres, fait important à retenir que nous signalons ici seulement en passant.

Ce massif rocheux supérieur dont nous parlons ici, attaqué et miné à deux reprises différentes, s'étendait en s'abaissant jusqu'au bord de la rivière, escarpé encore là de plusieurs mètres, et faisait barre (*exemple : 12*). Et pour atteindre par-là l'ouverture supérieure, il fallait le gravir et le franchir par des sentiers escarpés et peu sûrs. Enfin à la sortie supérieure, au pied du musoir lui-même (*11*), était le plus mauvais pas (*13*).

Tel était l'état du grand percé ou de la grotte du Mas d'Azil, lorsqu'on a entrepris d'y faire passer la route de St-Girons, obligée jusque-là de franchir la montagne et de s'élever jusque-là de 40 (mètres), avec un développement de quelques centaines de mètres pour atteindre et franchir le col de Baudet.

Or pour cela et à partir de l'origine du premier lacet de la route ancienne, après avoir sur 200 (mètres) environ traversé des halliers et consolidé des fondrières, on a du largement et profondément entailler sur 100 m environ le massif rocheux interceptant de ce côté l'entrée de la grotte jusqu'au niveau de la chaussée du chemin à établir.

Puis de l'entrée jusqu'au pilier isolé (*4*) et au musoir qui précédait le gouffre (*5 et/ou 14*), c'est-à-dire sur toute la rive droite de la chambre d'aval, il a fallu remblayer le sol jusqu'à la hauteur voulue et par suite entailler le plafond qui eut été trop bas sans cela. C'est ce remblai de la chaussée de la route qui a masqué l'entrée de plusieurs cavités latérales s'ouvrant au pied de la paroi droite et qui, du côté opposé, a ôté au pilier isolé du milieu de la grotte (*4*) tout son pittoresque en s'appuyant contre lui et l'engageant jusqu'au chapiteau.

Là aussi au goulet où passe la route (*7*), la paroi autrefois en saillie a été attaquée (*14*), le musoir qui partait de là, et qui faisait saillie dans l'Arize et qui donnait lieu à la présence du gouffre, rasé.

C'est là et aussi en avant à l'origine de la chambre d'amont en face du grand musoir de gauche (*15*) et de l'entrée des cavernes de gauche (?) que les changements les plus importants ont eu lieu. L'Arize faisait là un détour considérable à droite, c'est là qu'elle devenait stagnante après être descendue jusque-là en vraie cataracte, c'est là qu'existait une profonde dépression faisant suite aux cavernes latérales et que le gouffre occupait (*6*) (.). C'est un fait que nous tenons à rappeler parce que l'état actuel de cette partie de la grotte le dissimule, fait important cependant dont nous tirerons partie plus tard pour expliquer la formation de la grotte et de ses annexes, et sur lequel nous insistons pour cela.

Au lieu donc de ce saillant de la rive droite et de ce cap rocheux difficile à franchir qui lui faisait suite (**5 et/ou 14 et/ou 12**), au lieu de cette grande dépression ou s'étalait et stagnait la rivière (**6**), des bords sableux à fleur d'eau de cette dernière, dans tout cet espace où viennent s'ouvrir les cavernes, on a un mur qui clôt, qui isole ces dernières, une esplanade large et élevée, la chaussée de la route avec son trottoir latéral et son mur de soutènement élevé.

Auparavant le talus descendant des cavités latérales se continuait jusqu'au bord de l'Arize parsemé de blocs énormes entre lesquels se trouvaient des monceaux de terres lessivées pour l'extraction du salpêtre que les anciens y avaient entassé.

Aujourd'hui les remblais ont tout couvert et ces blocs et ces terres, tout a disparu. Bien plus, on a pris même à l'embouchure et dans l'intérieur des cavernes des terres, graviers et autres matériaux pour opérer ces remblais (**exemple : 16**), et cela au grand détriment de la science qui a perdu là l'occasion d'étudier les nombreux fossiles que ces matériaux renfermaient et qui ont été égarés ou détruits.

Le grand massif rocheux de droite (**10**) entre la grande dépression des cavernes et le grand musoir de l'ouverture d'amont de la grotte (**11**) a été aussi alors largement et profondément entaillé sur un espace de 100 m de longueur environ(.). Les bancs de roche qui figuraient en retrait les uns sur les autres à partir du bord de l'Arize (formaient) une sorte de terrasse étagée. (Elle) était aussi couverte de limons et de terres lessivée(.). De nombreux fossiles, même des défenses d'éléphants, y auraient aussi (été) dits ou rencontrés et jetés aux remblais.

Enfin, pour gagner le dehors et se raccorder plus haut à l'ancienne, la route nouvelle tournait le musoir (**11**), portée sur un remblai qu'on crut alors à l'abri de l'Arize, supposition que la crue de 1875 vint malheureusement démontrer fautive en démolissant presque entièrement la nouvelle route et nécessiter sa reconstruction telle qu'on la voit aujourd'hui.

En effet, le mur de soutènement construit en pierres sèches laissa pénétrer les eaux et les remblais composés en partie de matières terreuses s'étant dissoutes, la chaussée s'affaissa d'abord, puis les eaux d'étant élevées au-dessus de la tête d'amont de cette chaussée, le courant s'y engagea et démolit la route sur toute la longueur de la chambre d'amont, emportant mur et remblai tout à la fois.

Sur le parcours de la chambre d'aval, la route fut pareillement fort endommagée, et une reconstruction avec rectification devint nécessaire, laquelle a mis la route en question à l'état où on la voit aujourd'hui.

Voici les modifications qu'elle a subies :

D'abord, à partir du goulet (**7**), elle a été éloignée autant que possible du grand musoir de gauche (**15**) et rejetée sur la droite en face des cavernes latérales (**9.1, 9.2 et 16**). Le niveau de la chaussée en a été élevé, le massif rocheux d'amont (**10**) de nouveau entaillé et le grand musoir qui le termine à l'amont (**11**) percé d'un tunnel d'une trentaine de mètres. (Cela a permis d') éloigner la nouvelle chaussée de l'Arize et de l'élever d'environ 2 mètres au-dessus de ses hautes eaux. En même temps, le lit de la rivière a été débarrassé des blocs énormes qui l'encombraient, dégagé, élargi, creusé même, les gros fragments entassés au pied du mur de soutènement pour le soutenir.

Action 1-B : collecte de données topographiques complémentaires

Levés topographiques complémentaires

Par Marc Jarry, Didier Cailhol, Vincent Arrighi et Marion Vigreux

En 2018, un premier survol de la rive Gauche avait permis de constituer une première orthophotographie de la Rive Gauche, générée par le traitement stéréophotogrammétrique d'images acquises par un survol drone (cf. rapport 2018). Seule la partie comprise à l'intérieur des grillages avait alors été réalisée et traitée. Cette image a permis de constituer pour 2019 une base à l'atelier de relevé cartographique morphokarstique (cf. *infra*). En 2019, un nouveau survol a été effectué (figure 25) avec comme objectifs de compléter les zones blanches de l'Arize, mais aussi de reprendre de manière plus précise des calages de points repères complémentaires au tachéomètre (figure 26). Les nouvelles images sont encore en cours de traitement à l'heure de la rédaction de ce rapport. Cependant, cela sera fait dès le début de l'année 2020, afin de bénéficier enfin d'une base topographique fiable du secteur, complétant ainsi la base topographique générale.

figure 25 : porche sud de la grotte du Mas d'Azil et la Rive Gauche. Cliché © Didier Cailhol / Inrap-Edytem.

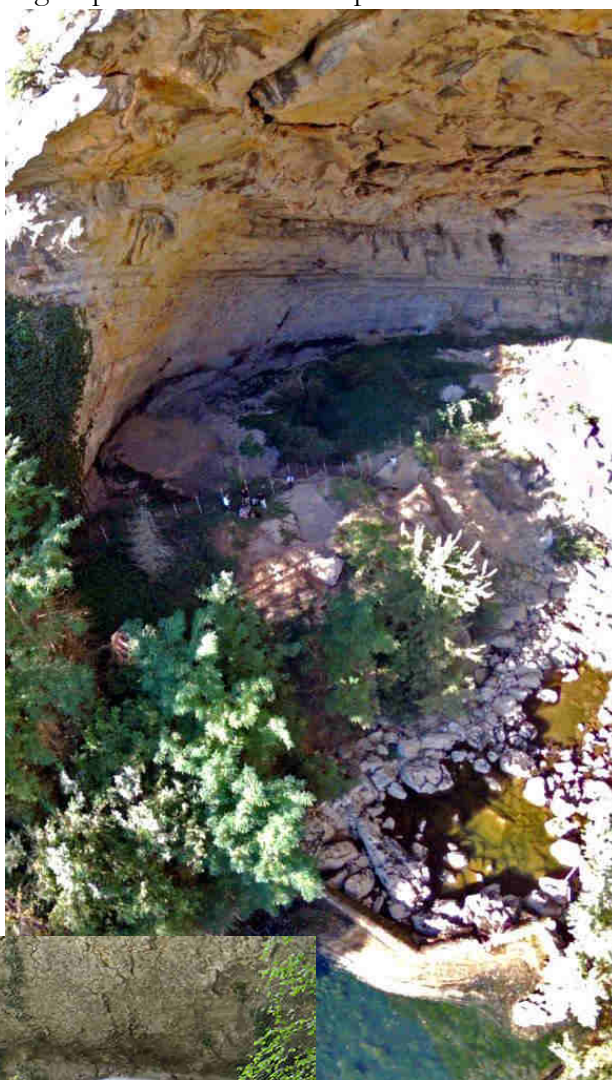


figure 26 : levé des points de calages topographiques du modèle 3D de la Rive Gauche. Cliché © Marc Jarry / Inrap-Traces.

Campagne de photographies systématiques pour modélisations 3D

Par Marc Jarry, Didier Cailhol

Cette année, une campagne de photographie systématique a été réalisée dans les salles Mandement, des Conférences, du Guano et des Chauve-Souris. Des centaines de clichés ont été réalisés avec un éclairage adapté. L'objectif est de pouvoir calculer des objets 3D par stéréophotogrammétrie afin d'analyser les formes des parois (possibilité de réaliser des sections, d'extraire des formes types...). Les calculs des formes 3D est en cours. Les modèles obtenus devront être rattachés au système général, voir au modèle général 3D.

Relevés de profils complémentaires

Par Vincent Arrighi et Céline Pallier

En 2018, des profils ont été relevés dans la grotte (cf. rapport 2018). Ceux-ci ont été complétés cette année, notamment avec des levés dans la salle des Chauve-Souris (figure 27 et figure 28), le Pont du Diable et la salle Piette. Cela a permis de réaliser de nouveaux profils cumulatifs plus complets (figure 27, figure 28, figure 29 et figure 30).

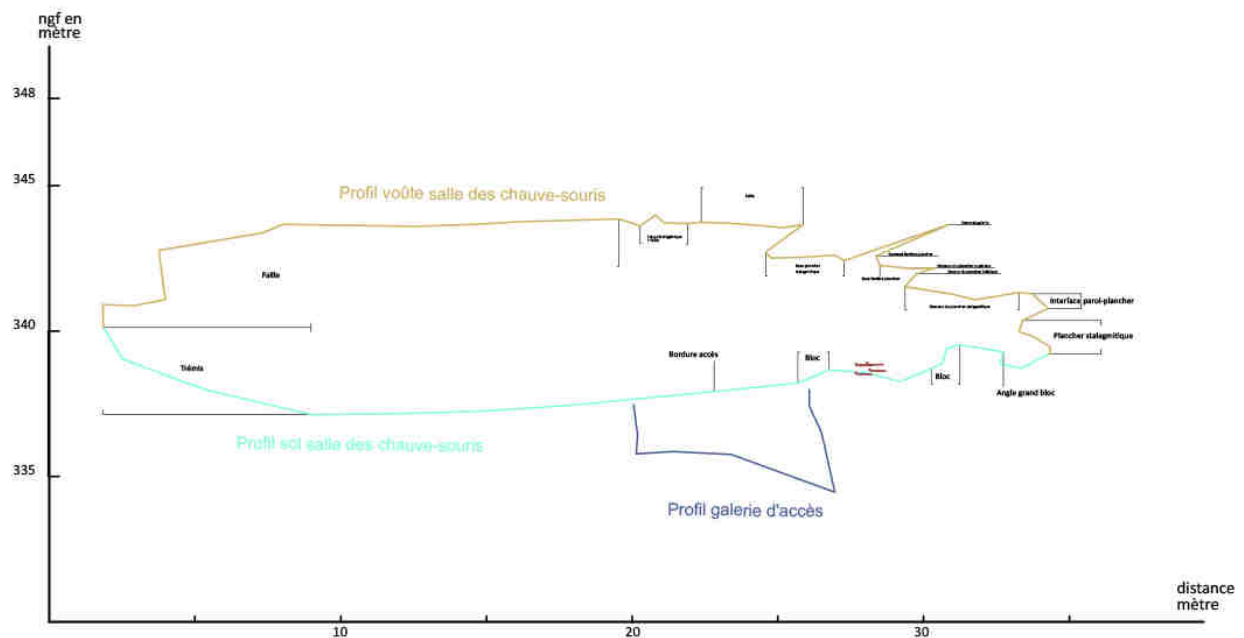
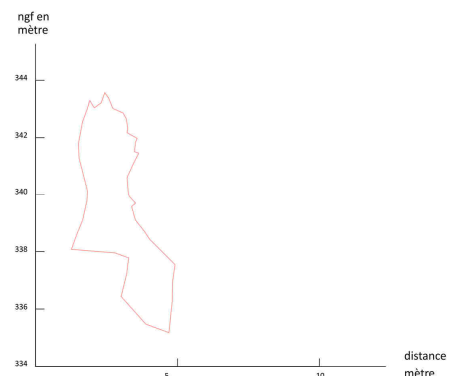


figure 27 : levés complémentaires de profils. Salle des Chauve-Souris, profil longitudinal. Levés Vincent Arrighi et Céline Pallier / Inrap, traitement et dessin Vincent Arrighi / Inrap.

figure 28 : levés complémentaires. Salle des Chauves-Souris, profil transversal au niveau de l'entrée. Levés Vincent Arrighi et Céline Pallier / Inrap, traitement et dessin Vincent Arrighi / Inrap.



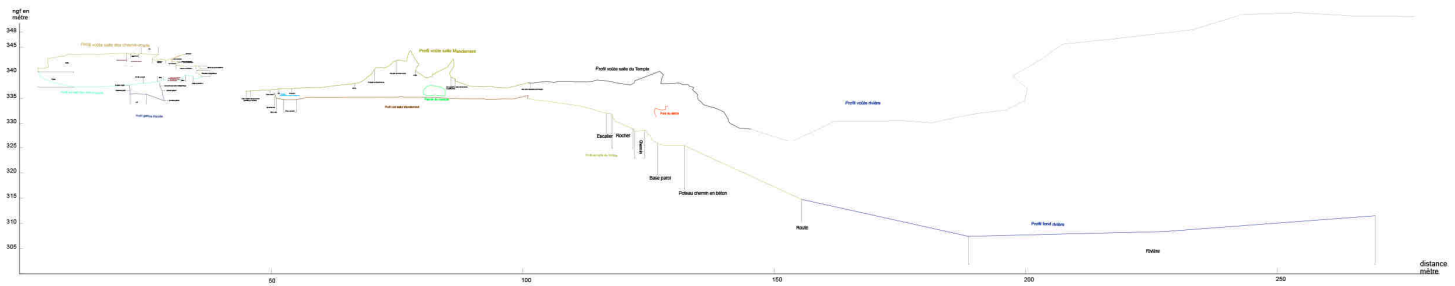


figure 29 : profil cumulé salles des Chauve-Souris/Mandement/Temple/et Galerie Principale, vue de l'ouest. Levés Vincent Arrighi et Céline Pallier / Inrap, traitement et dessin Vincent Arrighi / Inrap.

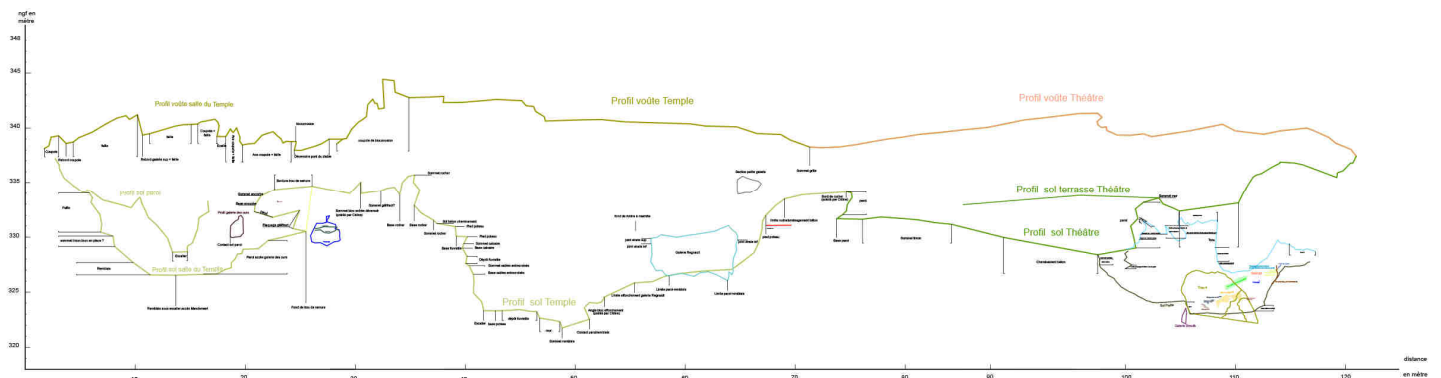


figure 30 : profil cumulé salles Temple/Théâtre/Piette, vue de l'ouest. Levés Vincent Arrighi et Céline Pallier / Inrap, traitement et dessin Vincent Arrighi / Inrap.

Constitution d'un modèle numérique 3D

Par Laurent Bruxelles, Marc Jarry, Céline Pallier et Philippe Vernant

La difficulté, voir l'impossibilité d'utilisation du modèle numérique, très lourd, réalisé par laser 3D en amont des travaux de réaménagement de la grotte en 2011, nous a incité à construire un modèle plus complet et plus léger, correspondant mieux aux nécessités des études que nous poursuivons dans le cadre du programme collectif de recherches.

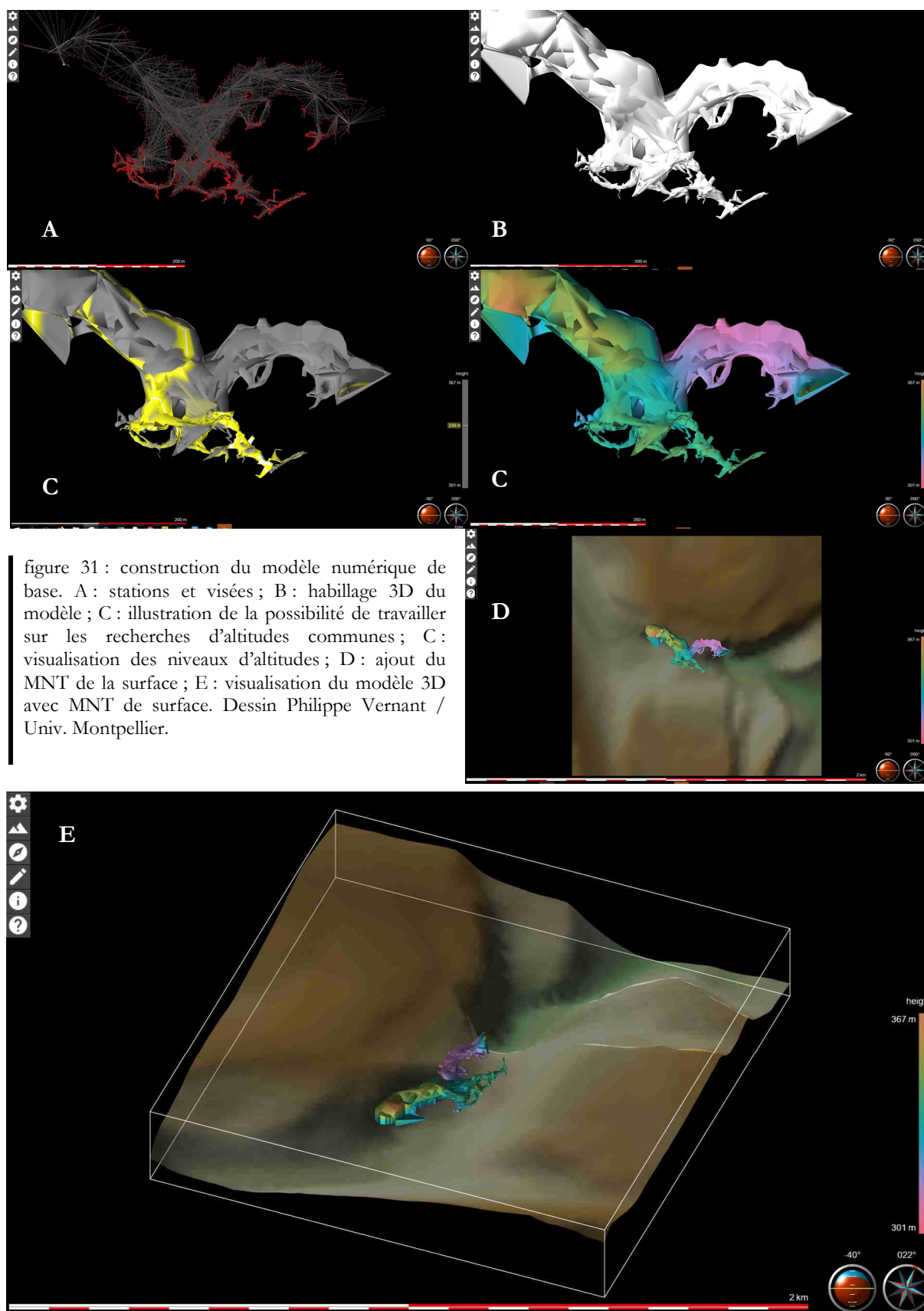
En 2 jours et demi de terrain, l'ensemble de la cavité du Mas d'Azil (sauf les parties fermées par des grilles) a été levé à l'aide d'un distance mètre laser Leica DistoX310 modifié pour mesurer distance, azimuth et inclinaison et pouvoir communiquer instantanément les relevés via Bluetooth à une tablette.

Plus de 4600 visées ont été enregistrées, allant de quelques décimètres à plus de 100 mètres. 205 stations topographiques dont certaines sont communes avec le relevé géoréférencé général de la grotte ont été nécessaires. À partir de ces visées, en moyenne, 22 visées dites d'habillages ont été réalisées pour obtenir un rendu 3D simplifié mais facilement manipulable et suffisant pour étudier la morphologie de la cavité (figure 31). Les contours des galeries ont été dessinés pour produire un plan de la cavité (figure 34). Enfin, ce modèle a été calé sous le modèle numérique de surface (figure 31/D et E et figure 33).

Des compléments de mesures seront nécessaires.

Ces données sont disponibles sur la base de données Karst3D hébergée par l'Observatoire de REcherche Méditerranéen de l'Environnement (OSU OREME) :

<https://data.oreme.org/observation/karst3d>



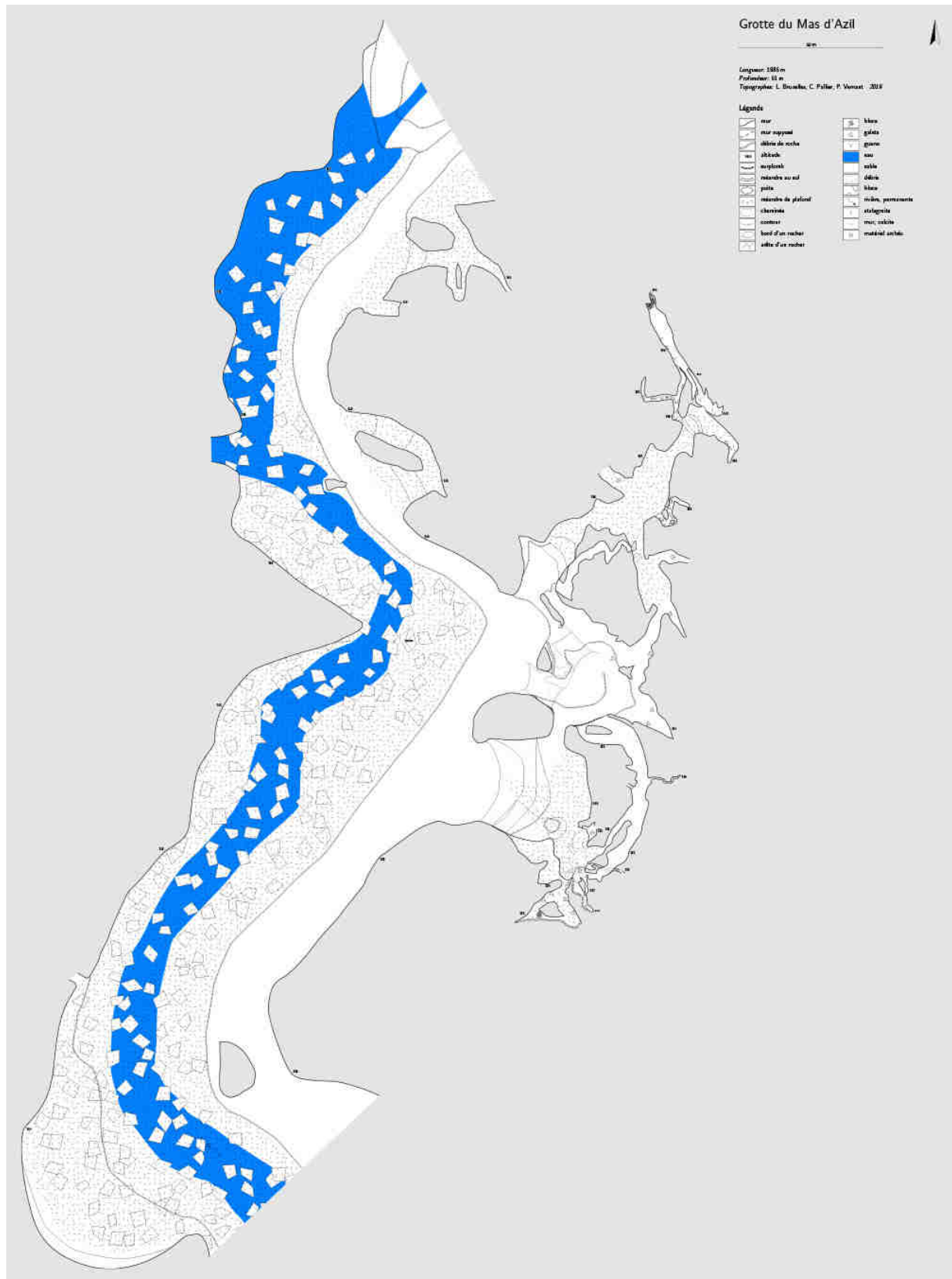


figure 32 : topographie générale générée à partir du levé Leica Disto X 2019. Dessin Philippe Vernant / Univ. Montpellier.

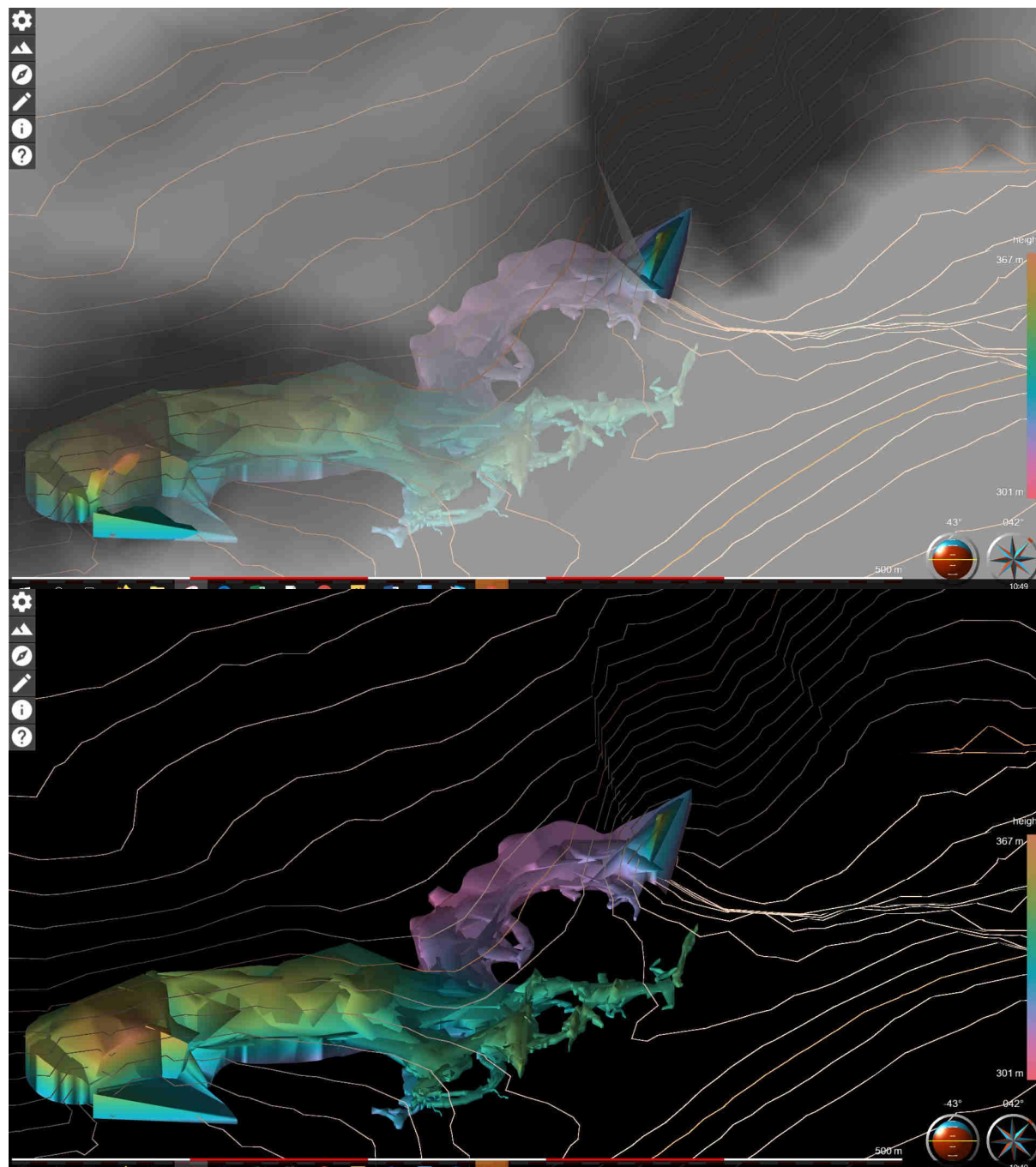


figure 33 : modèle 3D de base de la grotte du Mas d'Azil. Visualisations des possibilités de restitution avec MNT et/ou courbes de niveaux de la surface. Dessin Philippe Vernant / Univ. Montpellier.

Action 1-C : constitution de la base topographique principale

Par Marc Jarry

La nouvelle version de la topographie générale (v. 8.2, figure 35 et figure 36), intègre plusieurs compléments, modifications et validations. Celle-ci apporte notamment la vectorisation des objets de la partie sud de la Galerie Principale. Une partie de la Rive Gauche a été faite également, afin de permettre à l'équipe de la cartographie morphokarstique de pouvoir travailler cette année. Cependant, ce secteur devra être contrôlé et révisé une fois calée la nouvelle orthophotographie obtenue à l'aide d'images drone. Le secteur nord du porche sud (tunnel routier et rive droite) a été validé. Il restera à faire la topographie sud de l'entrée de la rivière et à ajouter le levé précis de l'avancée maximum du surplomb du porche nord.

Nous reproduisons ici, pour mémoire, le tableau de sectorisation de la grotte ainsi que le plan de répartition des secteurs (tableau 1 et figure 34). Celui-ci doit encore être complété dans le détail. Cette version est celle la plus à jour et remplace les versions précédentes présentées dans les rapports d'activités précédents.

n°secteur (romain)	Toponymie	sous-secteurs	Toponymie
I	Galerie-tunnel de l'Arize		
II à II.L	rive droite		
L et sup.	rive gauche		
II : Théâtre/Rotonde	Théâtre/Rotonde	II.1	Théâtre
	Théâtre/Rotonde	II.2	Rotonde
	Théâtre/Rotonde	II.3	Salle Stérile
	Théâtre/Rotonde	II.4	Galerie Alteirac supérieure
	Théâtre/Rotonde	II.5	Galerie Alteirac inférieure
III	Piette/Rouzaud	III.1	Salle Piette
III	Piette/Rouzaud	III.2	Salle Rouzaud
IV	Breuil	IV.1	Gal. Breuil secteur A
	Breuil	IV.2	Gal. Breuil secteur B
	Breuil	IV.3	Gal. Breuil Laminier sud
	Breuil	IV.4	Gal. Breuil couloir d'accès
	Breuil	IV.5	Réseau Leclerc
V	Silex		
VI	Temple		
VII	Galerie inf. du Temple		
VIII	Balcon du Temple et Déversoir Pont du Diable		
IX	Salle des Conférences	IX.1	S. Conférence s.s.
	Salle des Conférences	IX.2	Galerie latérale inondée
X	Galerie des Ours		
XI	Salle Mandement	XI.1	Salle Mandement s.s.
	Salle Mandement	XI.2	Galerie du Maque
	Salle Mandement	XI.3	Salle de la Fontaine (nom à discuter)
	Salle Mandement	XI.4	Galerie de la Soc. Des Amis du Mas d'Azil
	Salle Mandement	XI.5	Salle Dewoitine
XII	Galerie du Renne		
XIII	Salles Nord	XIII.1	Salle du Guano
	Salles Nord	XIII.2	Salle des Chauves-Souris
	Salles Nord	XIII.3	Galerie Argileuse

tableau 1 : sectorisation de la grotte du Mas d'Azil (état temporaire déc. 2017).

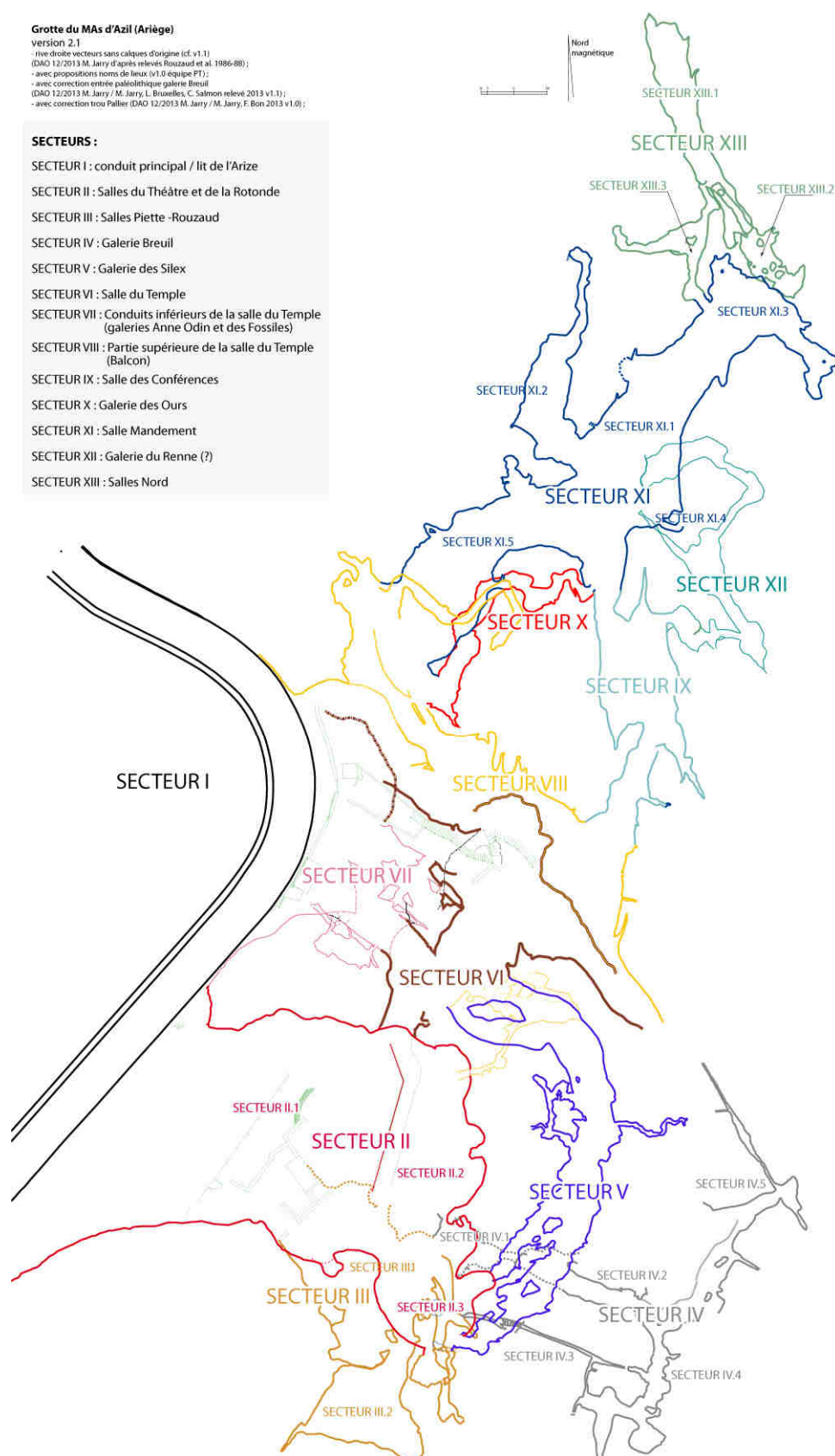


figure 34 : carte simplifiée de la sectorisation de la grotte du Mas d'Azil, document de travail intermédiaire (dessin Marc Jarry / Inrap-Traces et Céline Pallier / Inrap-Traces).



figure 36 : Mas d'Azil, topographie vectorisée, détail de la partie sud). Version 8.2 (crédits dans la légende, DAO Marc Jarry / Inrap-Traces et Pauline Ramis / Grottes & Archéologies).

Action 1-D : cartographie morphokarstique de la grotte

Par Manon Rabanit et Hubert Camus

Présentation

La grotte du Mas d'Azil fait actuellement l'objet de recherches archéologiques sous autorisation du Ministère de la Culture et de la Communication (MCC). Dans ce cadre PROTEE EXPERT a réalisé la cartographie morphokarstique de la cavité entre 2013 et 2019. De 2013 à 2016 une carte morphokarstique ont été réalisés dans le réseau en rive droite de la galerie de l'Arize souterraine (Jarry *et al.* 2013a, 2014, 2015a et 2016). En 2017 et 2018 une cartographie du massif du Plantaurel a été réalisée afin d'établir le contexte morphokarstique de la cavité, cette cartographie a été complétée par des observations dans les grottes du massif (Jarry *et al.* 2017a et 2018).

En 2019, les travaux se sont concentrés sur les relevés cartographiques en Rive Gauche. Le présent rapport livre les minutes des cartes qui seront numérisées en 2020 sur le fond topographique recalés.

En 2020, l'analyse géométrique du réseau est prévue, elle est nécessaire pour identifier et caler la chronologie relative des différentes phases de spéléogénèse.

En se basant sur ces résultats, une harmonisation générale de la carte de la grotte rive droite et gauche pourra enfin être envisagée.

Le présent rapport correspond à la notice des minutes de la carte morphokarstique de la rive gauche où se trouve le gisement étage de l'Azilien.

Objectifs

Les attendus de la prestation sont de deux ordres :

- fournir une représentation la plus fidèle possible de la physiographie de la cavité et des paysages souterrains pouvant servir de support à l'étude archéologique et géoarchéologique du site ; cette phase correspond à l'habillage de la topographie existante avec les éléments morphosédimentaires de la cavité qui conservent ou servent de support aux vestiges ;
- déterminer et caractériser les remplissages et les formes karstiques, leur organisation spatiale en tenant compte des conditions morphodynamiques de leur mise en place et de leur conservation, en essayant, dans un second temps, de les mettre en relation avec le milieu extérieur : vallée, plateau, système fluvial, évolution des versants, état de surface et couvertures superficielles.

L'objectif en 2019 consistait à effectuer les relevés morphokarstiques sur l'ensemble de la rive gauche à une résolution comparable à celle atteinte en rive droite.

Compte rendu circonstancié de la campagne de cartographie réalisée en 2019

Méthodologie : topographie et cartographie morphokarstique

La cartographie morphokarstique préliminaire consiste à représenter en plan les éléments de grotte en vue de fournir un document de travail pour l'étude sédimentologique et géoarchéologique du réseau et le positionnement géographique et stratigraphiques des vestiges archéologiques particulièrement importants dans ce secteur de la rive gauche.

À l'échelle du réseau, le relevé cartographique des éléments de la grotte a été réalisé et restitué sous forme d'une carte à l'échelle 1/200^{ème} dont les minutes provisoires sont présentées dans l'atlas cartographique en annexe de ce rapport.

