

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



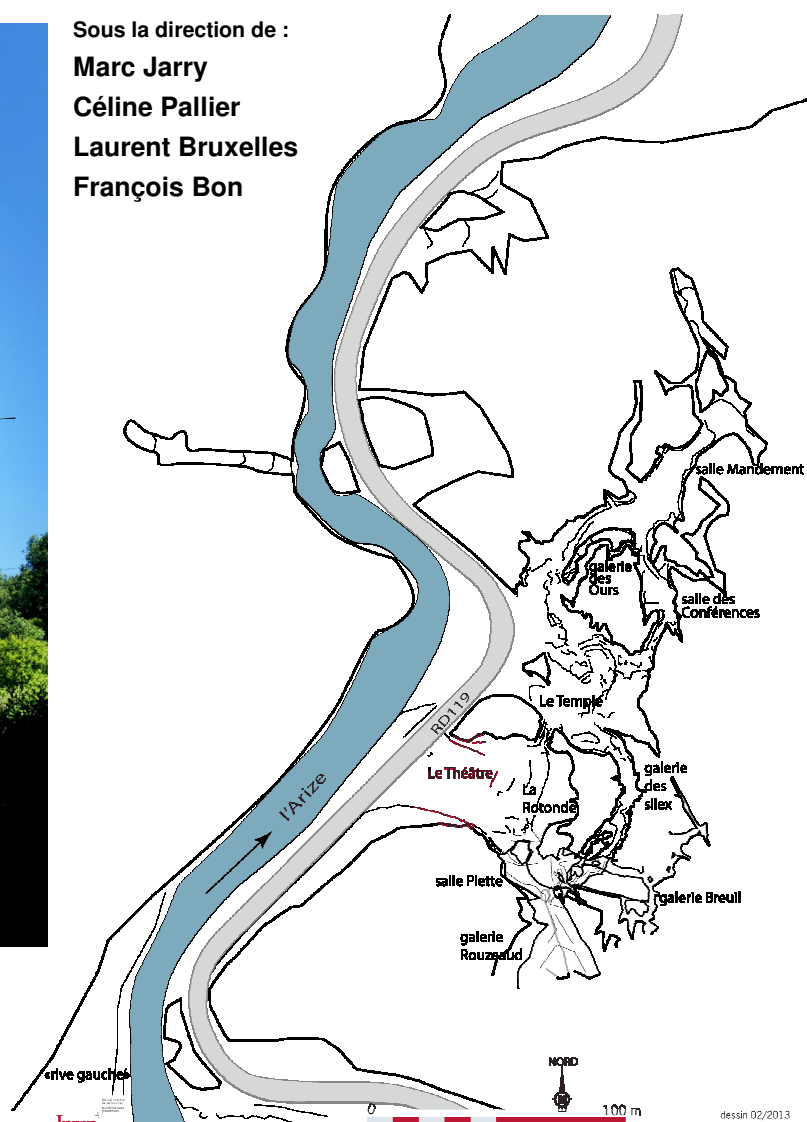
Archives d'une grotte

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 2020



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



Décembre 2020

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 2020

Décembre 2020

Sous la direction de :

Marc Jarry

Céline Pallier

Laurent Bruxelles

François Bon

Par :

Marc Jarry

Céline Pallier

Laurent Bruxelles

François Bon

Vincent Arrighi

Michel Barbaza

Didier Cailhol

Hubert Camus

Bastien Chadelle

Marc Comelongue

Sixtine Hoellinger

Loïc Lebreton

Philippe Marsac

Hélène Martin

Jean-Marc Pétillon

Yann Potin

Manon Rabanit

Pauline Ramis

Emmanuelle Stoetzel

Eugénie Thomas

Avec la collaboration de :

Léo Bassuet

Pierre-Antoine Beauvais

Jean-Yves Bigot

Patrice Commenge

Grégory Dandurand

Stephen Gambin

Melissa Lièvre

Laure-Amélie Lelouvier

Amélie Martinez

Patrick Massan

Maxime Olivo

Camille Thabard

Guilhem Sanchez



Institut national
de recherches
archéologiques
préventives



Remerciements :

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

- 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 ;
- monsieur Raymond Berdou, maire du Mas d'Azil, vice-président du conseil départemental de l'Ariège et de manière générale la mairie du Mas d'Azil qui nous a toujours accueilli chaleureusement ;
- 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.
- monsieur Didier Delhoume, conservateur régional de l'Archéologie de la direction régionale des Affaires Culturelles ;
- monsieur Yanik 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 Jouvencel 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 et surtout sympathique à l'organisation de Festi'Dolmen.

Sommaire

1. DONNEES ADMINISTRATIVES	9
FICHE SIGNALETIQUE	10
MOTS-CLES DES THESAURUS	12
ÉQUIPE DE RECHERCHE POUR 2020	13
LOCALISATION 1/250 0000	15
LOCALISATION 1/25 000	16
AUTORISATION N° 76-2019-0249	17
AUTORISATION DE SONDAGE N° 76-2020-0547	18
AUTORISATION DE PRELEVEMENT	20
CADASTRE	22
2. PROBLEMATIQUE ET METHODE	23
2.1. UNE ANNEE VIRALE...	23
2.2. LE PROGRAMME COLLECTIF DE RECHERCHES (RAPPEL)	28
PROBLEMATIQUE	28
METHODOLOGIE	29
2.3. RAPPEL DES EPISODES PRECEDENTS...	32
2.4. AUTORISATIONS DE SONDAGE ET DE PRELEVEMENTS	38
3. RESULTATS DE LA TROISIEME (8^E) ANNEE	39
3.1. JOURNAL DE BORD	39
3.2. AXE 1 - CARTOGRAPHIE GENERALE DE LA CAVITE	42
ACTION 1-A : ACQUISITION ET CONTEXTUALISATION DES DONNEES ANCIENNES	42
ACTION 1-B : COLLECTE DE DONNEES TOPOGRAPHIQUES COMPLEMENTAIRES	47
ACTION 1-C : CONSTITUTION DE LA BASE TOPOGRAPHIQUE PRINCIPALE	48
ACTION 1-D : CARTOGRAPHIE MORPHOKARSTIQUE DE LA GROTTÉ	55
ACTION 1-E – TOPOGRAPHIE DE LA SURFACE	58
ACTION 1F – CARTOGRAPHIE MORPHOKARSTIQUE EXTERIEURE	58
3.3. AXE 2 - GEOMORPHOLOGIE ET GEOARCHEOLOGIE	58
ACTION 2-A : DESCRIPTION MORPHOKARSTIQUE DE LA GROTTÉ	58
ACTION 2-B : LES REMPLISSAGES KARSTIQUES ET LEURS INTERPRETATIONS	58
ACTION 2-C : CHRONOLOGIE RELATIVE ET DATATION DES DEPOTS	126
ACTION 2-D : MISE EN PLACE DE LA CAVITE	136
3.4. AXE 3 - ARCHEOLOGIE	148
ACTION 3-A : CARACTERISATION ARCHEOLOGIQUE DES REMPLISSAGES ET DES FORMATIONS SUPERFICIELLES	148
ACTION 3-B : EVALUATION COMPLEMENTAIRE DES NIVEAUX ARCHEOLOGIQUES DU SECTEUR II (THEATRE/ROTONDE/STERILE)	148
ACTION 3-C : EVALUATIONS COMPLEMENTAIRES DES NIVEAUX ARCHEOLOGIQUES DE LA SALLE PIETTE ET PROCHE (SECTEURS III, IV ET VI)	157
ACTION 3-D : EVALUATION DES NIVEAUX DE LA SALLE DU TEMPLE / GALERIE DES OURS / SALLE MANDEMENT ET PROCHES (SECTEURS V, VI, IX, X, XI, XII ET XIII)	157
ACTION 3-E : EVALUATION DES NIVEAUX ARCHEOLOGIQUES DE LA GALERIE PRINCIPALE / RIVE GAUCHE DE L'ARIZE (SECTEUR I)	157
ACTION 3-F : CROISEMENT DES DONNEES AVEC LES APPROCHES GEOARCHEOLOGIQUES	173
ACTION 3-G : CROISEMENT GENERAL DES DONNEES	177
4. DIFFUSION ET VALORISATION	179

4.1. COLLOQUES ET SEMINAIRES	179
4.2. PUBLICATIONS	180
4.3. FORMATION	181
4.4. COMMUNICATION/VALORISATION	182
BILAN 2020	182
L'ANNEE DU NUMERIQUE...	183
MAIS PAS QUE !	184
PERSPECTIVES 2021	185
 5. CONCLUSION ET PERSPECTIVES	 187
 BIBLIOGRAPHIE	 191
 ANNEXES	 199
 ANNEXE 1A - DATATIONS PAR LA METHODE DU RADIOCARBONNE (PREMIER RAPPORT)	 200
ANNEXE 1A - DATATIONS PAR LA METHODE DU RADIOCARBONNE (PREMIER RAPPORT)	204
ANNEXE 2 – ARTICLE A PARAITRE – AZEMA <i>ET AL.</i>	216
ANNEXE 3 – ARTICLE A PARAITRE – CAILHOL <i>ET AL.</i>	219
ANNEXE 4 – ARTICLE A PARAITRE – BEAUVAIS <i>ET AL.</i>	234
ANNEXE 5 – ARTICLE A PARAITRE – JARRY <i>ET AL.</i>	262
ANNEXE 6 – INVENTAIRE DETAILLE DES SPECIMENS CONFIES POUR ANALYSE ADN	281
 INVENTAIRES	 283
 INVENTAIRE DES PHOTOGRAPHIES NUMERIQUES	 284
INVENTAIRE DES PRELEVEMENTS	292
INVENTAIRE DES CONDITIONNEMENTS ET DE LA DOCUMENTATION ECRITE	293

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, 575 et 576

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

Numéro de l'arrêté d'autorisation de sondage :
76-2020-0547 du 7 juillet 2020

Responsable scientifique de l'opération de sondage
Marc Jarry

Dates d'interventions

du 1^{er} au 5 juillet 2020
du 27 au 31 juillet 2020
du 29 octobre au 2 novembre 2020

Mots-clés des thésaurus

Chronologie

☒	Paléolithique
☐	Inférieur
☐	Moyen
☒	Supérieur
☒	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

Équipe de recherche pour 2020

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 / Cnrs / Traces (CNRS Université de Toulouse et Johannesburg), coordination générale, géomorphologie, géoarchéologie, karstologie

François Bon, Université de Toulouse/Traces, CNRS Université de Toulouse), coordination générale, archéologie

Vincent Arrighi, Inrap, topographie

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

Blanche Bundgen, Inrap, technologie des industries magdaléniennes

Michel Barbaza, Université de Toulouse/Traces, archéologie et technologie lithique

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

Bastien Chadelle, Doctorant université de Toulouse Jean Jaurès, géomatique et 3D

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

Jean-Pierre Claria, archéo'Garonne, exploration subaquatique

Marc Commelongue, 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 Florsch, 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, géomatique

Loïc Lebreton, 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

Philippe Marsac, Inrap, céramique néolithique

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 :

Léo Bassuet (Univ Toulouse), Patrice Commenge, Stephen Gambin (Grottes & Archéologies), Melissa Lièvre (univ. Toulouse), Amélie Martinez (univ. Toulouse), Maxime Olivo (univ. Toulouse), Guilhem Sanchez (Inrap), Camille Thabard (Grottes&Archéologies), Eugénie Thomas (univ. Toulouse).