Le plan topographique levé et dessiné par F. Rouzaud et collaborateurs entre 1986 et 1988, puis partiellement vectorisé par M. Jarry et P. Ramis en 2019 a servi de fond à ce relevé cartographique. En complément à ce fond topographique, un fond orthophotographique a été fourni par l'Inrap pour le secteur de la fouille. Par ailleurs, des relevés topographiques ont été réalisés à la station totale par l'équipe de topographie du PCR afin d'effectuer des recalages. Le

report cartographique numérisé sera réalisé ultérieurement dans l'attente de fonds topographiques recalés et géoréférencés.

Pour la réalisation de la cartographie morphokarstique, le fond topographique mis à disposition a dû être modifié ou complété afin de représenter les formes pertinentes et la diversité des dépôts et des remblais de fouilles. Ces éléments topographiques et morphosédimentaires ont dû être reportés à l'aide d'un lasermètre de précision, modifié pour la mesure d'angle et de pente (modèle Leica Disto X).

En effet, le secteur grillagé est perturbé par des remblais des fouilles historiques et masqués par la végétation (principalement du lierre) qui poussent dans ce secteur de l'entrée sud où la lumière naturelle entre largement. Dans ce secteur, les compléments topographiques ont été très importants, notamment dans le chaos de blocs décimétriques enfouis situés plus dans la moitié nord du site d'étude (figure 37).

Les observations réalisées au cours des levés cartographiques depuis 2013 ont permis d'établir les déterminations morphokarstiques et de dresser ainsi un premier tableau de l'état de la cavité et des grandes étapes de son évolution (Jarry *et al.* 2016). Les informations acquises lors de la campagne 2019 en rive gauche viennent compléter ces déterminations et fournissent des éléments nouveaux notamment pour les dernières phases d'évolution de la cavité.

Déroulement des opérations et découpage en zone

L'intervention sur le terrain s'est déroulée du 15 au 17 juillet 2019, elle a été effectuée par une équipe composée de Hubert Camus, expert karstologue et Manon Rabanit, géologue.

Les relevés ont été effectués sur des tirages papier numérotés par zone d'impression de Z1 à Z8 et correspondant à des planches de format A3 (figure 37) qui sont présentés dans l'atlas :

- la zone Z1 relevée sur fond topographique Rouzaud *et al.* est présentée sur la figure 39, elle se localise à l'ouest de la salle du Théâtre (figure 37) ;
- la zone Z2 correspond à la jonction entre la galerie principale de l'Arize et la salle du Théâtre (figure 37) ; cette zone n'a pas fait l'objet de relevés en 2019, des vérifications seront à effectuer lors de l'harmonisation de la carte générale de la grotte ;
- la zone Z3 relevée sur fond topographique Rouzaud *et al.* est présentée sur la figure 40, elle se localise au sud de la Z1 et s'étend de la paroi ouest au lit de la rivière (figure 37) ;
- la zone Z4 relevée sur fond topographique Rouzaud *et al.* est présentée sur la figure 41, elle se localise à l'est de la Z1 et s'étend de la rivière à la paroi est de la grotte (figure 37). La Z4 couvre le secteur où les décapages ont été menés par l'Inrap avant la pause de filets de protection et ayant mis au jour des niveaux archéologiques magdaléniens (Lelouvier *et al.* 2016). Le secteur qui domine la route est désormais largement inaccessible, une intégration des acquisitions de l'Inrap à la carte générale sera à prévoir lors de la phase d'harmonisation cartographique ;
- la zone Z5 relevée sur fond topographique Rouzaud *et al.* est présentée sur la figure 42, elle se localise au sud de la Z3 et s'étend sur toute la largeur de la galerie principale (figure 37) ;
- la zone Z6 correspond au secteur en tunnel artificiel allant au nord de la feuille du talus de la route à l'extérieur de la cavité sur la partie sud de la feuille (figure 37) ; cette zone n'a pas fait l'objet de relevés en 2019 et des vérifications seront à effectuer lors de l'harmonisation de la carte générale de la grotte notamment avec les cartes de l'extérieur ;
- la zone Z7 se localise au sud de la Z5, elle correspond à la zone de fouilles Piette clôturée par un grillage et au talus qui descend jusqu'à la rivière (figure 37). Dans ce secteur les fonds topographiques fournis demeuraient largement lacunaires et ont fait l'objets de relevés topographiques complémentaire. La Z7 est présentée sur deux planches complémentaires :

- la figure 43 qui correspond aux relevés effectués sur papier millimétrés transparent en utilisant alternativement le fond topographique redessiné et l'orthophotographie ;
- la figure 44(noté Z7bis) qui correspond à des relevés effectués sur le fond numérisé ;
- la zone Z8 relevée sur fond topographique PCR est présentée sur la figure 45, elle se localise à l'est de la Z7, au droit du porche de la grotte, elle s'étend du talus de rive gauche à la route en rive droite (figure 37).

Déterminations morphosédimentaires et notice de la carte

Le plan topographique sert de support à la cartographie des éléments géologiques, morphologiques et sédimentaires. Ces déterminations morphosédimentaires ont servi à l'établissement la légende de la carte morphokarstique (figure 38). Cette légende est commune pour toutes des minutes des cartes morphokarstiques de la rive gauche (figure 39 à figure 45). Elle sera à intégrer et harmoniser à la légende de synthèse de la carte de la grotte et s'accorde donc à son organisation.

Eléments topographiques de la grotte et planimétrie

Les éléments topographiques permettent de reconnaître les détails physiographiques et hydrologiques de la grotte, les aménagements et les constructions, ainsi que les remblais qui masquent le terrain naturel. Les points topographiques matérialisés dans la cavité sont représentés sur la carte.

Les détails topographiques de la grotte correspondent à ce terrain naturel sans tenir compte de sa nature géologique : concrétion, remplissage détritique etc. ; sont donc représentés les limites des parois, y compris lorsqu'elles sont en retrait ou en surplomb, la présence de blocs ou de substratum au sol, les escarpements, la pente du sol et celle de la voûte lorsqu'elle plonge sous le niveau des remplissages. Ces éléments topographiques permettent de se repérer et de progresser dans la cavité.

Les principaux aménagements sont des cheminements, des murs, des escaliers, le grillage protégeant la zone de fouille, mais ils ne sont représentés que dans la mesure où ils cachent le terrain naturel sous-jacent et où ils permettent de repérer et de progresser dans la cavité.

La représentation des remblais relève de la même logique, mais une distinction est faite entre des remblais constitués de matériaux fins, grossier ou de blocs et lorsque cela est possible ; leur nature est ainsi différenciée, car cela permet de déterminer leur zone de provenance (limons L1, L2, matériel gélifractés...).

La zone d'entrée est très bien éclairée et particulièrement favorable au développement de mousses, lichen venant envahir les parois.

Les formes

Les formes repérées dans la cavité correspondent aux modelés de paroi, du sol et éventuellement des voûtes. Un code couleur permet de distinguer les processus géologiques ou morphogénétiques auxquels sont liées ces formes.

Les formes karstiques

Les formes liées à des processus de creusement karstique, c'est-à-dire à l'action de l'eau qui corrode le calcaire, sont représentées en rouge. Il s'agit des modelés de paroi, des modelés de détail, de petits conduits karstiques qui débouchent dans les volumes plus grands. Ces indicateurs sont également utilisés comme traceur de la provenance des blocs. On observe en plafond plusieurs chenaux de voûte et un accident karstifié exploités par des conduits qui s'ouvrent en hauteur au nord de la zone d'étude. Au sol, des entonnoirs de blocs lessivés correspondent à des phénomènes de soutirage sous les méga-blocs effondrés.

Les formes fluviales

Les principales formes de creusement fluviales représentées en bleu dans ce secteur sont :

- les niveaux de terrasses rocheuses deux sont distingués TR1 et TR2 ;
- des traces de ravinement par l'eau en crue dont il faudrait déterminer les modalités de fonctionnement : sous-écoulements lors des crues de l'Arize ou sous-écoulements liés à des venues d'eau latérales.

Les formes cryogéniques

Dans ces volumes très ouverts, l'action du gel est à l'origine de la gélifraction des parties basses des parois et d'une expansion partielle des volumes ; c'est le cas de la paroi ouest du secteur grillagé. Ces formes sont représentées en violet, comme les cônes de déjection issus de ce processus.

Formes gravitaires

Les cicatrices des effondrements en voûte et des éboulements en paroi sont considérées comme des formes issues de processus gravitaires, notamment sous forme de surfaces d'arrachement, d'encorbellements et de chaos en contrebas. Les surfaces d'arrachement peuvent correspondre à plusieurs processus de façon isolée ou conjointe : détente mécanique, sismicité, mise en charge, cryoclastie etc. ; elles sont représentées en marron.

Formes indifférenciées

Lorsqu'aucun processus morphogénétique significatif n'est clairement identifié, les modelés de paroi sont représentés en noir, c'est-à-dire comme éléments de topographie de la grotte.

Les formations

La typologie des formations détritiques, chimiques, biogéniques, anthropogéniques est répartie en fonction des modes de dépôts et/ou de transport de ces formations, de la nature et de l'origine de leurs constituants, et, lorsque c'est possible, en fonction de leur chronostratigraphie.

Les formations fluviales

Les alluvions grossières

À l'échelle du réseau, les formations fluviales allochtones correspondent aux apports alluviaux du bassin versant amont de l'Arize transportés dans le réseau par des courants tractifs puissants. Plusieurs séquences fluviales d'âges différents ont été identifiées dans le réseau. Chacune est représentée par un fond vert d'une teinte plus claire pour les formations les plus anciennes et plus foncée pour les plus récentes.

Dans ce secteur de rive gauche, les alluvions actuelles de l'Arize sont visibles dans l'axe du cours d'eau et des alluvions d'âge indéterminé se répartissent entre les blocs marqués à leur sommet par la surface de la terrasse rocheuse TR1. L'attribution chronostratigraphique de ces alluvions devra tenir compte des éléments repérés dans les terrasses qui bordent l'Arize à l'amont du porche.

Dans le secteur de rive gauche, en arrière des méga-blocs, plusieurs ravinements ont été observés, ils induisent le basculement de petits blocs décimétriques représentés en gris et noté en légende comme « blocs perturbés ». Ces formations remaniées par ruissellement sont associées à des argiles rouges visibles au fond de ces ravinements.

Les limons fluvio-lacustres

Par ailleurs, la rive gauche se caractérise par d'importants dépôts fluvio-lacustres et de limons d'inondation. On compte plusieurs séquences d'inondation séparées par des niveaux de blocailles, voire des talus de blocs renfermant des couches d'occupation.

La fouille Piette permet d'observer en coupe ces remplissages sur 9 m de hauteur environ.

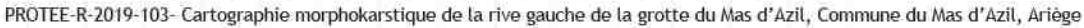


figure 37 : plan de découpage des planches cartographiques de la Rive Gauche (Manon Rabanit/Protée et Hubert Camus/Protée sur fond Marc Jarry/ Inrap-Traces, Pauline Ramis / Grottes & Archéologies, Vincent Arrighi / Inrap et collectif PCR).



Fond topographique d’après les levés Rouzaud et al, numérisé M. Jarry et al (INRAP), en cours de recalage topographique (INRAP)

Aménagements et remblais

- grillage et piliers
- mur
- remblais mixte plaquettes et blocs en miche
- remblais de plaquettes
- remblais de blocs en miche
- remblais fins indifférenciés
- remblais fins de limons L2 remaniés
- remblais fins de limons L1 remaniés

Topographie

- escarpement
- encorbellement
- pente
- points topo INRAP
- clou géomètre
- escarpement
- paroi
- paroi en surplomb
- paroi en retrait
- voûte plongeant vers le bord de la cavité
- couche plongeant sous une autre couches

Hydrographie

- sens d’écoulement
- écoulements turbulents
- cours de l’Arize lors de la cartographie (Juillet 2019)
- ravinement présentant des indices de circulation d’eau en crue

Formes

- front de la terrasse rocheuse
- terrasse rocheuse sur laquelle reposent les blocs enfouis TR2
- zone de soutirage
- point de soutirage
- position en plafond du porche d’entrée de la grotte

Formations de versant et blocs

- blocs perturbés par un ravinement
- blocs de concrétion
- blocs de la rivière TR1
- blocs de la rivière TR2
- blocs effondrés non enfouis épars
- blocs sapés et basculés
- blocs pris dans les remplissages (tassements, fracturés en surface)
- blocs striés (miroir de faille ou glissement banc sur banc)
- bloc karstifié
- sens et direction d’inclinaison du bloc
- formation terreuse du talus actuel (alimentée par le versant extérieur de la grotte)
- brèche à éléments gélifractés (plaquettes calcaires)

Formations fluviatiles

- argiles rouges visibles dans les ravinement
- alluvions allochtones de l’Arize : sables et galets
- limons L2 remaniés en surface
- limons L2 (Holocène présumé) texture grumeleuse matrice gris jaune et petites plaquettes
- formation à blocs métriques emballés dans les limons LG2 (Holocène présumé)
- discordance érosive talus infra-Holocène
- limons, sables lités entrecroisés et couches à blocs émoussés LG1 (syn-magdalénien)

Spéléothèmes

- enduit de calcite, calcin blanchâtre pulvérulent
- perles de caverne
- concrétion (stalagmites)

Couches archéologiques

- niveau azilien fin ou discontinu en coupe
- niveau azilien en coupe : couche à limons cendreux
- niveau azilien en plan
- niveau magdalénien discontinu ou fin en coupe
- niveau magdalénien M2 en plan (couche supérieure)
- niveau magdalénien continu en coupe (M1 couche inférieure)

Structure

- fracture en plafond

figure 38 : légende des cartes morphokarstiques de la Rive Gauche de la Grotte du Mas d’Azil (Manon Rabanit/Protée et Hubert Camus/Protée).

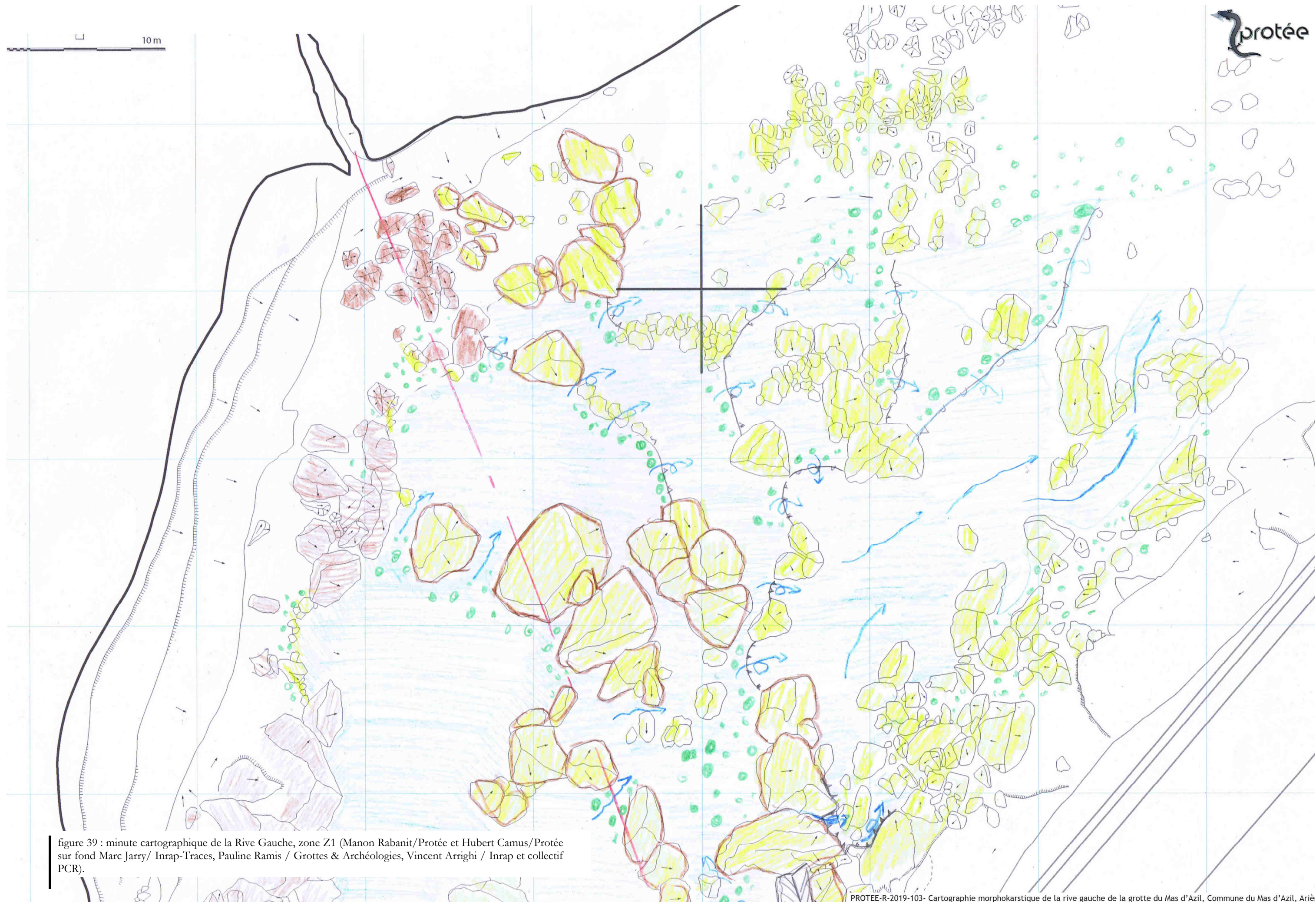


figure 39 : minute cartographique de la Rive Gauche, zone Z1 (Manon Rabanit/Protée et Hubert Camus/Protée sur fond Marc Jarry/ Inrap-Traces, Pauline Ramis / Grottes & Archéologies, Vincent Arrighi / Inrap et collectif PCR).

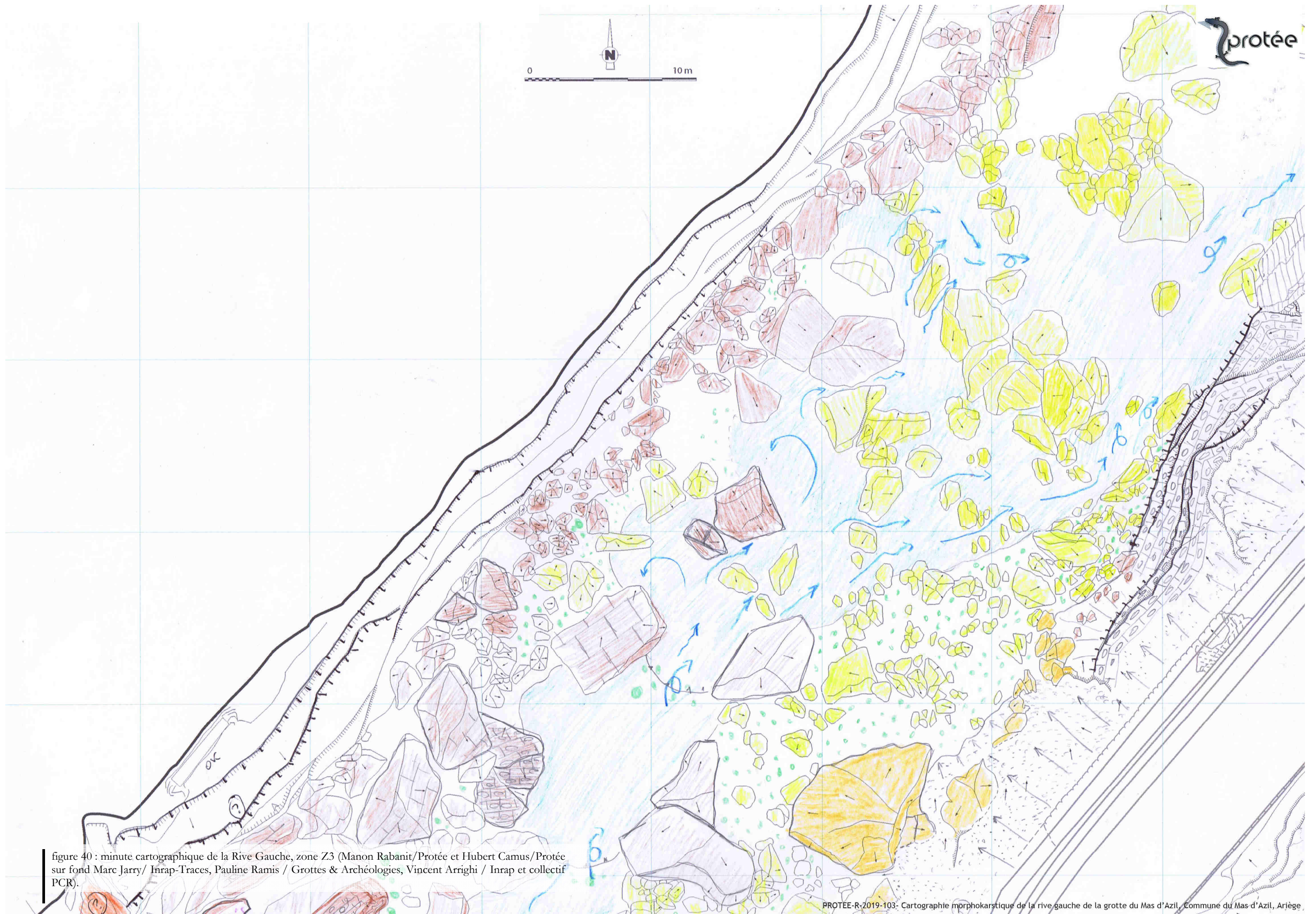


figure 40 : minute cartographique de la Rive Gauche, zone Z3 (Manon Rabanit/Protée et Hubert Camus/Protée sur fond Marc Jarry/ Inrap-Traces, Pauline Ramis / Grottes & Archéologies, Vincent Arrighi / Inrap et collectif PCR).



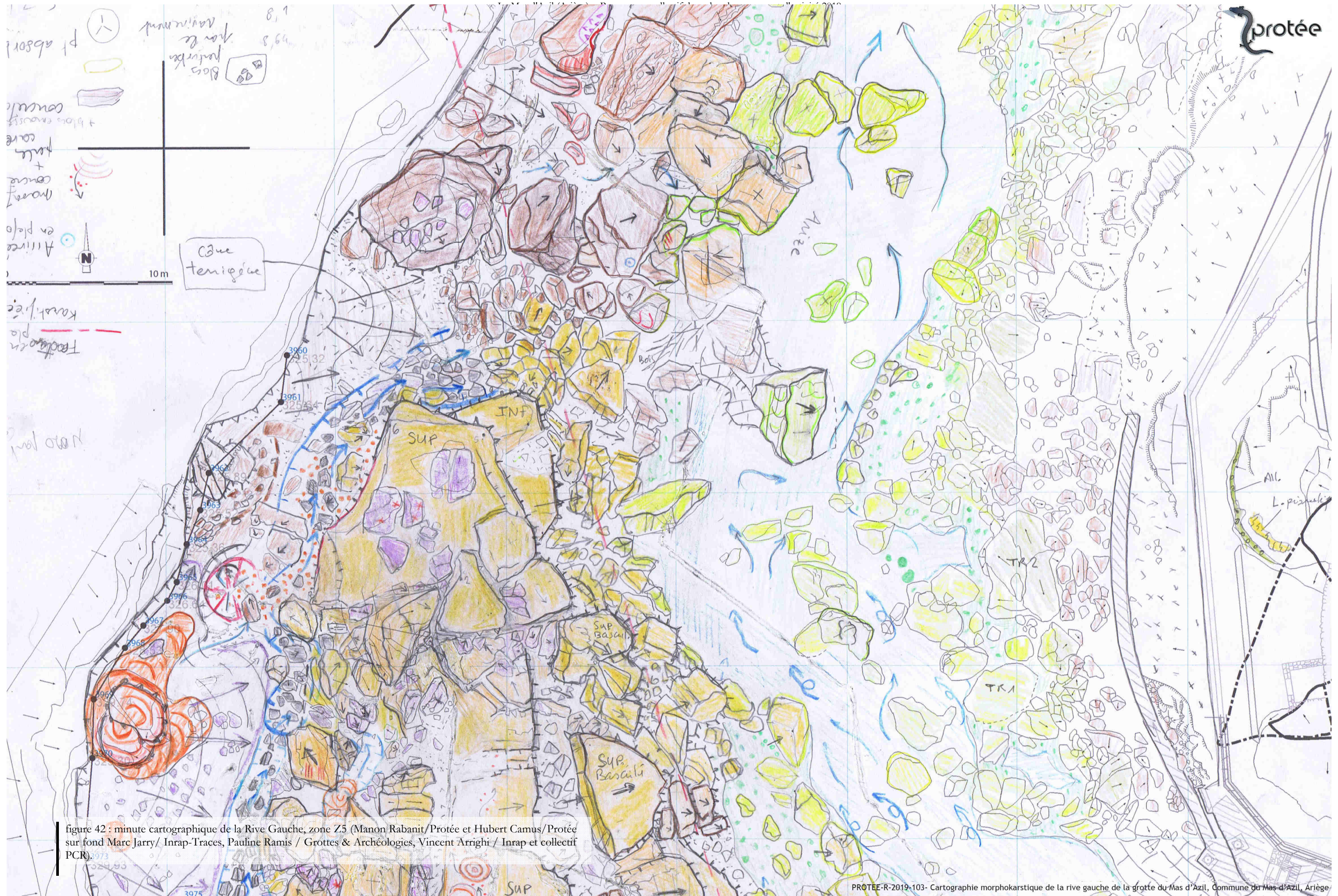
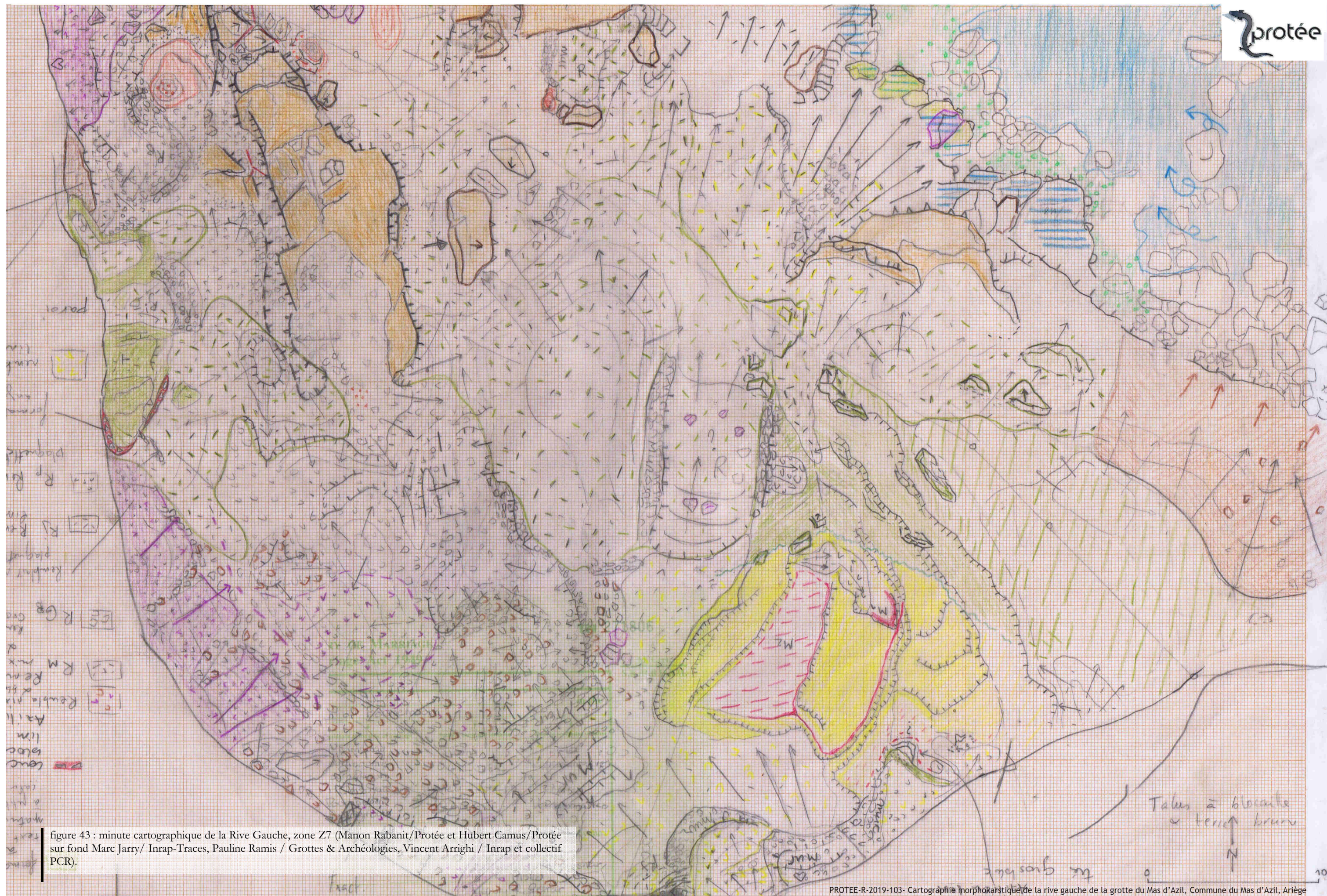


figure 42 : minute cartographique de la Rive Gauche, zone Z5 (Manon Rabanit/Protée et Hubert Camus/Protée sur fond Marc Jarry/ Inrap-Traces, Pauline Ramis / Grottes & Archéologies, Vincent Arrighi / Inrap et collectif PCR).



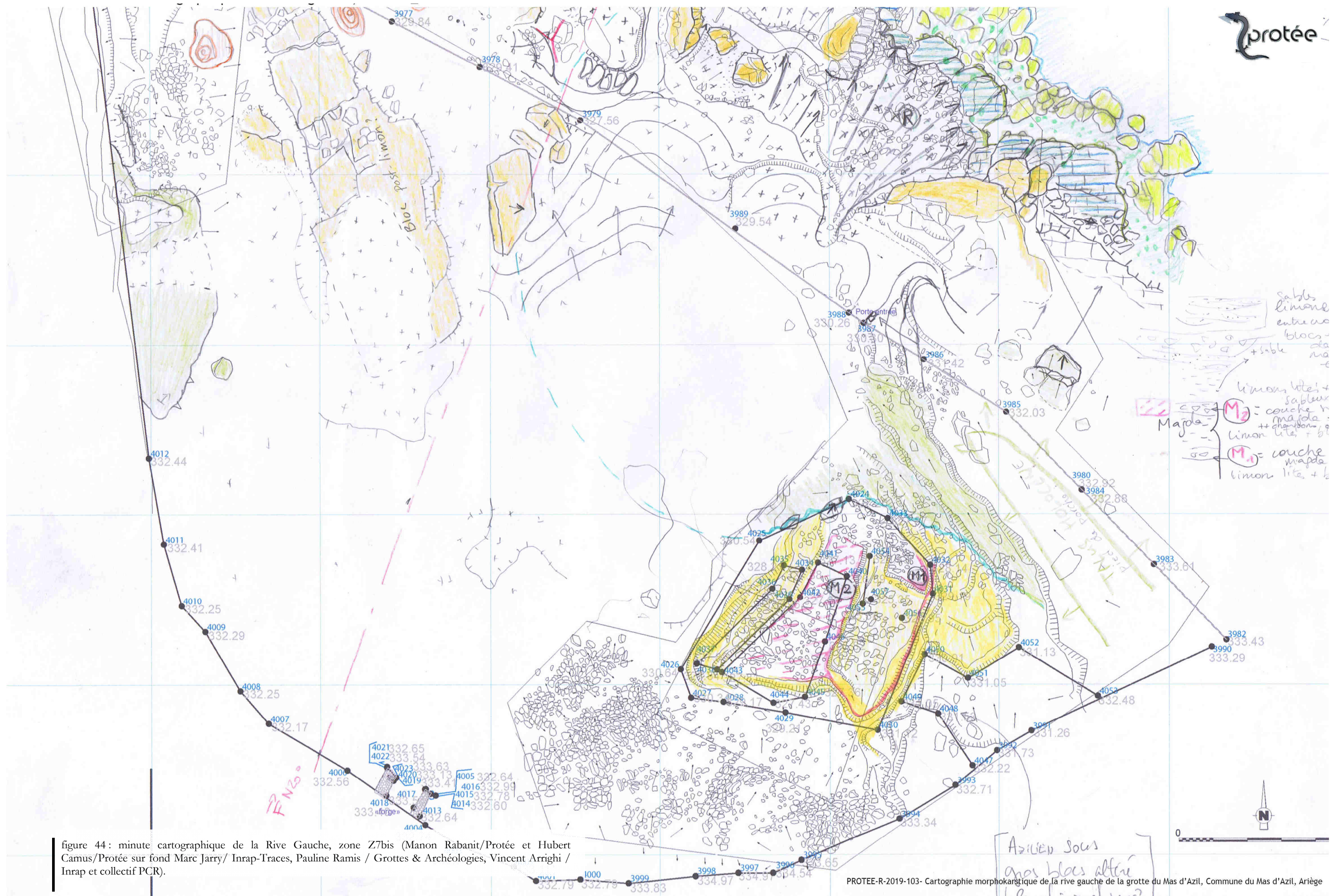


figure 44: minute cartographique de la Rive Gauche, zone Z7bis (Manon Rabanit/Protée et Hubert Camus/Protée sur fond Marc Jarry/ Inrap-Traces, Pauline Ramis / Grottes & Archéologies, Vincent Arrighi / Inrap et collectif PCR).



figure 45: minute cartographique de la Rive Gauche, zone Z8 (Manon Rabanit/Protée et Hubert Camus/Protée sur fond Marc Jarry/ Inrap-Traces, Pauline Ramis / Grottes & Archéologies, Vincent Arrighi / Inrap et collectif PCR).

À la base du sondage, le terme le plus ancien que l'on observe correspond à des limons à débits prismatiques (lacustres), scellés par une couche d'occupation attribuée au Magdalénien et noté M1.

Au-dessus, une séquence de brèches à blocailles prises dans des limons plus ou moins sableux est scellée au sommet par une seconde couche d'occupation du Magdalénien, rubéfiée à la base et riche en charbons, notée M2.

Cette couche d'occupation est scellée en discordance érosive en direction du nord par des blocs cimentés. Sur le front de coupe nord, cette couche est associée à une zone de blocs suggérant le début d'un talus d'éboulis.

Cet ensemble d'ambiance plutôt sèche est sellé par la séquence fluvio-lacustre noté L1.

Sur la coupe sud de la fouille (côté amont), on observe trois sous-séquences fluvio-lacustre limoneuses intercalées avec des couches horizontales de blocs.

Sur la coupe nord (côté aval), on observe trois séquences ou sous-séquences présentant des stratigraphies entrecroisées intercalées avec des décharges de blocailles émoussées qui tendent à s'épaissir vers l'axe de la rivière.

La première est érodée au toit avec, visible notamment sur la coupe ouest, une morphologie de petite berge surmontée par un niveau caillouteux au sud et à l'ouest et par un chenal fluvial qui se prolonge sur toute la coupe nord.

La deuxième sous-séquence comporte des blocs émoussés emballés dans des limons et recouverts par des limons de plus en plus sableux vers le sommet présentant des litages entrecroisés (chenal).

La troisième sous-séquence correspond à des dépôts grossiers à blocs scellés par des sables limoneux en sets. On observe donc des dispositifs géométriques très différents du sud au nord.

Entre ces deux coupes, le sondage, dans l'état actuel, ne permet pas de suivre précisément la continuité stratigraphique de ces termes entre le sud et le nord de la fouille. Il s'agit soit de passages latéraux de faciès entre les séquences horizontales et les séquences en chenaux proches de l'axe de la rivière, soit de l'emboîtement de chenaux et de talus d'éboulis plus récents dans les séquences horizontales fluvio-lacustres.

Au sommet de l'ensemble, au sud du sondage et au-dessus de l'escarpement de fouille, une couche d'occupation azilienne scelle ces limons L1, elle est conservée sous un gros bloc plurimétrique blanchâtre (chaux).

Enfin, la coupe nord du sondage montre que la séquence fluvio-lacustre L1 est recoupée en discordance par une formation à blocs emballés dans une matrice sablo-limoneuse beige, noté L2. Cette séquence L2 repose sur une surface d'érosion en forte pente qui correspond à un talus enfoui et souligné par des blocs parfois métriques à plurimétriques inclinés en suivant une pente de dépôt de l'ordre de 30°.

Cette structure en pente correspond au talus l'Holocène qui tronque le gisement et les dépôts L2 qui la composent scellent au sud de la fouille la couche azilienne présumé. On retrouve une formation équivalente au pied de la paroi ouest sous forme de dépôts limoneux grumeleux riches en coquilles d'escargots qui scellent la couche azilienne.

Les spéléothèmes

Dans ce secteur de rive gauche différents spéléothèmes ont été identifiés :

- des massifs et des coulées stalagmitiques alimentés par des venues d'eau en plafond et en paroi ; ces concrétions scellent notamment les méga-blocs ;
- à la périphérie des massifs stalagmitiques des gouttes d'eau tombées du plafond entretiennent de petits bassins dans lesquels se forment les perles des cavernes.

Ces venues d'eau s'infiltrèrent ensuite au sein du chaos de blocs dans des zones de soutirage.

Chaos de blocs et formations de versant

Les formations gravitaires sont très importantes dans ce secteur de rive gauche, elles correspondent aux éboulis et aux blocs d'effondrement, notamment à l'aplomb des zones de faille et sous les encorbellements et surfaces d'arrachement.

Les blocs et chaos de blocs

Les blocs basculés dans des glissements au sein des remplissages ou sapés par la rivière sont distingués des blocs effondrés de la voûte et des éboulis de pied de paroi.

Une typologie de blocs a ainsi été établie pour rendre compte soit de leur dynamique de mise en place soit de leur position stratigraphique :

- les blocs indifférenciés sont représentés en blanc ;
- les blocs de concrétion sont représentés en orange ;
- les blocs de la rivière sont représentés en vert ; deux teintes de vert sont distinguées par rapport à la terrasse rocheuse à laquelle ils correspondent, TR1 ou TR2 ;
- les blocs basculés et sapés sont représentés en marron ;
- les blocs effondrés épars, non enfouis sont représentés en violet ;
- les méga-blocs effondrés enfouis et cassés sur place sont représentés en jaune d'or.

Les blocs pris dans les remplissages limoneux L1 et L2 sont quant à eux représentés de la même couleur que la formation qui les emballent.

Les méga-blocs enfouis viennent s'appuyer à leur mur sur la terrasse rocheuse la plus haute TR2.

Des informations complémentaires peuvent être ajoutées ponctuellement sur certains blocs quand elles témoignent de leur origine comme la présence :

- de stries (glissement banc sur bancs ou faille),
- de morphologies karstiques (cannelures, micro-conduits...),
- de spéléothèmes,
- d'enduits de calcite ou de calcin blanchâtre.

Formations de versant et talus

Des dépôts de gélifracts formant de petits cônes de déjection lités sont visibles au pied des parois soumises à l'action du gel. Ils sont cartographiés en violet au pied de la paroi ouest, notamment dans secteur des fouilles. Ces cônes de gélifracts recouvrent les méga-blocs et paraissent passer sous la couche attribuée à l'Azilien. Au nord-ouest de la zone d'étude, le plus gros massif stalagmitique scelle ce type de dépôts.

Enfin, une formation terreuse partiellement alimentée par l'extérieur constitue de talus qui surplombe la rivière en rive gauche au droit du porche. Ce talus est largement végétalisé et boisé, la stratigraphie est donc peu visible. Ce talus végétalisé est à distinguer des versées de remblais de fouilles qui jalonne la pente du site là où il domine le cours de l'Arize.

Les formations anthropogéniques

Il s'agit des couches archéologiques mises au jour à la faveur des déblais des fouilles historiques.

M : Deux niveaux d'occupation attribués au Magdalénien sont visibles en plan ou en coupe dans la fouille Piette. Le niveau inférieur, noté sur la carte M1, est visible au point bas du sondage le plus profond. Le second niveau, noté M2, plus épais est visible de façon quasiment continu en coupe sur le pourtour du fond de fouille, ce niveau suit globalement la topographie de la marche qui forme la moitié nord du fond de fouille.

La couche M2 se caractérise par une teinte plus rouge à sa base (horizon rubéfié), par la présence relativement abondante de charbons et de fragments d'os.

Ces deux couches d'occupation M1 et M2 présentent une matrice limoneuse apparemment semblable aux sables limoneux lités observés au-dessous et à ceux de la séquence L1 sus-jacente. En première analyse, ces couches archéologiques correspondent à des passées enrichies en blocs anguleux surmontées par la séquence fluvio-lacustre L1 ou peut-être à la base de celle-ci alors que les inondations n'étaient qu'épisodiques à cet endroit. L'essentiel du dépôt anthropogène était dominé par les éboulis de pente alimentés par la chute de blocs calcaire en provenance des parois (et peut-être du plafond).

A : une couche attribuée à l'Azilien est visible en pied de paroi à l'ouest du secteur grillagé, cette couche décimétrique paraît recouvrir les cônes de gélifracts accumulés ici. Une couche également attribuée à l'Azilien apparaît ponctuellement sous un gros bloc blanchâtre (chaux ?) au sud du grand sondage Piette. A cet endroit la couche repose directement sur les limons de la séquence fluvio-lacustre L1.