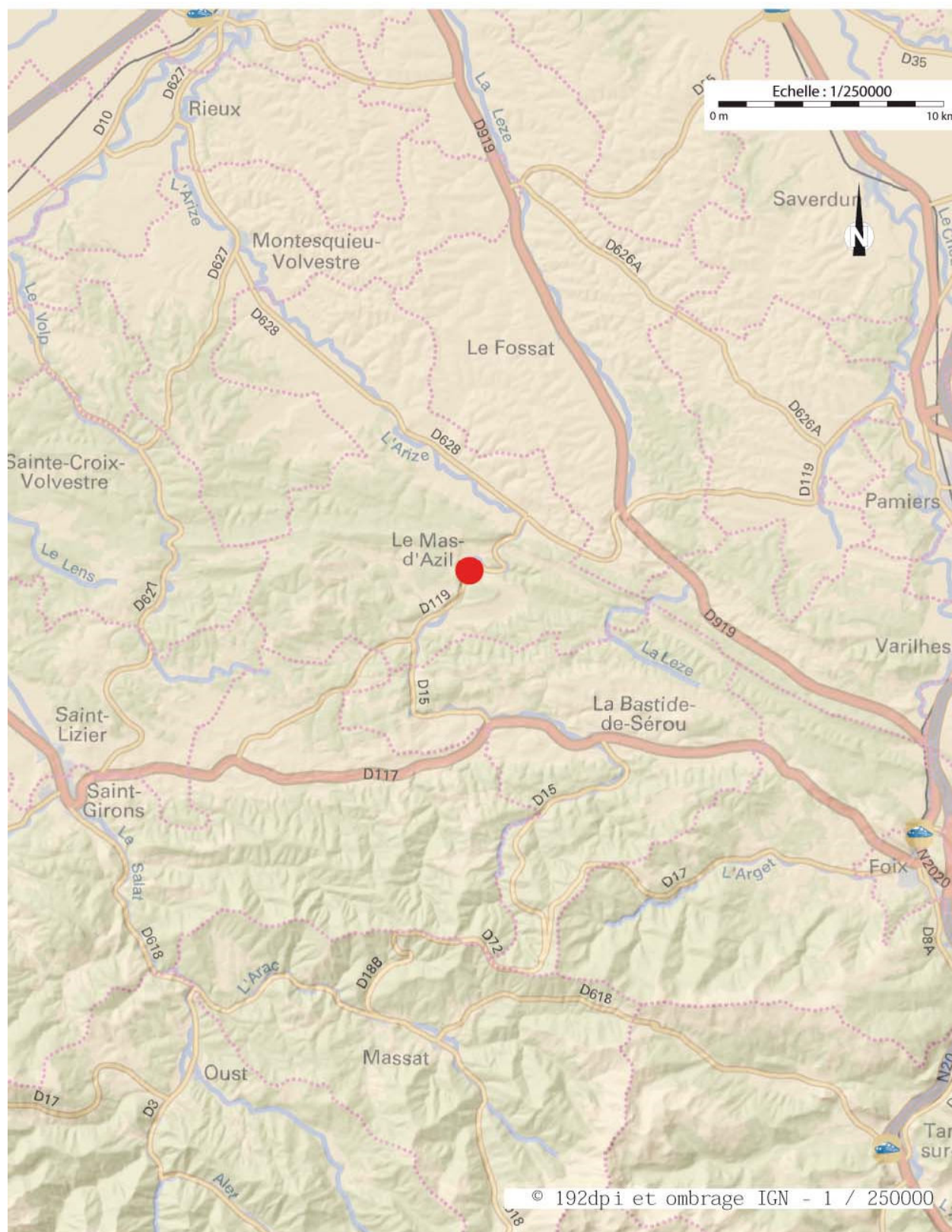
Baptman © Marc Jarry

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.



0 100 km

Midi-Pyrénées

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



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.

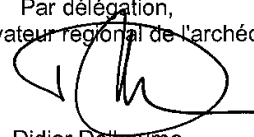
Code de l'opération : **1410869**

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

Autorisation de sondage n° 76-2020-0547



PRÉFET DE LA RÉGION OCCITANIE

Arrêté n° 76-2020-0547 du 7 juillet 2020
portant autorisation de sondage.

Le Préfet de région ;

Vu le code du patrimoine et notamment son livre V ;

Vu l'arrêté préfectoral du 8 janvier 2020 portant délégation de signature à M. Michel ROUSSEL, Directeur régional des affaires culturelles ;

Vu l'arrêté R76-2020-01-13-002 du 13 janvier 2020 de M. Michel ROUSSEL, Directeur régional des affaires culturelles d'Occitanie, portant subdélégation de signature aux agents de la Direction régionale des affaires culturelles ;

Vu le dossier, enregistré sous le n° PGR762020000113, de demande d'opération archéologique arrivé le 7 juillet 2020 ;

ARRÊTE

Article 1 - Monsieur Marc JARRY est autorisé(e), en qualité de responsable scientifique, à conduire une opération de sondage à partir de la date de notification du présent arrêté jusqu'au 31 juillet 2020, sise en :

RÉGION : OCCITANIE
• DEPARTEMENT : ARIEGE
COMMUNE : MAS-D'AZIL

Intitulé de l'opération : SD2020 - Grotte du Mas d'Azil.
Programme de recherche : Axe 2. Le Paléolithique supérieur.
Code de l'opération : **1411429**

Article 2 - prescriptions générales

Les recherches sont effectuées sous la surveillance du conservateur régional de l'archéologie territorialement compétent et conformément aux prescriptions imposées pour assurer le bon déroulement scientifique de l'opération.

Le responsable scientifique de l'opération informe régulièrement le conservateur régional de l'archéologie de ses travaux et découvertes. Il lui signale immédiatement toute découverte importante de caractère mobilier ou immobilier. Il revient au préfet de région de statuer sur les mesures définitives à prendre à l'égard des découvertes.

À la fin de l'année civile, le responsable scientifique de l'opération adresse au conservateur régional de l'archéologie, en triple exemplaire papier plus un exemplaire au format pdf, un rapport accompagné des plans et coupes précis des structures découvertes et des photographies nécessaires à la compréhension du texte. L'inventaire de l'ensemble du mobilier recueilli est annexé au rapport d'opération. Il signale les objets d'importance notable. Il indique les études complémentaires envisagées et, le cas échéant, le délai prévu pour la publication.

Article 3 - destination du matériel archéologique découvert

Le responsable prend les dispositions nécessaires à la sécurité des objets mobiliers. Le mobilier archéologique est mis en état pour étude, classé, marqué et inventorié. Son conditionnement est adapté par type de matériaux et organisé en fonction des unités d'enregistrement. Le statut juridique et le lieu de dépôt du matériel archéologique découvert au cours de l'opération sont fixés conformément aux dispositions légales et réglementaires et aux termes des conventions passées avec les propriétaires des terrains concernés.

Article 4 - versement des archives de fouilles

L'intégralité des archives accompagnée d'une notice explicitant son mode de classement et de conditionnement et fournissant la liste des codes utilisés avec leur signification, fait l'objet de la part du responsable de l'opération d'un versement unique. Ce versement est détaillé sur un bordereau récapitulatif établi par le responsable de l'opération, dont le visa par le préfet de région vaut acceptation et décharge. Le lieu de conservation est désigné par le préfet de région.

Article 5 - prescriptions particulières

L'opération devra se dérouler dans le strict respect des mesures générales nécessaires pour faire face à l'épidémie de Covid-19 dans le cadre de l'état d'urgence sanitaire, telles qu'éditées et actualisées par le Gouvernement, et, le cas échéant, des mesures réglementaires ou individuelles de restriction ou d'interdiction qui seraient décidées par le représentant de l'État dans le département afin de répondre à des circonstances locales.

L'intervention archéologique sera restreinte à l'emplacement de la Rive Gauche indiqué sur le plan transmis ce jour à la DRAC. Les travaux d'affouillement ne concerneront que les déblais de fouilles anciennes, à l'exclusion de toute atteinte aux niveaux archéologiques ou géologiques qui n'ont pas été remaniés par les travaux des 19^{ème} et 20^{ème} siècles.

Toute mise à nu de niveaux archéologiques en position primaire fera l'objet par les soins de Marc Jarry d'une protection conservatoire par recouvrement des dits niveaux.

Le rapport réglementaire de l'opération archéologique sera intégré au rapport de fin de PCR 2018-2020 dirigé par Monsieur Marc JARRY.