Ms, N et Br : des vestiges archéologiques du Mésolithique, Néolithique et Bronze sont connus dans le secteur d'étude. Ces locus n'ont pas pu être repositionnés dans le cadre du travail de cartographie. On notera seulement que des fragments de céramiques ont été observés entre les gros blocs qui soulignent la discordance du paléo-versant Holocène qui tronque la séquence L1 selon une pente de 30°.

Préconisations techniques et perspectives de recherche

Acquisition et traitement des données topographiques de la rive gauche

Les relevés cartographiques réalisés en 2019 à l'échelle 1/200^e ont été effectués sur un fond non calé par rapport à l'ensemble de la topographie du réseau ni par rapport à la surface. Ces calages topographiques sont impératifs pour finaliser la carte morphokarstique harmonisée de la cavité.

Par ailleurs, afin d'aller plus loin dans la compréhension de l'histoire du réseau, une phase d'analyse des géométries est nécessaire. Celle-ci requiert des acquisitions topographiques complémentaires, notamment des profils transversaux et en long, afin de caler l'altitudes de différents objets : seuils, cheminées, voûtes, placages, toits des formations fluvilacustres, surfaces de discordance ...

Réalisation de profils à l'échelle du réseau

L'analyse de la géométrie et de la structuration du réseau nécessite la réalisation de profils analytiques et interprétatifs en long ou en travers afin d'intégrer les points clefs mis en évidence au sol et en plafond par la cartographie morphokarstique dans la grotte et potentiellement à l'extérieur. Cette analyse géométrique a pour but de reconstituer les géométries à l'échelle de la cavité, raccorder entre elles des formes et des formations correspondant à des dynamiques de fonctionnement synchrones, identifier les amonts et les aval hydrauliques des chemins de drainage et des séquences sédimentaires associées, ou encore permettre de caler la chronologie relative des différentes étapes de structuration du réseau.

Cette étape doit fournir des réponses pour valider ou invalider certains *scenarii* de structuration du réseau.

Ces profils doivent également intégrer à terme les informations acquises en surface comme la position des terrasses alluviales de l'Arize en amont et en aval de la percée du mas d'Azil ou la position de paléo-perte sur le plateau.

Une série de profils a été choisie pour effectuer ce travail. leurs axes sont reportés sur le plan général de la grotte sur la figure 46.

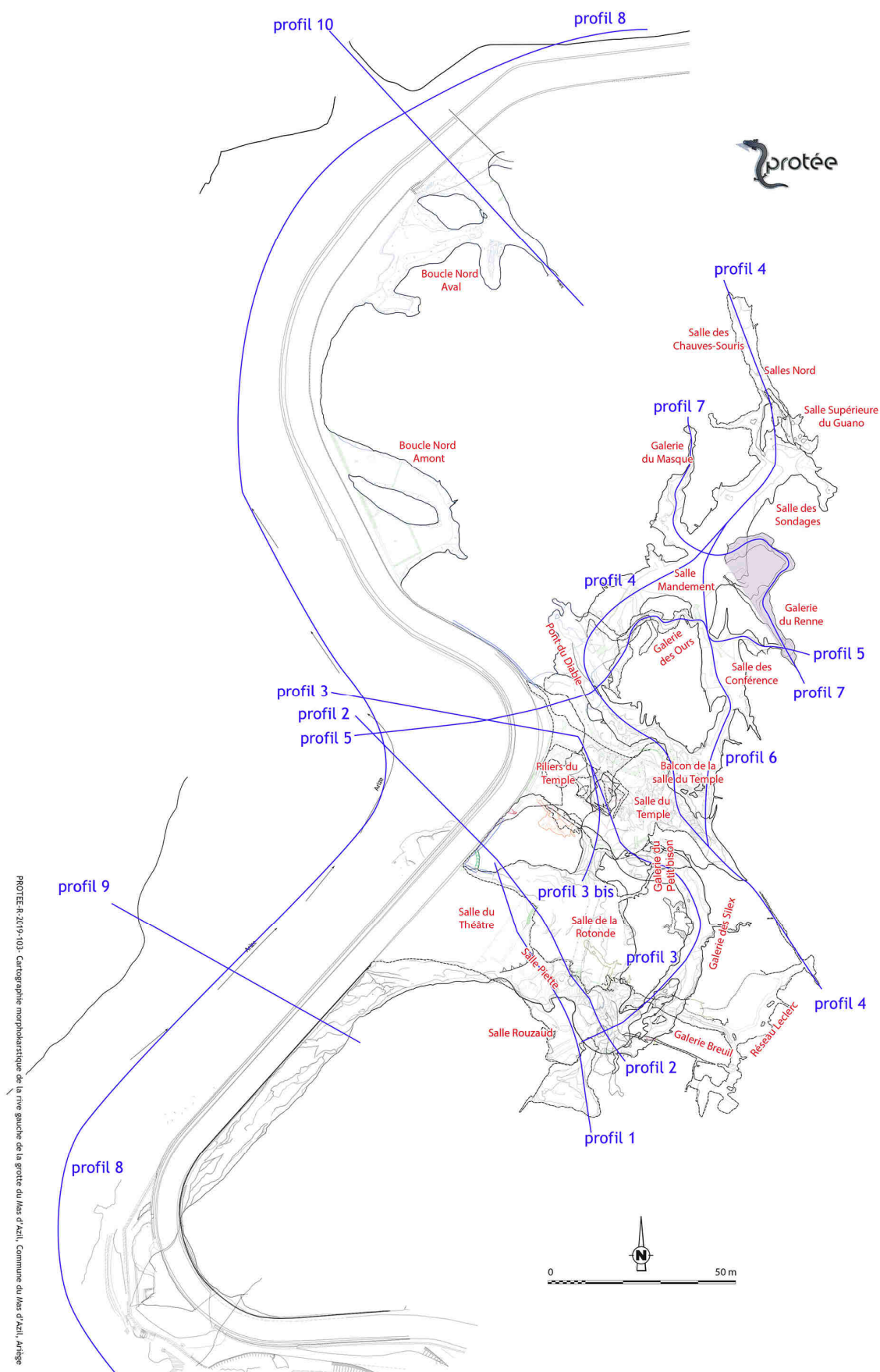


figure 46 : Localisation des profils topographiques requis pour l'analyse géométrique du réseau (Manon Rabanit/Protée et Hubert Camus/Protée sur fond Marc Jarry/ Inrap-Traces, Pauline Ramis / Grottes & Archéologies, Vincent Arrighi / Inrap et collectif PCR).

La réalisation de ces levés nécessite un support topographique adapté, les côtes altimétriques doivent être fournies en NGF afin de permettre des corrélations avec les informations de surfaces. Le scan 3D de la cavité peut permettre de réaliser l'extraction des profils (sol et plafond), dans ce cas, un certain nombre de points repères doivent être calés d'un point de vue altimétrique. Les profils doivent être impérativement fournis avant la venue sur le terrain.

Harmonisation de la carte morphokarstique de la grotte du Mas d'Azil

À l'issue des programmes de prospection thématique menés à la grotte du Mas d'Azil et sur le massif du Plantaurel, il est prévu de réaliser un atlas cartographique complet à l'échelle du réseau présentant une carte morphokarstique harmonisée.

Cela requière :

- le report et la numérisation des tous les relevés morphokarstiques sur un fond topographique calé sur un même référentiel de coordonnées ;
- l'intégration des données complémentaires, notamment les données archéologiques acquises durant le programme de recherche ;
- l'intégration des résultats de l'analyse géométrique du réseau notamment en termes de calage chronostratigraphiques des différentes phases spéléogénétiques à l'échelle du réseau ;
- intégration des données morphologiques et sédimentologiques de surface ;
- l'harmonisation cartographique de synthèse par vérification sur le terrain et éventuelles acquisitions complémentaires notamment dans les secteurs de jonction entre différentes cartes.

Action 1-E – topographie de la surface

Par Marc Jarry, Laurent Bruxelles, Céline Pallier et François Bon

Atelier terminé en 2016, seuls des compléments ponctuels seront désormais apportés (cf. *Lans in Jarry et al.* 2016).

Action 1F – Cartographie morphokarstique extérieure

Par Marc Jarry, Laurent Bruxelles, Céline Pallier et François Bon

Atelier terminé en 2018 (cf. Camus et Rabanit *in Jarry et al.* 2018).

3.3. Axe 2 - Géomorphologie et géoarchéologie

Action 2-A : description morphokarstique de la grotte

Par Marc Jarry, Laurent Bruxelles, Céline Pallier et François Bon

Action terminée, cf. rapport de prospection 2016 (*Jarry et al.* 2016).

Action 2-B : Les remplissages karstiques et leurs interprétations

Le contexte du lac en amont et les remplissages endokarstiques lacustres de la grotte du Mas-d'Azil

Par Didier Cailhol, Emmanuel Chapron, Marc Jarry, Céline Pallier, Laurent Bruxelles et Sidney Roussel avec la collaboration de Vincent Arrighi et Magali Philippe

Préambule

Les études archéologiques menées dans la grotte du Mas-d'Azil depuis plus de 150 ans ont mis en évidence différentes séquences sédimentaires liées au fonctionnement hydrologique de la grotte.

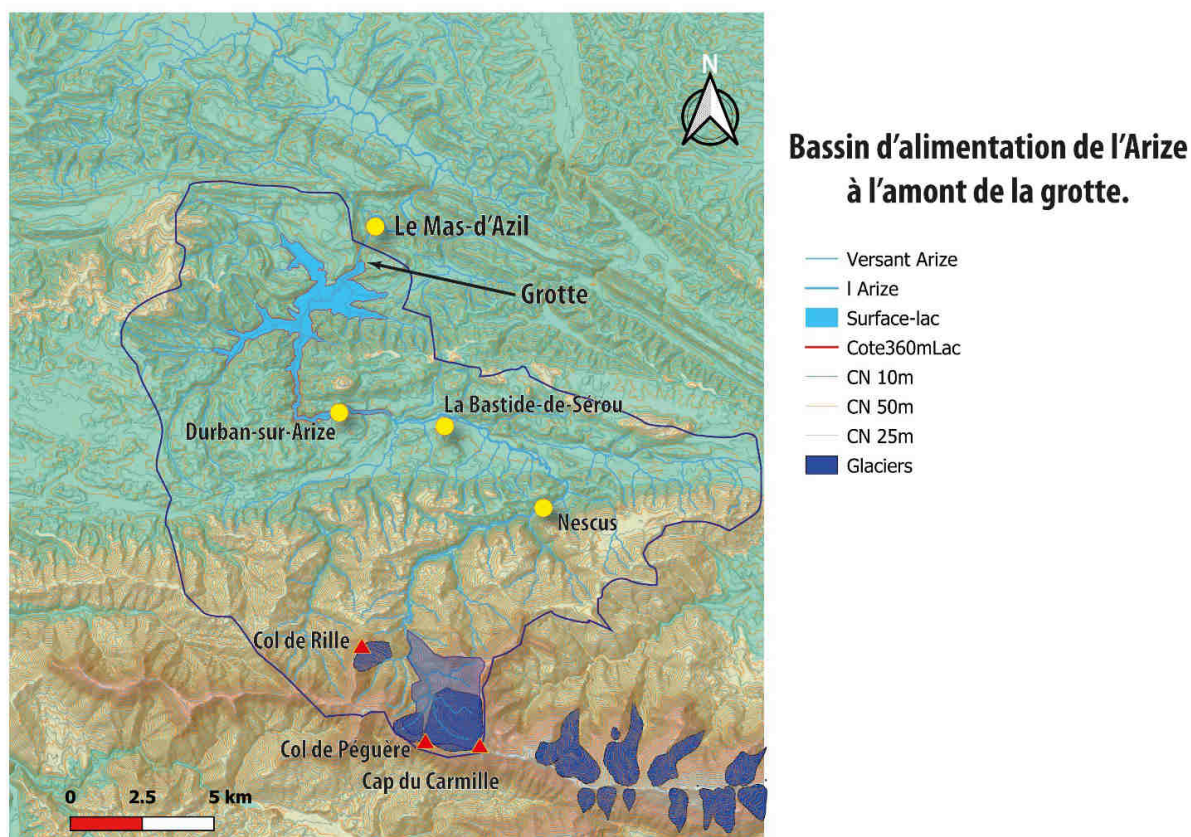


figure 47 : carte du bassin d'alimentation de l'Arize et de la position des cirques glaciaires du Pléistocène supérieur. Source : Données IGN, SIG et infographie INRAP : Patrick Massan/Inrap, Didier Cailhol / Inrap-Edytem.

Certaines mettent clairement en évidence une dynamique fluviale forte avec une charge solide importante et un transport sédimentaire important qui a laissé des dépôts jusque dans les plus hauts niveaux de la grotte. D'autres montrent l'installation d'un système lacustre avec des dépôts de sédiments fins, laminés avec une pile sédimentaire plurimétrique. Ils témoignent d'une sédimentation de fond de lac qui s'étendait en amont de la grotte dans la vallée de l'Arize et dans les branches de ses tributaires. Différents niveaux d'occupations humaines trouvent leur place entre ces phases de fonctionnement hydrologique et permettent d'installer une chronologie dans les modalités de remplissage puis de vidange de la cavité et apportent des informations importantes sur les paléoenvironnements qui les ont accompagnés.

Il convient donc, afin de mieux appréhender les remplissages endokarstiques lacustres présents dans la grotte du Mas d'Azil, d'étudier ceux-ci de manière plus détaillée. Il est important, dans cette démarche, de mieux comprendre les mécanismes de mise en place et donc de travailler à l'amont de la cavité, sur le bassin versant de l'Arize. En effet, c'est en amont que le paléolac s'est formé, sans doute à plusieurs reprises.

Les remplissages endokarstiques lacustres identifiés dans la grotte du Mas d'Azil sont situés à 30 km environ à l'aval de petits cirques glaciaires pyrénéens dont l'âge n'est pas précisément connu (figure 47).

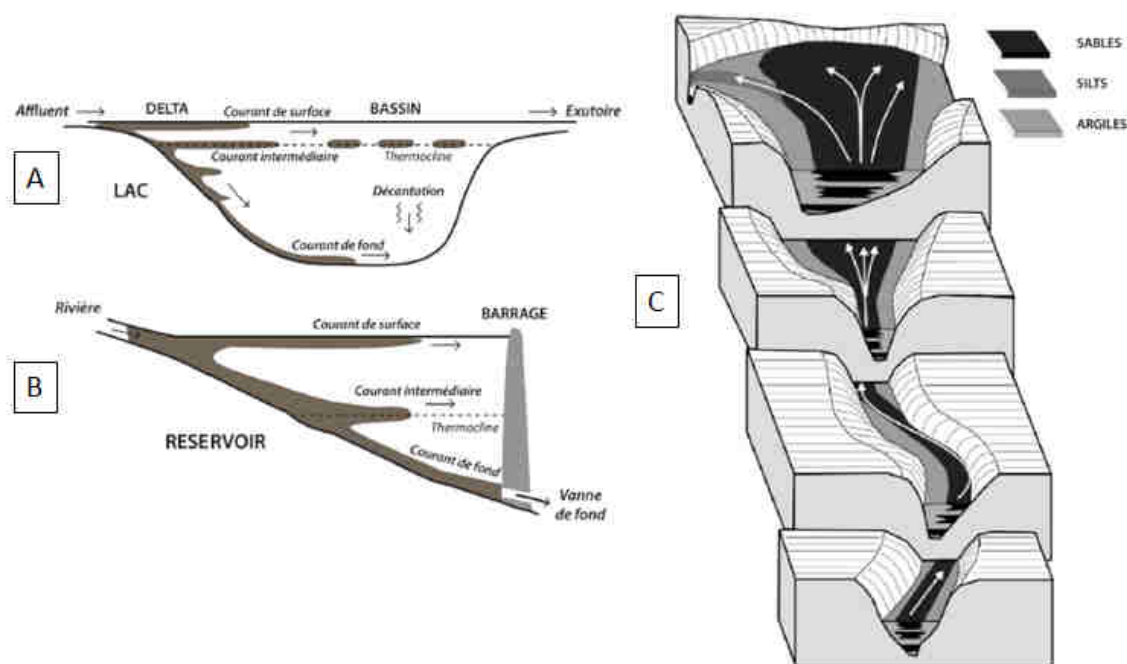


figure 48 : schémas illustrant les courants de fond, intermédiaire ou de surface contrôlant la géométrie des remplissages sédimentaires dans un système lacustre naturel (A) et dans un lac de barrage (B) modifié d'après Sturm & Matter (1978) ; Morris & Fan (1998). Exemple de distribution spatiale de la granulométrie des dépôts lacustres (C) en amont du barrage de Hoover dans le lac-réservoir Mead (USA), d'après Twichell *et al* (2005). L'architecture sédimentaire et la granulométrie du remplissage de ce réservoir est conditionnée par la morphologie des bassins ennoyés et la direction des courants de fond lors de crue (flèches blanches).

Les remplissages lacustres situés en aval de glaciers (lacs proglaciaires) constituent des archives sédimentaires particulièrement intéressantes parce que les eaux de fontes glaciaires sont généralement riches en particules fines (farines glaciaires) et favorisent le développement de cours d'eau fluvioglaciers chargés en matière en suspension pouvant développer de vastes dépôts deltaïques (à l'embouchure de l'affluent dans un plan d'eau) et d'épais remplissages finement laminés en eaux profondes sur de grandes distances (Mulder & Chapron 2011). Les eaux de l'affluent en crue sont en effet particulièrement chargées en sédiments et peuvent former différents types de courants dans les bassins lacustres et ainsi développer non seulement des environnements deltaïques, mais aussi des environnements profonds contrastés (figure 48).

Les dépôts lacustres du Mas d'Azil ont probablement été formés loin de l'embouchure de l'Arize, à l'extrémité d'un paléolac présentant les caractéristiques d'un lac de barrage. Les dépôts lacustres étudiés sont situés proche de la paroi de la grotte et ils ont été préservés de l'érosion associée au drainage du paléolac et des aménagements anthropiques modernes.

Le contexte du bassin d'alimentation de l'Arize

Le bassin d'alimentation du paléolac de l'Arize a une surface de 185 km² (figure 47). La tête de bassin est constituée par les terrains situés autour du cap du Carmille, du col de Péguère, du Cap de Campets et le col de Rille. La ligne de crête s'échelonne entre 938 m et 1617 m NGF sur les parties supérieures de la forêt domaniale de Bellisens.

Il s'agit de terrains métamorphiques composés des schistes gréseux de l'Ordovicien, des micaschistes à biotite et à andalousite Cambro-ordovicien. Les séries plus basses en altitude autour de Nescus, sont caractérisées par les calcschistes du Dévonien et les pélites du Viséen.

Le Trias est présent dans le fond de vallée à hauteur de la Bastide-de-Sérou avec des niveaux marneux et évaporitiques (argiles bariolées et gypse) (figure 49).

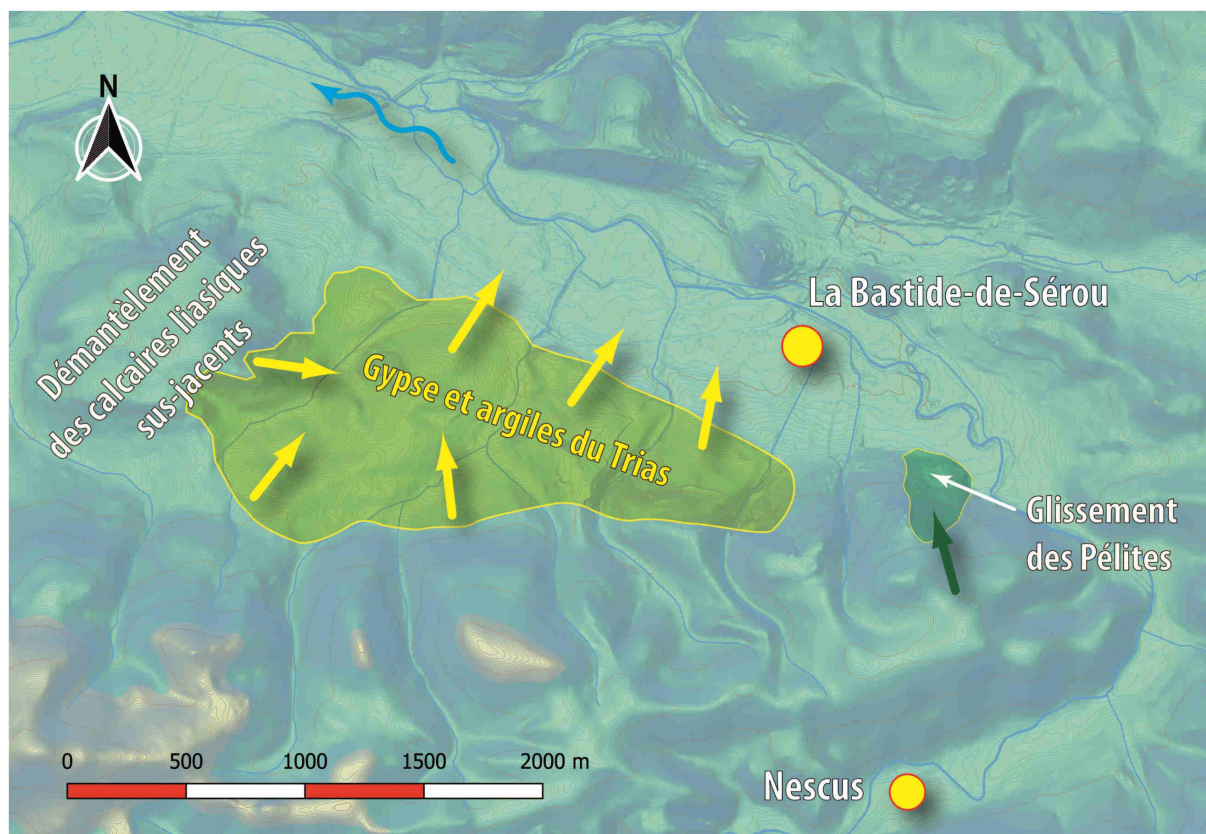


figure 49 : carte du bassin d'alimentation du paléolac de l'Arize. La grotte du Mas d'Azil constitue l'exutoire principal du système lacustre dont une part de l'alimentation provenait des petits glaciers présents dans la tête de bassin supérieur. Source : Données IGN, SIG et infographie INRAP : Patrick Massan / Inrap, Didier Cailhol / Inrap-Edytem.

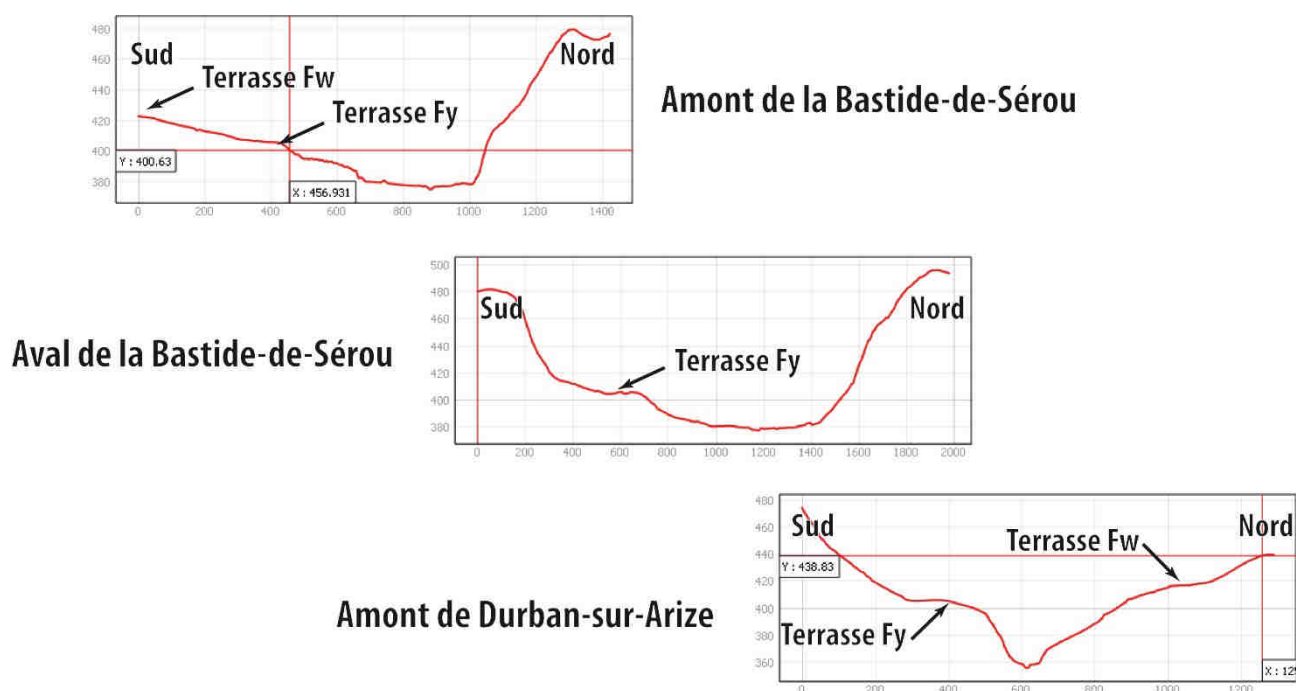


figure 50 : sections dans le lit de la vallée de l'Arize. Les niveaux de terrasse sont bien identifiés avec les niveaux horizontaux autour des altitudes 418 m NGF et 408 m NGF. Données IGN, SIG et infographie : Patrick Massan/Inrap, Didier Cailhol/Inrap-Edytem.

Les séries Jurassiques sont présentes en rive droite avec les calcaires du Kimméridgien, des dolomies noires vers Durban-sur-Arize. Ces niveaux sont recouverts par des séries de calcaires et de marnes crétacées, de l'Albien principalement. Une tectonique complexe issue du front de chevauchement installe en direction du nord un pli très fracturé dans lequel l'Arize installe une cluse. La partie centrale est composée essentiellement de structures plissées péliogréseuses et de conglomérats et de brèches de l'Albien et du Cénomani. À partir de Plagnette de Rieubach, en direction du nord, on retrouve les séries de calcaires de l'Éocène dans lesquels se développent les réseaux de galeries de la grotte du Mas-d'Azil (Cavallé *et al.* 1977, Souquet *et al.* 1982, Billotte 1985).

Les surfaces lacustres

Un premier niveau de lac démarre entre les localités de la Bastide-de-Sérou et Durban-sur-Arize à 360 m NGF et se prolonge jusqu'à la grotte, sous le niveau du col du Baudet. Il traverse les terrains du Trias et du Lias qui sont ici avec des recouvrements d'argiles à galets datant de la période messino-pliocène. Au lieu-dit le Plech, en aval de Durban-sur-Arize, l'Arize bifurque en direction du nord à travers le flysch crétacé et les terrains jurassiques. Une tectonique marquée affecte ce secteur, favorisant l'installation de la cluse (figure 50).

Dans le secteur de Durban-sur-Arize, le niveau à 360 m NGF se trouve juste en aval de la confluence entre l'Artillac et l'Arize.

Dans cette partie, la carte géologique indique des terrasses Fy entre les cotes 395 et 405 m NGF. Au lieu-dit Matercette, une terrasse Fw est positionnée à la cote 415 m NGF, la terrasse Fy vient s'emboîter à la cote 405m NGF. L'attribution au Würm est donnée par A. Cavallé. Cette terrasse se prolonge bien en amont de la Bastide-de-Sérou où elle marque le paysage de la rive gauche. Les morphologies de la terrasse Fw se retrouve également à la cote 415 m NGF, à cet endroit, en rive droite.

Les morphologies de cirques glaciaires

Les zones les plus élevées du bassin d'alimentation de la Haute-Arize montrent des morphologies de cirques glaciaires, notamment à partir des lignes de crêtes entre les cols de Rille et de Pégère et du Cap du Carmille. Sur le bassin du système Vicdessos-Ariège, Hubschmann a mis en évidence des morphologies similaires dans les versants voisins (Delmas 2009).

Le cirque glaciaire situé au sud-est entre les cols de Pégère et du Carmille a une surface de 3,6 km², celui juste à côté, à l'ouest du Col de Pégère a une surface de 0,83 km². Leurs altitudes sont comprises entre 1510 et 1360 m NGF. Le cirque à proximité du Col de Rille est de taille plus modeste. Il est situé à une altitude inférieure de celles des deux autres appareils, comprise entre 1360 et 1060 m NGF. Sa surface est de 0,95 km² (figure 51 A, B et C).

Premières pistes

Les morphologies de type cirque glaciaire de la partie haute du bassin d'alimentation montrent des cirques glaciaires de petites tailles. Leur position en basse altitude, malgré une exposition nord, les a rendus très sensibles aux variations de températures. Les incisions des vallons associés sont importantes avec des pentes marquées jusqu'au raccordement, au fond de la vallée de l'Arize qui se situe entre 5 à 7 km de distance un peu en amont de Nescus. Dans la partie entre Nescus, la Bastide-de-Sérou, la pente globale est de -2,5 %. Au débouché du versant sud, jusqu'à la Bastide-de-Sérou et Durban-sur-Arize, les pentes sont nettement plus faibles. Elles sont comprises entre -0,3 et -0,5 %.

Les niveaux de terrasses témoignent de ces évolutions au cours du Pléistocène et plus particulièrement lors de la seconde partie.

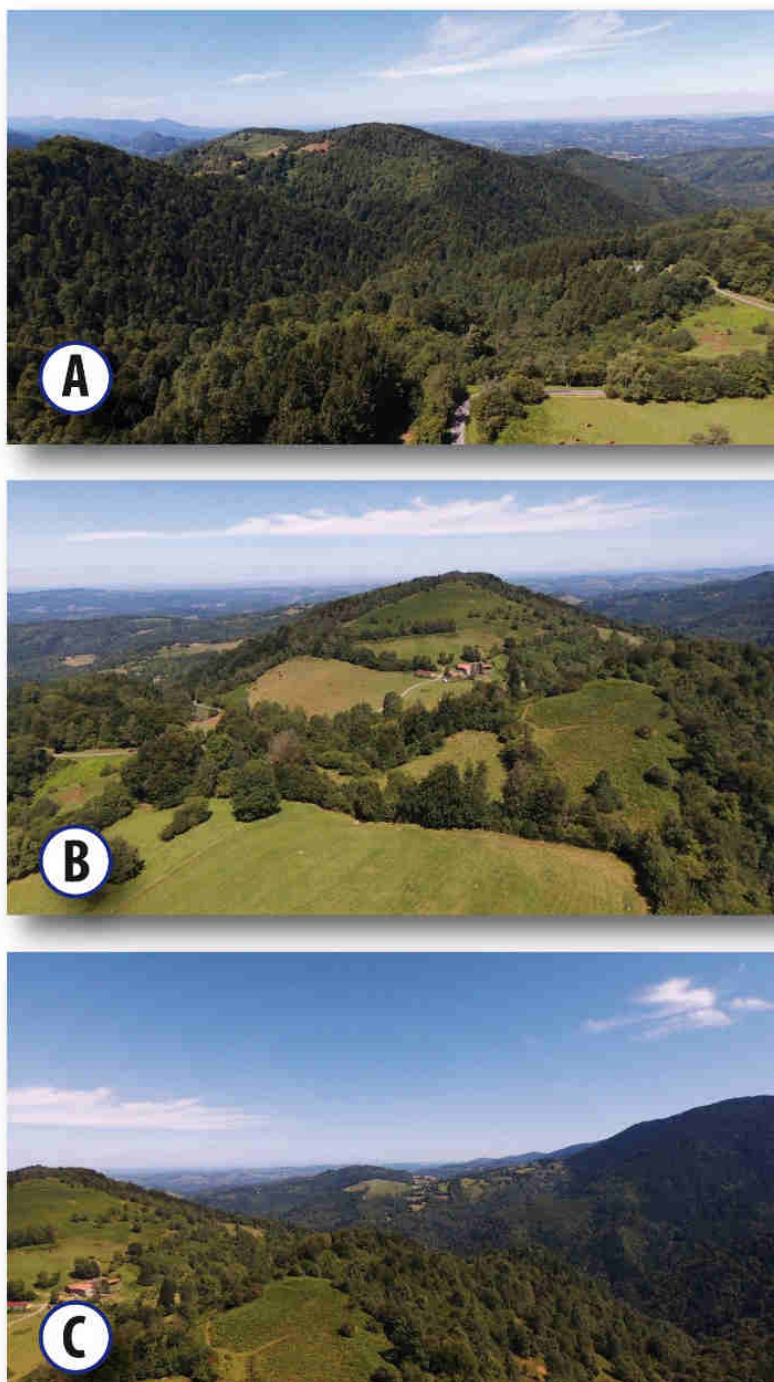


figure 51 : Vues en direction du nord des différents paysages issus des cirques glaciaires du Pléistocène. En A : vue en direction du nord-ouest, en B : direction du nord, en C : en direction du nord-est. Clichés : Didier Cailhol / Inrap-Edytem.

Le haut du bassin d'alimentation est constitué des terrains métamorphiques du Paléozoïque, la partie médiane des séries argileuses et évaporitiques du Mésozoïque. Ces structures présentent des signatures isotopiques bien marquées intéressantes à rechercher et à replacer dans une chronologie pour mieux caler le modèle d'évolution des remplissages et vidanges de la grotte ainsi que de la partie aval du lac.

Une démarche de prospection des zones de transition torrents glaciaires-rivière, rivière-lac, lac grotte peut être l'opportunité de retrouver des structures sédimentaires caractéristiques de ces zones d'interfaces.

La comparaison des cortèges sédimentaires de ces terrasses et ceux des dépôts de la grotte peut amener à une meilleure description des séquences dans la grotte et à la compréhension des dynamiques de remplissages et de vidanges des conduits au cours du Pléistocène.

La question des débits de fuites, que cela soit par le système de drainage de la grotte ou par les systèmes karstiques présents dans le massif sont à considérer pour comprendre les modalités d'écoulement et les dynamiques de dépôts dans la cavité.

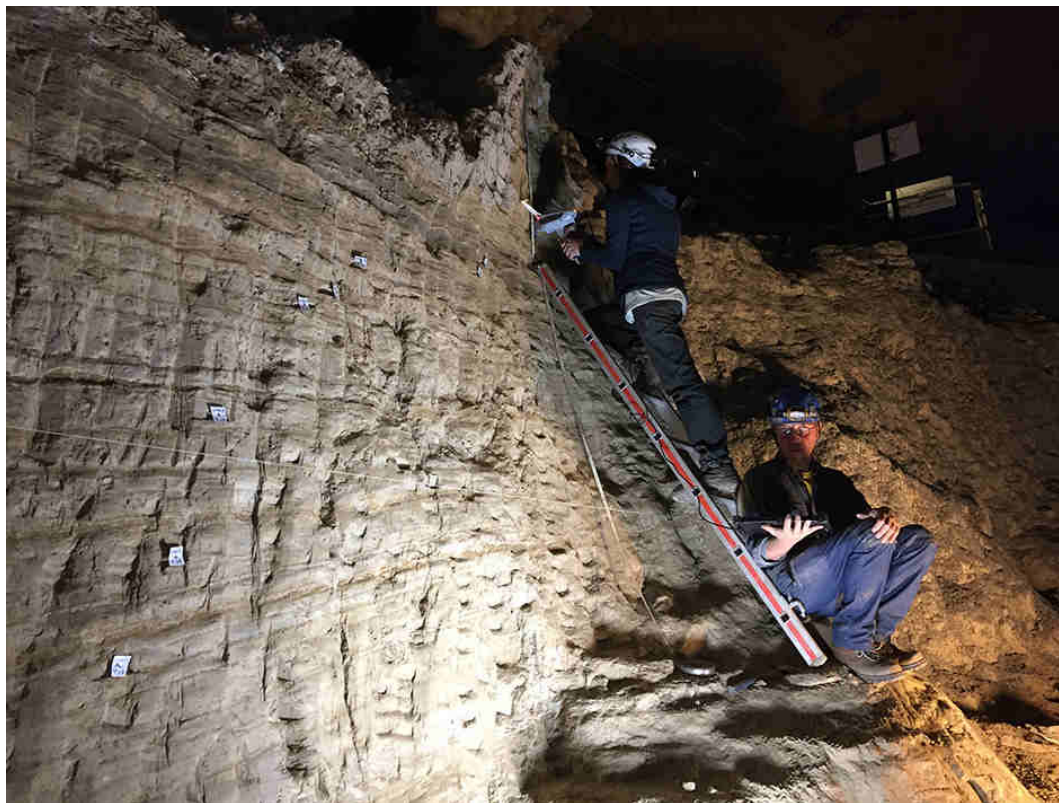


figure 52 : mesures XRF sur la partie lacustre de la coupe principale du secteur Théâtre en rive droite. Les étiquettes à gauche indiquent l'emplacement des prélèvements pour tester la composition géochimique des sédiments à l'aide d'un pistolet XRF et analyser en laboratoire notamment la granulométrie (cliché © Céline Pallier / Inrap-Traces).

Premières analyses géochimiques des sédiments lacustres endokarstiques

Localisations et méthode

En 2019, il a été décidé de faire les premières mesures de la composition géochimique de la séquence sédimentaire à partir de mesures de fluorescence x réalisées à l'aide d'un pistolet XRF Minolta disponible au laboratoire Géode (modèle XRF portable Niton XL3t GOLDD+). Une première campagne de terrain en juin a permis de prélever 25 échantillons de sédiments (18 dans la salle du Théâtre ; 2 dans la salle du Temple ; 2 dans la galerie des Ours ; 2 sur une banquette sédimentaire en Rive Gauche de l'Arize et enfin un échantillon en bordure du cours actuel de l'Arize) (cf. figure 52 et figure 53). Ces échantillons ont été broyés et mesurés au laboratoire. Il ressort de ces analyses que les sédiments lacustres sont notamment riches en Rb, Ti et K, alors que les sédiments actuels de l'Arize sont enrichis en Ca.

La séquence lacustre de la salle du Théâtre (3 m de puissance) a été localement nettoyée et rafraîchie afin de pouvoir mesurer *in situ* plus finement la variabilité de la composition géochimique du remplissage (figure 52). En juillet 2019 une série de 115 mesures a ainsi été acquise (selon un pas d'échantillonnage de 2 cm) sur les deux mètres supérieurs de la séquence de la salle du Théâtre (localisation sur la figure 53).

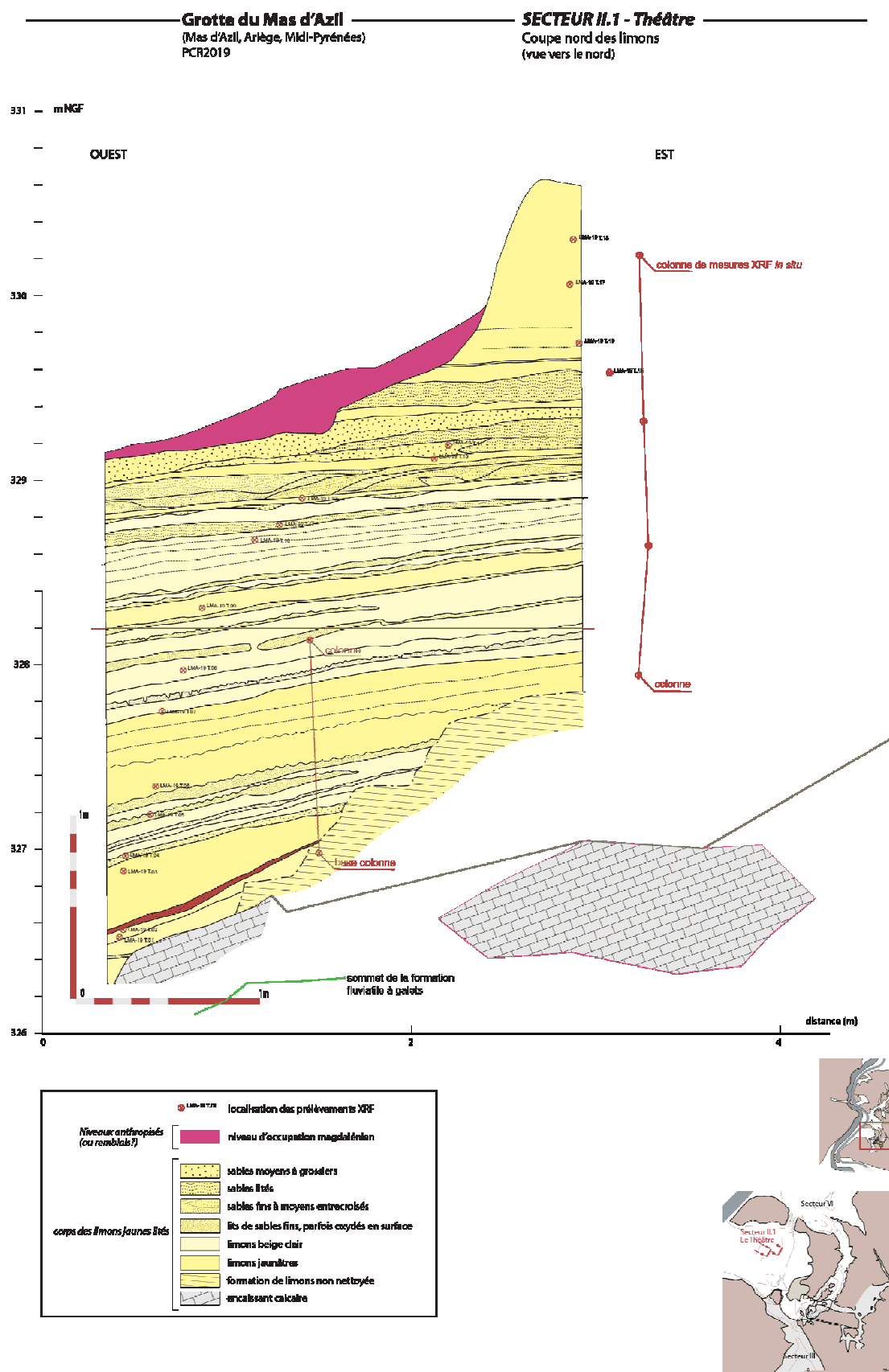


figure 53 : localisation des prélèvements et analyses directes sur la coupe fluviatile nord de la salle du Théâtre.
Dessin © Céline Pallier / Inrap-Traces, géolocalisation Vincent Arrighi / Inrap-Traces.

Résultats préliminaires

Les premiers résultats des mesures Xrf *in situ* de la séquence lacustre de la salle du Théâtre suggèrent que la composition du remplissage présente une variabilité à haute fréquence.

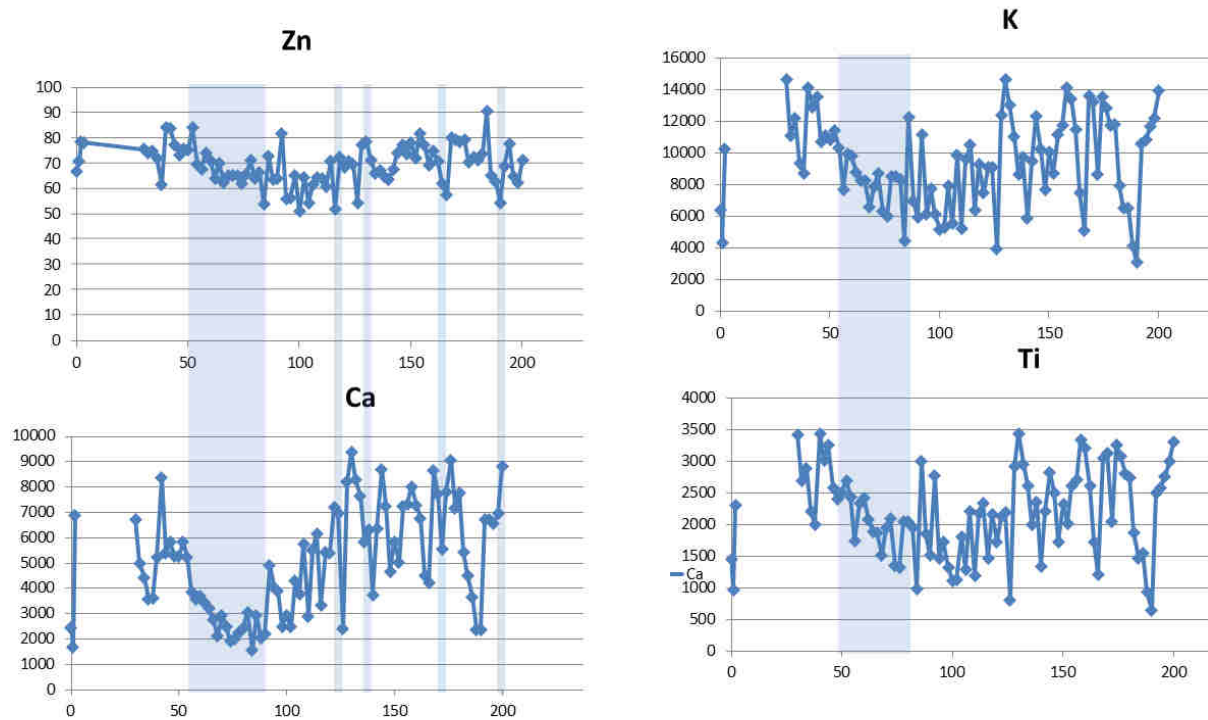


figure 54 : illustration de la variabilité de la composition géochimique des principaux éléments composant la séquence de la salle du Théâtre de la grotte du Mas d'Azil. © Emmanuel Chapron / Université de Toulouse-Géode.

Analyse statistique des premiers résultats d'analyses XRF

Le nombre important de données rend la lecture des premiers résultats et leur synthétisation difficile. Une analyse en composante principale (ACP) est une méthode qui permet de décrire et de résumer le jeu de données. Dans cette étude, on cherche à discriminer les données géochimiques pour identifier la présence ou non de plusieurs processus à l'origine de la formation des sédiments. D'autre part, on cherche à identifier des groupes d'individus qui pourraient présenter des caractéristiques sédimentologiques proches.

Le jeu de données et méthode

Les données géochimiques acquises lors de l'analyse XRF des sédiments constituent le jeu de données utilisé pour l'ACP. Les mesures XRF ont été effectuées tous les 2 cm sur un log d'environ 2 m, totalisant ainsi 90 individus. Pour chaque individu, les concentrations en 16 éléments chimiques différents ont été mesurées et le rapport Ca/Rb a été calculé. Les individus sont donc caractérisés par 17 paramètres géochimiques qui forment les variables quantitatives du jeu de données.

L'ACP est exécutée à l'aide du logiciel R.

Résultats

La dimension 1 représente 48% de la variabilité totale du jeu de données (figure 1). Les variables qui contribuent cet axe sont le potassium (K), le titane (Ti), le vanadium (V), le calcium (Ca), le rubidium (Rb), le chrome (Cr), le strontium (Sr), le zinc (Zn), le zirconium (Zr), le thorium (Th) et le rapport Ca/Rb.

La dimension 2 constitue 13% de la variabilité totale (figure 55). Elle est formée essentiellement par l'arsenic (As) et le fer (Fe).

La dimension 3 représente 7% de la variabilité totale (figure 56). Les éléments du plomb (Pb) et du cuivre (Cu) ont la contribution la plus forte à cet axe.

figure 55: résultats de l'ACP - Projection des variables sur les dimensions 1 et 2. Sidney Roussel.

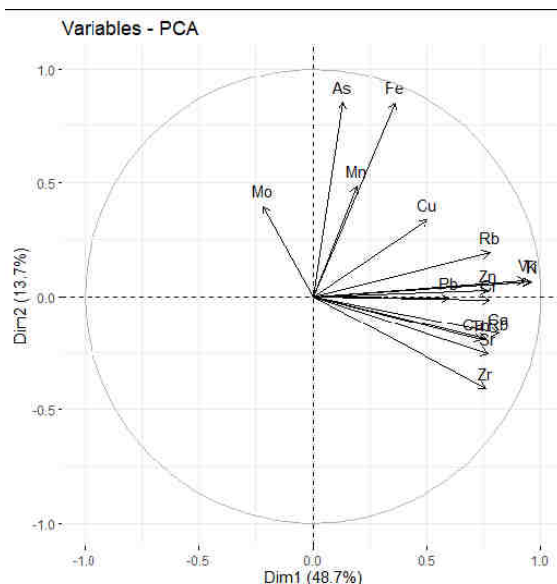
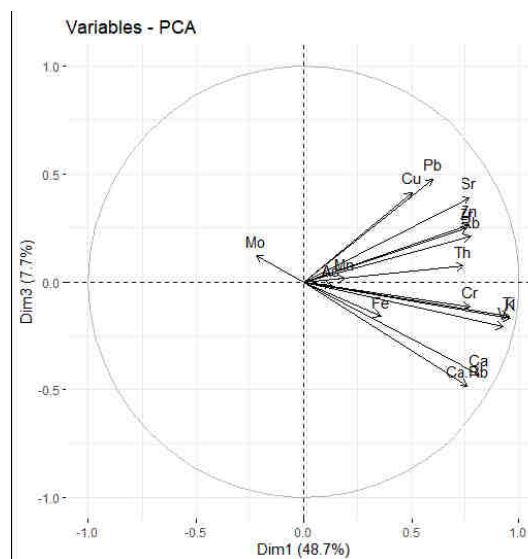


figure 56 : résultats de l'ACP - Projection des variables sur les dimensions 1 et 3. Sidney Roussel



Les dimensions 1 et 3 totalisent 61% de la variabilité totale et sont donc les axes les plus représentatifs du jeu de données. La figure 55 montre que les variables sont projetées sur la dimension 1 majoritairement. On remarque également que les flèches représentant chaque variable pointent dans la même direction et ont une longueur (un poids) quasiment identique. En regardant de plus près, les variables correspondent à des éléments chimiques variés (figure 55). Les éléments chimiques qui contribuent à la dimension 1 peuvent être autant issus de l'altération de roches ignées (potassium ou zirconium) qu'à l'altération de roches sédimentaires carbonatées (calcium). Les variables ne permettent donc pas de discriminer les données entre elles.

Du point de vue de la contribution des individus aux axes 1 et 2, on remarque que la répartition des individus est diffuse (figure 57). L'ACP n'a également pas permis de discriminer de groupes d'individus (ou des échantillons).

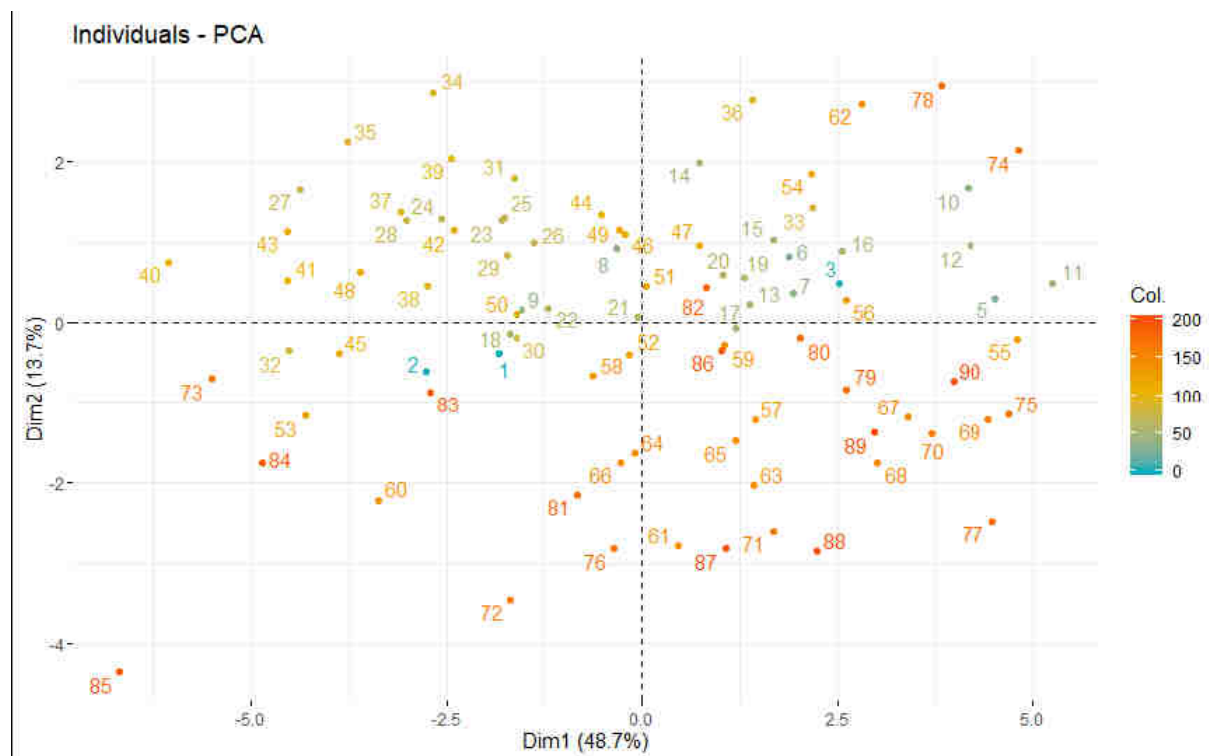


figure 57: résultats de l'ACP - Contribution des individus aux dimensions 1 et 2. Dessin Sidney Roussel.

Les résultats de l'ACP n'ont pas permis de clairement discriminer les données. Cela suppose que tous les éléments composant les sédiments lacustres dans la salle du Théâtre sont d'origine terrigène (issue de l'érosion du bassin versant). Il est probable que cette séquence constitue un enregistrement de l'évolution de la charge en suspension de l'Arize au cours du temps.

Parce que les sédiments fluviaux actuels de l'Arize semblent être plus riches en Ca que les sédiments du paléo lac de l'Arize, il est possible que les sources sédimentaires de l'Arize aient pu évoluer en période glaciaire ou interglaciaire. Il est en effet probable que l'érosion des glaciers de la partie amont du bassin de l'Arize a été plus intense en période glaciaire, et que le réchauffement du climat a par la suite provoqué la disparition des glaciers et le retour d'un couvert végétal dans le bassin versant, limitant ainsi les phénomènes d'érosion comme dans les Pyrénées Ariégeoises (Jalut *et al.* 1982).

Perspectives

Il conviendra de terminer l'analyse de la base de la séquence de la salle du Théâtre à l'aide du pistolet XRF et de mesurer d'autres séquences lacustres identifiées dans la grotte pour confirmer que tous les dépôts lacustres sont similaires et ainsi probablement synchrones.

Il faudra aussi préciser l'origine des sources sédimentaires des dépôts lacustres dans la grotte du Mas d'Azil. Pour cela, il faudra notamment analyser à l'aide de l'XRF la composition des sédiments fins constituant les terrasses fluvio-glaciaires identifiées en amont du bassin versant de l'Arize (figure 50). Il faudra aussi rechercher des dépôts deltaïques à l'affleurement dans la partie amont du paléolac de l'Arize pour connaître la cote altitudinale approximative du plan d'eau et ainsi estimer la paléo bathymétrie des dépôts lacustres en rive droite de l'Arize dans la grotte du Mas d'Azil.

Il apparaît nécessaire d'effectuer des analyses granulométriques des échantillons prélevés dans les séquences lacustres des salles du Théâtre, du Temple et dans la galerie des Ours.

Enfin, il conviendra également d'explorer la géométrie et la composition des dépôts sédimentaires sub-horizontaux localement laminés (lacustres ?) identifiés en rive gauche de l'Arize à des altitudes légèrement plus faibles qu'en rive droite. La chronologie plus tardive des occupations humaines dans cette partie de la grotte en est sans doute à l'origine

Observations stratigraphiques

Par Céline Pallier avec la collaboration de Laurent Bruxelles, Didier Cailhol, Grégory Dandurand, Marc Jarry, Sidney Roussel et Philippe Vernant

Cette année, les interventions sur le terrain ont eu pour objectif :

- de finaliser les relevés stratigraphiques dans la grotte, côté rive droite de l'Arize ;
- de compléter relevés topographiques afin de pouvoir corréler ces stratigraphies à l'échelle de la grotte ;
- de prospecter et caractériser l'extension amont du paléolac ;
- de prospecter et cartographier les différents niveaux de replats et terrasses alluviales à l'aval de la grotte afin de les caractériser et de les corréler avec les dépôts dans la grotte.

Les relevés stratigraphiques dans la grotte du Mas d'Azil, rive droite de l'Arize

Dans la salle du Théâtre :

- le relevé de la coupe dite « de la Billetterie » a été finalisé (figure 58) ;
- le relevé de la coupe des dépôts de limons jaunâtres côté nord de la salle a été effectué (figure 53). Afin de compléter l'observation de cette séquence fluviatile, plusieurs colonnes stratigraphiques des dépôts fluviaux grossiers ont été nettoyées et relevées (figure 59, figure 60 et figure 61).

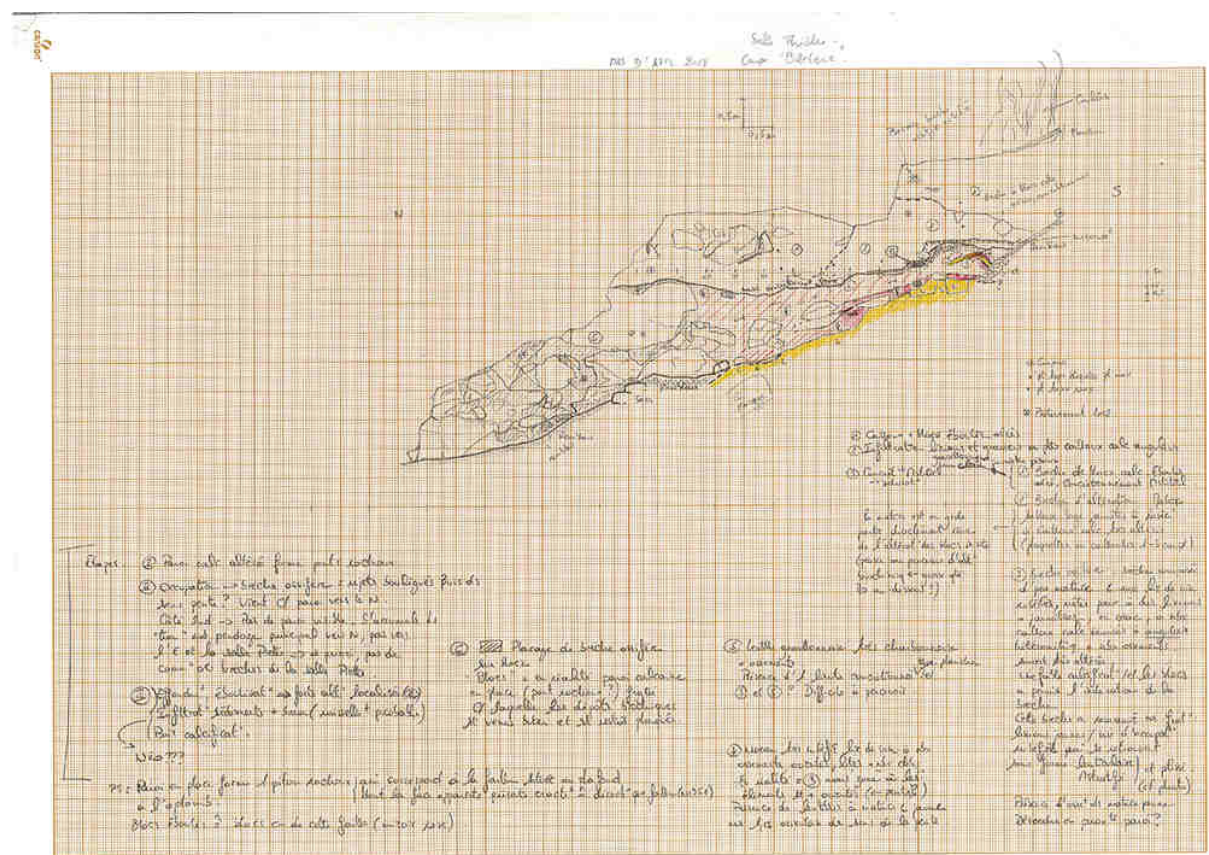


figure 58 : secteur Théâtre, relevé brut de la coupe dite « de la Billetterie ». C. Pallier / Inrap-Traces.

figure 59 : secteur Théâtre, relevé brut de la séquence générale, partie supérieure. Relevé Céline Pallier / Inrap-Traces.

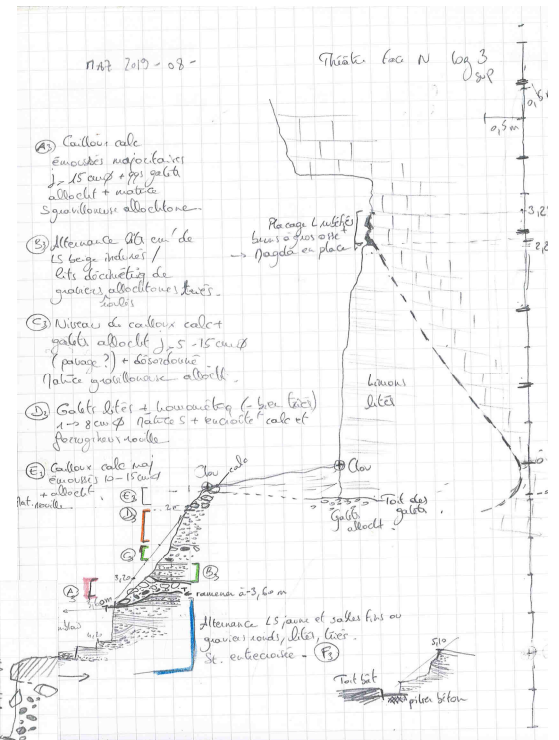


figure 60 : secteur Théâtre, relevé brut de la séquence générale, partie médiane. Relevé Céline Pallier / Inrap-Traces.

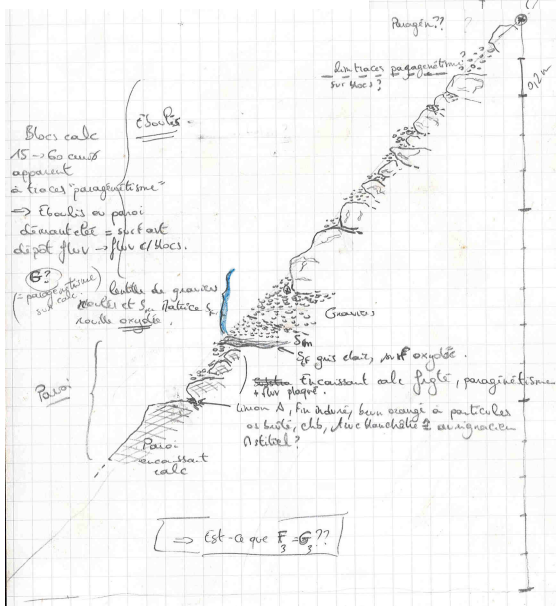
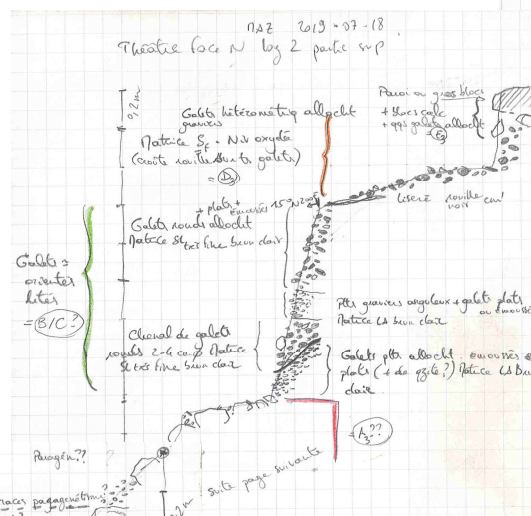


figure 61 : secteur Théâtre, relevé brut de la séquence générale, partie inférieure. Relevé Céline Pallier / Inrap-Traces.

Dans la salle des Conférences, un transect a été dessiné afin de faire le lien entre les concrétionnements de gours à la sortie de la galerie du Renne et les niveaux observés sur la paroi à l'aplomb de la galerie des Ours (figure 62).

La galerie des Ours a été relevée sous forme d'une succession de petites coupes (figure 63, figure 64, figure 65 et figure 66).

Côté relevés stratigraphiques, il ne restera plus qu'à compléter la base de la coupe centrale de la salle du Théâtre et la coupe associant galets/gélinfracts et limons dans la salle du Temple.

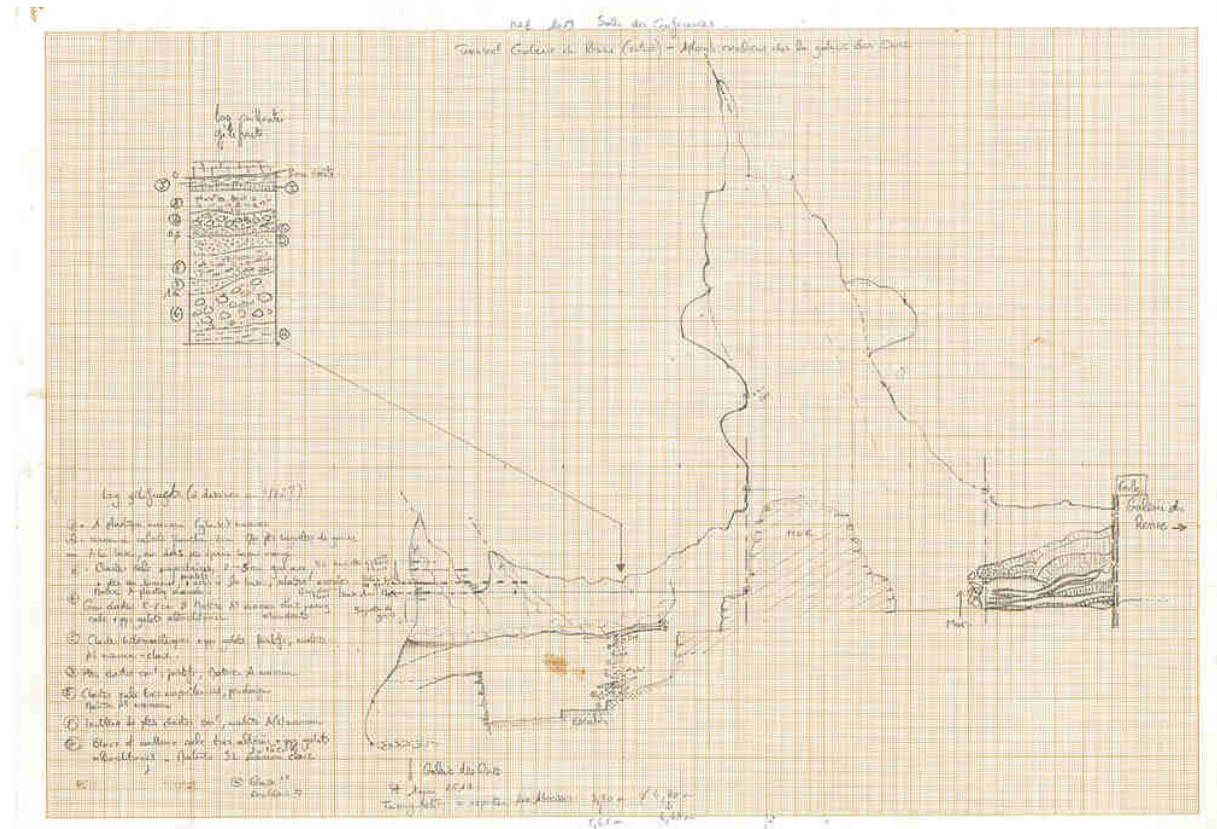


figure 62 : salle des Conférences, relevé brut du transect est-ouest entre les gours de la galerie du Renne et la galerie des Ours. Relevé Céline Pallier / Inrap-Traces.

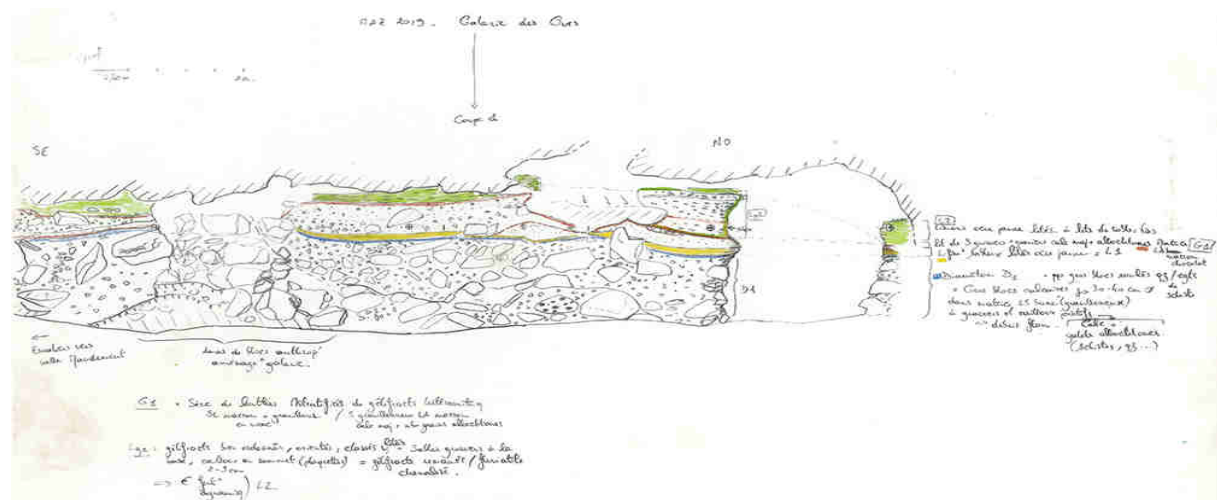


figure 63 : galerie des Ours, relevé brut 01. Relevé Céline Pallier / Inrap-Traces.

figure 64 : galerie des Ours, relevé brut 02. Relevé Céline Pallier / Inrap-Traces.

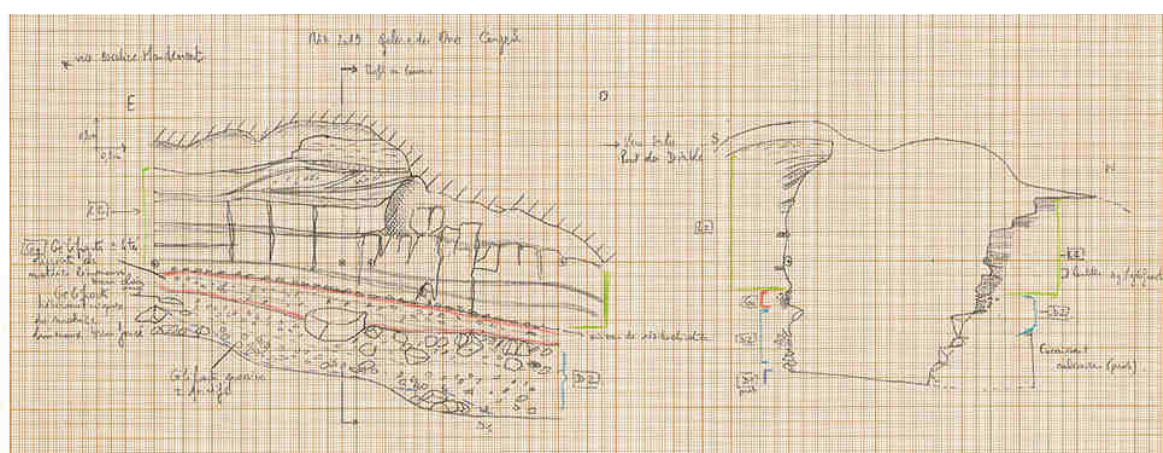
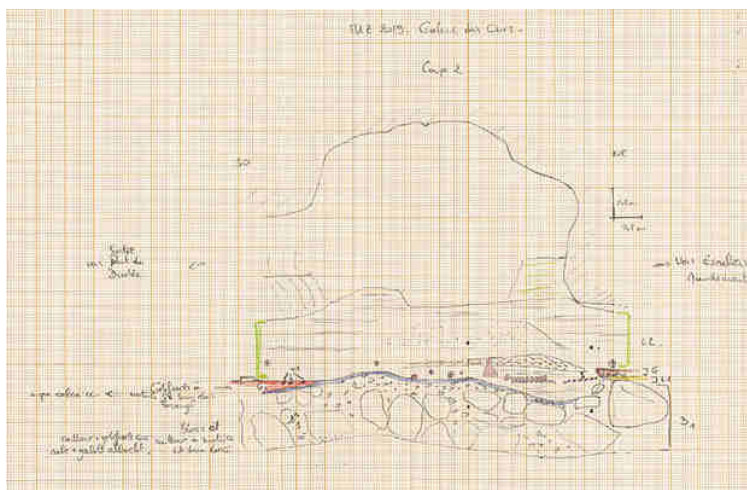


figure 65 : galerie des Ours, relevé brut 03. Relevé Céline Pallier / Inrap-Traces.

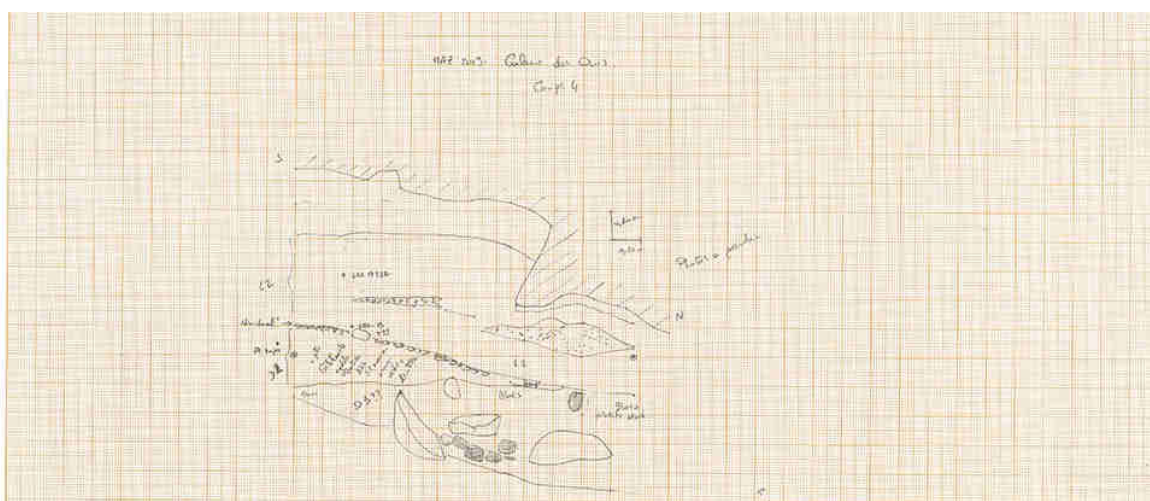


figure 66 : galerie des Ours, relevé brut 04. Relevé Céline Pallier / Inrap-Traces.

Observations en amont de la cavité

Un jour et demi de prospection dans les vallées du Pujol, de l'Arize et des Hounts nous a permis d'observer les morphologies à la cote 360 m NGF, qui est la cote maximale d'extension du remplissage sédimentaire du paléolac de Maury (figure 67). Aucune morphologie de cône ou delta n'a été observée dans ces parties amont.



figure 67 : vue du paléolac de Maury vers l'ouest. Cliché © Céline Pallier / Inrap-Traces.

Dans la vallée de l'Arize, des observations ont été faites dans le virage au niveau de la ferme du Caoué, où des sédiments fins de décantation avaient été observés, et dans lesquels des bois avaient été signalés. La végétation a beaucoup poussé à cet endroit et la berge s'est affaissée (figure 68 et figure 69). Aucune observation complémentaire n'a pu être réalisée. Quelques dizaines de mètres vers l'aval, les berges sont aménagées (digues) et les racines des arbres ont totalement perturbé les bordures de l'Arize. Aucune observation sédimentaire n'a, encore une fois, été possible.



figure 68 : les berges de l'Arize juste à l'aval du virage du Caoué. Les berges sont empierrées et envahies par les racines des arbres. Cliché © Céline Pallier / Inrap-Traces.

figure 69 : Les berges de l'Arize, juste à l'aval du Caoué. Les berges sont partiellement aménagées avec de gros blocs. Cliché © Céline Pallier / Inrap-Traces.



Vers l'amont, au niveau du gué au sud du Saret, la rivière a creusé son lit sur environ deux mètres au sein de limons (mêlés de cailloux ?), correspondant à des limons d'inondation classiques de plaine alluviale (figure 70).



figure 70 : le lit de l'Arize encaissé dans les limons de crue. Cliché © Céline Pallier / Inrap-Traces.

Dans la vallée du Pujol, au niveau du gué juste à l'aval de Clermont, la rivière a creusé son lit au sein de limons sableux d'inondation sur environ 1,60 m, peut-être un peu plus (figure 71).

figure 71 : lit du Pujol encaissé dans les limons d'inondation. Cliché Laurent Bruxelles / Cnrs-Inrap-Traces.



Vers l'amont, des remplissages avec des morphologies de replats sont encore présents à la cote 360 m NGF, en contrebas de la source/fontaine.

Plus aucune morphologie de ce type (crue) n'est visible à partir de la cote 370 m NGF, juste à l'aval de la Grausse, où la vallée devient très encaissée et sans dépôt fluviatile (figure 71).

Dans la vallée des Hounts, un petit ruisseau prend naissance dans un champ, au fond d'une petite vallée en berceau. Ses bordures sont aménagées : aucune observation sédimentaire des sédiments du vallon n'a pu être faite. En outre, aucune morphologie particulière n'apparaît (figure 72).

figure 72 : berge aménagée du ruisseau des Hounts dans sa partie extrême amont. Cliché © Céline Pallier / Inrap-Traces.



Ainsi, aucune morphologie qui témoignerait de l'arrivée d'une rivière dans un milieu lacustre n'a été observée.

Toutefois, un petit cône de déjection est visible dans la topographie au débouché du tributaire situé entre les Fourmigues et Jonquères.

Observations en aval de la cavité

Cette prospection s'est déroulée entre le Mas d'Azil et Campagne-sur-Arize.

Deux secteurs sont définis : entre le Mas d'Azil et l'entrée de la cluse de Sabarat et à l'aval de la cluse de Sabarat, jusqu'à Campagne-sur-Arize.

Dans la première partie, on remarque plusieurs niveaux :

- la basse plaine (283-285 m NGF / +2 à +4 m au-dessus de l'étiage), constituée uniquement par des limons sur parfois jusqu'à 2 à 3 m d'épaisseur apparente. À partir de la sortie du bourg du Mas d'Azil, la rivière s'écoule directement sur le *substratum* gréseux, sans charge de fond dans le lit (figure 73).



figure 73 : Le Mas d'Azil, sortie nord du bourg, au niveau du pont médiéval. L'Arize s'écoule directement sur le substratum gréseux. Elle a incisé les dépôts limoneux d'inondation de la basse plaine. Cliché © Céline Pallier / Inrap-Traces.

- les replats à 290-300 m NGF (+22 à +32 m), au niveau d'Xploria / Kokopelli et la terrasse de Radelanque (figure 74).

Au niveau d'Xploria, des galets très altérés sont présents contre et dans les fissures des formations gréseuses altérées. Ils sont notamment composés de grès à l'état fantôme et galets de quartz dans un degré d'altération très avancé (figure 75 et figure 76).

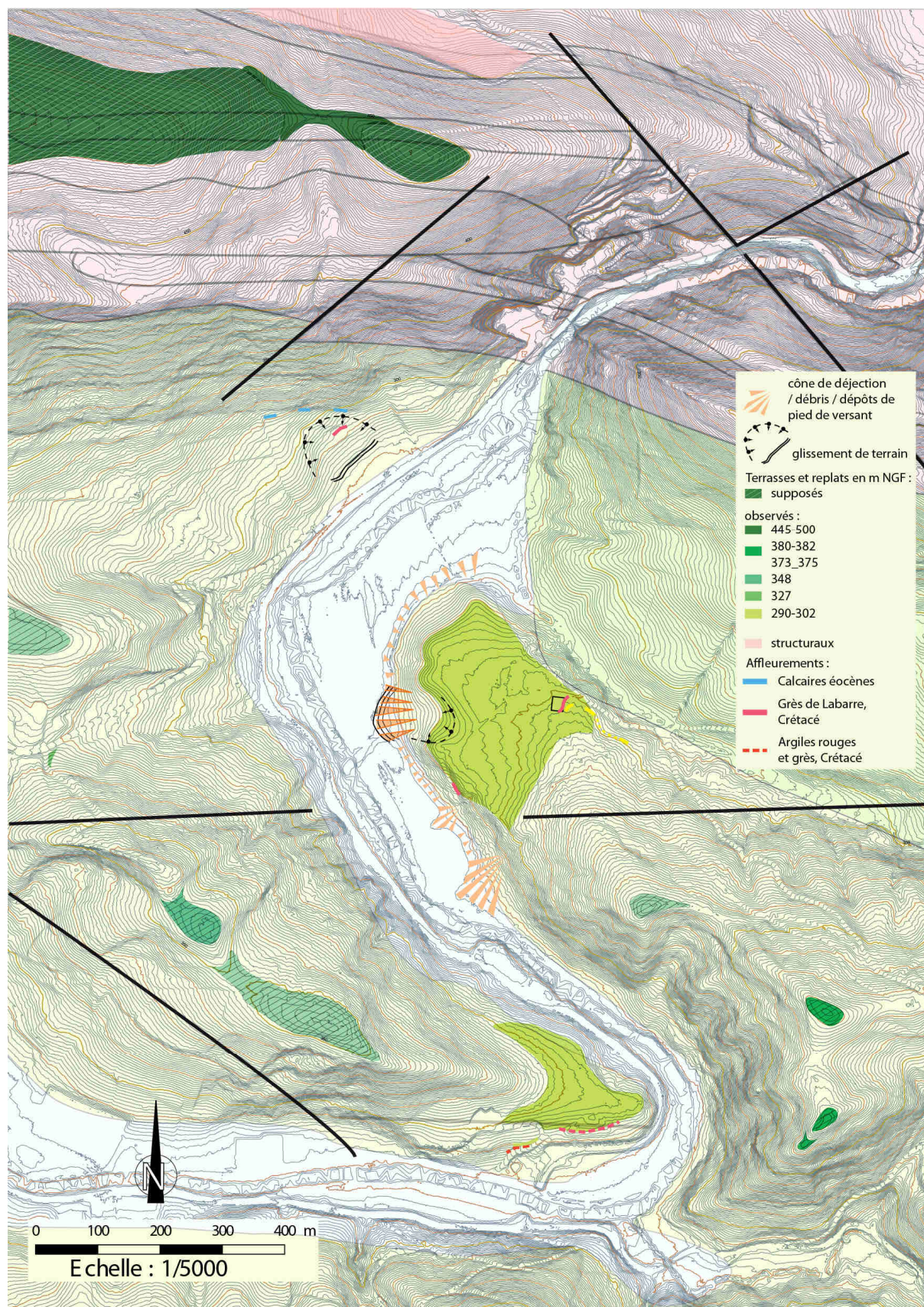


figure 74 : cartographie des formations superficielles entre Xploria et la cluse de Sabarat.. Dessin Céline Pallier / Inrap-Traces sur fond Patrick Massan / Inrap.

figure 75 : ci-contre et ci-dessous, replat d'Xploria-Kokopelli à 297 m. NGF. Clichés Céline Pallier / Inrap-Traces.



figure 76 : replat d'Xploria-Kokopelli, galets très altérés piégés dans les fissures du *substratum* gréseux très altéré également. Cliché © Céline Pallier / Inrap-Traces.