Article 6 - Le Directeur régional des affaires culturelles est chargé(e) de l'exécution du présent arrêté, qui sera notifié à Monsieur Marc JARRY.

Fait à Montpellier, le 7 juillet 2020

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



Didier DELHOUME

Autorisation de prélèvement



PRÉFET DE LA RÉGION OCCITANIE

Direction régionale des affaires culturelles
Pôle Patrimoines-Architecture /
Service régional de l'archéologie
et de la connaissance du patrimoine

Affaire suivie par : Yanik Le Guillou
Télécopie : 05 61 99 98 82
Courriel : jean-louis.le-guillou@culture.gouv.fr
Réf : DD/YLG/2020/35975

Réponse au site de Toulouse
32, rue de la Dalbade
BP 811
31080 Toulouse Cedex 6

Toulouse, le 25 juin 2020
Le préfet de la région Occitanie

à

Monsieur Marc JARRY

INRAP
13 rue du Négoce - ZA des Champs Pinsons
31650 SAINT-ORENS-DE-GAMEVILLE

Objet : LE MAS D'AZIL (Ariège)- Grotte du Mas d'Azil
Demande d'autorisation de prélèvements pour analyses.

COPIE

Cher collègue,

Comme suite à votre demande, formulée dans le cadre du Projet Collectif de Recherches que vous coordonnez sur le site cité en objet, et aux compléments d'information apportés à mon collaborateur, Monsieur LE GUILLOU, j'ai le plaisir de vous autoriser à effectuer les prélèvements suivants dans la grotte, aux fins d'analyse et dans le strict respect du cadre donné ci-après.

D'une part, et en complément de la présente autorisation, vous veillerez à recueillir l'autorisation formelle des propriétaires (Commune du Mas d'Azil par délégation, pour l'emprise située en "Rive droite", et propriétaires privés pour la "Rive gauche").

Les modalités de votre intervention seront celles proposées dans votre demande, qui ont fait l'objet de plusieurs échanges par courriel avec mon collaborateur.

La liste des prélèvements autorisés est la suivante :

Datations au radiocarbone

- En rive gauche ; un volume maximal de 5 prélèvements, os ou charbon, étagés dans la coupe de la fouille de S. J. Péquart.
- En rive droite, dans la Rotonde ; un prélèvement à la base de la coupe de la tranchée de la galerie murée qui permettait l'accès à galerie des silex.
- En rive droite, un fragment d'os parmi ceux présents dans les allusions situés environ 2 mètres au-dessus des niveaux aurignaciens.

.../...

Datations U/Th

- En rive droite, dans la zone d'entrée de la galerie du Renne : un prélèvement dans le niveau stalagmitique qui scelle la séquence. Situé dans une galerie ornée, ce prélèvement se fera en présence d'un agent de la DRAC, qui validera l'emplacement précis, dans le respect des dispositions de la circulaire parue au BO de juillet 1999.

Datations cosmogéniques

- En rive droite : 3 prélèvements dans les alluvions graveleuses/sableuses de la salle du Temple.

Par ailleurs, je vous demande d'intégrer au rapport d'activités 2020 de votre PCR pour l'année 2020, la présentation de chaque prélèvement réalisé (localisation précise, photographie, justification scientifique du prélèvement, laboratoire d'analyse, ...) ainsi que les résultats et commentaires du laboratoire, si vous en disposez à cette date. À défaut d'en disposer, vous me transmettez ces données au plus tard le 31 décembre 2021.

Enfin, je prends bonne note des informations que vous m'avez transmises, explicitant les raisons du retard de plusieurs années pris pour la réalisation de la datation au radioc carbone de la concrétion obstruant une entrée de la Galerie Breuil. Je vous demande en conséquence de mener à terme cette datation en 2020.

Vous souhaitant bonne réussite dans vos travaux, je vous prie d'agréer, cher collègue, l'expression de ma considération distinguée.

Pour le préfet et par délégation,
le directeur régional des affaires culturelles,
et par subdélégation
Le conservateur régional de l'archéologie



Didier DELHOUME

Copie à *Monsieur le Maire*
 09290 – LE MAS D'AZIL

Cadastre

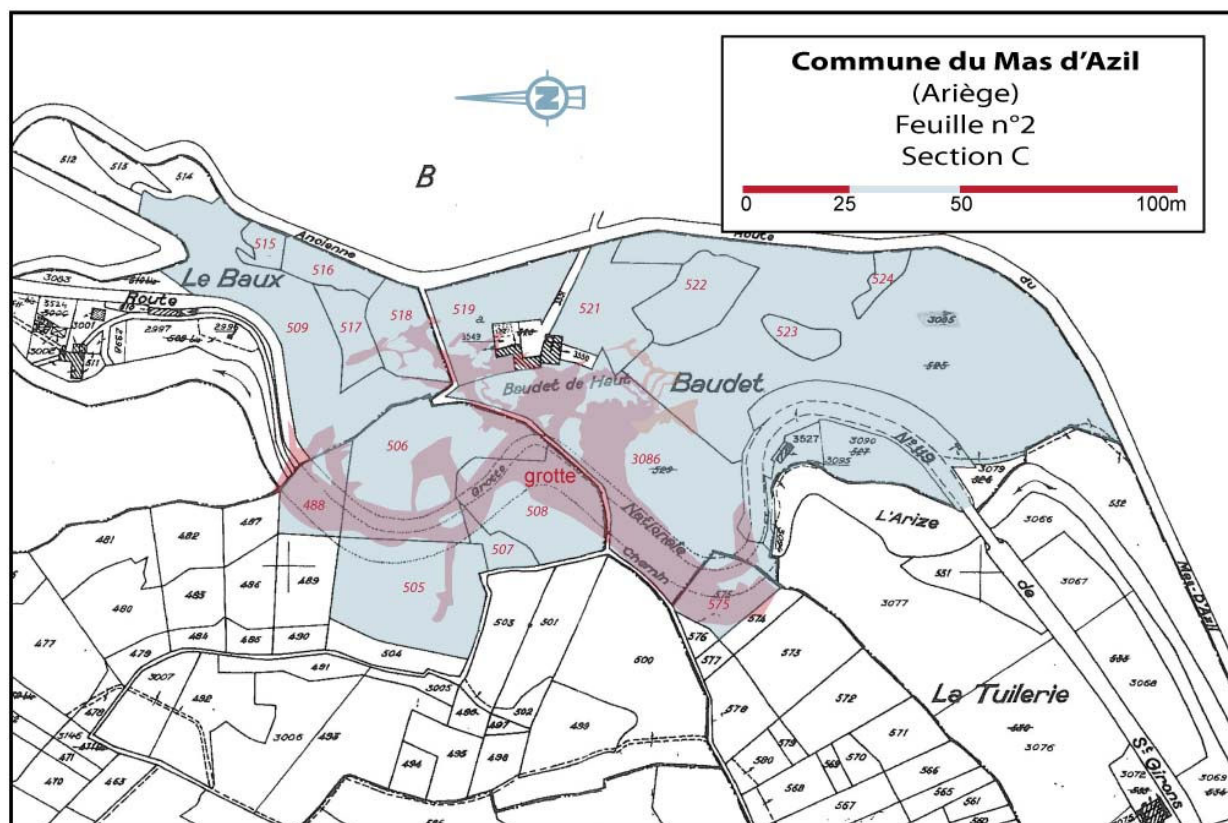


figure 3 : la grotte du Mas d'Azil sur la matrice cadastrale.

2. PROBLEMATIQUE ET METHODE

2.1. Une année virale...

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

Ce rapport consigne les résultats de la troisième année de programmation des recherches collectives développées sur la grotte du Mas d'Azil en Ariège. Avec les prospections thématiques antérieures, qui avaient vu la mise en place de sa problématique (Jarry *et al.* 2013a, 2014, 2015a, 2016, 2017a, 2018 et 2019), cela fait maintenant huit comptes-rendus d'activité annuelle que nous livrons. À ces travaux doivent être ajoutés ceux développés dans le cadre de l'archéologie préventive, par l'Inrap, depuis 2011, en parfaite collaboration avec notre équipe dont elle est, en partie, issue (Jarry *et al.* 2012, 2013b, 2015b et 2017b ; Pallier *et al.* 2015 et 2017, Lelouvier *et al.* 2016 et 2019). Ce sont ainsi plus de 2 000 pages, hors publications, de données et d'analyses, la plupart inédites, qui apportent un regard pluridisciplinaire innovant sur cet important monument du patrimoine archéologique, culturel et naturel.

Nous ne garderons pas le suspense jusqu'à la fin : notre programme n'est pas encore terminé. Ce rapport est d'ailleurs accompagné d'une demande de renouvellement d'autorisation triennale de programme collectif de recherches. Cependant, les actions sont toutes bien engagées, certaines étant terminées et d'autres ne nécessitant encore que peu d'investissement. Des actions demanderont encore du travail, des échanges, des interventions sur le terrain, des analyses puis encore des retours sur site... Cependant, sans s'écarter de la ligne programmatique fixée en 2013, nous pouvons dire que nous avançons dans nos recherches de manière assurée et que, dès maintenant, nous réfléchissons collectivement à la valorisation de nos travaux, que ce soit sous la forme d'articles thématiques ponctuels, que par la publication d'une monographie, sans doute en plusieurs volumes. Nous y reviendrons...

Le présent rapport 2020 est donc millésimé Covid-19 : gel hydroalcoolique, masques, gestes barrières étaient de rigueur, mais n'ont pas stoppé la motivation de l'équipe et des sessions de terrain ont pu être organisées. En outre, nous avons mis à profit le premier confinement pour réaliser trois articles afin honorer une promesse ancienne à la société préhistorique Ariège-Pyrénées (cf. annexes). Ainsi, cette année virale ne nous a pas empêché de continuer nos investigations. Tout juste nous sommes nous adaptés à de nouvelles règles...



figure 4 : La Rive Gauche, peut-être le locus le plus important dans la renommée internationale de la grotte du Mas d'Azil, ne peut être abordée sans se plonger dans les documents d'archives. Ici plus qu'ailleurs, pour comprendre l'état actuel du gisement et son potentiel, il faut se mettre dans les pas des fouilleurs qui nous ont précédé, il y a souvent plus d'un siècle. Ici retour sur le terrain avec les clichés Cartailhac de la fouille Piette, ici devant le trou de la fouille Péquart. Les fouilles Piette sont sous les immenses tas de déblais au fond (cliché © Marc Jarry/Inrap-Traces).

Nous avons donc pu, coté terrain, intervenir en Rive Gauche (figure 4), en rive droite, mais aussi en amont et en aval de la grotte. Nous nous sommes concentrés, coté archéologie de terrain, sur la Rive Gauche, qui a révélé des choses passionnantes, permettant de revenir aux origines de l'archéologie de cette rive de la grotte et donc de l'Azilien. Nous avons pu voir avancer les études des stratigraphies, ainsi que des mobiliers issus de la rive droite. La cartographie morphokarstique avance, la topographie de la grotte est presque terminée, l'étude des évolutions des parois continue, une bonne série de datations a pu être obtenue... C'est ce que nous dévoilerons tout au long de ce rapport.

Une soutenance de thèse imminente, plusieurs masters en cours, un stage de post-fouille en collaboration avec l'université de Toulouse Jean Jaurès et le laboratoire Traces, démontrent l'implication grandissante de l'équipe dans la formation par la recherche.

Ce rapport 2020, année virale, est conséquent. Il illustre une fois de plus le dynamisme de l'équipe, sa volonté de proposer une approche pluridisciplinaire et son implication infaillible, malgré une année par ailleurs difficile...

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).

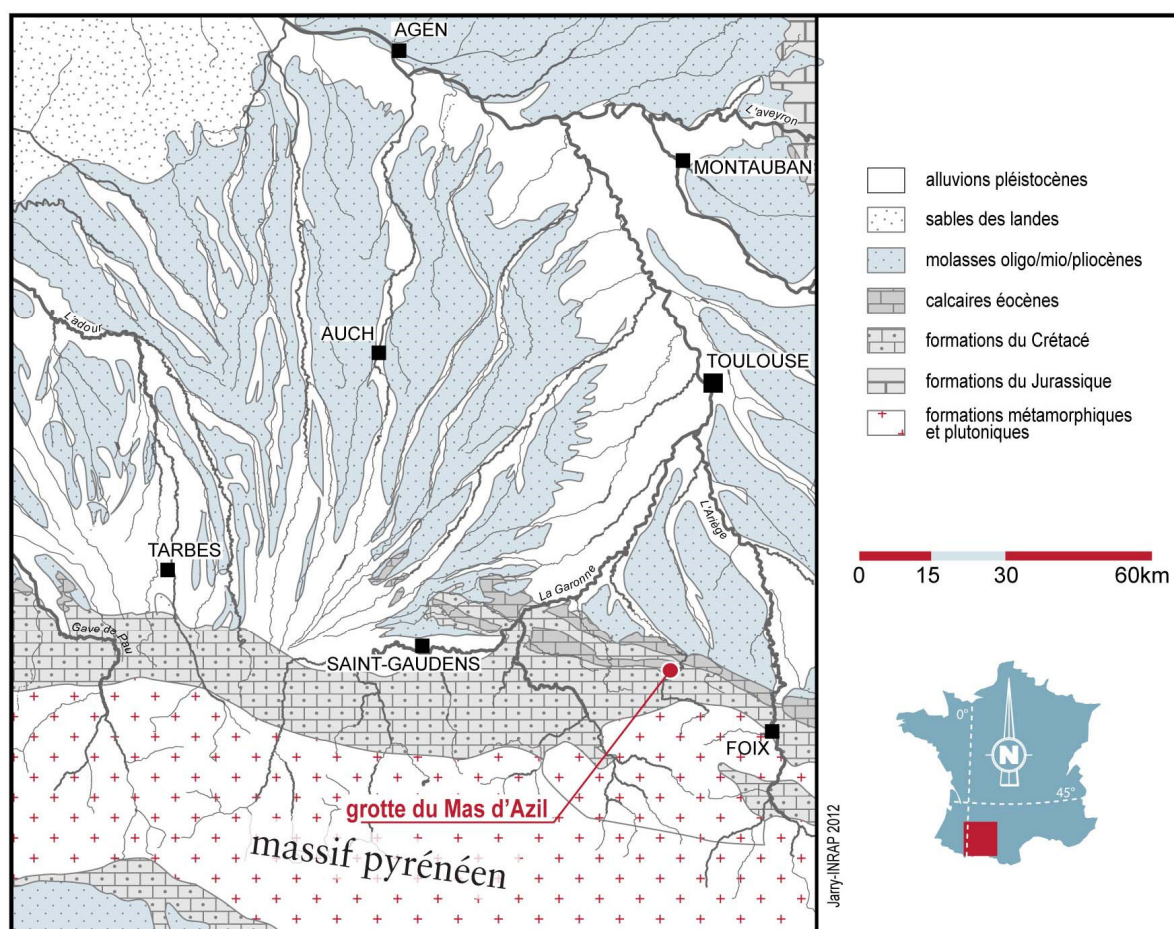


figure 5 : contexte géologique (dessin Marc Jarry / Inrap-Traces).

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 paragenétique. Au gré des variations climatiques quaternaires, le cours d'eau a connu plusieurs phases de remblaiement alluvial puis de recréusement. 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).

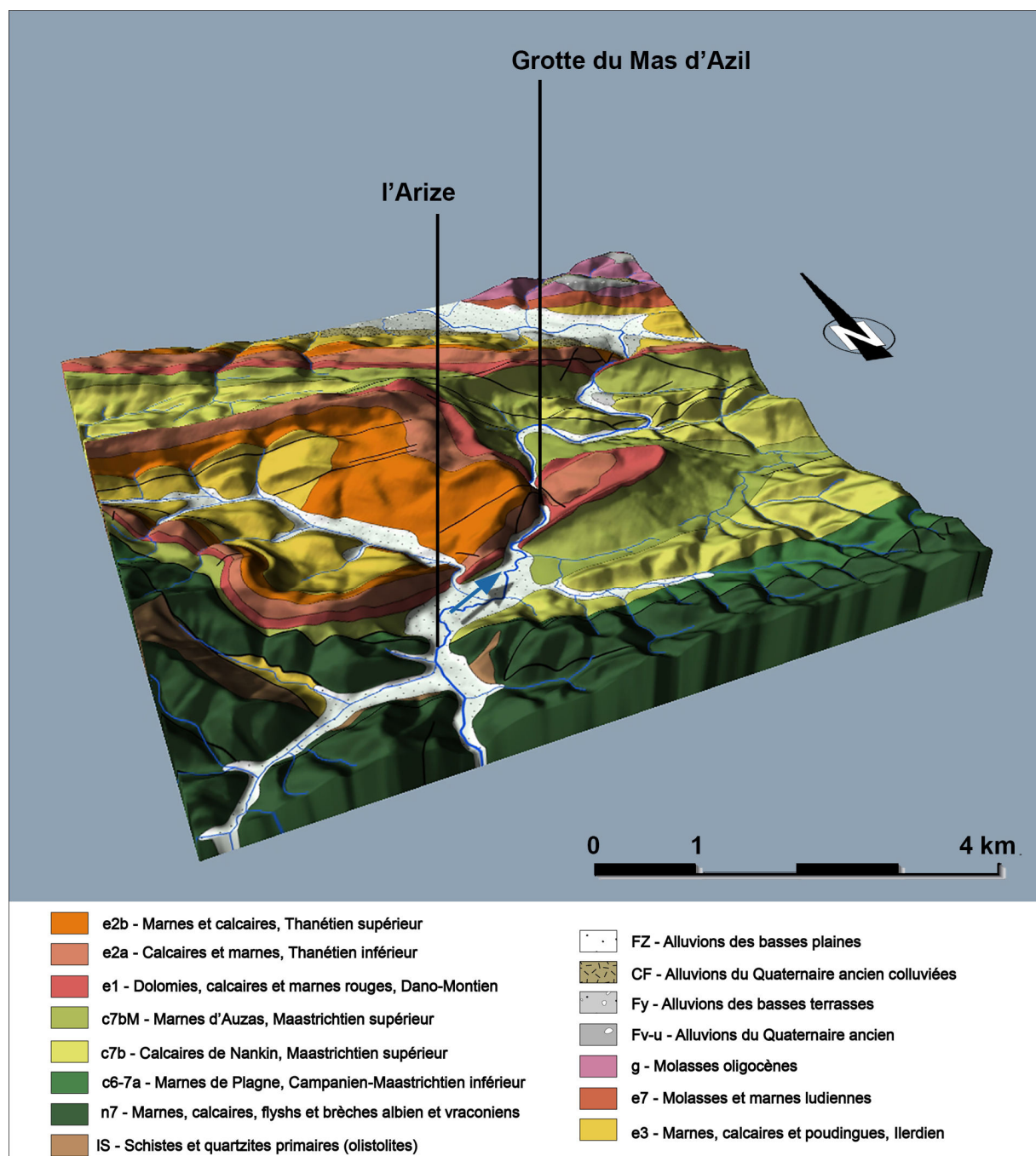


figure 6 : extrait de la carte géologique plaquée sur le modèle numérique de terrain (© dessin Laurent Bruxelles / Inrap-Traces, d'après fonds BRGM)