Seul un affleurement en contrebas de ce replat (290 m NGF) comporte des galets jointifs, plus petits, assez bien orientés et au cortège plus varié (présence de schiste) dont l'état d'altération est bien moindre.

Vers l'aval, le replat de Radelanque a été cartographié comme basse terrasse sur la carte géologique (Cavaillé *et al.* 1977). En effet, on observe une très belle morphologie plane, nettement découpée dans le paysage (figure 77).



figure 77 : terrasse de Radelanque, vue depuis l'ouest. Cliché © Céline Pallier / Inrap-Traces.

Mais, à l'instar du replat d'Xploria, les vestiges sédimentaires sont là encore très ténus. À 290 m NGF, à la base de la terrasse, on observe, comme à Xploria, des galets très altérés sur des grès, eux-mêmes fortement altérés.

À l'apex du replat, à 300 m NGF, on observe à la base des gros galets de quartz, fragmentés, sur le substratum gréseux très altéré et couvert par une couche de limons hétérogènes. Au-dessus se développe un niveau discontinu et très peu épais de galets de quartzite et quartz. Ce niveau est couvert par des limons très fins blanchâtres à beige très clair, pulvérulents, qui ne sont pas sans rappeler les limons de la salle du Théâtre. En surface, quelques galets se promènent (figure 78).



figure 78 : les galets à 310 NGF, à l'apex de la terrasse de la Radelanque. Cliché © Céline Pallier / Inrap-Traces.

À la sortie de la cluse de Sabarat et vers l'aval, sur la terrasse Fy à 290 m d'altitude NGF, le cortège pétrographique est plus varié (schistes plus nombreux) et beaucoup moins altéré qu'à l'amont (figure 81).

figure 79 : profil en long le long de la vallée de l'Arize. Dessin Patrick Massan / Inrap.

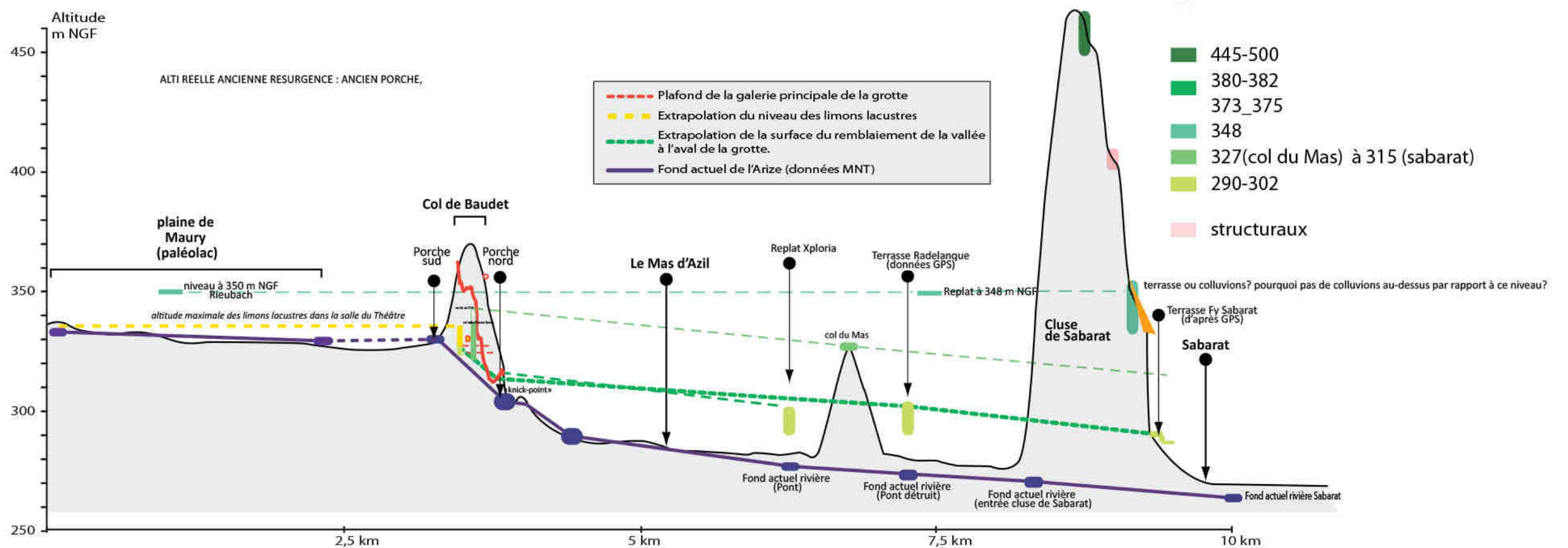
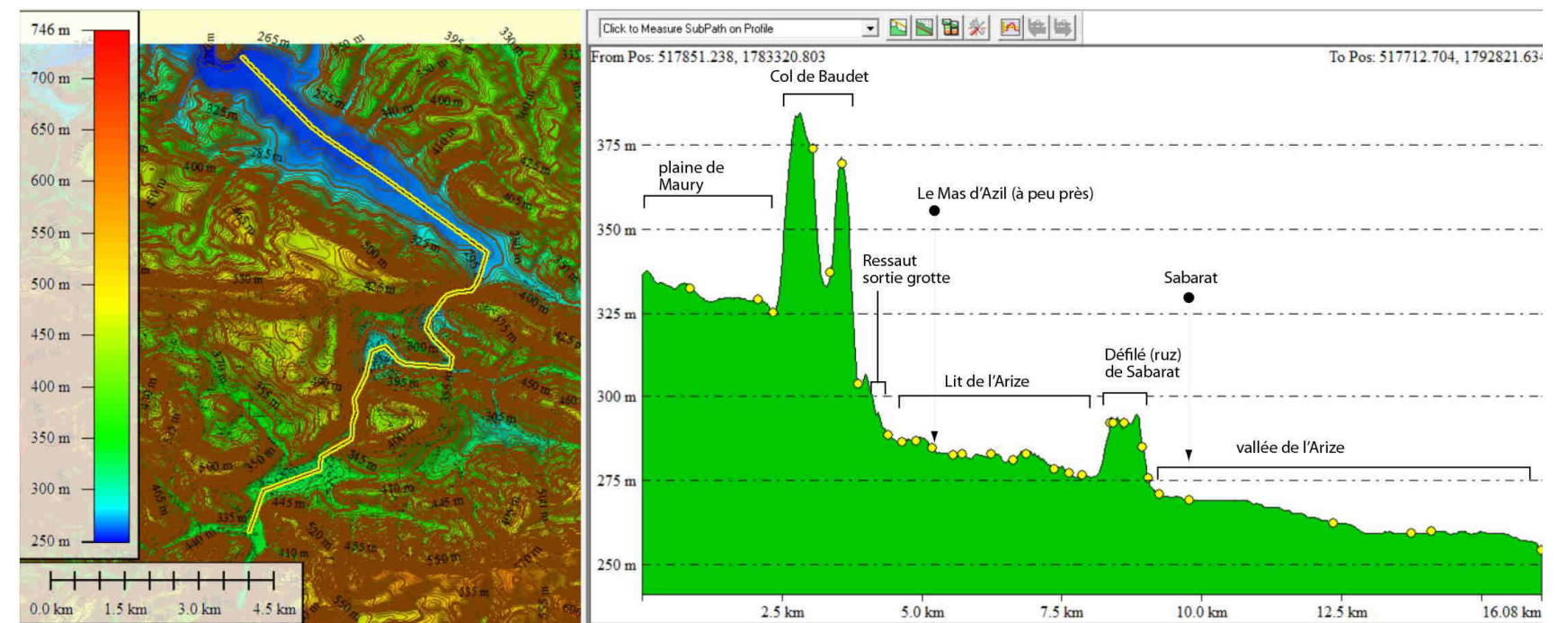


figure 80 : proposition de corrélation entre les dépôts contenus dans la grotte et les terrasses ou replats d'origine alluviale. Dessin Céline Pallier / Inrap-Traces sur projection Patrick Massan / Inrap.

figure 81 : terrasse à la sortie de la cluse de Sabarat (287-292 m NGF / +23 à +28 m). Cliché © Céline Pallier / Inrap-Traces.



- autres niveaux de terrasse :

Plusieurs autres replats étagés ont été repérés lors des prospections réalisées en décembre 2019.

On distingue en particulier :

- un niveau à 343 - 348 m NGF (+87 à +92 m, Babrequère, Campagne-sur-Arize) noté en colluvions sur la carte géologique mais qui pourrait correspondre à une terrasse. Le champ en prairie n'a pas permis une observation des galets, hormis à l'endroit d'une plate-forme aménagée. À cet endroit, une coupe a permis d'observer la présence de galets, dont une bonne partie sont calcaires.

- un niveau à 370 – 378 m NGF (+114 à + 122 m NGF, Les Serres et Le Major, Campagne-sur-Arize) qui pourrait correspondre à une moyenne terrasse. Ce niveau comprend de nombreux galets, dont une grande variété de quartzites (sombre, tachetée, ...), des quartz, des lydiennes, des grès, des conglomérats quartzeux, un peu de silex et un peu de basalte. On note l'absence de schistes. La matrice est limono-argileuse brun rougeâtre, parsemée de graviers de quartz.

- un niveau de terrasses anciennes (Fv-u) à 419-445 m (+155 à + 181 m, en rive droite de l'Arize à Cap de la Coste/Berbéziel d'en haut et la Cabane). Elles sont constituées de quartz et quartzites très altérées, avec un cortex d'altération de 2 à 5 mm, souvent cassées, de 20 à 30 cm de grand axe. Quelques silex (au cortex centimétrique) et lydiennes sont aussi présentes.

Du côté de la Cabane, de nombreux galets calcaires appartenant issus du démantèlement des formations conglomératiques oligocènes se mêlent aux quelques galets fluviatiles allochtones des hautes terrasses.

En rive gauche, une formation fluviatile ancienne, non cartographiée sur la carte géologique, a également été repérée au col de La Grange-Arbette, au niveau du col et en contrebas, à environ 445 m NGF. On y observe également de gros galets de quartz et quartzites altérées et rubéfiées jusqu'à 60 cm de grand axe, au cortex d'altération d'environ 3 mm d'épaisseur.

À partir de ces éléments, un profil en long préliminaire permet de proposer une corrélation entre les dépôts de la grotte et ceux des terrasses ou replats d'origine alluviale (figure 79 et figure 80).

Le sommet de ces dépôts de galets forme une pente régulière, <1%, et similaire à la pente du lit actuel. Ce profil en long, sera complété vers l'aval afin d'établir les corrélations jusqu'à la vallée de la Garonne.

Action 2-C : chronologie relative et datation des dépôts

Datations par la méthode du radiocarbone

Par Marc Jarry, Céline Pallier, François Bon et Laurent Bruxelles

Deux nouveaux échantillons avaient été envoyés au laboratoire de Lyon en 2017 pour datations par la méthode radiocarbone (Artemis) (Jarry *et al* 2017 : tab. 2 p. 91).

L'échantillon MAS2017C14-01, provenant du niveau 4 (le plus bas = P1 du relevé stratigraphique) de la coupe du passage bas du secteur IV.1 (galerie Breuil) n'avait malheureusement pas pu être daté, faute de collagène. Un échantillon de remplacement a été envoyé, provenant de la même coupe : MAS2017C14-02 (cf. inventaire des échantillons *in* Jarry *et al.* 2018). Cet échantillon provient du niveau 6 de la coupe du passage bas de la galerie Breuil (P2 du relevé stratigraphique, cf. figure 84, résultat numéro 24). Le résultat obtenu conforte que cette partie du remplissage est effectuée avec du sédiment du Magdalénien moyen (Ly-15934(SacA55694) :13730 +/- 60 BP, Cal BP 16861-16326), dans le même créneau chronologique que le reste de la grotte (cf. rapport de datation en annexe 1).

L'autre échantillon, MAS2018C14-01, situé sous les limons fluviatiles, à l'entrée nord de la galerie des Silex (base du pilier limoneux, cf. figure 84, résultat numéro 25) a été confirmé comme datable par le laboratoire de Lyon et envoyé à Saclay pour mesures. Le résultat donne une date qui se situerait au-delà de la méthode, supérieure à 45 000 ans (Ly-15935 (SacA55695), cf. rapport de datation en annexe 1). Il s'agit là d'une datation très intéressante, puisqu'elle placerait ce niveau charbonneux, reposant sur un niveau limoneux fortement rubéfié, dans une période antérieure au Paléolithique supérieur. Aurions-nous ici un témoignage fugace d'une occupation moustérienne de la grotte du Mas d'Azil ? Une chose est certaine, c'est que les charbons n'ont pas une origine naturelle puisqu'ils sont liés à un sol fortement rubéfié. Il conviendra en 2020 de renouveler la datation de l'échantillon.

Nous avons déjà intégré dans notre rapport les deux datations obtenues par la méthode du radiocarbone lors des phases de diagnostic archéologique sur la corniche le long de la RD199 (Lelouvier *et al.* 2016). Une date était rapportable au Magdalénien moyen toujours dans la même fourchette entre 17 000 et 16 000 cal BP (résultat n°19) et une à l'Epipaléolithique/Mésolithique (résultat n°20).

En 2019, quatre nouvelles datations ont été obtenues sur le même secteur de la corniche de la RD119 lors de l'opération de fouille archéologique préventive (cf. Lelouvier *et al.* 2020 et *infra*). 3 datations sont toujours dans la même fourchette du Magdalénien moyen :

- résultat n° 27 : Beta 528026 - 13 350 +/- 40 BP (16 240 à 15881 Cal BP) ;
- résultat n° 28 : Beta 530382 - 13230 +/- 40 BP (16 074 à 15 735 Cal BP) ;
- résultat n° 29 : Beta 528025 - 13 860 +/- 40 BP (16 999 à 16 558 Cal BP).

La quatrième date est très intéressante puisqu'elle a été réalisée sur des vestiges de microfaune provenant d'une couche localisée en contrebas des niveaux magdaléniens, dans une position similaire à celle des niveaux du sondage 6 (cf. rapports précédents, datations solutréenne et badegoulienne). Le résultat donne une date contemporaine d'un plein Solutrénien (résultat n° 26 : Beta 528027 - 21 380 +/-70 BP (25 885 à 25 543 Cal BP)).

Notons que nous avons ajouté dans notre tableau général (tableau 3) et dans les graphiques (figure 83 et figure 84) les datations publiées par Alteirac et Bahn en 1982. Ces dates renvoient elles aussi à une même phase du Magdalénien moyen, avec une régularité qu'il faudra interroger. La Rive Gauche permettra-t-elle d'obtenir des occupations plus réparties dans la chronologie du Magdalénien ?

Datations des sédiments par la méthode des cosmonucléides

Par Laurent Bruxelles, Céline Pallier et Oswald Malcles

Afin de préciser les rythmes d'évolution de la cavité, et notamment de caler chronologiquement l'importante phase d'aggradation sédimentaire enregistrée dans la salle du Temple, un prélèvement de galets avait été réalisé en 2015. Il s'agissait de tenter d'obtenir un premier âge d'enfouissement par la méthode des nucléides cosmogéniques. En effet, depuis leur accumulation dans la cavité, ces sédiments sont en grande partie protégés du rayonnement cosmique. Les isotopes, formés en surface grâce à ce rayonnement ont donc progressivement décru une fois les sédiments piégés sous terre. On utilise alors le rapport entre l'aluminium 26 et le béryllium 10 contenus dans les galets de quartz pour évaluer depuis combien de temps les sédiments sont stockés dans la grotte.

À ce stade, un seul échantillon avait été prélevé afin de tester la faisabilité de la méthode. Il provient de la partie centrale de la séquence alluviale relevée dans la salle du Temple, un mètre au-dessus de la piste touristique. Ainsi, si cette datation fonctionne, elle pourrait fournir un âge moyen de cette phase majeure de remplissage de la cavité. Cet échantillon a été confié au Laboratoire Prime Lab (Purdue University, Illinois). Les mesures ont fourni les résultats suivants :

User identification	Sample Mass	⁹ Be Carrier (mg)	Average Current (nA)	Interference (Counts/Sec)	¹⁰ Be Ratio (x10 ⁻¹⁵)	¹⁰ Be Std Dev (x10 ⁻¹⁵)	Total ¹⁰ Be Atoms	Std Dev	Carrier-Corrected Total ¹⁰ Be Atoms	Carrier-Corrected Std Dev	Cosmogenic ¹⁰ Be Atoms per gram SiO ₂	Std Dev	Relative Uncertainty (%)	Uncertainty in the AMS Measurement (%)
AZIL 01	28,598	0,2702	2949	2,6	124	6,3	2 239 132	113 757	2 216 565	114 439	77 508	4002	5,2	5,1

tableau 2 : résultats des mesures de l'échantillon CosmoAzil01, par le Laboratoire Prime Lab (Purdue University).

Les résultats d'analyse ont ensuite été interprétés par Oswald Malcles, doctorant en Géosciences à l'Université de Montpellier. Sur une plage de taux d'érosion donnée (ici entre 0 et 1000 m/Ma tous les m/Ma) la concentration initiale de ²⁶Al et de ¹⁰Be, et donc le rapport initial, a été modélisée. Ceci permet de ne pas fixer arbitrairement le rapport initial mais aussi d'avoir un contrôle qualité via les concentrations mesurées. L'obtention du minimum entre les concentrations et les rapports (mesurés et modélisés, selon différents âges d'enfouissement) permet d'obtenir le meilleur couple paléo-taux d'érosion et durée d'enfouissement.

Sur cette base, et bien que l'on se trouve en limite de code, il apparaît que cet échantillon est très récent, au point de vue géologique. Ainsi, l'âge d'enfouissement de l'échantillon Azil01 (résultat n° 31) serait de 0.15 +/- 0.005 Ma, avec un paléo-taux d'érosion : 50-100 m/Ma (le code donne 63.3 m/Ma).

Ce résultat, même s'il nécessite d'être affiné et contrôlé, est extrêmement intéressant. En effet, il cale cette importante phase d'aggradation sédimentaire au cours du stade 6 qui est correspond à l'avant-dernière grande phase glaciaire (Riss dans les Alpes). Ainsi, la grotte aurait enregistré, tout comme elle l'a fait dans la salle du Théâtre au dernier glaciaire, cette importante période de péjoration climatique. On perçoit donc ici tout l'intérêt de la grotte du Mas d'Azil comme enregistreur des paléoenvironnements passés. C'est probablement lors de cette phase majeure d'aggradation que la cavité a connu un important développement paragénétique et que les boucles successives, permettant de contourner les bouchons sédimentaires, se sont formées.

D'autres datations cosmogéniques seront bientôt réalisées sur l'ensemble de la séquence en collaboration avec l'Université de Montpellier. Il est important de bien contrôler l'âge de cette phase d'aggradation, non seulement pour l'histoire de la cavité mais aussi parce qu'elle correspond à un évènement climatique majeur dont la traduction morphologique est la mise en place du système de terrasses à l'échelle régionale.

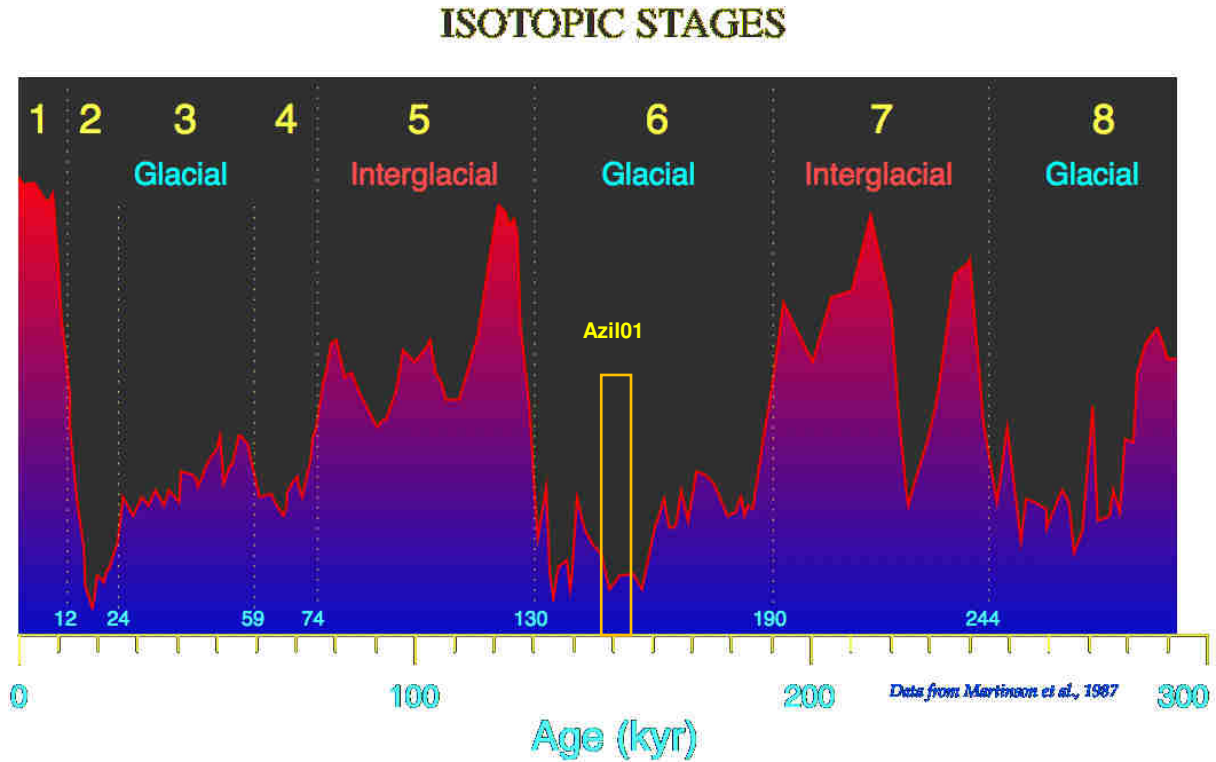


figure 82 : stades isotopiques de l'oxygène au cours des derniers 300 ka et localisation des résultats de la datation de l'échantillon Azil01 (d'après Martinson *et al.* 1987, modifié).

Réf Labo	Référence d'échantillon	Service	Prétraitement	Âge Mesuré	13C/12C		Calibration à 2 Sigma	Réf MAS
	2011			Annulé				
	2011			Annulé				
	2011			Annulé				
Gif-5679	Alteirac et Bahn 1982 Galerie des Silex					13400 +/- 1000 BP		A
Gif-5680	Alteirac et Bahn 1982 Galerie des Silex					13200 +/- 100 BP		B
Gif-5522	Alteirac et Bahn 1982 Salle Piette					13640 +/- 110 BP		C
Beta-322958	MA2012C14-16	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	13340 +/- 50 BP	-19.1 o/oo	13440 +/- 50 BP	Cal BC 14800 to 14590 (Cal BP 16750 to 16540)	01
Beta-322957	MA2012C14-14	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	13750 +/- 50 BP	-19.8 o/oo	13840 +/- 50 BP	Cal BC 15020 to 14900 (Cal BP 16970 to 16850)	02
Beta-322956	MA2012C14-12	AMS-Standard delivery	(charred material): acid/alkali/acid	3260 +/- 30 BP	-28.5 o/oo	3200 +/- 30 BP	Cal BC 1520 to 1420 (Cal BP 3470 to 3370)	03
Beta-322955	MA2012C14-11	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	11540 +/- 50 BP	-20.2 o/oo	11620 +/- 50 BP	Cal BC 11630 to 11410 (Cal BP 13580 to 13360)	04
Beta-322954	MA2012C14-08	AMS-Standard delivery	(charred material): acid/alkali/acid	9350 +/- 50 BP	-26.2 o/oo	9330 +/- 50 BP	Cal BC 8730 to 8460 (Cal BP 10680 to 10410)	05
Beta-322953	MA2012C14-07	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	33750 +/- 210 BP	-20.2 o/oo	33830 +/- 210 BP	Cal BC 37040 to 36560 (Cal BP 38990 to 38500)	06
Beta-322952	MA2012C14-06	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	34500 +/- 230 BP	-26.0 o/oo	34480 +/- 230 BP	Cal BC 38240 to 36890 (Cal BP 40180 to 38840)	07
Beta-322951	MA2012C14-05	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	34140 +/- 220 BP	-27.5 o/oo	34100 +/- 220 BP	Cal BC 37450 to 36700 (Cal BP 39400 to 38650)	08
Beta-316823	MA2011C14-11	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	32900 +/- 260 BP	-23.2 o/oo	32930 +/- 260 BP	Cal BC 36580 to 34810 (Cal BP 38530 to 36760)	09
Beta-316822	MA2011C14-10	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	33020 +/- 260 BP	-26.2 o/oo	33000 +/- 260 BP	Cal BC 36620 to 34860 (Cal BP 38570 to 36800)	10
Beta-316821	MA2011C14-09	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	32780 +/- 260 BP	-23.4 o/oo	32810 +/- 260 BP	Cal BC 36500 to 34740 (Cal BP 38450 to 36690)	11
Beta-315510	MA2011C14-08	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	13610 +/- 50 BP	-19.2 o/oo	13710 +/- 50 BP	Cal BC 14940 to 14840 (Cal BP 16890 to 16790)	12
Beta-315506	MA2011C14-04	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	30990 +/- 190 BP	-23.4 o/oo	31020 +/- 190 BP	Cal BC 34310 to 33870 (Cal BP 36260 to 35820), Cal BC 33710 to 33080 (Cal BP 35660 to 35030)	13

tableau 3 (partie 1) : ensemble des datations obtenues ce jour dans la grotte du Mas d'Azil. La colonne de droite indique en rouge un identifiant que nous avons donné à chaque date obtenue (© M. Jarry / Inrap-Traces).

Réf Labo	Référence d'échantillon	Service	Prétraitement	Âge Mesuré	13C/12C		Calibration à 2 Sigma	Réf MAS
Beta-315505	<u>MA2011C14-03</u>	AMS-Standard délivre	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	NA	NA	26150 +/- 130 BP	Cal BC 29120 to 28720 (Cal BP 31070 to 30670)	14
Beta-315504	<u>MA2011C14-02</u>	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	NA	NA	31030 +/- 190 BP	Cal BC 34320 to 33860 (Cal BP 36270 to 35810), Cal BC 33720 to 33090 (Cal BP 35670 to 35040)	15
Beta-315503	<u>MA2011C14-01</u>	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	NA	NA	32050 +/- 220 BP	Cal BC 34860 to 34410 (Cal BP 36810 to 36360)	16
Beta-421733	<u>MA2015C14-04</u>	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	17810 +/- 60 BP	-18.9 o/oo d15N/14N = +8.3 o/oo	17910 +/- 60 BP	Cal BC 19900 to 19600 (Cal BP 21850 to 21550)	17
Beta-421734	<u>MA2013C14-02</u>	AMS-Standard delivery	(charred material): acid/alkali/acid	5770 +/- 30 BP	-24.4 o/oo	5780 +/- 30 BP	Cal BC 4710 to 4545 (Cal BP 6660 to 6495)	18
Beta-421737	MA2015C14-03			Annulé				
Beta-21736	MA2015C14-02			Annulé				
Beta-421735	MA2015C14-01			Annulé				
Beta-436039	MAS2016-P08 Lelouvier <i>et al.</i> 2016	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali		$\delta^{13}C(0/00) = -22.7$	14190 +/- 40 BP	Cal BC 15405 to 15255 (Cal BP 17355 to 17205)	19
Beta-436040	MAS2016-P07 Lelouvier <i>et al.</i> 2016	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali		$\delta^{13}C(0/00) = -7.2$	9980 +/- 50 BP	Cal BC 9650 to 9580 (Cal BP 11600 to 11530) + Cal BC 9545 to 9475 (Cal BP 11495 to 11425) + Cal BC 9460 to 9340 (Cal BP 11410 to 11290)	20
Beta-445879	<u>MA2016C14-01</u> SD 6 base	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	20090 +/- 80 BP	$\delta^{13}C(0/00) = -19.6$ $\delta^{15}N(0/00) = +12$ CN = +3.2 Wt %ot = +41.38 Wt %N = +15.05	20180 +/- 80 BP	Cal BC 22470 to 22125 (Cal BP 24420 to 24075)	21
Beta-449411	<u>MA2016C14-02</u> (exMA2015C14-05) Théâtre sondage 2.2 US4 Z11-12	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	34840 +/- 260 BP	$\delta^{13}C = 22.5$	34880 +/- 260 BP	Cal BC 38035 to 36840 (Cal BP 39985 to 38790)	22
Beta-449412	<u>MA2016C14-03</u> (exMA2015C14-06) Théâtre sondage 2.2 US5 Z15-16	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	33180 +/- 210 BP	$\delta^{13}C = 22 ; 0$	33230 +/- 210 BP	Cal BC 36320 to 34720 (Cal PB 38270 to 36670)	23
Artemis 2017/043	<u>MA2017C14-01</u>	AMS-Standard	bone	Pas assez de collagène				
Beta-2018	<u>MA2017C14-01b</u>	AMS-Standard	os	Pas assez de collagène				

tableau 4 (partie 2) : suite du tableau 3.

Ref Labo	Référence d'échantillon	Service	Prétraitement	Âge Mesuré	13C/12C		Calibration à 2 Sigma	Ref MAS
Artemis 2017/044 Id : Ly-15935 (SacA55695)	MA2018C14-01 Base pilier galerie des silex	AMS-Standard	Sédiment charbonneux	> 45000 BP	Valeur non disponible	> 45000 BP	> 45000 BP	24
Artemis 2018/043bis Ly-15934(SacA55694)	MA2017C14-03 Secteur IV.1 coupe passage bas – base niveau 7 – P3	AMS-Standard	os	13730 +/- 60 BP	Valeur non disponible	13730 +/- 60 BP	Cal BC 14911 à 14376 (Cal BP 16861 à 16326)	25
Artemis 2018/	En attente	AMS-Standard	os					
Artemis 2018/	En attente	AMS-Standard	os					
Artemis 2018/	En attente	AMS-Standard	os					
Beta 2018 bis	MA2018C14-01 bis Base pilier galerie des silex	AMS-Standard	Charbons ce bois	Envoi en cours	Envoi en cours			
Beta-528027	MZL18-I2US42-43	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	21310 +/- 70 BP	-21.0 o/oo	21 380 +/- 70 BP	23936 to 23594 cal BC (25885 to 25543 cal BP)	26
Beta-528026	MZL18-F5US27-103	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	13260 +/- 40 BP	-19.6 o/oo	13350 +/- 40 BP	14291 to 13932 cal BC (16240 to 15 881 cal BP)	27
Beta-530382	MZL18E5US27-103a	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	13140 +/- 40 BP	-19.6 o/oo	13230 +/- 40 BP	14125 to 13786 cal BC (16074 to 15735 cal BP)	28
Beta-528025	MZL18-E5US7-97	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	13780 +/- 40 BP	-20.3 o/oo	13860 +/- 40	15050 to 14609 cal BC (16999 to 16558 cal BP)	29
Purdue University – Bassam Ghaleb UQAM	Carotte massif entrée 1 galerie Breuil	U/Th	calcite	13000 +/- 3000	/	13000 +/- 3000	(Cal BP 13000)	30
Purdue University	Cosmo-Azil01	Cosmonucléides	sédiments	155 000	/	0.15 +/- 0.005 Ma	(cal BP 155 000 - 145 000)	31

tableau 5 (partie 3) ; suite du tableau 3.

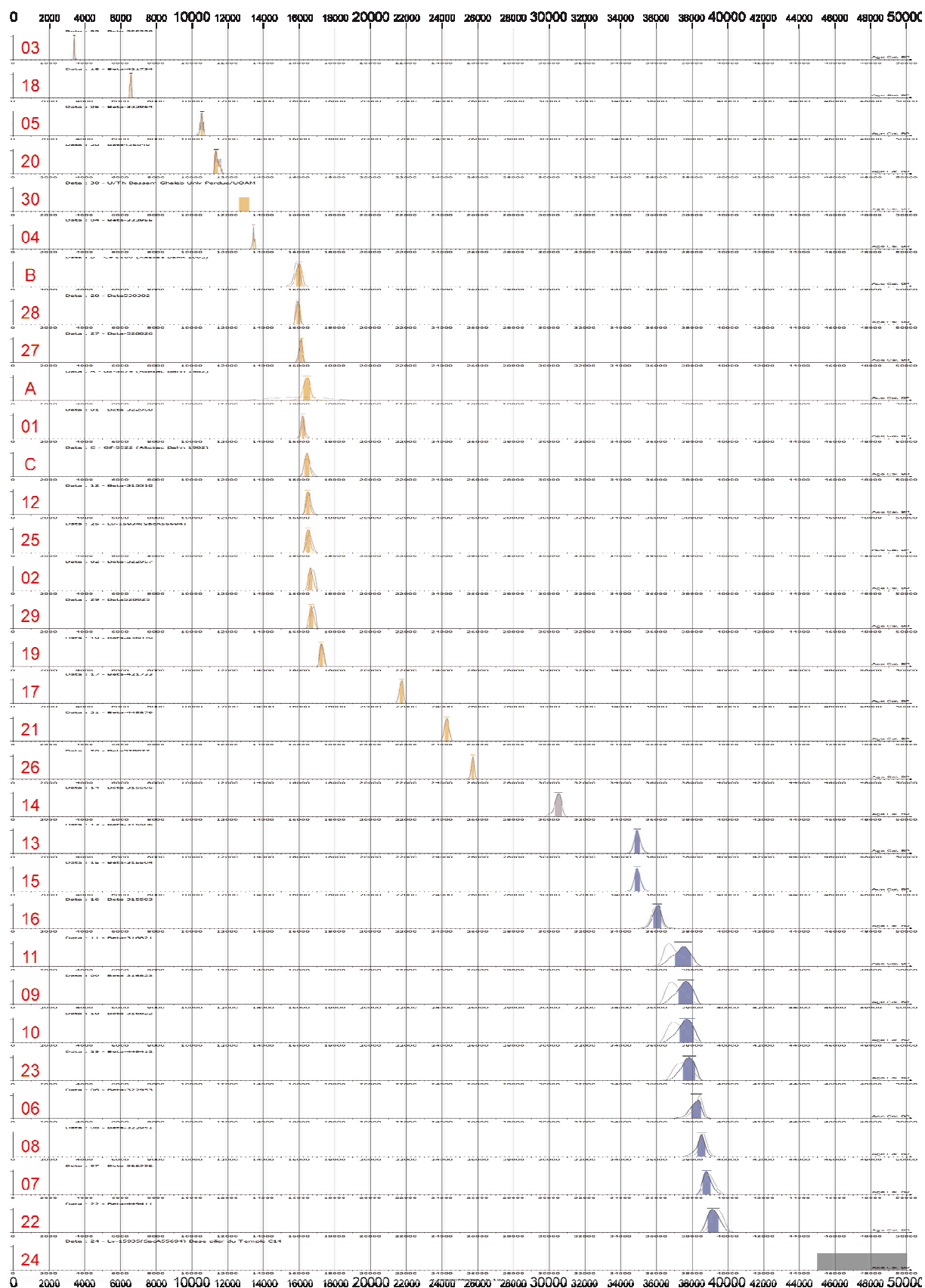


figure 83 : compilation de l'intégralité des datations calibrées BP réalisées dans la grotte du Mas d'Azil (sauf cosmonucléides) (dessin © M. Jarry / Inrap-Traces d'après calibration et graphique © ChronoModel 2.0.18, sauf U/Th N°30 et date hors méthode N°24)

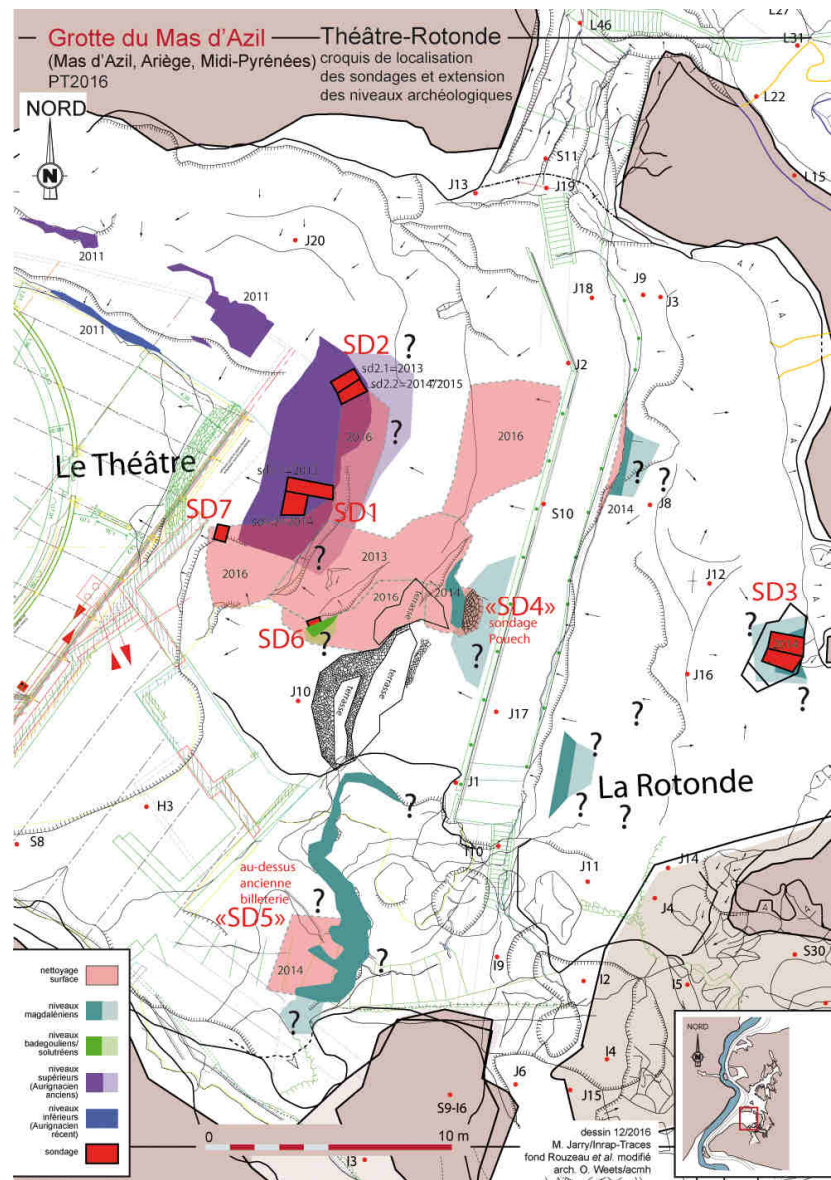
3.4. Axe 3 - Archéologie

Action 3-A : caractérisation archéologique des remplissages et des formations superficielles

Par Marc Jarry

Cette action, alimentée par l'ensemble des autres axes et actions, permettra à terme de disposer d'une cartographie détaillée des niveaux archéologiques conservés ou potentiellement conservés. Nous reprenons, comme exemple, la figure 85 (état 2016), pour le secteur du Théâtre/Rotonde, le plus riche. Cette action est presque terminée pour la rive droite (livraison de la cartographie pour 2019). Elle sera aussi réalisée pour la Rive Gauche.

figure 85 : cartographie des niveaux archéologiques et des sondages dans le secteur II Théâtre/Rotonde. Dessin © M. Jarry sur fond Rouzaud *et al.* 1983 modifié 2013 et 2014 V. Arrighi / Inrap.



Action 3-B : évaluation complémentaire des niveaux archéologiques du secteur II (Théâtre/Rotonde/Stérile)

Secteur II.1 (Théâtre)

État d'avancement

Par Marc Jarry

Le rebouchage des sondages de ce secteur n'est toujours pas, volontairement, totalement terminé. En effet, comme nous le disions en 2018, certaines coupes, si elles ont maintenant toutes fait l'objet de relevés détaillés, doivent encore rester ouvertes, ou en partie ouvertes, en cas de besoin de retour dessus pour vérifications. En effet, il serait quand même dommage de devoir rouvrir des sondages pour observer nos coupes. En attendant, nous veillons à leur état et ils sont protégés par des bâches ou des géotextiles.