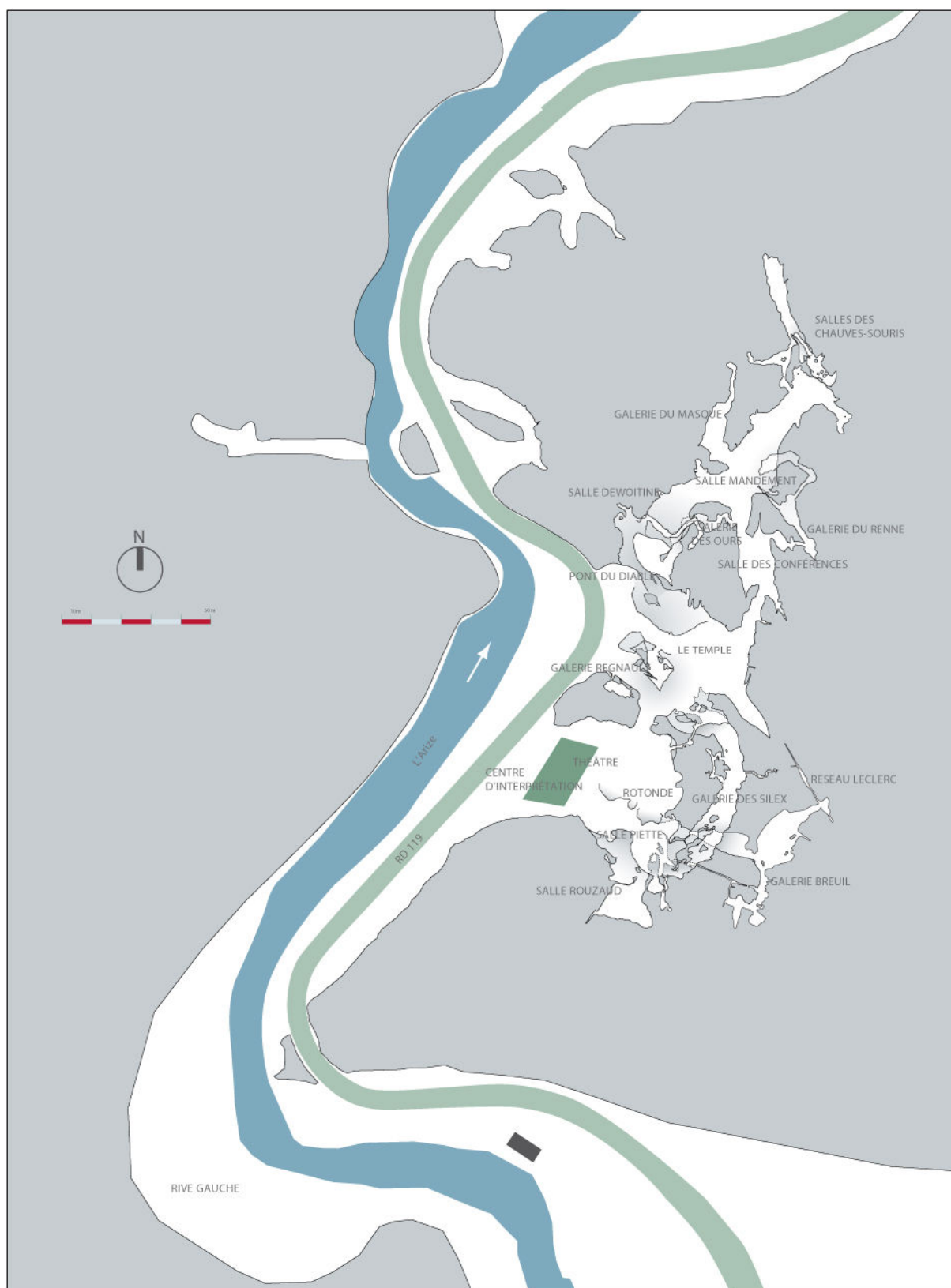


figure 7 : plan général le plus complet de la grotte du Mas d'Azil (état 2017, dessin © Marc Jarry / Inrap-Traces, d'après données diverses et inédites).

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 a été repris dans le PCR, avec juste quelques petites modifications de détail :

Axe 1 – Cartographie générale de la cavité

Cet axe se compose de 6 thématiques autour de la topographie et de la cartographie :

- A - des données anciennes
- B - des données topographiques complémentaires
- C - de la base topographique principale
- D - de toutes les formations de la grotte
- E et F - de la surface

Action 1-A : acquisition et contextualisation des données anciennes

L'objectif est de traiter les données anciennes, de les vérifier et, au besoin, de les recaler précisément. Ces données sont des topographies anciennes, notamment celle réalisée dans les années 80 par une équipe dirigée par F. Rouzaud mais non publiée. Notons que jusqu'à présent la topographie publiée la plus complète de la grotte est celle de 1984 (Mandement et Rouzaud *in* Leroi-Gourhan 1984 : 392). Il s'agit aussi d'intégrer les données acquises lors des opérations d'archéologie préventive de 2011 et 2012, au même titre que les données topographiques 3D récentes. Cette partie représente un travail important, mais la part la plus conséquente de cette action est celle réalisée sur les archives anciennes, la documentation de fouilleurs et les correspondances diverses d'un siècle et demi de fréquentation de la grotte. Ainsi, à ce jour, les archives de l'abbé Pouech, de Régnauld, de Piette, de l'abbé Breuil et d'Alteirac, entre autres, ont pu être au moins partiellement dépouillées, répertoriées et analysées. Elles permettent de mieux comprendre les fouilles anciennes, de contextualiser les données et les collections qui en sont issues, mais aussi de chercher à reconstituer l'état de la grotte à différentes étapes de son histoire récente, comme par exemple avant les travaux routiers du milieu du XIX^e siècle, grâce en l'occurrence aux archives Pouech.

Action 1-B : collecte de données topographiques complémentaires

Des contrôles sur le terrain et des compléments de mesures sont réalisés notamment au tachéomètre électro-optique, afin de partir sur une base topographique plus précise, notamment en altitude. Des scans 3D, des modélisations 3D ou des photogrammétries complémentaires permettent une vision de la cavité dans l'espace et de la positionner par rapport à la surface.

C : constitution de la base topographique principale

À partir des données acquises, une base topographique (graphique) est constituée, permettant l'enregistrement de l'ensemble des données de l'opération. Cette base, comprenant la

vectorisation des topographies anciennes, a comme vocation, à terme, de servir de base à un système d'information géographique.

Action 1-D : cartographie morphokarstique de la grotte

À partir du plan topographique ainsi constitué, une cartographie détaillée de toutes les formations (naturelles ou archéologiques) est réalisée. Ce travail important nécessite la participation de tous les intervenants de l'équipe. À terme, cette cartographie sera confrontée avec les données issues des archives et publications anciennes.

Actions 1-E et 1-F : topographie et cartographie de la surface

La topographie de l'extérieur de la grotte est menée, afin de replacer précisément les cavités présentes dans le paysage (action 1-E). Elle est accompagnée par la réalisation d'une cartographie détaillée des formes du paysage et des formations superficielles sédimentaires est réalisé (action 1-F). Ces informations permettent de comprendre les connexions entre la grotte du Mas d'Azil et la surface du plateau (puisque l'on soupçonne fortement que certains vestiges paléontologiques ne sont pas venus par l'entrée actuelle) ou de modéliser les passages possiblement empruntés par l'Arize lorsque la grotte était colmatée. Cette cartographie, avec une résolution adaptée, nous amène ainsi en amont de la grotte jusqu'au massif dit "de l'Arize" et en aval, jusqu'à la confluence de l'Arize avec la Garonne.

Axe 2 – Géomorphologie et géoarchéologie

Cet axe se divise en 4 thématiques autour de la géomorphologie et de la géoarchéologie :

- A - de l'ensemble de la grotte
- B - des remplissages de la grotte
- C - des dépôts de la grotte
- D - de la mise en place de la grotte

Action 2-A : Description morphokarstique de la grotte

La géométrie du réseau est complexe. Cependant, l'étude de la géométrie des indices morphologiques et sédimentaires témoigne du mode de genèse et de l'évolution de la grotte. Sur la base de la topographie et de la cartographie géomorphologique de la cavité, il est ainsi possible de disposer du phasage de l'histoire de sa formation.

Action 2-B : Les remplissages karstiques et leurs interprétations

Il existe un lien direct entre le fonctionnement de l'Arize, les variations de sa dynamique au cours du Quaternaire et le creusement ou le colmatage de la grotte. En effet, lors de périodes froides, l'Arize apporte une grande quantité de sédiments qui obstruent la grotte. Lorsque les conditions sont plus clémentes, elle évacue une partie du matériel qu'elle a auparavant déposé. Ainsi, la nature et la disposition des différents remplissages témoignent de l'évolution de la grotte en fonction des conditions paléoclimatiques à l'extérieur. Le relevé systématique des stratigraphies, leur analyse et leur interprétation constituent donc un élément majeur pour déterminer la chronologie des dépôts, mais aussi pour discuter de l'accessibilité de la grotte aux différents groupes humains pendant le Paléolithique.

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. La réalisation de datations permet de caler chronologiquement cette évolution. Le piégeage des dépôts dans la grotte permet des datations précises par une combinaison de méthodes (radiocarbone, U/Th, radionucléides cosmogéniques et OSL). Une trentaine de datations est à ce jour réalisée, révélant des stratigraphies couvrant toute la dernière glaciation, mais aussi des événements antérieurs.

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 peuvent être extrapolés à l'évolution géomorphologique de la vallée. Des corrélations géométriques peuvent être réalisées entre les remplissages de la grotte et les niveaux de terrasses alluviales par exemple. Par extension, les niveaux de terrasses ainsi datés peuvent, si les conditions de continuité morphologique s'y prêtent, être raccordés aux terrasses de tout le système garonnais.

Axe 3 – Archéologie

Cet axe s'organise en 6 thématiques autour de l'archéologie :

- A - des remplissages et des formations superficielles
- B - du Théâtre, de la Rotonde et de la Salle Stérile
- C - de la salle Piette et salles proches
- D - de la salle du Temple, galerie des Ours et de la salle Mandement
- E - de la Galerie Principale et de la Rive Gauche
- F et G - et du croisement avec la géoarchéologie

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

Selon les mêmes principes que la cartographie géomorphologique, l'ensemble des formations archéologiques est 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 Théâtre/Rotonde/Stérile

Les niveaux archéologiques révélés lors des opérations d'archéologie préventive dans ces secteurs sont caractérisés, évalués spatialement et leurs processus de mise en place sont étudiés.