Ainsi, voici pour mémoire l'état des sondages encore ouverts :

- sondage 1 : à la base de la grande coupe du secteur Théâtre, il doit rester encore ouvert afin de garder en vue les liaisons stratigraphiques ;
- sondage 2 : rebouché en 2016 dans sa partie basse par du sable allochtone, puis du sédiment fin issu des tamisages et enfin des blocs (cf. Jarry *et al.* 2016). Le reste du rebouchage de la partie supérieure devra être fait plus tard pour la même raison que le sondage 1 ;
- sondage 6 : à la base des gélifracts de la grande coupe du Théâtre, il doit rester encore ouvert afin de garder en vue les liaisons stratigraphiques ;
- sondage 7 : ce petit sondage sera rebouché en 2020 ;
- sondage 8 : le levé de la coupe de la salle stérile doit encore être finalisé. En outre, il serait nécessaire d'élargir légèrement ce sondage à l'ouest afin de pouvoir évaluer la chronologie des dépôts encore présent dans cette salle, juste à la sortie de la galerie des silex.

Pour rappel, les sondages 3, 9A, 9B et 9C, sont totalement rebouchés selon les protocoles préconisés par le Service régional de l'archéologie. Les « sondages » 4 et 5 ne sont pas, en fait, des sondages, mais des nettoyages de remblais de fouilles anciennes et ne nécessitent pas un véritable rebouchage, mais la mise en place de protections des zones sensibles, ce qui sera fait à l'issue de nos études.

Nous présentons *infra* l'étude préliminaire des vestiges microfauniques des niveaux aurignaciens. La finalisation de celle-ci est prévue pour 2020.

En outre, l'ensemble du mobilier osseux des niveaux magdaléniens issus de nos travaux a été confié pour étude des vestiges façonnés à Jean-Marc Pétillon (Cnrs-Traces). Le rendu de l'étude est prévu pour 2020.

Sondages 1 et 2, niveaux aurignaciens : assemblages microfauniques des niveaux aurignaciens (US 4 et 5)

Par Emmanuelle Stœtzl et Loïc Lebreton

Les observations préliminaires faites sur les restes microfauniques de l'US 4 (cf. rapport *in* Jarry *et al.* 2017a) et de l'US 5 (cf. rapport *in* Jarry *et al.* 2018) ont pu être précisées cette année, notamment par l'étude d'échantillons supplémentaires de l'US 5 et par une précision de l'identification et du décompte des rongeurs. Pour les Arvicolinés, l'identification et le calcul du NMI se sont basés sur la première molaire inférieure, la plus discriminante (les autres molaires ont été provisoirement classées en Arvicolinés indet.).

Liste faunique et décomptes

Les huit échantillons de l'US 4 ont livré 1106 éléments identifiables au moins anatomiquement, dont 773 appartenant à des rongeurs (NMI=45), 56 à des insectivores *s.l.* (NMI=15), 1 à un lagomorphe (NMI=1), 1 à un petit carnivore (NMI=1), 175 à des amphibiens (NMI=17) et 100 à des petits oiseaux (NMI=5).

Concernant l'US 5, les 10 échantillons considérés ont livré 2401 éléments identifiables au moins anatomiquement, dont 1525 appartenant à des rongeurs (NMI=89), 178 à des insectivores *s.l.* (NMI=23), 2 à un lagomorphe (NMI=1), 1 à un petit carnivore (NMI=1), 340 à des amphibiens (NMI=35), 354 à des petits oiseaux (NMI=13) et 1 à un petit poisson (NMI=1).

De nombreux autres restes osseux trop fragmentés et esquilles non identifiables n'ont pas pu être exploités. Les proportions relatives des grands groupes fauniques et les listes fauniques sont très similaires dans les deux US, bien que la quantité et la richesse du matériel apparaissent plus importantes dans l'US 5 (tableau 6, figure 86).

Dans les deux US, et comme nous l'avons déjà mentionné dans les rapports précédents, deux formes d'*Arvicola* sont représentées, correspondant probablement à *A. sapidus* et *A. amphibius*. De même, au sein du groupe *Microtus arvalis/agrestis*, les deux espèces semblent être présentes. Ces deux groupes (*A. sapidus/amphibius* et *M. arvalis/agrestis*) représentent la majorité du matériel.

Les autres rongeurs sont représentés par *M. oeconomus*, *Chionomys nivalis*, *Lagurus lagurus* et *Apodemus* sp. Parmi les soricomorphes, nous avons identifié de la taupe (*Talpa europaea*) et des musaraignes (probablement *Sorex* sp.). Bien que peu représentés, les chiroptères sont également présents, mais leur identification précise n'a pas encore été établie. Dans les deux US ont également été retrouvés des restes d'amphibiens (majoritairement *Rana* cf. *temporaria*, mais aussi *Bufo* sp.) et de plusieurs espèces de petits oiseaux passériformes (dont trois phalanges distales appartenant à un petit rapace dans l'US 5).

Notons également dans l'US 5 la présence de deux molaires de campagnols, une de taille *Arvicola* (figure 86/b) et une de taille *Microtus* (figure 86/f), qui pourraient correspondre à des individus aberrants (ou situés à l'extrême de la variabilité morphologique) d'*Arvicola sapidus/amphibius* et *Microtus* sp. ou *Chionomys* sp. respectivement (nous avons noté une importante variabilité morphologique au sein de *Chionomys nivalis* dans le matériel).

		US 4		US 5		TOTAL	
		NR	NMI	NR	NMI	NR	NMI
Carnivores	<i>Mustela</i> sp.	1	1	1	1	2	2
Lagomorphes	<i>Ochotona</i> sp. ?	0	0	2	1	1	1
	indet.	1	1	0	0	1	1
Rongeurs	<i>Apodemus</i> sp.	1	1	6	2	7	3
	<i>Lagurus lagurus</i>	0	0	1	1	1	1
	<i>Chionomys nivalis</i>	4	4	12	9	16	13
	<i>Arvicola sapidus/amphibius</i>	21	13	38	20	59	33
	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	41	21	97	50	138	71
	<i>Microtus oeconomus</i>	10	6	9	7	19	13
	Arvicolinés indet.	262		401		663	
	indet.	434	28	961	56	1395	84
Chiroptères	indet.	50	12	143	14	193	26
Soricomorphes	<i>Talpa europaea</i>	3	2	24	2	26	3
	Soricidé cf. <i>Sorex</i> sp.	3	1	11	7	14	8
Amphibiens	<i>Rana</i> + <i>Bufo</i>	175	17	340	35	515	52
Oiseaux	indet.	100	5	355	13	455	18
Poissons	indet.	0	0	1	1	1	1
TOTAL		1106	112	2401	219	3507	331

tableau 6 : liste faunique et décomptes en Nombres de Restes (NR) et Nombre Minimum d'Individus (NMI) des microvertébrés issus des US 4 et 5 du Mas d'Azil.

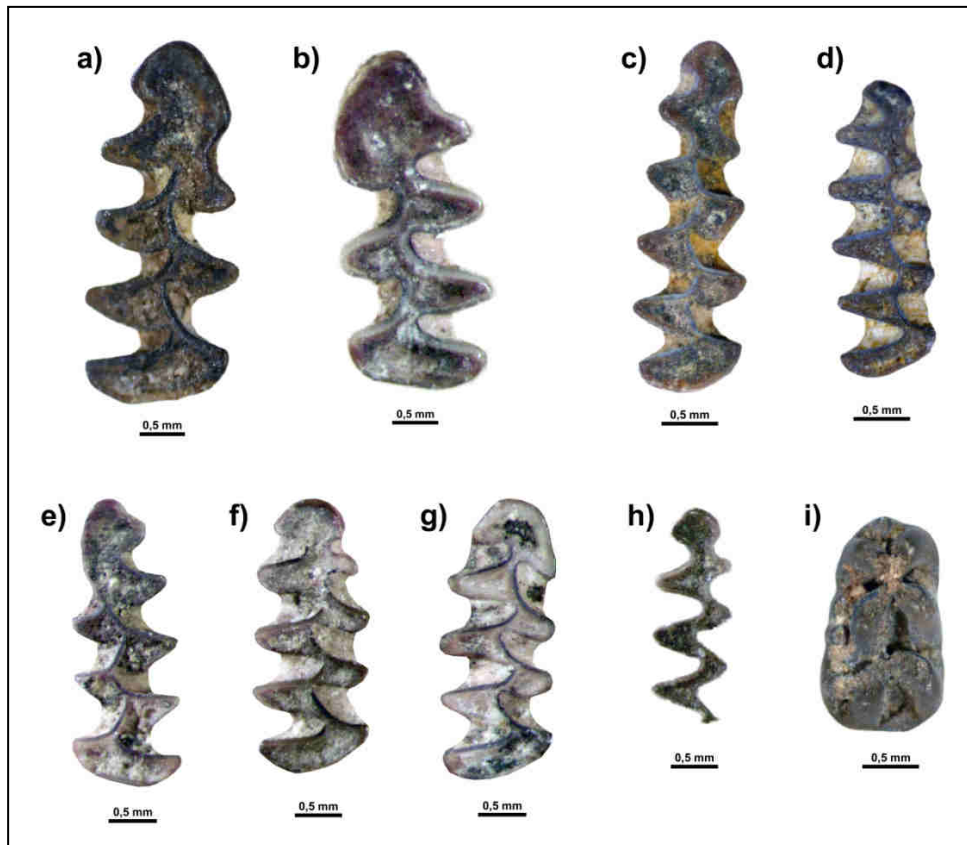


figure 86 : quelques exemples de molaires de rongeurs issus des US 4 et 5 du Mas d'Azil : a) *Arvicola sapidus*, b) *Arvicola* sp. ?, c) *Microtus* cf. *arvalis*, d) *Microtus* cf. *agrestis*, e) *Microtus oeconomus*, f) *Microtus* sp. ?, g) *Chionomys nivalis*, h) *Lagurus lagurus*, i) *Apodemus* sp.

Observations taphonomiques

Nous n'avons malheureusement pas eu le temps à ce jour de faire une analyse taphonomique approfondie du matériel. Mais comme nous l'avons déjà relevé dans les précédents rapports, le matériel est très fragmenté dans les deux US, et la quasi-totalité des molaires sont déchaussées (induisant leur sur-représentation dans le profil anatomique, figure 87), et aucun élément n'a été retrouvé complet, ce qui limite certaines identifications, notamment pour les amphibiens. Les profils de représentation anatomique des rongeurs (figure 87) sont assez similaires dans les deux US, si ce n'est une meilleure représentation des maxillaires/palatums dans l'US 5, alors que dans l'US 4 ce sont les molaires isolées les mieux représentées. La plupart des éléments squelettiques sont bien représentés, excepté les éléments les plus petits et/ou fragiles tels que les phalanges ou les côtes, sans doute en raison de la maille de tamisage, relativement élevée pour une étude microfaunique (2mm). Pour la même raison, il est probable que les Murinés et autres petits rongeurs soient sous-représentés (taille des molaires fréquemment <2mm).

La présence d'éléments digérés pour tous les taxons (rongeurs, amphibiens, oiseaux) atteste de l'action au moins partielle d'un prédateur (probablement un rapace nocturne) dans la mise en place de l'accumulation microfaunique. Concernant les chiroptères, une accumulation naturelle *in situ* est également à envisager. Un premier décompte des traces d'altération dues à la digestion a été réalisé sur les molaires déterminées taxonomiquement. On observe une digestion de faible fréquence et de faible intensité dans les deux US, bien que la fréquence soit plus élevée dans l'US 4 (10%) que dans l'US 5 (2%) (lié à la taille de l'échantillon ?).

Une étude plus approfondie permettra de mieux caractériser l'agent accumulateur et les processus post-dépositionnels.

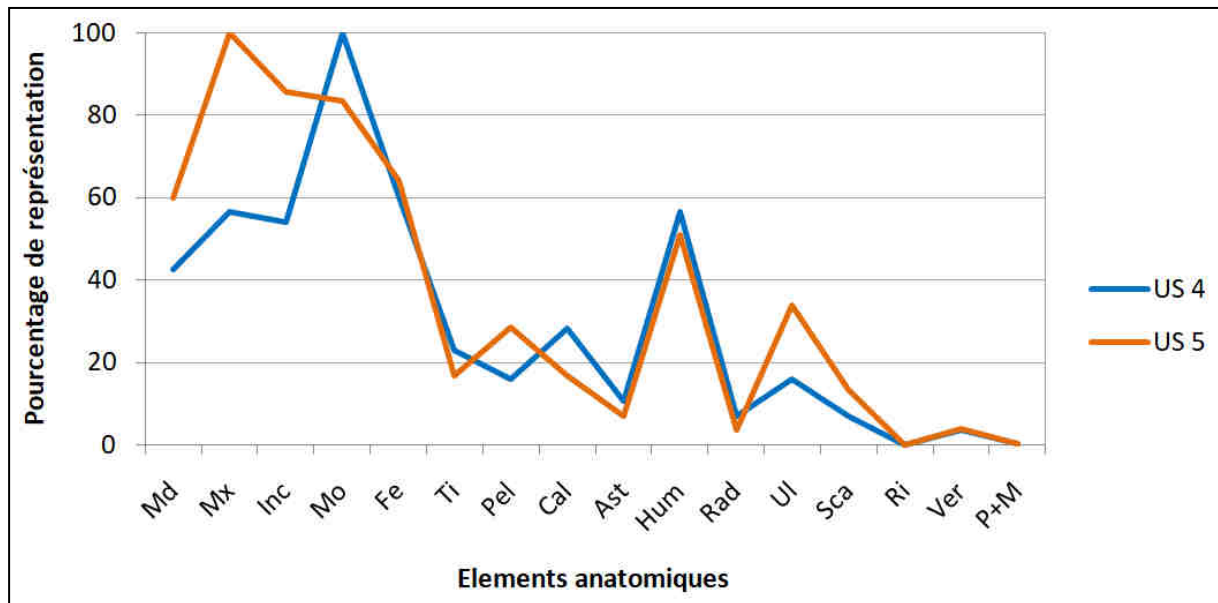


figure 87 : profils de représentation anatomique des rongeurs des US 4 et 5 du Mas d'Azil.

Reconstructions paléoenvironnementales

L'Indice Taxonomique d'Habitat (ITH) est une approche prenant en compte uniquement la présence ou l'absence d'une espèce. Pour chaque espèce, une valeur totale de 1 est distribuée entre les différents habitats potentiels de celle-ci (tableau 7). Pour les deux US la distribution des habitats est peu contrastée (figure 88). Il y a une bonne représentation des environnements ouverts et fermés. Les milieux steppiques sont mieux représentés dans l'US 5 en raison de la présence de *Lagurus lagurus*. La ripisylve est aussi bien marquée dans les deux US par la présence d'*Arvicola*, de même que les zones escarpées avec la présence de *C. nivalis*. Du point de vue du paysage, cela pourrait traduire une dichotomie entre le fond de vallée, humide et potentiellement boisé, et les hauteurs avec un paysage plus ouvert de type prairie/steppe.

	T	Fb	S	PR	Er	Ft	Fm	R
<i>Apodemus flavicollis/ sylvaticus</i>			0,1	0,2		0,5	0,2	
<i>Lagurus lagurus</i>			1					
<i>Chionomys nivalis</i>				0,15	0,6	0,1	0,15	
<i>Arvicola amphibius/ sapidus</i>				0,1				0,9
<i>Microtus arvalis/ agrestis</i>	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	
<i>Microtus oeconomus</i>	0,3	0,3		0,2				0,2
<i>Talpa europaea</i>			0,15	0,35		0,3	0,2	

tableau 7 : répartition des Indices Taxonomiques d'Habitats (ITH) utilisés pour les micromammifères du Mas d'Azil. T : toundra ; Fb : forêt boréale ; S : steppe continentale ; PR : prairie ; Er : Environnement rupicole ; Ft : forêt tempérée ; Fm : forêt méditerranéenne ; R : ripisylve.

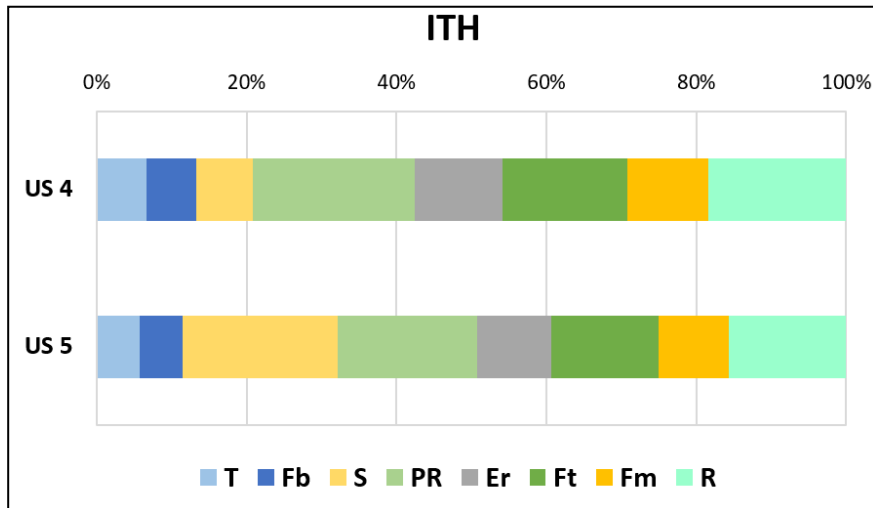


figure 88 : représentation graphique des Indices Taxonomiques d'Habitats (ITH) pour les micromammifères du Mas d'Azil. T : toundra ; Fb : forêt boréale ; S : steppe continentale ; PR : prairie ; Er : Environnement rupicole ; Ft : forêt tempérée ; Fm : forêt méditerranéenne ; R : ripisylve.

Les climatogrammes prennent en compte les proportions relatives des espèces de rongeurs (NMI) en les regroupant dans des classes climato-écologiques selon leurs affinités. Pour les deux US, la méthode du climatogramme met en évidence la forte proportion des prairies tempérées, suivies par la ripisylve (figure 89). On aurait donc une prédominance des milieux ouverts avec la potentielle présence de couvert forestier en fond de vallée.

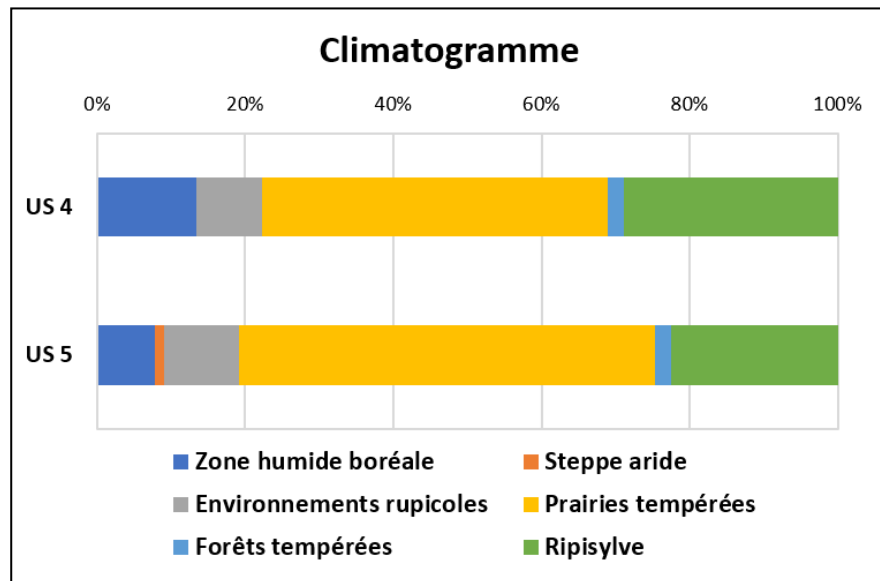


figure 89 : climatogramme basé sur les rongeurs du Mas d'Azil.

Ainsi, dans l'US 4, les taxons identifiés attestent d'un climat plutôt tempéré et d'un milieu alternant zones boisées ou buissonnantes et plus ouvertes, avec la présence d'eau douce et de zones humides à proximité. Pour l'US 5 l'ambiance climatique est peut-être un peu plus fraîche et continentale avec un écart été/hiver plus marqué, un milieu globalement ouvert alternant avec des zones boisées ou buissonnantes, et la présence d'eau douce à proximité.

Dans les deux US on se trouve en présence de « communauté non-analogues », avec la coexistence d'espèces plutôt « tempérées » (majoritaires : *Apodemus*, *Arvicola*, *Talpa*, *Sorex*, *Rana*), plutôt ubiquistes (*Microtus arvalis/agrestis*), « froides » (*Microtus oeconomus*), continentales (*Lagurus lagurus*, occupant aujourd'hui des régions plus orientales et septentrionales) et d'environnements escarpés (*Chionomys nivalis*). Ce type d'association est courant au Pléistocène lors de périodes de transition climatique ou d'interstadias au sein de périodes glaciaires. Ces associations peuvent

aussi résulter de la position géographique du site, subissant les influences climatiques à la fois de la Méditerranée, de l'Atlantique et des Pyrénées, ce qui peut créer une proximité entre différentes communautés.

Ces premières données paléocéologiques issues de la microfaune sont plus nuancées que celles issues de la grande faune de ces mêmes niveaux aurignaciens (US 4 et 5), qui indiquent plutôt un milieu ouvert de type prairie ou steppe sous un climat assez rigoureux (H. Martin *in* Jarry *et al.* 2015a).

Conclusion

Le matériel microfaunique est assez riche bien que présentant une diversité limitée. La fragmentation du matériel est importante, mais avec une bonne préservation des molaires de rongeurs favorisant leur détermination. L'assemblage est très largement dominé par *Microtus arvalis/agrestis*, et l'association d'espèces présentes sur le site renvoie l'image d'un paysage en mosaïque sous climat frais-tempéré (US 4) à plus continental (US 5). L'étude sera affinée dans les prochains mois en vue d'une publication dans une revue internationale à comité de relecture.

Action 3-C : évaluations complémentaires des niveaux archéologiques de la salle Piette et proche (secteurs III, IV et VI)

Par Marc Jarry

Cette année, nous n'avons pas mené d'action archéologique spécifique dans ce secteur.

Action 3-C bis : évaluation des niveaux de la Salle du Temple/Galerie des Silex (secteurs V et VI)

Par Marc Jarry

Les observations réalisées sur le pilier limoneux situé à la sortie nord de la galerie des silex avaient permis d'identifier des tâches noires à sa base, coté salle du Temple (Jarry *et al.* 2014). Il s'agit bien de charbons de bois qui ont pu être prélevés en 2017 (MAS2017C14-05). La datation de cet échantillon, au-delà de 45 ka (cf. *supra*), qu'il faudra confirmer, relance le projet de réaliser au pied du pilier un micro-sondage qui permettrait sans doute de mieux caractériser et évaluer l'archéologie du niveau, qui serait le plus ancien de la grotte. Nous avons pu observer qu'il repose sur un niveau limoneux très rubéfié, preuve d'un feu sur place et non d'un apport extérieur (cf. *supra*).

Action 3-D : évaluation des niveaux de la galerie des Ours / salle Mandement et proches (secteurs IX, X, XI, XII et XIII)

Par Marc Jarry

L'évaluation des niveaux riches en faune de ce secteur n'a pas pu être engagée cette année. Une proposition méthodologique est en cours de préparation et devra être effective en 2020.

Action 3-E : évaluation des niveaux archéologiques de la Rive Gauche de l'Arize (secteur L)

Par Marc Jarry

Pour l'instant, aucune intervention archéologique n'a été réalisée en Rive Gauche, qui doit d'abord être topographiée précisément (travaux en cours, cf. *supra*) et cartographiée (cf. *supra*). Cependant, l'approche stratigraphique a pu débuter de manière très préliminaire cette année au niveau de la grande coupe de la fouille Péquart (cf. *supra*). Sur cette base, nous devrons, dès 2020, confronter ces données avec celles des archives, afin de repérer les secteurs encore préservés ou potentiellement conservés sous les remblais des fouilles anciennes.

La plupart du temps, conformément aux objectifs de notre projet, une évaluation archéologique ne devrait sans doute pas être nécessaire au-delà de nettoyages, très partiels, ou de prélèvements ponctuels. En effet, les informations issues des fouilles anciennes devraient généralement être suffisantes pour caractériser les niveaux archéologiques eux-mêmes. Cependant, il faudra élaborer d'une cartographie la plus précise possible des niveaux archéologiques encore potentiellement présents dans le secteur. Pour cela, topographie, archives et observations non invasives de terrain devraient suffire.

Ce qui est important maintenant et que peut apporter notre programme, car les fouilles anciennes n'avaient pas pu le faire en l'état des connaissances de l'époque, c'est de comprendre les conditions de gisement de la Rive Gauche. En effet, l'approche préliminaire stratigraphique montrerait des conditions beaucoup plus complexes que ce qui est communément admis (limons d'inondation, plages, remobilisations...), qu'il convient de regarder de près. Cette étude fera l'objet d'un travail universitaire encadré par notre équipe. En outre, il sera essentiel d'obtenir des datations par la méthode du radiocarbone des horizons magdaléniens, afin de tenter de percevoir l'échelle de temps qui pourrait séparer chaque ensemble. Pour cela, des échantillons devront être réalisés en 2020.

Action 3-E bis : évaluation des niveaux archéologiques de la galerie-tunnel de l'Arize (secteur I)

Paroi le long de la RD119 (Campagne de fouille 2017 et 2018)

Par Laure-Amélie Lelouvier, Blanche Bundgen, Guilhem Constans, Sandrine Costamagno, Carole Fritz, Céline Pallier, Jean-Marc Pétillon et Emmanuelle Stœtzl

À l'occasion des réaménagements touristiques entre 2012 et 2016, la grotte du Mas d'Azil a fait l'objet d'opérations de diagnostics archéologiques qui ont permis quelques découvertes inédites sous forme de placages sédimentaires encore conservés sur les parois (Jarry *et al.* 2012, 2013, 2016 et Pallier *et al.* 2015, 2016). En 2016, le projet d'installation de filets pare-blocs sur le talus qui borde la route départemental 119 sous le porche a aussi motivé une intervention de diagnostic archéologique. L'opération a, de la même manière, dévoilé de nouveaux lambeaux sédimentaires sur la paroi contenant du mobilier archéologique qui a pu être, principalement, attribué au Magdalénien (Lelouvier *et al.* 2016). La maintenance de ce dispositif pouvait générer de nouvelles dégradations des niveaux archéologiques observés dans ce secteur. Aussi, une prescription de fouille émise par le service régional de l'archéologie avait pour objectif le nettoyage complet de la paroi afin d'identifier l'ensemble des niveaux archéologiques encore présents et de les représenter sur une carte détaillée (cartographie). Des couches archéologiques ont bien été mises au jour sur l'ensemble du talus mais la densité des vestiges (faune et lithique) et les degrés de conservations sont extrêmement variés. Cette cartographie a donc mis en évidence des zones anthropisées de sensibles à très sensibles pouvant être impactées par l'entretien du filet pare-bloc. Ces résultats ont été consignés dans un compte-rendu qui est à l'origine de la notification pour la mise en place des trois tranches optionnelles prévues en cas de découvertes nécessitant des investigations complémentaires. Ces tranches ont été réalisées en novembre 2018 sur une surface plus restreinte correspondant à la partie inférieure de la vire où les niveaux archéologiques étaient les plus riches et les plus fragilisées par l'entretien du filet pare-bloc. La caractérisation fine de chaque formation sédimentaire et leur cartographie permet de proposer une histoire de la paroi (figure 90).



figure 90 : vue vers le nord-est de la paroi et ses replats © Céline Pallier / Inrap-Traces.

En partie basse, piégés dans des anciens conduits karstiques de taille modeste, nous trouvons les galets déposés par l'Arize lors de sa dernière phase d'aggradation. Au-dessus, les limons du paléolac se sont mis en place, principalement par décantation. Lors de la vidange du lac, la surface des limons a été érodée, formant vraisemblablement un vaste talus à la topographie plus ou moins ondulée et ravinée, comme en témoigne le pendage du toit de ces limons. Juste au-dessus, de fins niveaux sédimentaires emballant une très abondante microfaune, indique que la grotte est dès lors à nouveau accessible à partir de 25885 - 25543 cal BP (Beta-528027, cf. *supra* action 2-C page 119). Cette faune semble marquer, en première analyse, des conditions environnementales relativement fraîches.



figure 91 : fouille manuelle de l'US 7/28 dans carré E5 (cliché © Vincent Arrighi / Inrap).



figure 92 : fouille et relevé de l'us 7/28 (fin de fouille) (Niveau magdalénien) (© Laure-Amélie Lelouvier / Inrap-Traces).

Des brèches caillouteuses se mettent alors en place, certainement suite à la gélifraction de la paroi et colluvionnement gravitaire. Au-dessus, sur un replat qui se poursuit quasiment tout le long de la paroi, une occupation humaine intense (US 7, 7b, 7c, 22 et certainement 24) laisse un dépôt très caractéristique, bien que discontinu, constitué de limons sableux fortement rubéfiés, admettant de nombreux *artefacts* (os brûlés, niveaux cendres, charbons, os de faune, lithique, ocre, parure, foyer) et correspond à la phase d'occupation principale magdalénien moyen récent, déjà connue à l'intérieur de la grotte, dans la salle du Théâtre (figure 91 et figure 92).

Suite à cette occupation, une brèche de blocs, cailloux et limons jaunâtres se met en place localement par colluvionnement gravitaire sur la paroi et couvre les vestiges antérieurs. Cette brèche emballe des ossements de faune, parfois en connexion, et quelques *artefacts* (polissoir en grès, silex).

Dans le secteur nord, il semble que des portions de strates calcaires se soient affaissées. Elles formaient peut-être une sorte d'avancée ou d'abri et se sont effondrées, créant un éboulement local et écrasant les niveaux archéologiques sous-jacents, en les piégeant et les protégeant localement. Ce phénomène est toutefois difficile à caractériser en l'état (figure 93).



figure 93 : fouille de l'us 38/40 en Q5 (niveau magdalénien) dans le secteur nord de la paroi (© Céline Pallier / Inrap-Traces).

La fouille fine de ces niveaux et le tamisage des sédiments prélevés sur la totalité de l'emprise prescrite a permis de récolter un échantillon conséquent de mobilier en particulier de très nombreux restes fauniques, de pièces lithiques taillées en silex mais aussi de l'ocre, des fragments de résinite, de la parure (perles en lignite, dents percées), coquillages, industrie osseuse, le tout dans un niveau très homogène correspondant à un MMR (Magdalénien Moyen Récent) confirmé par une série de dates C14 (E5us7 13 860 +/- 40 BP (Beta 528025) et F5us27 13350 +/-40 BP (Beta 528026) et E5us27 13230 +/-40 BP (beta530382)) (tableau 8).

BETA	Référence d'échantillon	Service	Prétraitement	Âge Mesuré	13C/12C	Âge Conventionnel	Calibration à 2 Sigma
530382	MZL18E5US27-103a	AMS Standard delivery	(Bone Collagen) :Collagen Extraction : with Alkali	13230 +/- 40 BP	-19.6 o/oo	13230 +/- 40 BP	14125 - 13786 cal BC (16074 - 15735 cal BP)
528026	MZL 18F5US27-103	AMS Standard delivery	(Bone Collagen) :Collagen Extraction : with Alkali	13350 +/- 40 BP	-19.6 o/oo	13350 +/- 40 BP	14291 - 13932 cal BC (16240 - 15881 cal BP)
528025	MZL18-E5US7-97	AMS Standard delivery	(Bone Collagen) :Collagen Extraction : with Alkali	13860 +/- 40 BP	-20.3 o/oo	13860 +/- 40 BP	15050 - 14609 cal BC (16999 - 16558 cal BP)
528027	MZL18-I2US42-43	AMS Standard delivery	(Bone Collagen) :Collagen Extraction : with Alkali	21380 +/- 70 BP	-21.0 o/oo	21380 +/- 70 BP	23936 - 23594 cal BC (25885 - 25543 cal BP)

tableau 8 : récapitulatif des dates C14AMS réalisées sur fragments osseux en 2018 sur la paroi (© L. A. Lelouvier / Inrap-Traces).

L'étude de l'industrie lithique prélevée dans les niveaux le long du talus (Us 26,27,7/28,32,38,40) a mis en évidence un ensemble archéologique homogène et cohérent sans aucune distorsion chrono-culturelle. Le débitage est orienté vers une production lamino-lamellaire réalisée dans des matériaux aux origines variées et issus de régions lointaines comme le silex « grain de mil » de Charentes mais aussi le silex du Bergeracois, du Sénonien, du Fumélois ou de Chalosse. Les silex locaux ou péri-locaux correspondent à des silex tertiaires du Danien et au silex du Pleinsbachien en provenance d'Allières. Une certaine économie des matières premières est perceptible à travers l'exploitation différenciée de ces matériaux. En effet, les silex d'origine très éloignée comme le silex du Bergeracois et du Fumélois sont arrivés sur le site sous forme de produits finis ou semi-finis. Les matériaux tels que le silex « grain de mil » de Charente, le silex de Chalosse ou le Flysch d'Hibarette semblent avoir aussi été importés sous forme d'outils, plus particulièrement sous forme d'armatures et/ou sous forme de grandes lames (qui ont pu servir comme support d'outils ou de nucléus à lamelles). Les outils dit « domestiques » sont majoritairement façonnés sur des supports laminaires mais pas exclusivement puisque le choix de certains éclats pour la transformation en outils a parfois été retenu. L'utilisation des produits en silex du Tertiaire ou du Danien (péri-local) pour la fabrication d'outils peu élaborés semble être une constante, de même que l'emploi privilégié de silex allochtones de très bonne qualité pour le façonnage des burins, grattoirs et outils composites en est une autre (figure 94).

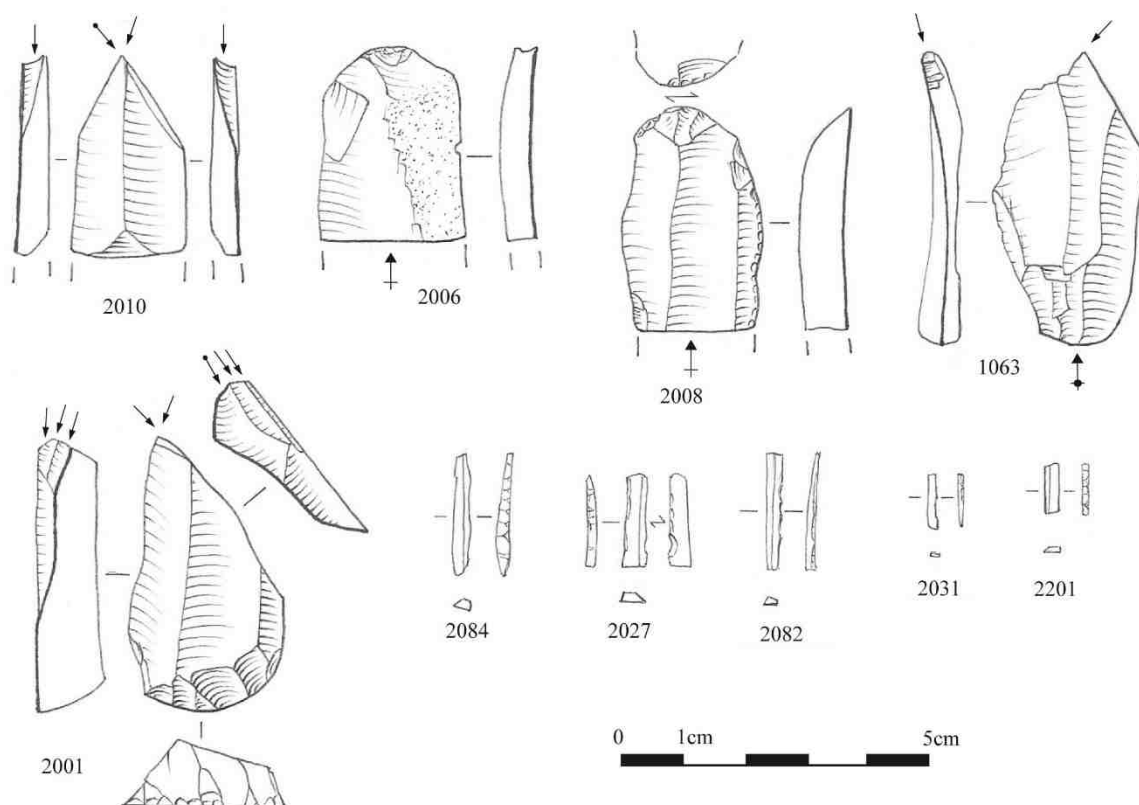


figure 94 : produits façonnés issus des US 20, 26 et 27 (dessin © Pascal Rouzo / Inrap).

Les armatures, dans l'ensemble du corpus, sont les produits retouchés les plus abondants. Ce sont presque exclusivement des lamelles à dos, de très petites dimensions et l'utilisation de matières premières allochtones a été privilégiée pour leur fabrication. Un petit ensemble de quatre triangles scalènes en silex de la région de Fumel présentent une grande homogénéité de taille et de morphologie. Cette série offre deux caractères totalement inédits dans ce contexte avec, d'une part, un faciès à triangles très récents par rapport aux ensembles industriels similaires, et d'autre part, une association triangles scalènes et micro lamelles à dos sans précédent (figure 95). Les vestiges lithiques sont associés à une faune riche retrouvée dans tous les niveaux.

Le matériel faunique mis au jour met en évidence un ensemble osseux homogène où le renne apparaît la proie privilégiée des chasseurs magdaléniens à côté de quelques autres taxons représentés par de rares vestiges (lagomorphe, boviné de grande taille, cerf, cheval, renard et poisson). Le renne, taxon le plus abondant, est présent dans toutes les US et sur toute la surface de l'abri.

En plus des vestiges en silex et de la faune, ont été retrouvés un ensemble de parure et de l'industrie osseuse. Les pièces d'industrie osseuse comprennent trois fragments d'aiguille et un fragment de diaphyse de renne utilisé pour la retouche de l'outillage lithique appelé « retouchoir » ou « affûtoir », des dents sciées et perforées. Elles sont toutes bien conservées mais fragmentées (figure 97).

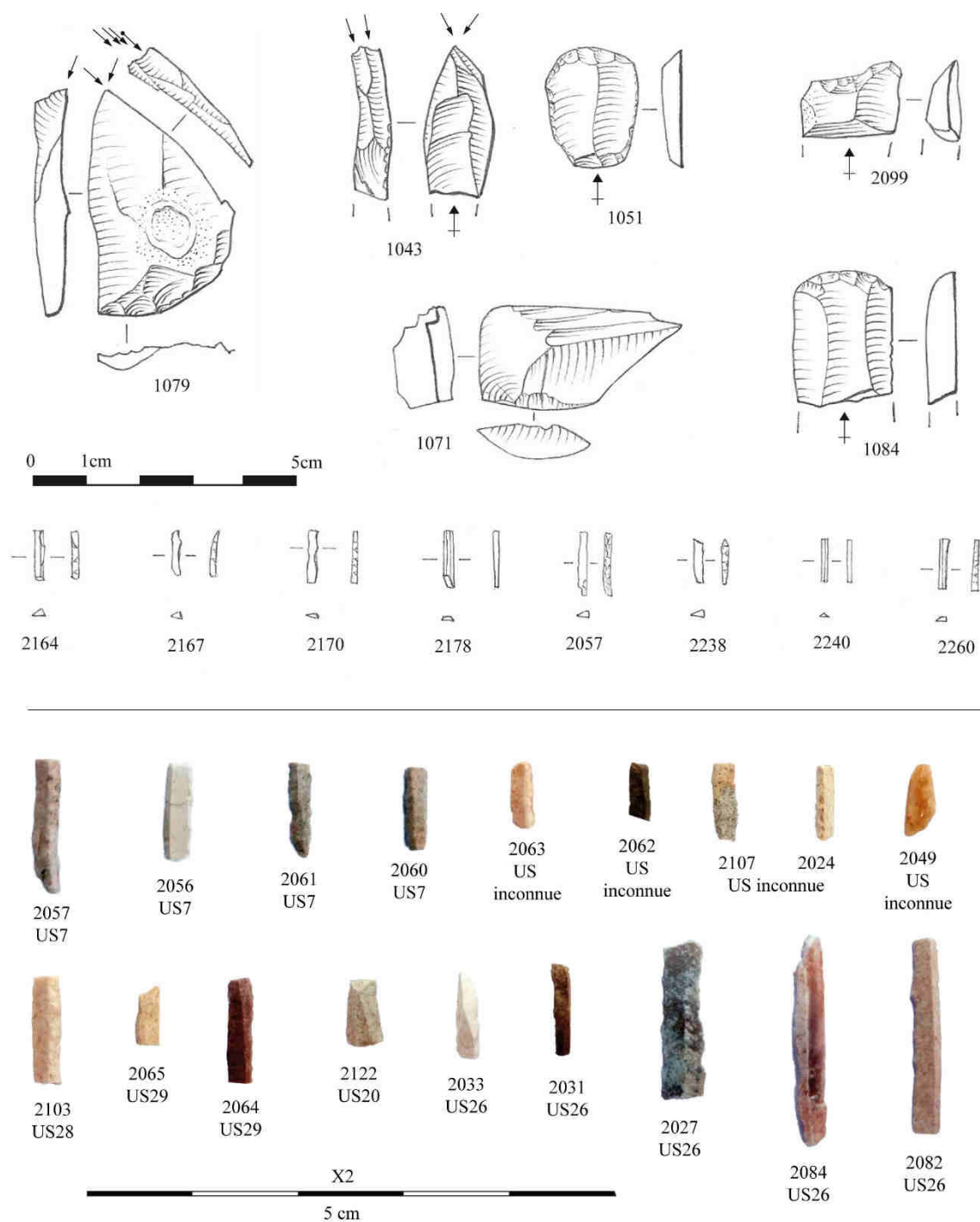


figure 95 : US 7 : outillage domestique et armatures (dessin © Pascal Rouzo / Inrap, clichés © Blanche Bündgen / Inrap).