Action 3-C : évaluation complémentaire des niveaux archéologiques de la salle Piette et proches

Ici aussi, l'objectif est de caractériser et d'évaluer les niveaux archéologiques éventuellement présents dans ces secteurs.

Action 3-D : évaluation des niveaux de la salle du Temple /galerie des Ours/salle Mandement et proches

La réalisation d'un inventaire de la faune et la détermination des vestiges paléontologiques encore présents dans la grotte, notamment dans la galerie des Ours et la salle Mandement, accompagnée de tentatives de datations adaptées, donne des renseignements précieux sur la fréquentation de cette partie de la cavité, très abîmée, et dont les conditions de fréquentations durant la préhistoire sont encore peu connues.

Action 3-E : évaluation des niveaux archéologiques de la Galerie Principale / Rive Gauche de l'Arize

Après l'analyse des topographies existantes et la constitution de la topographie référence, notamment par l'utilisation de l'imagerie photogrammétrique obtenue par survol de drone, un travail d'état des lieux de la Rive Gauche de l'Arize est en cours de réalisation. Cet état des lieux, l'étude des coupes encore visibles et la comparaison avec les données archivistiques permettront d'évaluer le potentiel archéologique de cette partie très riche, essentielle à la compréhension de l'occupation de la grotte tout au long de la préhistoire.

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

Cette action, au terme du processus de l'opération archéologique, permet 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 dernière action au long court, est effective 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). Au terme des différents travaux, le croisement de l'ensemble des données permettra 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.

Pour le premier volet, au-delà des publications d'articles spécifiques et thématiques, la réalisation d'une monographie (ou de plusieurs volumes monographiques) 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. Cette réflexion sur la publication monographique des résultats sera un des objectifs essentiels de la prochaine triennale du PCR 2021-2023

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-référençables, y compris archivistiques, devront pouvoir être compilées dans un SIG. À terme, nous souhaitons que le SIG soit en capacité de livrer en un seul outil l'intégralité des données spatiales et temporelles disponibles sur la grotte...

Enfin, le volet de la médiation est important pour toute l'équipe qui s'y est beaucoup investi depuis 2011, souvent en partenariat avec les acteurs locaux (cf. bilan entre les rapports : conférences, ateliers pour les écoles, journées « portes-ouvertes » ...

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, mais surtout ceux qui ne les auraient pas lus 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 fluviatiles. 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 fluviaux. 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 Régnauld.

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 corréler 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 entretenus 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 délaissés 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 gélifracas 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.

L'année 2019 était la deuxième année de triennale du PCR. Un effort particulier a été porté à la finalisation de certains ateliers. L'équipe a pu enfin aborder la Rive Gauche de la grotte, certes de manière limitée, préparatoire, mais c'est un point assez important pour le mettre au bilan de l'année. Pour la partie « archives » de l'axe 1, l'intervention en archéologie préventive sur le balcon, le long de la RD119, a été l'occasion de reprendre une introduction générale de l'histoire de la grotte, ainsi qu'une recherche sur les différents projets d'aménagement routier. La topographie de la grotte est encore en construction. Un deuxième survol drone a été fait en Rive Gauche pour obtenir une orthophotographie de ce secteur. De même, des séries de photographies ont été faites pour modélisation 3D par photogrammétrie de salles en rive droite et un nouveau relevé 3D simplifié de toute la grotte, facile à manipuler, a été réalisé. La cartographie morphokarstique a été commencée en Rive Gauche.

L'axe 2 a été marqué en 2019 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. 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 des sédiments déposés par décantation dans les coupes de la salle du Théâtre ou de la Rive Gauche. En aval, les prospections avaient pour mission de reconnaître, mais aussi de valider ou de compléter les terrasses alluviales présentes sur la carte géologique jusqu'à la vallée de la Garonne. Une autre importante avancée en 2019 est le relevé systématique des coupes de la rive droite. Enfin, de nouvelles datations sont venues compléter le tableau de celles déjà obtenues. Une datation 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 et une, à la base du pilier de la salle du Temple, place celle-ci delà de la méthode.

L'axe 3 n'a pas eu de vraie activité sur le terrain en 2019. Par contre, l'étude des micromammifères des niveaux aurignaciens a pu être avancée et l'étude du mobilier osseux des séries magdaléniennes a été initié. Enfin, 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.

2.5. Autorisations de sondage et de prélèvements

Par Marc Jarry

En 2020, nous avons sollicité une autorisation dite « de sondage » (cf. arrêté joint *supra* n° 76-2020-0547 du 7 juillet 2020). En fait, il s'agissait d'une autorisation de traitement des remblais issus du « Cantonnement Maury » en Rive Gauche, notamment ceux issus des sondages anciens 1 et 2 (cf. *infra*). Aucune couche archéologique ni sédimentaire en place n'est concernée par cette autorisation.

En outre, nous avons sollicité une autorisation de prélèvements, sur les deux rives, pour diverses méthodes de datations (cf. document *supra*). Ceux-ci ont tous pu être réalisés (cf. *infra* corps du rapport et inventaire des prélèvements dans la partie « inventaires »).

3. RESULTATS DE LA TROISIEME (8^E) ANNEE

3.1. Journal de bord

Par Marc Jarry

L'année 2020, pour notre programme de recherches sur la grotte du Mas d'Azil est donc marquée par la Covid-19, la Rive Gauche et la fin de la thèse de Céline Pallier.

Pour le premier point, nous l'avons dit, nous nous sommes adaptés. Pour le second, cela a été une préoccupation centrale pour notre intervention de terrain. Pour le troisième point, nous donnons rendez-vous en visioconférence le 28 janvier 2021.



figure 8 : vue panoramique des paysages en aval de la grotte du Mas d'Azil (en fond, la vallée de l'Arize après la passe de Sabarat (cliché Bastien Chadelle/Univ. Toulouse-Traces).

► 25 et 26 janvier : l'organisation des RIK-RAK (Rencontres Informelles de Karstologie Réunion des Amis du Karst) au Mas d'Azil, avec une visite privée de la grotte, a permis de nombreux échanges et débats avec une quarantaine de collègues spécialistes. Cinq communications ont été présentées par l'équipe sur les travaux du PCR (cf. détail *infra* partie valorisation).

► Mars à juin : épisode de confinement imposé par la crise sanitaire de la Covid-19. L'équipe a mis à profit cette période particulière pour produire 3 articles sur la grotte du Mas d'Azil à paraître dans le bulletin de la société préhistorique Ariège-Pyrénées (parution prévue en février 2021). Ce temps de pause imposée a aussi été l'occasion d'une réflexion sur le programme et de sa valorisation dans les années à venir.

figure 9 : première session de juillet. Relevé et maintenance des capteurs enregistreurs thermiques (cliché © Bastien Chadelle / Univ. Toulouse-Traces)



► Séance du 1^{er} au 5 juillet 2020 (participants : F. Bon, L. Bruxelles, D. Cailhol, B. Chadelle, G. Dandurand, S. Hoellinger, M. Jarry, C. Pallier et P. Ramis, visite de Y. Le Guillou/SRA, Patrice Commenge, Jean-François Rumens, Pierre Sens, visite des membres de l'association Grottes & Archéologies). Cette session a permis de poursuivre les études courantes de notre programme. Parmi celles-ci, un groupe a continué les prospections commencées en 2019, en amont et en aval de la grotte, afin de cartographier les terrasses et lambeaux de terrasses alluviales. Cette session a aussi permis de faire le relevé, la maintenance et la poses des capteurs thermiques répartis en divers points de la grotte dans le cadre des études des corrosions d'origine biogénétiques des parois (figure 9). Il était aussi prévu de placer des enregistreurs à haute résolution du débit de l'Arize, mais cela n'a pas été possible compte tenu du niveau important de crue de cette dernière.

figure 10 : première session de juillet. Séance de discussion le l'équipe autour de la confrontation des archives et du terrain en Rive Gauche (cliché © M. Jarry / Inrap-Traces).



Outre ces travaux « courant » de notre programme parmi d'autres, cette session a surtout été l'occasion de commencer réellement nos travaux en Rive Gauche. Ainsi, la topographie et la cartographie morphokarstique ont pu être complétées (mais non terminées), les relevés stratigraphiques des coupes ont pu être initiées et une équipe, sur la base des résultats des recherches archivistiques des années précédentes, a pu commencer l'évaluation du potentiel archéologique du secteur dit du « Cantonement Maury » (figure 10). Nous verrons dans ce rapport qu'un simple nettoyage superficiel a permis de révéler des choses très intéressantes. Enfin, lors de cette session, nous avons pu réaliser les prélèvements prévus pour les datations par les méthodes du radiocarbone, de l'équilibre U/Th et des radionucléides cosmogéniques.

► Séance du 27 au 31 juillet 2020 (participants : L. Bruxelles, J.-Y. Bigot, B. Chadelle, S. Hoellinger, M. Jarry, C. Pallier et G. Sanchez). Cette session a été consacrée à la poursuite des prospections des terrasses alluviales. Les formations fluviatiles ont été cartographiées jusqu'à la confluence avec la Garonne (figure 11). Ce travail est maintenant bien avancé et les résultats sont présentés dans ce rapport.



figure 11 : deuxième session de juillet. Prospection en aval de la grotte (Cliché © B. Chadelle / Univ. Toulouse-Traces).

► Séance du 29 octobre au 2 novembre 2020 (participants : F. Bon, P.-A. Beauvais, M. Jarry, S. Gambin et les étudiants du master Arts et Cultures de la Préhistoire et de la Protohistoire : L. Bassuet, M. Lièvre, A. Martinez, M. Olivo). Cette semaine de stage pour les étudiants de master, dont trois vont intégrer l'équipe du PCR avec leurs sujets de mémoires à venir, a été organisée à l'Université de Toulouse Jean Jaurès, autour du traitement du matériel des déblais issus du sondage ancien 1 de la Rive Gauche (cf. *infra*). Le tamisage, puis le tri et le conditionnement du matériel devient matière à discussions (et donc formation) avec les étudiants (figure 12). Malheureusement, le stage a été interrompu le 30 octobre par le deuxième confinement provoqué par la nouvelle vague Covid. Le reste du matériel sera traité en 2021.



figure 12 : stage master d'octobre à l'université de Toulouse Jean Jaurès © P. Ramis / Grottes&Archéologies).

3.2. Axe 1 - Cartographie générale de la cavité

Action 1-A : acquisition et contextualisation des données anciennes

Présentation historiographique préliminaire des interventions en Rive gauche

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

Déroulement des principales interventions archéologiques en Rive gauche

1875 : Félix Regnault est semble-t-il le premier à signaler l'intérêt archéologique de cette partie du site.

1885 : première visite d'Edouard Piette qui, au milieu des terres remaniées par les salpêtriers, identifie à son tour des vestiges qui le convainquent de l'intérêt archéologique de ce secteur. Lorsqu'il entame des recherches au Mas d'Azil deux ans plus tard, il choisit toutefois d'établir ses premiers chantiers en Rive droite et attendra que Maury réalise un premier sondage en face pour y déployer à son tour des recherches, à partir de 1888.

1887-1888 : premier sondage Maury, auquel s'agrégeront quelques amateurs locaux tels que Miquel, Maurette et Ladevèze. Cette intervention est l'objet d'un litige entre Maury d'une part et Piette soutenu par la Préfecture d'autre part.

1888-1896 : fouilles Piette, d'abord avec le concours de Bladier (1888-1890) puis celui de Maury (1891-1896). Simultanément, et notamment en 1888-1889, Maury poursuit ses propres recherches dans le secteur qui lui a été assigné, près de l'entrée. Piette fait tout d'abord effectuer plusieurs excavations au sud, en restant aux abords de la paroi (1888-1890), avant de réaliser deux grandes tranchées perpendiculaires en direction de l'Arize (en 1891 puis en 1896). Les premiers secteurs, le long de la paroi, sont rebouchés par ses soins.

1899 (vers) : intervention ponctuelle de Cau-Durban, profitant des terrains mis à nu par les grandes tranchées de Piette.

1901 : fouilles Breuil, à la faveur également des grandes tranchées de Piette.

1935-1943 : fouilles Péquart, qui commencent par déblayer une partie de la surface de la terrasse avant de réaliser une vaste excavation principalement dans les limons magdaléniens.

1968-1969 : fouilles Alteirac, consistant principalement à nettoyer la fouille Péquart.

Historique des interventions dans le secteur d'entrée

La consultation des archives Piette ainsi que des correspondances Maury permet de déterminer que la partie située dans les parages de l'entrée sud, aux abords de la paroi, correspond à celle des premières interventions réalisées par ces différents protagonistes.

- figure 13 (page de droite) : proposition de positionnement des différentes interventions dans le secteur de l'entrée d'après les données archivistiques et bibliographiques. En haut : proposition ne tenant pas compte de la courbure de la paroi, en bas : avec prise en compte de la courbure. Notons que les archives Piette ne définissent pas à quelle hauteur de la paroi son prise les mesures. De même, le point de repère situé à l'entrée n'est proposé qu'avec des réserves car il n'existe pas ici de point remarquable. A) Cantonnement Maury ; B) fouilles du 17 octobre 1888 (fouilles Piette exécutées par Bladier), ce secteur sera poursuivi en 1889, notamment lors de la venue de Boule, et présenté cette même année au Congrès intern. d'anthropo. de Paris ; C) tranchée de septembre 1890 (fouilles Piette exécutées par Bladier), cette tranchée correspond à celle dont une coupe (en jaune) est alors photographiée par Cartailhac et sera décrite dans « Hiatus et lacune » (Piette 1895) ; D) secteur des « nouvelles fouilles » Piette débutées par Bladier et achevées par Maury en 1891 ; Zone approximative le long de la paroi d'où part la grande tranchée perpendiculaire effectuée en 1891 par Maury pour le compte de Piette ; F) secteur principal des fouilles Péquart (dessin François Bon / Univ Toulouse-Traces et Marc Jarry / Inrap-Traces sur fond PCR M. Jarry, D. Cailhol, V. Arrighi v.10).



Les principales opérations recensées sont les suivantes (figure 13) :

- 1^{er} sondage Maury. Sa localisation exacte demeure imprécise, Maury signalant seulement qu'il fut exécuté « près de l'entrée ». Il est possible que sa lettre à Piette du 17 mai 1888 en donne les dimensions : 7x1 m. Nous savons que ce sondage a ensuite été également utilisé par quelques amateurs de la région – Miquel, Maurette et Ladevèze, ainsi que par Bladier lui-même pour le compte de Piette. Si l'on en croit ce dernier, il l'aurait ensuite élargi en une tranchée peu profonde. Auquel cas, il est possible que la tranchée de Piette dite du 17 octobre 1888 englobe le « trou » Maury. Dans cette hypothèse, ce premier sondage s'inscrirait à l'intérieur d'une fenêtre située à l'ouest de ce qui deviendra son cantonnement, fenêtre dont Piette donne ultérieurement les mesures suivantes : 5,50 x 9,30 m (la première mesure étant prise selon l'axe de la paroi), sa bordure orientale étant située à 17,10 m de l'entrée.
- Le « cantonnement Maury », qui lui est attribué par Piette « près de son trou délictueux ». Le fait qu'il soit à côté et non à l'emplacement de son premier sondage pourrait accréditer l'hypothèse évoquée ci-dessus que ce dernier est englobé dans la tranchée dite du 17 octobre 1888 de Piette. Nous savons en effet que le « cantonnement Maury » jouxte cette tranchée, dont il est séparé par une berne de 1,30 m selon Piette. D'après Maury, ses recherches dans cette zone ont consisté en 3 tranchées juxtaposées finissant par former une aire de 4,50 x 8 mètres, la première mesure étant prise dans l'axe de la paroi contre laquelle ce cantonnement vient buter et la seconde en perpendiculaire. Ces mesures sont sensiblement différentes de celles fournies par Piette qui indique 6,30 x 6,65 m (la première mesure étant prise selon l'axe de la paroi).
- Il faut aussi signaler l'évocation dans ces parages des deux « trous profonds » faits par Bladier pour le compte de Piette à proximité du cantonnement Maury, dont on peut suspecter qu'ils aient été faits dans l'emprise du chantier de Piette, autrement dit dans le périmètre de la tranchée dite du 17 octobre 1888.
- Ensuite, ce secteur sera en parti repris par les Péquart au cours de leurs fouilles des années 1930.

D'un point de vue stratigraphique, il reste difficile de dire si ces opérations et en particulier les différentes tranchées Maury exploitent toute la surface en profondeur, jusqu'à atteindre le bedrock au moins localement, ou si des marches, des sondages dans chacune des tranchées, sont pratiqués. La lecture comparée du texte fourni par Piette dans les Pyrénées pendant l'âge du Renne avec les correspondances que Maury lui adresse, permet toutefois de brosser la lecture suivante :

Date	Version de Piette dans les <i>Pyrénées pendant l'âge du Renne</i>	Version de Maury d'après ses correspondances
1885	Première visite des lieux par Piette, qui observe du matériel à la surface des déblais issus de l'activité des salpêtriers, notamment des amas de « cendre blanche remplie d' <i>Helix nemoralis</i> » et des harpons de plusieurs types (plats en bois de cerf et cylindrique en bois de renne).	
Hiver 1887-88 (avant mars 1888)	Premier sondage effectué par Maury, dans son « trou délictueux », qui recueille notamment des harpons plats en bois de cerf (mais pas de galets coloriés).	Maury entame des recherches « près de l'entrée », sur une parcelle qu'il dit appartenir à l'un de ses parents dont il s'est assuré de l'autorisation, M. Bonaventure Lourde, sur la propriété dite de Roquebrune.

Avril-mai 1888	Cette opération décide Piette a autorisé son surveillant, Bladier, de s'y rendre à son tour afin d'élargir le « trou » de Maury. Au cours de cette opération ponctuelle de 3 jours, des galets coloriés (11) sont selon Piette identifiés pour la première fois, aux côtés de harpons perforés plats en bois de cerf, de petits grattoirs ronds et de poinçons en os.	Maury évoque une session de 2 jours, réalisée en effet dans sa tranchée, à son invitation, afin de faciliter la tâche de Bladier. Maury donne à cet égard à Piette des informations qui sont susceptibles d'avoir été alimentées par ses recherches antérieures, lorsqu'il décrit une excavation de 7m de long sur 1m de large et une séquence comprenant de haut en bas : foyer ou amas supérieur mais qui semble ne lui avoir rien livré / couche à escargots / amas inférieur / roche (lettre du 17 mai 1888).
Entre mai et octobre 1888	Ces objets, et en particulier les harpons, suscitent la convoitise de plusieurs amateurs de la région, en l'occurrence Miquel et Maurette, qui profitèrent du « trou » pour satisfaire leur quête, bientôt suivi par Ladevèze, qui y envoya piocher à son tour deux de ses métayers ; celui-ci porte son attention aux galets et tentera même de s'attribuer la paternité de leur reconnaissance.	Maury déclare suspendre ses recherches dans l'attente de la venue de Piette.
Octobre 1888	C'est encore ce même trou que, toujours selon Piette dans les PPAR, il s'employa ensuite à élargir en une tranchée peu profonde lors de sa visite sur les lieux. Il précise alors que, afin de savoir sur quoi reposaient les assises sommitales caractérisées par la succession de l'étage à galets coloriés et harpons plats, surmonté par l'étage à <i>Helix nemoralis</i> puis enfin par l'étage dit pélicyque (autrement dit : Azilien / Mésolithique probable / Néolithique), il fit creuser « au-dessous, à un endroit où [il les avait fait] enlevées, deux trous profonds dans les couches sableuses où [il trouvait] des silex de type magdalénien et un fragment de ramure de renne », lui permettant de conclure que « l'assise à galets coloriés et à harpons plats s'étendait donc sur des dépôts de l'âge du renne ». Cette description offerte par Piette dans les PPAR est partiellement contredite dans ses archives et dans la correspondance Maury, qui tend à conclure que les deux premières tranchées profondes de Bladier sont exécutées ultérieurement, durant l'hiver 1888-1889 (cf. ci-dessous), après que Maury ait fait de premières observations dans les limons, tandis que l'opération du 17 octobre conduite par Piette lui-même s'était arrêtée au sommet de ces derniers. En effet, les premières observations stratigraphiques de Piette se résument à : 1) 0.80 à 1m50 : pierrailles et blocs 2) 0.45 : couche de cendres blanches et escargots, avec silex et tessons de poterie 3) 1m : couche de cendre noire avec os de cerfs, harpons perforés et galets coloriés. Pas de tessons. 4) Terre vaseuse Quant aux dimensions de cette tranchée dite du 17 octobre 1888, elle finira par couvrir,	