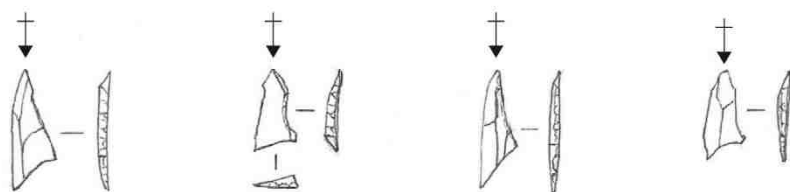


figure 96 : armatures de type triangles scalènes (dessin © Pascal Rouzo / Inrap).



figure 97 : industrie en os : fragments d'aiguilles et os travaillé. Clichés © Jean-Marc Pétillon / Cnrs-Traces).

On peut remarquer que cette petite série est presque exclusivement constituée d'objets évoquant la confection au sens large (aiguilles et parure). En effet, les éléments de parure comprennent sept fragments de coquillages, quatre dents percées, sept perles en lignite et un fragment de ce même matériau, quatre petits fragments d'ambre, un galet en grès rose, deux fragments de dent de requin et de nombreux restes de pigment hématite, goethite et charbon de bois auquel nous pouvons rajouter des fragments de plaquettes en grès (figure 98).



figure 98 : coquillage percé et perle en lignite (clichés © Carole Fritz / Cnrs-Traces-Msht).

Le mobilier est diversifié et localisé dans des endroits bien différenciés ; ainsi si la faune est présente dans tous les secteurs fouillés elle semble se distinguer en fonction des parties anatomiques représentées. Les éléments de parure sont regroupés dans la partie nord de la paroi (P5, N5) même si quelques dents sciées se trouvent aussi dans le secteur sud, là où se situent tous les vestiges lithiques associés à certaines parties anatomiques d'herbivore (F5 et E5). Ainsi nous pouvons envisager plusieurs activités réalisées sur le site, de la confection des armes de jet (partie anatomique de membre, présence d'outils lithiques appropriés et macro et micro-traces observées), à la fabrication d'éléments de parure (fragments d'ambre, lissoir) et vraisemblablement associées à du traitement de peaux, voire des activités de boucherie (stries sur os et traces de raclage sur outils). Tous ces témoins d'occupation diversifiée sur le site permettent d'appréhender cet endroit comme un habitat de longue durée de type « résidentiel ».

Et pour finir les deux éléments holocènes découverts lors de l'opération témoignent d'une certaine perméabilité des niveaux archéologiques anciens à des apports ultérieurs, en reflétant la fréquentation de la grotte au Néolithique vraisemblablement final (une perle) et au Moyen Âge (un tesson).

Ainsi cette fouille a été essentielle pour différentes raisons. Elle a fourni des informations inédites qui complètent les données des fouilles anciennes et s'intègrent parfaitement dans les recherches actuelles du PCR, indispensables à la compréhension de l'habitat magdalénien et de son organisation à l'échelle de la grotte. Elle a mis en évidence un lien important entre les sites de la rive droite et de la rive gauche de l'Arize et bien sûr parce qu'elle a permis la découverte et la sauvegarde de vestiges sédimentaires et archéologiques inédits, qui dans un état résiduel et fragilisés par le temps et les interventions humaines, étaient voués à disparaître définitivement.

Action 3-F : croisement des données avec les approches géoarchéologiques

Par Marc Jarry

Cette action, qui sera le fruit du croisement de l'ensemble des données du programme, est au cœur du sujet de thèse de Doctorat en cours de Céline Pallier sur la géoarchéologie de la grotte du Mas d'Azil. La soutenance de celle-ci est prévue en 2020.

Action 3-G : croisement général des données

Par Marc Jarry

Cette action, synthèse définitive du PCR, sera rédigée en fin de programme. Elle devra servir de conclusion à la publication monographique de l'ensemble des travaux réalisés.

4. DIFFUSION ET VALORISATION

4.1. Publications

À paraître

JARRY M., PALLIER C., BRUXELLES L., BON F., ANDERSON L., ARRIGHI V., CAMUS H., COMELONGUE M., FRITZ C., GHALEB B., LEJAY M., MARTIN H., POTIN Y., RABANIT M., SALMON C., TOSELLO G. – The secret entrance of the « galerie Breuil » into the cave of The Mas d’Azil (Ariège, France). IFRAO Cacerès 2015, actes de la session « *Conspicuous or hidden: the issue of visibility in the understanding of prehistoric Rock Art* », Coord. : C. Bourdier, V. Feruglio, O. Fuentes, G. Pinçon, G. Robin.

JARRY M., AZEMA J., BON F., BRUXELLES L., PALLIER C., - La grotte du Mas d’Azil (Le Mas d’Azil, Ariège, France). *In : Le Bouquetin dans les Pyrénées de la Préhistoire à nos jours.*

2018

BRUXELLES L., JARRY M., BIGOT J.-Y., BON F., CAILHOL D., DANDURAND G., PALLIER C. – La biocorrosion, un nouveau paramètre à prendre en compte pour interpréter la répartition des œuvres pariétales : l’exemple de la grotte du Mas d’Azil en Ariège. *Karstologia*, n°68, 2018(2016), p. 21-30.

PALLIER C., JARRY M., BON F., CAMUS H., RABANIT M., BRUXELLES L. – Évolution karstique, enregistrements sédimentaires et occupations humaines de la grotte du Mas d’Azil (Ariège, France). *Karstologia*, n°68, 2018(2016), p. 31-38.

2017

JARRY M., PALLIER C., BRUXELLES L., BON F., LEJAY M., ANDERSON L., LACOMBE S., LELOUVIER L.-A., L., MARTIN H., PETILLON J.-M., POTIN Y., RABANIT M., SINOMMET R. & WATTEZ J. - L’Aurignacien de la grotte du Mas d’Azil, résultats des opérations 2011-2015, Actualités scientifiques. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, p. 575-579.

2016

RAMIS P., JARRY M., BRUXELLES L., PALLIER C., BON F., CAMUS H., RABANIT M. – *Géologies du Mas d'Azil, nouvelle histoire d'une grotte*, Les Carnets du Mas d'Azil, n°2, Grottes&Archéologies éd., 2016, 44 p

2015

MARTIN L., MERCIER N., SINCERTI S., LEFRAIS Y., PECHEYRAN C., Guillaume GUERIN G., JARRY M., BRUXELLES L., BON F., PALLIER C. - Dosimetric study of sediments at the Beta dose rate scale: characterization and modelization with the DosiVox software, *In : Radiation Measurement*, 2015.

RAMIS P., JARRY M. et al. - *Préhistoires du Mas d'Azil, chroniques d'une grotte et d'une discipline*, Les Carnets du Mas d'Azil, n°1, Grottes&Archéologies éd., 2015, 44 p.

2014

CHALARD P., JARRY M., WEETS O. et al. – La grotte du Mas d'Azil : conservation, étude et valorisation. *Monumental*, 2014.

2013

JARRY M. - Une nouvelle chronologie. *In : Mas d'Azil, une grotte dans la grotte. Midi-Pyrénées Patrimoine*, 34, 2013, p. 22.

4.2. Formation

► Thèse de doctorat en cours :

Thèse de Céline Pallier. Sujet : ***"Evolution morphosédimentaire de la grotte du Mas d'Azil (Ariège) au cours du Pléistocène : implications paléoenvironnementales, paléoclimatiques et géoarchéologiques"*** Université de Toulouse Jean Jaurès. Directeur de Thèse : François Bon

► Master en cours :

Master 1 de Préhistoire de Sixtine Hollinger. Sujet : ***"La stratigraphie de la Rive Gauche de la grotte du Mas d'Azil"*** Université de Toulouse Jean Jaurès. Directeur de Master : François Bon et Laurent Bruxelles.

Thèse soutenue :

Loïc Martin : « ***Caractérisation et modélisation d'objets archéologiques en vue de leur datation par des méthodes paléo-dosimétriques. Simulation des paramètres dosimétriques sous Geant4*** » Université de Bordeaux 1 Montaigne. Directeur de Thèse : Norbert Mercier. 7 décembre 2015

Master soutenu :

Master II de Préhistoire par Giulia Rigolin. Sujet : ***"Approche technologique des burins en contexte tardiglaciaire. Elaboration d'une méthodologie à partir de l'étude d'un échantillon de mobilier magdalénien provenant des déblais de la salle du Théâtre de la grotte du Mas d'Azil"*** Université de Toulouse Jean Jaurès en partenariat avec l'Université Ferrare. Directeurs de Master : Federica Fontana et Nicolas Valdeyron. soutenu le 15 mars 2019 à l'université de Ferrare, Italie.

Master soutenu :

Master II de Préhistoire par Sarah Boscus. Sujet : *"Le mégalithisme ariégeois et la question des dolmens simples en France Méridionale"* Université de Toulouse Jean-Jaurès. Directeur de Master : Vincent Ard. Soutenu le 23 juin 2017. Jury : Juan Francisco Gibaja, Elías Lopez-Moreno et Jean Vaquer

Master soutenu :

Master I de Préhistoire par Pierre-Antoine Beauvais. Sujet : *"Étude d'un assemblage lithique du Magdalénien Moyen; Le sondage Pouech du Mas d'Azil."* Université de Toulouse Jean-Jaurès. Directeur de Master : François Bon. Soutenu le 6 septembre 2016. Jury : Marc Jarry, Nicolas Teyssandier et Mathieu Langlais

► **Formation universitaire**

« **Archaeology in the 21st century** », Novosibirsk, 19-30 novembre 2018. Didier Cailhol a donné une série de cours dans le cadre d'un séminaire universitaire dans lequel, notamment, le modèle de recherche dans la grotte du Mas d'Azil a pu être présenté ainsi que les premiers résultats.

4.3. Communication/Valorisation

Par Pauline Ramis

Bilan 2019

► La valorisation et la médiation des recherches effectuées autour de la grotte du Mas d'Azil se poursuivent grâce au travail de l'association Grottes&Archéologies.

Plusieurs actions et projets ponctuent l'année 2019 : des conférences, des colloques, des projets avec les scolaires ou la Protection Judiciaire de la Jeunesse et Festi'dolmen. L'équipe scientifique continue de mettre en œuvre des projets innovants et porteurs de sens en répondant à des problématiques actuelles : néolithisation et environnement, éducation pour tous et par tous et accessibilité de la science pour les publics empêchés.

La communication et la valorisation via les réseaux et les médias sociaux ainsi qu'avec la presse sont toujours très prégnantes dans nos pratiques :

- Facebook : www.facebook.com/grottesarcheologies/
- Site internet : www.grottesarcheologies.com
- Youtube : www.youtube.com/channel/UCQ_IhWdVJ3gtpvj4eiUWLpQ
- Twitter : twitter.com/GrottesArcheo?lang=fr
- Instagram : www.instagram.com/grottesetarcheologies/

Plusieurs petits reportages et films d'animations ont été réalisés sur les sessions de terrain, les stages ou sur des points de recherches spécifiques. Ils sont disponibles sur le site internet de Grottes&Archéologies et sur sa chaîne Youtube. D'autres reportages sont aussi disponibles sur le site de l'Inrap et celui d'Universciences.

Cette année la communication s'est concentrée essentiellement sur le festival Festi'Dolmen.



<https://www.ladepeche.fr/2019/10/05/cinquante-chercheurs-en-archeologie-a-festidolmen,8459974.php>
<https://www.azinat.com/2019/09/mas-dazil-festidolmen-du-27-au-29-septembre/>
<https://www.ladepeche.fr/2019/09/25/ariege-les-dolmens-a-la-fete,8437190.php>
<https://gazette-arigeoise.fr/festidolmen-larcheologie-fete-mas-dazil/>

LE PETIT JOURNAL DE L'ARIÈGE-DU JEUDI 10 AU MERCREDI 16 OCTOBRE 2019-N°566. PORTES D'ARIÈGE/PAGE 23. LE MAS D'AZIL : LE DOLMEN EN FÊTE.

LE MAS-D'AZIL

Le dolmen en fête

Les deux associations Grotte et Archéologie et Arize loisirs jeunesse (ALJ), viennent d'organiser conjointement les journées de l'éducation populaire « Festi'dolmen » dont le thème était : les dolmens et le patrimoine néolithique. Ces journées ont débuté vendredi par la rencontre avec les scolaires où 160 élèves ont participé aux divers ateliers.

Cinquante archéologues mondiaux

Le samedi c'était sur la place du Champs de Mars que les ateliers (Jeu opération archéo, cuisine néolithique, bac à fouille, Fa-

blab...) attendaient les visiteurs. Deux moments forts ont emmaillé cette journée. Le premier se déroulait à la salle multimédias où Jean-Paul Demoule, professeur émérite d'archéologie à Paris I et fondateur de l'Institut national de recherches archéologiques préventives (INRAP) donnait une conférence sur le thème « Inventer l'agriculture était-il une bonne idée ? La « révolution néolithique » et ses conséquences jusqu'à aujourd'hui ».

Le second, c'était l'accueil d'une cinquantaine d'archéologues mondiaux sur la place du village. Ces

chercheurs ont fait une escapade en Terre d'Azil pour visiter la grotte à l'issue de leur colloque international : « Dynamiques culturelles et Transformation des paysages dans un continent en mutation : Du Big Dry à l'Holocène dans l'Est africain » qui venait de se tenir à Toulouse.

La matinée du dimanche était consacrée à une balade contée qui amenait les participants du côté des dolmens de la commune.

De G à D : Gilles Eychenne (ALJ), Pauline Ramis (Grotte et Archéologie), Christian Rouch et Jean-Louis Castex (ALJ)



Au bac à fouille



Les discours pour accueillir les chercheurs



Le stand du Fablab de Lézat

figure 99 : article du Petit Journal.

► Colloques

« **Vivre pendant le Dernier Glaciaire. Occupations humaines et paléoenvironnements : quelles spécificités dans les Pyrénées ?** », Toulouse, 10-12 avril 2019.

Cette rencontre proposait de réunir des communications sur une thématique pluridisciplinaire autour de la relation entre les occupations humaines et leurs paléoenvironnements dans le massif pyrénéen et ses abords durant la dernière glaciation (-45000 à -8000 ans avant le présent).

Cette manifestation était organisée par Céline Pallier, Caroline Renard, Marc Jarry et Mathieu Lejay. Quatre communications concernaient les recherches de l'équipe de la Grotte du Mas d'Azil :

- *Aux sources de la préhistoire : Edouard Piette à la terrasse des glaciers*, par François BON (Université Jean Jaurès Toulouse et Institut Français à Jérusalem, Traces) et Yann POTIN (Archives nationales) ;
- *Pour une archéologie des vides et des pleins : l'Aurignacien au pied des Pyrénées*, par François BON (Université Jean Jaurès Toulouse et Institut Français à Jérusalem, Traces), Céline PALLIER (Inrap, Traces), Romain MENSAN (Traces), Lars ANDERSON (Traces), Laurent BRUXELLES (Inrap, Cnrs et Institut Français d'Afrique du Sud, Traces), Marianne DESCHAMPS (Traces), Damien FLAS (Université Liège), Marc JARRY

- (Inrap, Traces), Mathieu LEJAY (GéoArchEon, Traces), Christian NORMAND (Traces) ;
- *De l'enregistrement sédimentaire en milieu karstique à la taphonomie des sites archéologiques dans les vallées pyrénéennes pendant la dernière période glaciaire : les apports de la grotte du Mas d'Azil*, par Céline PALLIER (Inrap, Traces), Marc JARRY (Inrap, Traces), Hubert CAMUS (Protée), Manon RABANIT (Protée), François BON (Université Jean Jaurès Toulouse et Institut Français à Jérusalem, Traces) et Laurent BRUXELLES (Inrap, Cnrs et Institut Français d'Afrique du Sud, Traces) ;
 - *Les grottes mémoires des paléoenvironnements. Le rôle des processus de condensation-corrosion et de la biocorrosion sur les parois et les remplissages*, Didier CAILHOL (Inrap, Edytem), François BON (Université Jean Jaurès Toulouse et Institut Français à Jérusalem, Traces), Jean-Yves BIGOT (AFK), Laurent BRUXELLES (Inrap, Cnrs et Institut Français d'Afrique du Sud, Traces), Grégory DANDURAND (Inrap, Traces), Marc JARRY (Inrap, Traces), Céline PALLIER (Inrap, Traces), Nathalie VANARA (Université Paris I-Sorbonne, Traces).



« Vth International Conference : Museification of the historical and cultural heritage », Russie, Oural, 06-08 juin 2019

Une communication a été présentée dans le cadre de ce colloque :

- *Cave, memories of the paleo environnements. The influence of the condensation-corrosion and the biogenic corrosion on the cave walls and the deposits*, Didier CAILHOL (Inrap, Edytem), François BON (Université Jean Jaurès Toulouse et Institut Français à Jérusalem, Traces), Jean-Yves BIGOT (AFK), Laurent BRUXELLES (Inrap, Cnrs et Institut Français d'Afrique du Sud, Traces), Grégory DANDURAND (Inrap, Traces), Marc JARRY (Inrap, Traces), Céline PALLIER (Inrap, Traces), Nathalie VANARA (Université Paris I-Sorbonne, Traces).

« L'abbé Pouech et les débuts de la Préhistoire en Ariège », séminaire, Pamiers, 29 juin 2019 (figure 100). Deux communications concernaient le Mas d'Azil :

- *Des collections de J.-J. Pouech aux fouilles récentes du Mas d'Azil : nouveaux regards sur l'outillage lithique magdalénien*, Pierre Antoine Beauvais (doctorant Université de Toulouse Jean Jaurès, Traces), Laure-Amélie Lelouvier (Inrap-Traces), Blanche Bundgen (Inrap), Guilhem Constans (Utjj, Traces, Grottes&Archéologies), Laurent BRUXELLES (Inrap, Cnrs et Institut Français d'Afrique du Sud, Traces), Céline PALLIER (Inrap, Traces), (Université de Toulouse, Traces), Marc Jarry (Inrap, Traces) ;

- *Un asile de papier : de la revisite à la réactivation, ou comment les carnets et relevés de l'abbé Pouech informent les connaissances actuelles de la grotte du Mas d'Azil (Ariège)*, François Bon (Université de Toulouse, Traces) Yann Potin (Archives Nationales) et Marc Jarry (Inrap, Traces).



figure 100 : affiche du séminaire (Réalisation Masters ASE2P, Université Toulouse Jean Jaurès).

► Carnets du Mas d'Azil

« Préhistoires » et « Géologies », les deux premiers de la collection « Carnets du Mas d'Azil » sont toujours en vente dans plusieurs librairies, office du Tourisme et festivals de Science. Près de 223 exemplaires ont été vendus en 2019. Ces ouvrages de vulgarisation répondent bien à une demande du grand-public autour de la Science.

► L'Unité Éducative en Milieu Ouvert de Foix

Cette année encore, un projet a été développé avec l'UEMO de Foix sur le thème de l'alimentation à la Préhistoire. Six filles et garçons et leurs éducatrices ont bénéficié d'une visite de la grotte avec Marc Jarry ciblée sur la vie quotidienne des chasseurs-cueilleurs (figure 101).

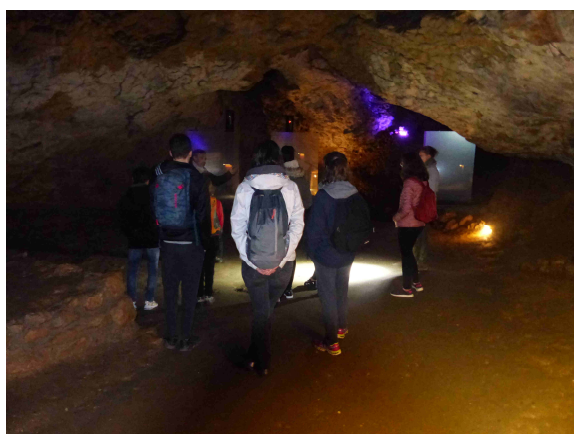


figure 101 : visite de la grotte par Marc Jarry (cliché © Pauline Ramis / Grottes&Archéologies).

► « Festi'Dolmen »

Le festival a eu lieu du 27 au 29 septembre au Mas d'Azil, avec près d'une vingtaine de partenaires locaux et régionaux, de l'archéologie, la spéléologie ou de l'éducation populaire. Ce festival est le prolongement sous un autre format des Journées Nationales de l'Archéologie organisées les années précédentes.

L'événement, pour sa deuxième édition a rassemblé près de 750 personnes dont beaucoup d'enfants et de familles. Un important effort bénévole de l'association et de l'équipe de recherches pour la valorisation scientifique en milieu rural est crucial et fondamental. Ces journées s'ancrent dans ces valeurs d'éducation populaire (figure 102 et figure 103).

figure 102 : « actions auprès des scolaires » (cliché © Carole Bruxelles / Grottes&Archéologies).



figure 103 : « rencontres citoyennes avec les chercheurs du colloque Big Dry » (cliché © Apolline Jarry / Grottes&Archéologies).



Perspectives 2020

► « Club de prévention de Colomiers »

Nous travaillons cette année sur un projet de découvertes du patrimoine archéologique de la commune de Colomiers avec le club de prévention. En juillet, le groupe de jeunes sera convié à deux jours de camp au Mas d'Azil. La visite de la grotte, une grande randonnée et des ateliers de médiation seront au programme de ce week-end dépaysement.

► « Festi'Dolmen : arts préhistoriques »

Le festival « Festi'Dolmen » est reconduit en 2020 pour trois jours de manifestation autour de l'art préhistorique, co-construite avec l'association Arize Loisirs Jeunesse (éducation populaire). Les 25, 26 et 27 septembre prochains, des activités pour les scolaires, des conférences, des stands d'animations, des randonnées archéologiques seront proposés pour un large public.

► « Aurignaciens du Sud-Ouest, Actualités de la recherche »

L'association envisage de publier en 2020, un nouvel ouvrage dans sa collection « Carnet de l'archéologie » autour de l'arrivée d'*Homo Sapiens* dans le Sud-Ouest. Cet ouvrage proposerait un voyage dans les pas des premiers Hommes modernes en France à partir des dernières synthèses scientifiques sur la question.

► Réédition « Préhistoires du Mas d'Azil »

Les 1000 exemplaires du premier ouvrage de vulgarisation de l'association Préhistoires du Mas d'Azil publiés en 2016 seront épuisés courant 2020 (figure 104). Nous réfléchissons à une réédition actualisée en fonction de l'avancée des recherches en archives du PCR (notamment sur la première partie du XX^e siècle).

figure 104 : couverture de l'ouvrage « Préhistoires du Mas d'Azil. © Pauline Ramis / Grottes&Archéologies, Marc Jarry / Inrap-Traces.



5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Par M. Jarry, L. Bruxelles, F. Bon et C. Pallier

Cette année 2019 est importante pour l'avancement de notre programme puisqu'elle permet d'entrevoir l'achèvement de celui-ci et d'anticiper, ou du moins de réfléchir, dès maintenant, à sa valorisation (nous reviendrons sur ce dernier point). L'équipe pluridisciplinaire rassemblée autour du site de la grotte du Mas d'Azil voit en effet beaucoup de ses efforts aboutir puisque plusieurs ateliers au sein des axes sont achevés ou en voie d'achèvement (cf. tableau 9). Même la célèbre Rive Gauche, pour laquelle il nous a fallu être patient, est maintenant abordée ! Nous sommes convaincus et c'était la problématique de départ de notre programme, qu'il ne faut pas intervenir dans une grotte, qui plus est archéologique, qui plus est majeure, qui plus est ornée, tant que l'ensemble de la cavité, de son environnement, de sa topographie, de sa formation, de son évolution, y compris récente, n'a pas fait l'objet d'un état des lieux multiscalaire. L'accès à la Rive Gauche était le dernier secteur qu'il nous manquait pour avoir une vision globale de la cavité. Cette partie de la grotte est la dernière pièce, et pas des moindres, de ce puzzle géant qu'est cet objet karstique. L'étude de cette cavité, logiquement, est aussi complexe. Elle n'est pas encore terminée, mais elle a produit et produira, finalement, une somme de connaissances inédites sur cette cavité aussi célèbre que malheureusement méconnue.

L'axe 1, « cartographie générale de la cavité », pour sa partie « archives », a mis à profit l'intervention en archéologie préventive sur le balcon le long de la RD119. En effet, cela a été l'occasion de rédiger une introduction générale à l'histoire de la grotte, laissant entrevoir encore quelques lacunes archivistiques. Pour la même raison, les informations relatives à la route, à ses différents projets, à sa transformation, ont été rassemblées pour essayer de comprendre quel a pu être l'impact de celle-ci sur la cavité. Imaginer à quoi pouvait bien ressembler la grotte aux temps préhistoriques est notre objectif et il faut pour cela remonter à l'époque d'avant la route. Beaucoup d'informations ont été rassemblées. Un travail de modélisation serait maintenant nécessaire pour livrer l'image de la grotte 1) avant les aménagements et les fouilles, 2) avant la route, 3) à la fin du Paléolithique... Cette modélisation s'appuiera sur la topographie actuelle de la grotte et de son environnement. Celle-ci est encore en construction. Ainsi, en 2019, un deuxième survol drone a été fait en Rive Gauche pour obtenir des clichés comportant des cibles

topographiées pour la réalisation d'une orthophotographie de ce secteur. De même, des séries de photographies ont été faites pour modélisation 3D par photogrammétrie dans les salles des Chauve-Souris, du Guano, des Conférences et Mandement. Toujours coté 3D, en attendant l'exploitation du modèle haute définition de 2011 (prévu en 2020), un nouveau relevé complet de la grotte a été réalisé avec de nouveaux outils de topographie spéléologique. Le lever à l'aide d'un distancemètre Leica X310 et le report en temps réel sur tablette ont permis de construire un nouveau squelette et de l'exploiter sous le logiciel libre Thérion. Ce dernier a été avantageusement remplacé sous le MNT de la surface. Son exploitation est maintenant relativement facile. La topographie avance bien, la cartographie morphokarstique aussi. Elle s'est attaquée au dernier secteur qui restait à faire : la Rive Gauche. Elle n'est pas complète et devra être homogénéisée, mais 2020 devrait voir la fin de sa réalisation.

L'axe 2 (géomorphologie et géoarchéologie) a été marqué cette année par le développement des prospections à l'extérieur de la grotte, aussi bien en amont qu'en aval. Dans la vallée au-dessus de la grotte, l'objectif principal était d'étudier le paléolac présent au moins durant le Dernier Maximum Glaciaire. Les journées de terrain ont été consacrées à la recherche des traces du paléolac lui-même, de reconnaître le bassin versant amont, dans le massif de l'Arize, pour retrouver les cirques glaciaires, mais aussi reconnaître les types d'affleurement susceptibles d'alimenter l'Arize en éléments discriminables. Cette problématique a été prolongée dans la grotte elle-même par l'échantillonnage et la mesure *in situ* de la spectrométrie de fluorescence des rayons X (SFX ou FX, ou X-ray fluorescence) des sédiments déposés par décantation dans les coupes de la salle du Théâtre ou de la Rive Gauche. Ces études seront à prolonger en 2020, de même que la cartographie géomorphologique détaillée du bassin versant.

En aval, les prospections avaient pour mission de reconnaître, mais aussi de valider ou de compléter les terrasses alluviales présentes sur la carte géologique. L'objectif est d'établir les corrélations éventuelles entre les formations alluviales présentes dans la grotte (et parfois datées) à celles encore lisibles dans le paysage, et ce jusqu'à la vallée de la Garonne.

Une autre importante avancée en 2019 est le relevé des coupes de la rive droite. Si celles-ci sont encore à mettre au net, avec quelques retours sur le terrain, elles sont maintenant toutes réalisées et devront être mises en perspective dans le cadre d'une thèse à soutenir en 2020.

Enfin, de nouvelles datations sont venues compléter le tableau de celles déjà obtenues. Une datation fondamentale par cosmonucléides renvoie à 150 ka +/- 5 ka pour des remplissages fluviaux de la salle du Temple. Quatre autres datations par la méthode du radiocarbone, dont trois en archéologie préventive, confortent celles déjà obtenues pour le Magdalénien moyen de la grotte, soit sur la corniche de la RD119, soit dans le siphon de la galerie Breuil. Plus intéressantes sont : une date sur microfaune d'un niveau dans la paroi le long de la RD119 rapportable à la période solutréenne et une autre sur des charbons à la base du pilier limoneux de la salle du Temple qui renvoie au-delà de la méthode du radiocarbone. Cette dernière datation est très intéressante et devra être confortée par une datation par thermoluminescence du sol brûlé présent sous les charbons. Si cela devait se vérifier, nous serions en présence des premières traces d'occupation du Paléolithique moyen dans la grotte du Mas d'Azil...

L'axe 3 (archéologie), n'a pas vu cette année de manifestation sur le terrain, en dehors du contrôle des éventuels nettoyages de coupes par l'équipe. Nous en avons profité pour faire avancer certaines études. Ainsi, l'étude des micromammifères des niveaux aurignaciens avance et devrait se révéler très intéressante en termes de paléoclimatologie. Nous avons aussi lancé l'étude du mobilier osseux de l'ensemble des séries magdaléniennes que nous avons récolté lors de nos différentes interventions, notamment dans la salle Piette ou le sondage Pouech (étude Jean-Marc Pétillon / Cnrs-Traces en cours). Enfin, l'événement archéologique principal de cette année a été l'intégration des résultats de la fouille réalisée en archéologie préventive le long de la RD119. Ces résultats sont majeurs, au-delà des mobiliers et des nouvelles datations récoltées, car ils

permettent de replacer ce secteur largement détruit lors de la construction de la route dans la géométrie des occupations de la grotte par les préhistoriques, entre Rive Gauche et rive droite.

L'année 2020 devrait voir l'achèvement de la triennale du programme collectif de recherches. Il restera bien sûr des interventions sur le terrain à réaliser, mais elles devraient être assez ciblées. Notons encore que, bien évidemment, l'avancement du projet est dépendant des moyens alloués à celui-ci. Cependant, la plupart des ateliers sont maintenant terminés pour la phase terrain. Il ne devrait plus rester pour 2021 que des interventions ponctuelles de mesures ou prélèvements dans la grotte (notamment sur la question du paléolac), des calages (topographiques, morphokarstiques) et des réunions de croisement de données sur site (géoarchéologie, archivistique). La priorité de 2020 sera donc plus particulièrement portée sur l'achèvement des acquisitions principales et notamment :

- croisement sur le terrain des données archivistiques et bibliographiques ;
- fin des levés topographiques ;
- fin de la cartographie morphokarstique de terrain (mise au net Rive Gauche et exploitation des sections de la cavité) ;
- fin du programme de datations avec quelques prélèvements complémentaires ciblés ;
- fin des travaux de géoarchéologie sur les diverses coupes de la grotte, en rive droite comme en Rive Gauche ;
- évaluation des faunes de la galerie des Ours.

La plupart des actions de terrain étant en voie d'achèvement, il sera alors possible d'engager la phase d'exploitation des données, notamment dans le but de leur intégration et de leur valorisation.

Concernant le programme de valorisation, les publications prévues « au fil de l'eau » continueront bien évidemment à être proposées. L'intégration des données dans les systèmes informatiques prendra forme petit à petit. Un premier travail de test devrait pouvoir être réalisé sur le prototype de logiciel « Chronogramme » afin, nous l'espérons, qu'il puisse être validé pour une utilisation dès 2020 après le retard de sa mise en route en 2019.

À terme, il est envisagé par l'équipe de coordination la réalisation d'une monographie des travaux et études issues de nos recherches sur la grotte. Cette monographie, dont la préparation devrait prendre le temps d'une triennale, pourrait être conçue comme un Atlas complet, rassemblant l'ensemble des données et synthèses de la prospection thématique et du programme collectif de recherches. La base cartographique sera la porte d'entrée de l'ouvrage (d'où son nom). Même le volet historiographique sera connecté à l'Atlas avec comme base la cartographie ancienne.

Axe	Action	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020 (prev.)
Axe 1	1-A données anciennes								
	1-B topo complém.								
	1-C topo principale								
	1-D carto. cavité								
	1-E topo. surf.								
	1-F carto surf.								
Axe 2	2-A morpho karst								
	2-B remplissages								
	2-C chronologie								
	2-D mise en place								
Axe 3	3-A caractérisation								
	3-B Théâtre/Rotonde								
	3-C Salle Piette								
	3-D Ours/Mandement								
	3-E Rive Gauche								
	3-F géoarchéologie								
	3-G croisement général								

tableau 9 : état d'avancement du programme de prospection thématique et calendrier prévisionnel de réalisation.
Jaune = débuté ; vert = en cours ; bleu = fin.

BIBLIOGRAPHIE

Alteirac et Bahn 1982 : ALTEIRAC A., BAHN P.-G. – Les premières datations radiocarbone du magdalénien moyen de la grotte du Mas d’Azil (Ariège). *Bulletin de la Société Préhistorique de l’Ariège*, 1982, t. 10, p. 107-110.

Bégouën et Breuil 1912-13 : BEGOUEN H., BREUIL H. – Peintures et gravures préhistoriques dans la grotte du Mas d’Azil. *Bulletin de la Société archéologique du Midi de la France*, séance du 17 juin 1913, 1912-13, n°42, 8 p.

Billotte 1985 : BILLOTTE M. – Le Crétacé supérieur des plates-formes est-pyrénéennes. *Strata*, série 2, vol. 5, 438 p., 1985, 100 fig., 53 tabl.

Breuil 1902 : BREUIL H. – Rapport sur les fouilles de la grotte du Mas d’Azil (Ariège). *Bulletin archéologique du Comité des travaux historiques et scientifiques*, 1902, p. 3-23.

Breuil 1903 : Breuil H. – Rapport sur les fouilles de la grotte du Mas d’Azil (Ariège). *Bulletin archéologique du Comité des travaux historiques et scientifiques*, 1903, p. 421-436.

Cabanel et al. 2004 : CABANEL P., PAILHES C., ROBERT P. (de) – *Le protestantisme en terres d’Ariège*. Foix : Conseil général de l’Ariège, 2004, 191 p.

Castillon d’Aspet 1852 : CASTILLON D’ASPET – *Histoire du Comté de Foix depuis les temps anciens jusqu’à nos jours, avec Notes, Chartes, Titres, Documents, Pièces justificatives, Plans, Cartes géographiques, etc.* Toulouse, Cazaux, Paris, Garnier et Pamiers, Fuzéré, 1852, T1 : 498 p., T2 : 495 p.

Cavaillé et al. 1977 : CAVAILLÉ A., PEYBERNÈS B., REY, J., SOUQUET P. - *Carte géologique de la France à 1.50.000, Feuille du Mas d’Azil*. B.R.G.M. Ed., carte. 1977.

Cartailhac 1891 : CARTAILHAC E. – Les fouilles de M. Ed. Piette dans la grotte du Mas d’Azil (Ariège), *L’Anthropologie*, 1891, p. 141-149

Cervini 1826-30 : CERVINI J.-A. – *Voyage pittoresque dans les Pyrénées françaises et les départements adjacents, ou collection de 72 gravures représentant les Sites, les Monuments et les Etablissements les plus remarquables du Pays Basque, de la Navarre, du Béarn, du Bigorre, des Comtés de Comminges et de Foix, et du Roussillon, d'après les dessins de M. Melling*. Paris, 1826-1830.

Chollot 1964 : CHOLLOT M. - *Musée des Antiquités nationales. Collection Piette. Art mobilier préhistorique*, Paris, éd. des Musées Nationaux, 479 p.

Clottes et al. 1981 : CLOTTES J., ALTEIRAC A., SERVELLE Ch. – Œuvres d'art mobilier magdaléniennes des anciennes collections du Mas d'Azil. *Préhistoire Ariégeoise*, Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège, 1981, t. XXXVI, p. 37-70.

Delmas 2009 : DELMAS M. - *Chronologie et impact géomorphologique des glaciations quaternaires dans l'est des Pyrénées*. Géomorphologie. Université Panthéon-Sorbonne - Paris I, 2009, 530p.

Evrard 1863 : EVRARD – Sur la rectification des côtes de Baudet par la grotte souterraine de l'Arize, à la sortie du Mas d'Azil (Ariège). *Annales des Ponts-et-Chaussées*, 1863, Tome VI, 4^{ème} série, 2^{ème} semestre, p. 37-48

Faraguet 1866 : FARAGUET – *Route impériale n°119 de Carcassonne à Saint-Girons, Travaux de rectification des côtes de Baudet par la grotte naturelle de l'Arize ou du Mas d'Azil. Dessins et vues photographiques*. Photographies par Provost. Ministère de l'agriculture, du commerce et des travaux publics, Exposition universelle de Paris en 1867, 1866.

Garrigou 1867 : GARRIGOU F. – Etude stratigraphique de la caverne du Mas-d'Azil et des cavernes de divers âges dans la vallée de Tarascon (Ariège). *Bulletin de la Société Géologique de France*, séance sur 1 avril 1867, p. 492-497.

Jalut et al. 1982 : JALUT G., DELIBRIAS G., DAGNAC J., MARDONES M., BOUHOURS M. - A palaeoecological approach to the last 21 000 years in the Pyrenees: the peat bog of Freychinede (alt 1350 m Ariège South France). *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 1982, 40: 321-359.

Jarry et al. 2012 : JARRY M., BRUXELLES L., FRITZ C., MARTIN H., RABANIT M., ARRIGHI V., CALLEDE F., SALGUES T. – *Grotte du Mas d'Azil, Tranche 1 – traversée de la route*. Rapport d'opération, diagnostic archéologique, INRAP GSO, 2012, 98 p.

Jarry et al. 2013a : JARRY M., BON F., BRUXELLES L. (dir.) – *La grotte du Mas d'Azil, cartographie archéologique et géoarchéologie*. Propection thématique, rapport d'activités pour l'année 2013, 2013, 148p.

Jarry et al. 2013b : JARRY M., BON F., BRUXELLES L., FRITZ C., LACOMBE S., LELOUVIER L.-A., MARTIN H., RABANIT M., SIMONNET R., WATTEZ J. – *La grotte du Mas d'Azil, Tranche 2.1 : parcours de visite – parois nord et sur secteur Théâtre*. Rapport d'opération, diagnostic archéologique, INRAP GSO, 2013, 128 p.

Jarry et al. 2014 : JARRY M., BON F., BRUXELLES L., PALLIER C. (dir.) – *La grotte du Mas d'Azil, cartographie archéologique et géoarchéologie*. Propection thématique, rapport d'activités pour l'année 2014, 2014, 206 p.

Jarry et al. 2015a : JARRY M., PALLIER C., BRUXELLES L., BON F. (dir.) – *La grotte du Mas d'Azil, cartographie archéologique et géoarchéologie*. Protection thématique, rapport d'activités pour l'année 2015, 2015, 266 p.

Jarry et al. 2015b : JARRY M., PALLIER C., ARRIGHI V. – *La grotte du Mas d'Azil, Tranche 3.1 : Entrée*. Rapport d'opération, diagnostic archéologique, INRAP GSO, 2015, 57p.

Jarry et al. 2016 : JARRY M., PALLIER C., BRUXELLES L., BON F. (dir.) – *La grotte du Mas d'Azil, cartographie archéologique et géoarchéologie*. Prospection thématique, rapport d'activités pour l'année 2016, 2016, 257p.

Jarry et al. 2017a : JARRY M., PALLIER C., BON F., BRUXELLES L. (dir.) – *La grotte du Mas d'Azil, cartographie archéologique et géoarchéologie*. Prospection thématique, rapport d'activités pour l'année 2017, 2017, 130p.

Jarry et al. 2017b : JARRY M., PALLIER C., ARRIGHI V., BENQUET L. – *La grotte du Mas d'Azil, Tranche 2.2 : Parcours de visite*. Rapport d'opération, diagnostic archéologique, INRAP GSO, 2017, 124p.

Jarry et al. 2017c : Jarry M., Pallier C., Bruxelles L., Bon F., Lejay M., Anderson L., Lacombe S., Lelouvier L.-A., Martin H., Petillon J.-M., Potin, Y., Rabanit M., Simonnet R., Wattez J. – L'Aurignacien de la grotte du Mas d'Azil, résultats des opérations 2011-2015, Actualités scientifiques. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, p. 575-579.

Jarry et al. 2018 : JARRY M., PALLIER C., BON F., BRUXELLES L. (dir.) – *Archives d'une grotte, des archives paléoenvironnementales et archéologiques aux archives de fouilles (grotte du Mas d'Azil, Ariège)*. Programme Collectif de Recherche, rapport d'activités pour l'année 2018, 2018, 140 p.

Lelouvier et al. 2016 : LELOUVIER L.-A., PALLIER C., DAUSSY A. - *La grotte du Mas d'Azil, Tranche 4 : paroi le long de la RD119*. Rapport d'opération, diagnostic archéologique, INRAP GSO, 2016, 80p.

Martinson et al. 1987 : MARTINSON D., PISIAS N., HAYS J., IMBRIE J., MOORE T., SHACKELTON N. - Age Dating and the Orbital Theory of the Ice Ages: Development of a High-Resolution 0 to 300,000-Year Chronostratigraphy. *Quaternary Research*, 1987, 27(1), 1-29.

Morris & Fan 1998 : MORRIS GL., FAN J. - *Reservoir sedimentation handbook*. McGraw-Hill Book Co., New York, 1998, 356 p..

Mulder & Chapron 2011 : MULDER T., CHAPRON E - Flood deposits in *continental and marine environments : character and significance*. in RM Slatt & C. Zavala (Eds.), *Sediment transport from shelf to deep water-Revisiting the delivery system*. AAPG Studies in Geology, 2011 61, 1-30.

Pallier et al. 2015 : PALLIER C., JARRY M., ARRIGHI V. – *La grotte du Mas d'Azil, Tranche 3.2 : station d'épuration*. Rapport d'opération, diagnostic archéologique, INRAP GSO, 2015, 61p.

Pallier et al. 2017 : PALLIER C., JARRY M., BRUXELLES L., ARRIGHI V. SALMON C., POUECH S. – *La grotte du Mas d'Azil, Tranche 2.3 : bâtiment d'accueil*. Rapport d'opération, diagnostic archéologique, INRAP GSO, 2017, 57p.

Péquart et Péquart 1937a : PEQUART M., PEQUART S.-J. – De l'authenticité des galets coloriés du Mas d'Azil et de leur signification présumée. *Congrès Préhistorique de France*, XIIe session, 1936, 1937, p. 548-558.

Péquart et Péquart 1937a : PEQUART M., PEQUART S.-J. – Le Mas d'Azil, Aperçu sur son Histoire et la Préhistoire de sa grotte. Nancy, *Société d'impressions typographiques, extrait de la Revue lorraine d'anthropologie* (année 1936-1937), 1937, 23 p.

Péquart et Péquart 1941 : PEQUART M., PEQUART S.-J. – Nouvelles fouilles au Mas d'Azil (Ariège). *Préhistoire*, tome VIII, Presses Universitaire de France, 1941, p. 7-42.

Péquart et Péquart 1942a : PEQUART M., PEQUART S.-J. – Nouvelles découvertes à la grotte du Mas d'Azil. *Bulletin de la société d'anthropologie de Paris*, 1942, tome 2, IXe série, p. 128-130.

Péquart et Péquart 1942b : PEQUART M., PEQUART S.-J. – Récente découverte de deux œuvres d'art magdalénienne au Mas d'Azil. *La revue scientifique*, 1942, 80ème année, fascicule 2, p. 91-95.

Péquart et Péquart 1960 : PEQUART M., PEQUART S.-J. – Grotte du Mas d'Azil (Ariège) : une nouvelle galerie magdalénienne. *Annales de Paléontologie*, 1960, t. XLVI, p. 127-194.

Piette 1888 : PIETTE E. – Sur un buste de femme taillé dans la racine d'une dent incisive d'équidé, trouvé dans la grotte magdalénienne du Mas-d'Azil. *Compte-rendu des séances de l'Académie des sciences*, t. CVI, 1888, p. 1553, séance du 28 mai.

Piette 1889 : PIETTE E. – Grotte du Mas-d'Azil. *Compte-rendu de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, IVe série, t. XVII, 1889, p. 172, séance du 31 mai.

Piette 1895 : PIETTE E. – Hiatus et lacune. Vestiges de la période de transition dans la grotte du Mas-d'Azil. *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris*, 1895, t. VI, IVe série.

Piette 1902 : PIETTE E. – Gravures du Mas d'Azil et statuettes de Menton. Avec dessins de l'abbé Breuil. *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, Paris, 1902, p. 1-12.

Piette 1904 : PIETTE E. – Notions complémentaires sur l'Asylien. *L'Anthropologie*, 1904, vol. XIV, 13 p.

Piette 1907 : PIETTE E. – *L'art pendant l'Age du Renne : album de cent planches*. Paris : ed. Masson, 1907.

Simonnet 1992 : SIMONNET R. – Le chanoine Pouech, préhistorien de la première heure. In : *Jean-Jacques Pouech*, actes du colloque, Pamiers 16-17 octobre 1992, 1992, p. 55-63.

Souquet et al. 1982 : SOUQUET P., REY J., PEYBERNÈS B., BILLOTTE M. – *Notice de la carte géologique : Le Mas-d'azil, Volvestre – Plantaurel*, 1982, XX-46. BRGM, Orléans.

Sturm & Matter 1978 : STURM M., MATTER A. - Turbidites and varves in Lake Brienz (Switzerland) : deposition of clastic detritus by density currents. In : Matter, A ; Tucker ME (Eds.), *Modern and Ancient Lake Sediments*. Special Publications International Association of Sedimentologists. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1978, p. 147-168.

Twichell *et al.* 2005 : TWICHELL D.C., CROSS V.A., HANSON A.D., BICK B.J., ZYBALA J.G., RUDIN M.J., - Seismic architecture and lithofacies of turbidites in Lake Mead (Arizona and Nevada, USA), an analogue for topographically complex basins. *Journal of Sedimentary Reserach*, 2005, 75, 134-148.

ANNEXES



Annexe 1 - Datations par la méthode du radiocarbone (rapports)



**Centre de
Datation par le
Radiocarbone**

<http://carbon14.univ-lyon1.fr>

40 boulevard Niels Bohr
69622 Villeurbanne Cedex

T 04 72 44 82 57
F 04 72 43 13 17
UMR 5138

M. JARRY Marc - INRAP
13 RUE DU NEGOCE
ZA DES CHAMPS PINSONS
31650 ST ORENS DE GAMEVILLE

Résultat d'analyse par le Radiocarbone

MESURE PAR ACCELERATEUR

Identification de l'échantillon :

44807

Nom du site : GROTTTE DU MAS D'AZIL

Commune / Pays : LE MAS D'AZIL /

Niveau / Couche : ~~SALLE STERILE SD 8 NIV. INF.~~

Nature de l'échantillon : OS GALERIE BREUIL coupe passage bas – base niveau 7 – P3

Observations

sur le traitement

effectué au laboratoire : Ultrafiltration du collagène

Résultat de l'analyse :

Code laboratoire attribué : Lyon-15934(SacA-55694)

Activité ^{14}C par rapport

au standard international : $18,11 \pm 0,14$

Rapport isotopique

$^{13}\text{C} / ^{12}\text{C}$ (‰) : valeur non disponible

Age ^{14}C BP : 13730 ± 60

Age calibré : de 14911 à 14376 av. J.-C.

Observations sur ce résultat :

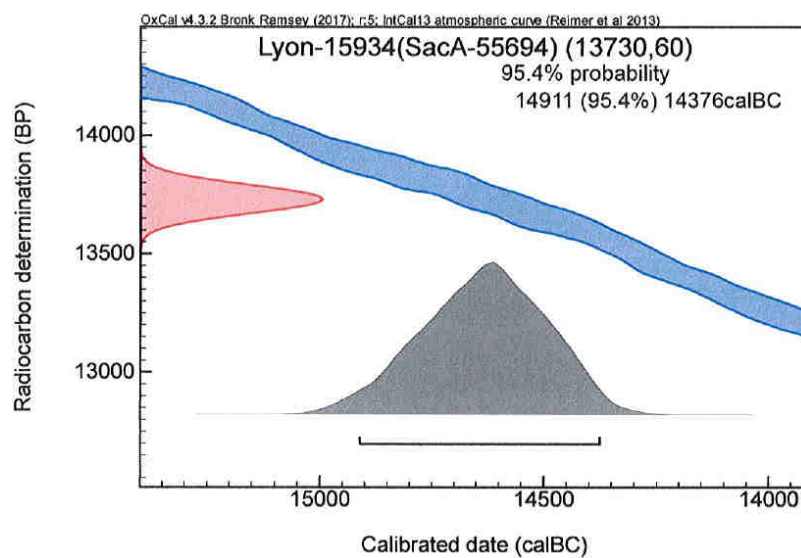
Rendement en collagène: 10,8 mg/g

Sous la co-tutelle



Lyon 1

https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal/ocp_plot_svg.htm





**Centre de
Datation par le
Radiocarbone**

<http://carbon14.univ-lyon1.fr>

40 boulevard Niels Bohr
69622 Villeurbanne Cedex

T. 04 72 44 82 57
F. 04 72 43 13 17
UMR 5138

M. JARRY Marc - INRAP
13 RUE DU NEGOCE
ZA DES CHAMPS PINSONS
31650 ST ORENS DE GAMEVILLE

Résultat d'analyse par le Radiocarbone

MESURE PAR ACCELERATEUR

Identification de l'échantillon :

45598

Nom du site : GROTTA DU MAS D'AZIL

Commune / Pays : LE MAS D'AZIL /

Niveau / Couche : SALLE DU TEMPLE BASE PILIER

Nature de l'échantillon : MAT ORGANI

Observations

sur le traitement

effectué au laboratoire : R.A.S

Résultat de l'analyse :

Code laboratoire attribué : Lyon-15935(SacA-55695)

Activité ^{14}C par rapport

au standard international : $0,32 \text{ \% } \pm$

Rapport isotopique

$^{13}\text{C} / ^{12}\text{C} (\text{‰})$: valeur non disponible

Age ^{14}C BP : >45000 :

Sous la co-tutelle



Lyon 1

INVENTAIRES



Inventaire des photographies numériques

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
0001 - DCailhol - 2019P4120099.jpg	12/04/2019	Didier Cailhol	Porche sud	/	Colloque « Vivre pendant la Dernière Glaciation », excursion avec participants	Nord-ouest
0002 - MLejay - 2019IMG_20190412_154559	12/04/2019	Mathieu Lejay	///	///	Colloque « Vivre pendant la Dernière Glaciation », excursion avec participants à l'abri d'Aurignac	
0003 - MLejay - 2019IMG_20190412_134408	12/04/2019	Mathieu Lejay	Porche sud	/	Colloque « Vivre pendant la Dernière Glaciation », excursion avec participants	
0004 - MJarry - 2019 P1080768	09/03/2019	Marc Jarry	Porche nord	/	Vue au zoom du porche nord depuis la colline de l'autre côté du village du Mas d'Azil	sud
0005 - MJarry - 2019 P1080769	09/03/2019	Marc Jarry	Porche nord	/	Vue générale du porche nord avec le village du Mas d'Azil en premier plan	sud
0006 - MJarry - 2019 P1080771	09/03/2019	Marc Jarry	Porche nord	/	Vue générale du porche nord avec le village du Mas d'Azil en premier plan	sud
0007 - MJarry - 2019 P1080774	09/03/2019	Marc Jarry	Porche nord	/	Vue générale panoramique du porche nord avec le village du Mas d'Azil en premier plan	sud
0008 - MJarry - 2019 P1090020	09/03/2019	Marc Jarry	Rive Gauche / Porche Nord	RG/porche	Vue du porche sud en contre-jour depuis la Rive Gauche	Sud-ouest
0009 - MJarry - 2019 P1090022	09/03/2019	Marc Jarry	Rive Gauche / Porche Nord	RG/porche	Visite avec 3 des co-propriétaires de la Rive Gauche (de gauche à droite : MM. Commenge, Sens et Rumens)	nord
0010 - MJarry - 2019 P1090023	09/03/2019	Marc Jarry	Rive Gauche / Porche Nord	RG/porche	Visite avec 3 des co-propriétaires de la Rive Gauche (de gauche à droite : MM. Commenge, Sens et Rumens)	nord
0011 - MJarry - 2019 P1090024	09/03/2019	Marc Jarry	Rive Gauche	RG	Vue de l'angle sud-ouest de la « fouille Péquart » permettant de voir les nombreuses griffures de fousisseurs attaquant la coupe.	/
0012 - MJarry - 2019 P1090025	09/03/2019	Marc Jarry	Rive Gauche	RG	Vue de l'angle sud-ouest de la « fouille Péquart » permettant de voir les nombreuses griffures de fousisseurs attaquant la coupe.	/
0013 - CPallier 2019 P1030105	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Vue de la partie nord de la coupe depuis le toit du centre d'interprétation,	nord
0014 - CPallier 2019 P1030106	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Vue de la partie supérieure de la coupe (limon) après nettoyage	nord
0015 - CPallier 2019 P1030107	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Vue de la partie supérieure de la coupe (limon) après nettoyage	nord
0016 - CPallier 2019 P1030110	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Vue de la partie supérieure de la coupe (limon) après nettoyage	nord
0017 - CPallier 2019 P1030112	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Détails des limons lités au sommet de la coupe	/
0018 - CPallier 2019 P1030113	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Détails des limons lités au sommet de la coupe	/
0019 - CPallier 2019 P1030115	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Détails des limons lités au sommet de la coupe (sommet des limons)	/
0020 - CPallier 2019 P1030116	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Détails des limons lités au sommet de la coupe (sommet des limons)	/
0021 - CPallier 2019 P1030119	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Détails des limons lités au sommet de la coupe (sommet des limons)	/
0022 - CPallier 2019 P1030121	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Prise de vue	/

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
0023 - CPallier 2019 P1030122	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Détails des limons lités au sommet de la coupe (sommet des limons)	/
0024 - CPallier 2019 P1030123	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Détails des limons lités au sommet de la coupe (sommet des limons)	/
0025 - CPallier 2019 P1030124	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Détails des limons lités au sommet de la coupe (sommet des limons)	/
0026 - CPallier 2019 P1030128	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Détails des limons lités au sommet de la coupe (sommet des limons)	/
0027 - CPallier 2019 P1030130	04/06/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe du grand emprunt	Détails des limons lités au sommet de la coupe (sommet des limons)	/
0028 - CPallier 2019 P1030131	04/06/2019	Céline Pallier	Salle des Conférences	Jonction avec salle Mandement	Détail des niveaux de gours visibles sur les parois	Nord
0029 - CPallier 2019 P1030134	04/06/2019	Céline Pallier	Salle des Conférences	Jonction avec salle Mandement	Détail des niveaux de gours visibles sur les parois	Nord
0030 - CPallier 2019 P1030137	04/06/2019	Céline Pallier	Salle des Conférences	Jonction avec salle Mandement	Détail des niveaux de gours visibles sur les parois	Nord
0031 - CPallier 2019 P1030138	04/06/2019	Céline Pallier	Salle des Conférences	Jonction avec salle Mandement	Détail des niveaux de gours visibles sur les parois	/
0032 - CPallier 2019 P1030139	04/06/2019	Céline Pallier	Salle des Conférences	Jonction avec salle Mandement	Détail des niveaux de gours visibles sur les parois	/
0033 - CPallier 2019 P1030141	04/06/2019	Céline Pallier	Salle des Conférences	Jonction avec salle Mandement	Détail des niveaux de gours visibles sur les parois	/
0034 - CPallier 2019 P1030142	04/06/2019	Céline Pallier	Salle des Conférences	Jonction avec salle Mandement	Détail des niveaux de gours visibles sur les parois	/
0035 - CPallier 2019 P1030143	04/06/2019	Céline Pallier	Salle des Conférences	Jonction avec salle Mandement	Détail des niveaux de gours visibles sur les parois	/
0036 - CPallier 2019 P3310001	31/03/2019	Céline Pallier	Prospectio ns	Aval de la grotte	Prospection terrasses aval de l'Arize. Coupe terrasse	
0037 - CPallier 2019 P3310006	31/03/2019	Céline Pallier	Prospectio ns	Aval de la grotte	Prospection terrasses aval de l'Arize. Coupe terrasse	
0038 - CPallier 2019 P3310008	31/03/2019	Céline Pallier	Prospectio ns	Aval de la grotte	Prospection terrasses aval de l'Arize. Coupe terrasse	
0039 - CPallier 2019 P3310028	31/03/2019	Céline Pallier	Prospectio ns	Aval de la grotte	Prospection terrasses aval de l'Arize. Coupe terrasse	
0040 - CPallier 2019 P3310042	31/03/2019	Céline Pallier	Prospectio ns	Aval de la grotte	Prospection terrasses aval de l'Arize. Coupe terrasse Xplorla	//
0041 - CPallier 2019 P3310043	31/03/2019	Céline Pallier	Prospectio ns	Aval de la grotte	Prospection terrasses aval de l'Arize. Terrasse de Radelanque	
0042 - CPallier 2019 P3310046	31/03/2019	Céline Pallier (Didier Cailhol)	Prospectio ns	Aval de la grotte	Prospection terrasses aval de l'Arize. Terrasse de Radelanque. Céline Pallier	
0043 - CPallier 2019 P3310069	31/03/2019	Céline Pallier	Prospectio ns	Aval de la grotte	Terrasse de Radelanque	sud
0044 - CPallier 2019 P3310102	31/03/2019	Céline Pallier	Prospectio ns	Aval de la grotte	Terrasse de Radelanque détail (Didier Cailhol)	/
0045 - CPallier 2019 P3310116	31/03/2019	Céline Pallier	Prospectio ns	Aval de la grotte	Terrasse de Radelanque détail (Didier Cailhol)	/
0046 - CPallier 2019 P3310118	31/03/2019	Céline Pallier	Prospectio ns	Aval de la grotte	Limons d'inondation de l'Arize	/
0047 - CPallier 2019 P3310168	31/03/2019	Céline Pallier	Prospectio ns	Aval de la grotte	Terrasse de Radelanque détail	/
0048 - CPallier HJGI3419	04/06/2019	Céline Pallier	Porche	sud	Vue porche sud	Ouest
0049 - CPallier	05/06/2019	Céline Pallier	Porche	sud	Vue porche sud	Ouest

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
IMG_0382						
0050 - CPallier IMG_0407	13/06/2019	Céline Pallier	prospections	Replat de Brusquette	Replat de brusquette au Mas d'Azil	Nord-ouest
0051 - CPallier IMG_0408	13/06/2019	Céline Pallier	prospections	Replat de Brusquette	Grottes du Mas d'Azil depuis le replat de Brusquette	sud
0052 - CPallier IMG_0417	13/06/2019	Céline Pallier	Prospections amont	Capes	L'Arize à Capes	/
0053 - CPallier IMG_0421	13/06/2019	Céline Pallier	Prospections amont	Capes	L'Arize à Capes	/
0054 - CPallier IMG_0432	13/06/2019	Céline Pallier			Cimetière de Rieubach	
0055 - CPallier KXJX4461	04/06/2019	Céline Pallier	Prospection	Plaine de Maury	Vue de la plaine de Maury depuis la croix de Maury	sud
Lot 0056 – Gdandurand – galerie ours (118 clichés)	07/06/2019	Grégory Dandurand	Galerie des Ours	Toute la galerie	Ensemble de 118 photographies de détail de l'ensemble de la galerie	/
0057 - MVigreur	06/06/2019	Marion Vigreur	Théâtre	Coupe nord	Travail sur la partie supérieure de la coupe nord	Nord depuis billetterie
0058 - MVigreur	06/06/2019	Marion Vigreur	Rive Gauche	Vue générale	Vue générale vers l'ouest	Ouest
0059 - MVigreur	06/06/2019	Marion Vigreur	Rive Gauche	Fouille Péquart	Vue levé topographique	/
0060 - MJarry - 2019 P1090522	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Vue générale (CP/GD)	Nord
0061 - MJarry - 2019 P1090525	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Partie sup coupe ambiance (CP/GD)	Nord
0062 - MJarry - 2019 P1090527	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Ambiance GD	/
0063 - MJarry - 2019 P1090534	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Détail des niveaux lités lomin/sable de la partie médiane des limons	/
0064 - MJarry - 2019 P1090538	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Détail des niveaux lités lomin/sable de la partie médiane des limons	/
0065 - MJarry - 2019 P1090552	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Ambiance CP/SR	/
0066 - MJarry - 2019 P1090564	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Nettoyage d'un log au-dessus du sondage aurignacien (S2). GD	est
0067 - MJarry - 2019 P1090574	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Nettoyage d'un log au-dessus du sondage aurignacien (S2). GD/CP	est
0068 - MJarry - 2019 P1090585	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Fragment de faune à déterminer au sein des blocs d'effondrement au-dessus du SD2 (calé topo)	/
0069 - MJarry - 2019 P1090590	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Fragment de faune à déterminer au sein des blocs d'effondrement au-dessus du SD2	/
0070 - MJarry - 2019 P1090595	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Fragment de faune à déterminer au sein des blocs d'effondrement au-dessus du SD2 (détail)	/
0071 - MJarry - 2019 P1090599	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Fragment de faune à déterminer au sein des blocs d'effondrement au-dessus du SD2	/
0072 - MJarry - 2019 P1090600	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Fragment de faune à déterminer au sein des blocs d'effondrement au-dessus du SD2 (détail)	/
0073 - MJarry - 2019 P1090602	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Fragment de faune à déterminer au sein des blocs d'effondrement au-dessus du SD2 (détail)	/
0074 - MJarry - 2019 P1090603	04/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Fragment de faune à déterminer au sein des blocs d'effondrement au-dessus du SD2 (détail)	/
0075 - MJarry - 2019 P1090616	04/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Porche Sud	Vue de la Rive Gauche	Sud

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
0076 - MJarry - 2019 P1090618	04/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Porche sud	Vue de la partie nord de la Rive Gauche	Ouest
0077 - MJarry - 2019 P1090621	04/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Porche Sud	Ambience DG/SR	sud
0078 - MJarry - 2019 P1090661	06/06/2019	Marc Jarry	Théâtre	Coupe nord	Prélèvement RX à la base de la partie supérieure (EC/CP)	/
0079 - MJarry - 2019 P1090671	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Rive Gauche	Levé topographique MV	/
0080 - MJarry - 2019 P1090674	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Rive Gauche	Levé topographique MV Porche	/
0081 - MJarry - 2019 P1090675	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Rive Gauche	Levé topographique MV Porche	/
0082 - MJarry - 2019 P1090676	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Rive Gauche	Levé topographique MV Porche	/
0083 - MJarry - 2019 P1090689	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Rive Gauche	Levé topographique MV	/
0084 - MJarry - 2019 P1090690	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Rive Gauche	Levé topographique MV Porche +	/
0085 - MJarry - 2019 P1090701	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Rive Gauche	Levé topographique MV	/
0086 - MJarry - 2019 P1090704	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Rive Gauche	Levé topographique MV	/
0087 - MJarry - 2019 P1090706	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Rive Gauche	Belle vue du porche en contre-jour	est
0088 - MJarry - 2019 P1090756	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Rive Gauche	Levé topographique MV/VA	/
0089 - MJarry - 2019 P1090757	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Rive Gauche	Levé topographique MV/VA	/
0090 - MJarry - 2019 P1090760	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Rive Gauche	Levé topographique MV/VA	/
0091 - MJarry - 2019 P1090761	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Rive Gauche	Levé topographique MV/VA	/
0092 - MJarry - 2019 P1090762	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie Arize	Rive Gauche	Levé topographique MV/VA au-dessus de la fouille Péquart	/
0093 - MJarry - 2019 P1090767	13/06/2019	Marc Jarry	Prospection	Terrasse Xploria	Terrasse Xploria (CP / LB)	/
0094 - MJarry - 2019 P1090778	13/06/2019	Marc Jarry	Prospection	Mas d'Azil	Vue du porche nord de la grotte depuis les replats au dessus du bourg	sud
0095 - MJarry - 2019 P1090782	13/06/2019	Marc Jarry	Prospection	Mas d'Azil	Vue du porche nord de la grotte depuis les replats au dessus du bourg	sud
0096 - MJarry - 2019 P1090783	13/06/2019	Marc Jarry	Prospection	Mas d'Azil	Vue du porche nord de la grotte depuis les replats au dessus du bourg (zoom)	sud
0097 - MJarry - 2019 P1090799	13/06/2019	Marc Jarry	propection	Amont de la grotte	L'Arize à hauteur de Clermont	/
0098 - MJarry - 2019 P1090819	13/06/2019	Marc Jarry	Prospection	Amont de la grotte	Limons d'inondations du bord de l'Arize à hauteur de Clermont	/
0099 - MJarry - 2019 P1090820	13/06/2019	Marc Jarry	Prospection	Amont de la grotte	Limons d'inondations du bord de l'Arize à hauteur de Clermont. Coupe Photo A	/
0100 - MJarry - 2019 P1090821	13/06/2019	Marc Jarry	Prospection	Amont de la grotte	Limons d'inondations du bord de l'Arize à hauteur de Clermont. Coupe photo B	/
0101 - MJarry - 2019 P1090822	13/06/2019	Marc Jarry	Prospection	Amont de la grotte	Limons d'inondations du bord de l'Arize à hauteur de Clermont. Coupe photo C	/
0102 - MJarry - 2019 P1090823	13/06/2019	Marc Jarry	Prospection	Amont de la grotte	Limons d'inondations du bord de l'Arize à hauteur de Clermont. Coupe photo D	/
0103 - CPallier - 2019 IMG_0857	16/07/2019	Céline Pallier	Galerie Principale	Rive Gauche	Premiers repérage en Rive Gauche. Nettoyage de la coupe de la fouille Péquart (SR) et cartographie morphokarstique (MR et HC)	/
0104 - MJarry - 2019 IMG_20190606_140132	06/06/2019	Marc Jarry	Galerie principale	Rive Gauche	Levé topographique des cibles en prévision du nouveau survol drone	/
Lot 0105 - CPallier - 2019 - RG coupe pour 3D	16/07/2019	Céline Pallier	Galerie Principale	Rive Gauche	Lot de 140 clichés avec cibles relevées en topographie pour redressement	multiple

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
					orthophotographique de la coupe pour relevé.	
0106 - CPallier - 2019 IMG_1010	18/07/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe nord	Vue générale (premier paln sondage 2	Nord
0107 - CPallier - 2019 IMG_1011	18/07/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe nord	Mesures Rxf <i>in situ</i> sur la partie limoneuse supérieure (MP EC)	/
0108 - CPallier - 2019 IMG_1012	18/07/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe nord	Mesures Rxf <i>in situ</i> sur la partie limoneuse supérieure (MP EC)	/
0109 - CPallier - 2019 IMG_1013	18/07/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe nord	Vue du log de la partie intermédiaire	nord
0110 - CPallier - 2019 IMG_1015	18/07/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe nord	Vue du log de la partie intermédiaire	nord
0111 - CPallier - 2019 IMG_1016	18/07/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe nord	Vue du log de la partie intermédiaire	nord
0112 - CPallier - 2019 IMG_1019	18/07/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe nord	Vue du log de la partie intermédiaire	nord
0113 - CPallier - 2019 IMG_1022	18/07/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe nord	Vue du log de la partie intermédiaire	nord
0114 - CPallier - 2019 IMG_1023	18/07/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe nord	Vue du log de la partie intermédiaire	nord
0115 - CPallier - 2019 IMG_1026	18/07/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe nord	Vue du log de la partie intermédiaire	nord
0116 - CPallier - 2019 IMG_1029	18/07/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe nord	Vue du log de la partie intermédiaire	nord
0117- CPallier - 2019 IMG_1030	18/07/2019	Céline Pallier	Théâtre	Coupe nord	Vue du log de la partie intermédiaire	nord
0118 - DCailhol - 2019 P8240104	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	nord	Photographie systématique pour 3D (MJ)	Nord
0119 - DCailhol - 2019 P8240010	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	Paroi sud	Traces de griffes dans l'argile	/
0120 - DCailhol - 2019 P8240011	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	sud	Altération de la paroi (arrachage concretion)	/
0121 - DCailhol - 2019 P8240014	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	Paroi sud	Etat de paroi	/
0122 - DCailhol - 2019 P8240025	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	nord	Plafond, coupole chauve-souris	/
0123 - DCailhol - 2019 P8240059	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	sud	Vue de la partie sud de la salle	/
0124 - DCailhol - 2019 P8240060	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	/	Vue du plafond de la partie centrale de la salle	/
0125 - DCailhol - 2019 P8240065	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	Paroi nord	Etat de paroi	/
0126 - DCailhol - 2019 P8240066	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	Paroi nord	Etat de paroi	/
0127 - DCailhol - 2019 P8240069	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	Partie sud	Etat de paroi	/
0128 - DCailhol - 2019 P8240072	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	Partie sud	Etat de paroi	/
0129 - DCailhol - 2019 P8240073	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	Partie sud	Etat de paroi	/
0130 - DCailhol - 2019 P8250130	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle du Guano	Paroi nord	Forme de paroi	nord
0131 - DCailhol - 2019 P8250139	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle du Guano	Paroi sud	détail	/
0132 - DCailhol - 2019 P8250148	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle du Guano	Paroi sud	détail	/
0133 - DCailhol - 2019 P8250152	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle du Guano	Paroi sud	détail	/
0134 - DCailhol - 2019 P8250154	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle du Guano	Paroi sud	détail	/

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
0135 - DCailhol - 2019 P8250115	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle du Guano	Massif stalag	Vue du massif stalagmitique central altéré	/
0136 - DCailhol - 2019 P8250157	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle du Guano	Massif stalag	Vue du massif stalagmitique central altéré	/
0137 - DCailhol - 2019 P8240021	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	/	Guano et altérations guano	/
0138 - DCailhol - 2019 P8240031	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	/	Guano et altérations guano	/
0139 - DCailhol - 2019 P8240033	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	/	Guano et altérations guano	/
0140 - DCailhol - 2019 P8240035	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	/	Guano et altérations guano	/
0141 - DCailhol - 2019 P8240045	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	/	Guano et altérations guano	/
0142 - DCailhol - 2019 P8240085	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	/	Guano et altérations guano	/
0143 - DCailhol - 2019 P8240092	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	/	Guano et altérations guano	/
0144 - DCailhol - 2019 P8240096	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	/	Guano et altérations guano	/
0145 - DCailhol - 2019 P8240098	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	/	Guano et altérations guano	/
0146 - DCailhol - 2019 P8240110	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	/	Guano et altérations guano	/
0147 - DCailhol - 2019 P8240019	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle des Chauve-Souris	nord	Enregistreurs	nord
0148 - DCailhol - 2019 P8250138	24/08/2019	Didier Cailhol	Salle du Guano	/	Enregistreur base	
0149 - MJarry - 2019 P1090837	25/08/2019	Marc Jarry	Porche sud	/	Vue du porche	ouest
0150 - MJarry - 2019 P1100007	25/08/2019	Marc Jarry	Salle Mandement	fond	Enregistrement des mesures (DC)	/
0151 - MJarry - 2019 P1100016	25/08/2019	Marc Jarry	Salle Mandement	fond	Prise de mesure anémomètre (DC)	/
0152 - MJarry - 2019 P1100019	25/08/2019	Marc Jarry	Salle des Chauve-Souris	nord	Eclairages pour photographies 3D	/
0153 - MJarry - 2019 P1120002	25/08/2019	Marc Jarry	Salle des Chauve-Souris	/	Détail concrétions	/
0154 - MJarry - 2019 P1120004	25/08/2019	Marc Jarry	Salle des Chauve-Souris	/	Détail concrétions	/
0155 - MJarry - 2019 P1120032	25/08/2019	Marc Jarry	Salle des Chauve-Souris	/	Détail concrétions	/
0156 - MJarry - 2019 P1120034	25/08/2019	Marc Jarry	Salle des Chauve-Souris	Base paroi sud	Détail griffades	
0157 - MJarry - 2019 P1120036	25/08/2019	Marc Jarry	Salle des Chauve-Souris	Base paroi sud	Détail griffades	
0158 - MJarry - 2019 P1120064	25/08/2019	Marc Jarry	Salle du Temple	Partie nord	Eclairage pour 3D	/
0159 - MJarry - 2019 P1120298	25/08/2019	Marc Jarry	Salle Mandement	fond	Enregistrement des mesures (DC)	/
0160 - MJarry - 2019 P1120909	25/08/2019	Marc Jarry	Salle du Guano	/	Massif central altéré	/
0161 - MJarry - 2019	25/08/2019	Marc Jarry	Salle du	/	Relevé ambiance (CP)	/

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
P1130008			Théâtre			
0162 - MJarry - 2019 P1130012	25/08/2019	Marc Jarry	Salle du Théâtre	Grand emprunt	Eclairage pour Orthophoto	Sud-est
Lot 0163 – MJarry – 2019 - 3D Guano (600 clichés)	25/08/2019	Marc Jarry	Salle des Chauve-Souris	Secteur sd	Lot de 600 clichés pour photogrammétrie	Multiple
Lot 0164 – MJarry – 2019 - 3D Chauv Sour Nord (980 clichés)	25/08/2019	Marc Jarry	Salle des Chauve-Souris	Secteur sd	Lot de 980 clichés pour photogrammétrie	Multiple
Lot 0165 – MJarry – 2019 – 3D Chauv Sour Sud (888 clichés)	25/08/2019	Marc Jarry	Salle des Chauve-Souris	Secteur sd	Lot de 888 clichés pour photogrammétrie	Multiple
Lot 0166 – MJarry – 2019 – 3D Temple nord (88 clichés)	25/08/2019	Marc Jarry	Salle des Chauve-Souris	Secteur sd	Lot de 88 clichés pour photogrammétrie	Multiple
Lot 0167 – MJarry – 2019 – 3D coupe Théâtre (493 clichés)	25/08/2019	Marc Jarry	Salle des Chauve-Souris	Secteur sd	Lot de 493 clichés pour photogrammétrie	Multiple
0168 - CPallier - 2019 IMG_2145	05/09/2019	Céline Pallier	Porche sud	/	Vue en contre jour du Porche sud	Sud est
0169 - CPallier - 2019 IMG_2146	05/09/2019	Céline Pallier	Rive Gauche	/	Détail de paroi	/
0170 - CPallier - 2019 IMG_2162	06/09/2019	Céline Pallier	Prospectio ns	Arize en amont	/	
0171 - CPallier - 2019 IMG_2166	06/09/2019	Céline Pallier	Prospectio ns	Arize en amont	/	
0172 - CPallier - 2019 IMG_2167	06/09/2019	Céline Pallier	Prospectio ns	Arize en amont	/	
0173 - CPallier - 2019 IMG_2178	06/09/2019	Céline Pallier	Grottes de Chinchrill	starti		
0174 - CPallier - 2019 IMG_2179	06/09/2019	Céline Pallier	Grottes de Chinchrill	starti		
0175 - CPallier - 2019 IMG_2183	06/09/2019	Céline Pallier	Grottes de Chinchrill	starti	Vue de la cavité	
0176 - CPallier - 2019 IMG_2194	06/09/2019	Céline Pallier	Grottes de Chinchrill	starti		
Lot 0177 – Dcaillhol – 2019 – drone RG (382 clichés)	02/10/2019	Didier Cailhol	Rive Gauche	/	Lot de 382 clichés pour photogrammétrie	multiple
0178 - MJarry 2019 P1150793	23/10/2019	Marc Jarry	Salle mandement	/	Relevé des capteurs thermiques	/
0179 - MJarry 2019 P1150795	23/10/2019	Marc Jarry	Salle mandement	/	Relevé des capteurs thermiques	/
0180 - MJarry 2019 P1150814	23/10/2019	Marc Jarry	Salle du Temple	Pilier galerie des Silex	Niveau rubéfié de la base de la coupe	/
0181 - MJarry 2019 P1150815	23/10/2019	Marc Jarry	Salle du Temple	Pilier galerie des Silex	Niveau rubéfié de la base de la coupe	/
0182 - MJarry 2019 P1150816	23/10/2019	Marc Jarry	Salle du Temple	Pilier galerie des Silex	Niveau rubéfié de la base de la coupe	/
0183 - MJarry 2019 P1150817	23/10/2019	Marc Jarry	Salle du Temple	Pilier galerie des Silex	Niveau rubéfié de la base de la coupe	/
0184 - MJarry 2019 P1150818	23/10/2019	Marc Jarry	Salle du Temple	Pilier galerie des Silex	Niveau rubéfié de la base de la coupe	/
0185 - MJarry 2019 P1150819	23/10/2019	Marc Jarry	Salle du Temple	Pilier galerie des Silex	Niveau rubéfié de la base de la coupe	/
0186 - MJarry 2019 P1150820	23/10/2019	Marc Jarry	Salle du Temple	Pilier galerie des Silex	Niveau rubéfié de la base de la coupe	/
0187 - MJarry - 2020 P1160022	04/01/2020	Marc Jarry	Galerie Arize	/	Vue de la partir sud de la galerie	sud
0188 - MJarry - 2019 P1150867	19/12/2019	Marc Jarry	Prospectio ns aval	Sabarat	Prospections en aval de la grotte (CP LB MB)	
0189 - MJarry - 2019 P1150872	19/12/2019	Marc Jarry	Prospectio ns aval	Sabarat	Terrasses au dessus de Sabarat	nord
0190 - MJarry - 2019 P1150877	19/12/2019	Marc Jarry	Prospectio ns aval	Sabarat	Terrasses au dessus de Sabarat. Panoramique	nord
0191 - MJarry - 2019 P1150880	19/12/2019	Marc Jarry	Prospectio ns aval	Sabarat	CP LB	
0192 - MJarry - 2019	19/12/2019	Marc Jarry	Prospectio	Sabarat	CP LB MB. Inspection terrasse	

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
P1150886			ns aval			
0193 - MJarry - 2019 P1160012	19/12/2019	Marc Jarry	Sabarat	/	Vue de la grotte du Mas d'Azil et de son massif amont + Pyrénées depuis les hautes terrasses au nord der Sabarat	sud
0194 - MJarry - 2019 P1160013 ret04	19/12/2019	Marc Jarry	Sabarat	/	Vue de la grotte du Mas d'Azil et de son massif amont + Pyrénées depuis les hautes terrasses au nord der Sabarat	sud
0195 - MJarry - 2019 P1160014	19/12/2019	Marc Jarry	Sabarat	/	Vue de la grotte du Mas d'Azil et de son massif amont + Pyrénées depuis les hautes terrasses au nord der Sabarat	sud
0196 - MJarry - 2019 P1160016	19/12/2019	Marc Jarry	Sabarat	/	Prospection hautes terrasses Sabarat (CP LB SH)	sud
0197 - MJarry - 2019 P1160017	19/12/2019	Marc Jarry	Sabarat	Hautes terrasse	Affleurement	/

Inventaire des prélèvements

Prélèvements pour datations par la méthode du radiocarbone:

/

Prélèvements pour analyses Rx (Emmanuel Chapron) :

- LMA-19-T01 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord
- LMA-19-T02 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T03 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T04 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T05 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T06 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T07 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T08 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T09 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T10 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T11 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T12 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T13 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T14 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T15 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T16 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T17 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T18 = Salle du Théâtre, sommet limoneux coupe nord ;
- LMA-19-T19 = Salle de la Rotonde, point le plus haut des limons ;
- LMA-19-T20 = Salle du Temple/Galerie des Silex, sommet limoneux coupe pilier ;
- LMA-19-T21 = Salle du Temple/Galerie des Silex, sommet limoneux coupe pilier ;
- LMA-19-T22 = Galerie des Ours, sommet limoneux ;
- LMA-19-T23 = Galerie des Ours, sommet limoneux ;
- LMA-19-T24 = Rive gauche, limons sup. ;
- LMA-19-T25 = Rive gauche, limons sup. ;
- LMA-19-T26 = Rive gauche, limons d'inondations actuelles. ;

Inventaire des conditionnements et de la documentation écrite

Il est prévu de fournir, à l'issue des opérations archéologiques réalisées dans le cadre de ce programme, un inventaire raisonné des conditionnements conforme aux normes de la base B.E.R.N.A.R.D. en vigueur en Midi-Pyrénées/Occitanie.

Pour l'instant, nous proposons des inventaires de mobiliers intermédiaires qui nécessiteront des réajustements et compléments au fur et à mesure de l'avancement des travaux et des études.

L'inventaire de la documentation écrite et surtout du conditionnement qui ne peut être pour l'instant que provisoire, sera livré à l'issue de nos travaux.

Occitanie, Midi-Pyrénées, Ariège, Le Mas d'Azil

Archives d'une grotte

Des archives paléoenvironnementales et archéologiques

paléolithiques aux archives de fouilles (grotte du Mas d'Azil, Ariège)

Programme collectif de recherches 2018-2020

Rapport d'activité pour l'année 2019



Chronologie :

Paléolithique supérieur

Programme :

P5

Sujet et thème :

Grotte

Mobilier

Lithique, faune,

Autre (blocs, coquilles...)

À l'issue de l'historique des recherches antérieures réalisées dans cette cavité prestigieuse et des premiers résultats réalisés ponctuellement, lors d'opérations d'archéologie préventive, il nous est apparu comme une évidence que l'immense réseau de galeries de la grotte du Mas d'Azil, mais aussi le massif dans son ensemble, n'avaient pas encore livré tous leurs secrets. En partant du constat une opération de prospection thématique puis ce programme collectif de recherche proposent de pouvoir disposer, à terme :

- d'une cartographie générale de la grotte et de ses remplissages ;
- comprendre l'histoire et caler chronologiquement les étapes de sa formation puis de son évolution ;
- évaluer le potentiel des niveaux archéologiques encore présents dans le monument.

Ces objectifs ont été déclinés en trois axes de recherche, eux-mêmes décomposés en actions.

La réflexion et le croisement des données que propose ce programme, devraient aboutir, si les recherches continuent à être aussi fructueuses, à un renouvellement conséquent de notre vision de cette célèbre grotte.



Contact :

Marc Jarry

Centre archéologique Midi-Pyrénées
Sud,
13 rue du négoce, 31650 Saint-Orens
de Gameville

Marc.jarry@inrap.fr



www.grottesarcheologies.com