	mais sans doute cela inclut-il des opérations ultérieures conduites à cet endroit par Bladier dans le courant de l'hiver puis durant l'été 1889, une surface de l'ordre de 5.50 x 9.50m (la première mesure étant prise dans l'axe de la paroi). Elle est située le long du cantonnement de Maury, séparée de ce dernier par une berme de 1,30m de large.	
Hiver 1888-1889 (décembre 1888-avril 1889)	Piette et Maury travaillant désormais en bonne intelligence, ce dernier se voit attribuer un « cantonnement » sous la forme d'un « rectangle à l'entrée de la station, près de son trou délictueux », où il travailla dès lors pendant plusieurs mois « en véritable stratigraphe ». Piette situera ce cantonnement à 9,50m de l'entrée, pour couvrir une surface de 6,30m x 6,65m (la première mesure étant selon l'axe de la paroi). Quant aux deux petites tranchées réalisées par Bladier pour le compte de Piette, l'une se trouvait à « 4.50 de la tranchée que Mr Maury a fait dans le dépôt vaseux » (1.70 de profondeur « dans la vase ») et pour l'autre à 2.50 de la première (1.80 de profondeur). Maury décrit en effet à Piette le 01 février 1889 que « Mr Bladier a fait aussi creuser deux tranchées dans la vase. Je les ai examinées avec attention et après les avoir visitées, j'ai cru utile de creuser plus profondément dans ma tranchée, là où elle se termine. Je joins ici un essai de plan fait sur les lieux [lequel n'ait malheureusement pas conservé] qui vous donnera une idée assez exacte des travaux faits. La figure portant M. est ma tranchée les deux portant P. sont les vôtres. Celle des vôtres portant le N°1 est distante de la mienne de 4 m 50 environ, elle a une profondeur dans la vase de 1 m 70. A 0 m 50 du bord couche de sable fin d'une moyenne de 0 m 3 environ entremêlée d'os et de charbons. Je suppose que c'est la continuation de ma couche de sable de 0 m 20. Une épaisseur de 0 m 50 environ dans le fond de ladite tranchée, la vase devient granuleuse. Votre tranchées n°2 distante de la première de 2 m 50 environ à 1 m 80 de profondeur. A 0 m 80 en partant du haut la vase devient granuleuse. Quelques ossements épars dans la vase. Au fond, dans un coin, l'ouvrier en a retiré une certaine quantité d'ossements que j'ai vus au moment où il les retirait. Je n'ai pas remarqué la moindre trace de foyer. C'est l'eau sans doute qui les avait ainsi entassés. La figure A.A représente environ 20 m carrés. Par ailleurs, Piette semble avoir commencé à faire préparer par Bladier en mars 1889 une surface de 32m2, soit 8 mètres de longueur	Maury relate dans sa lettre du 23-24 décembre 1888 à Piette ses recherches de la façon suivante : Son observation se fonde sur sa première tranchée ouverte à 8m de la paroi, faisant 4,50 de long (selon l'axe de la paroi) et 3m de large (sans doute vers la paroi). 1.40 de déblais de blocailles. Absence totale de la couche de cendres blanches et de celle à escargots, qui auraient été bouleversés par les salpêtriers. 0.35 de cendres noires 0.04 de petite blocaille 1m de dépôt de vase, contenant fgts d'os de gros animaux, dents, fgts de mâchoires de cerf. Deuxième tranchée (même dimension que la précédente, qui s'achève à 2m de la paroi) : 1) 0.90 de déblais 2) 0,04 Traces de cendres blanches avec escargots isolés. Tessons. 3) 0.70 de déblais de blocailles. 4) 0.15-0.30 couche de cendres noires. Tessons, galets peints. 5) 0.03-0.04 petits débris de roche 6) Dépôt de vase La couche de cendre noire va en s'épaississant vers l'ouest et le chantier de Piette. Il déclare attendre pour fouiller le reste, selon le souhait de Piette, qui se ravise dans sa réponse du 11 janvier, en lui recommandant simplement de laisser des témoins. Une discussion s'enchaîne entre eux la présence ou non de tessons dans les deux couches de cendres, que soutient Maury tandis que Bladier n'en aurait trouvé selon Piette que dans la supérieure. Dans un courrier ultérieur du 23 janvier 1889, il précise avoir repris les travaux dans sa seconde tranchée en s'intéressant à la couche de vase qui mesure 1.34m d'épaisseur, et dans laquelle il a découvert 4 foyers superposés. Ces observations se fondent sur l'exploration d'une bande de 4.50m le long x 0.60m de large. 0.19 de vase 0.06 foyer 0.06 vase 0.03 foyer 0.18,5 vase 0.07 foyer 0.03,5 vase 0.02,5 foyer

	depuis la paroi en direction de la rivière sur 4 mètres de largeur, où seuls 10 cm d'épaisseur d'éboulis supérieurs ont été conservés pour protéger les couches de cendres sous-jacentes. En vue de la visite de Cartailhac qu'il appelle de ses vœux, il suggère de poursuivre la préparation du terrain de la façon suivante : « découvrir le dépôt vaseux sur 8 mètres carrés, l'amas à galets coloriés sur 16 mètres carrés, et la partie supérieure des couches de cendre sur 8 mètres carrés » ; le croquis qui accompagne cette description confirme qu'il projette donc d'établir une tranchée depuis la paroi, avec la mise à nu en escalier en direction de la rivière des couches concernées, afin d'en faciliter la lecture. Sans doute est-ce cette même 3^{ème} tranchée de Maury où Piette relève durant l'été 1889 la stratigraphie suivante 1.35 Blocailles 0.15 Cendres grises 0.20 Blocaille 0.20 Couche noire 1.49m Vase avec 3 foyers interstratifiés Rocher de la grotte	0.69 vase Sol pierreux et roche Il apporte aussi une précision à ces précédents courriers : « Le foyer de cendres noires est recouvert sur un point d'une certaine étendue par une croute de roche considérable détachée de la paroi. Sur ce bloc se trouve la couche de cendres blanches recouvertes elles-mêmes d'un second bloc à peu près aussi important que le premier et enfin sur ce dernier bloc a été déposé de la terre qui a été utilisée pour la fabri[cation] du salpêtre. De ce fait ne peut-on pas en conclure que le sol n'a pas été remanié sur ce point et que la partie de foyer ainsi recouvert est vierge ? Que par conséquent si on trouve là des fragments de poterie ou autres objets, ils ne peuvent y avoir été amenés par un remaniement quelconque du sol. Il me paraîtrait bon de réserver cette partie telle qu'elle se trouve pour la fouille en présence des personnes que vous désirez emmener ici ». Enfin, dans sa lettre du 07 février 1889, il déclare attaquer sa troisième tranchée, contre la paroi, dont il décrit la stratigraphie dans une lettre du 04 mars. 0.95 Terrain bouleversé 0.20 Cendres blanches 0.50 Déblai 0.15 Cendre noire 0.15 Débris de roche Dépôt vaseux L'examen des limons semble avoir été réservée lors de la venue de Piette.
1889 au plus tard	Cau-Durban se serait procuré des galets coloriés, Piette suspectant que ce soit auprès de Bladier « toujours prêt à s'agenouiller devant une soutane quelle qu'elle fût ».	

Action 1-B : collecte de données topographiques complémentaires

Levés topographiques complémentaires

Par Marc Jarry, Didier Cailhol et Vincent Arrighi

En 2018 et en 2019, des survols par drone ont permis la construction d'un modèle numérique et ainsi de bénéficier d'une orthophotographie calée de la Rive Gauche de la grotte, permettant de commencer le travail de relevé cartographique sur une base saine. Cette année, la topographie de ce secteur a été complétée et ne nécessitera plus maintenant que quelques petits calages et contrôles. Nous avons aussi continué à acquérir des données topographiques sur la Galerie Principale. Enfin, l'important travail sur les diverses stratigraphies relevées (cf. *infra*) a nécessité le relevé de nombreux points de calages.

Les prochaines années devront être consacrées maintenant, du point de topographique, au relevé des secteurs d'entrées des porches nord et sud, permettant un meilleur rattachement avec la surface.

Campagne de photographies pour repérage des clichés anciens

Par Marc Jarry, François Bon, Bastien Chadelle

En 2020, nous avons commencé un travail de calage de l'ensemble des photographies anciennes dont nous disposons pour la Rive Gauche de la grotte, depuis les premiers clichés du 19^e siècle, jusqu'à ceux d'Après-Guerre. L'idée est, pour chaque cliché, de retrouver son axe de prise de vue sur le terrain par la recherche de repères encore visibles aujourd'hui, notamment sur la paroi de la Galerie. Ensuite, afin de corriger les distorsions dues aux différences de focales, nous déformons les photographies. Cela permet d'abord de replacer dans l'espace certains clichés « volants ». Ensuite, cela nous restitue des éléments qui, de nos jours, n'existent plus, notamment à cause de fouilles plus récentes. Un petit exemple est donné figure 85. Un catalogue complet sera proposé en 2021.

Action 1-C : constitution de la base topographique principale

Par Marc Jarry et Céline Pallier

La nouvelle version de la topographie générale (version 12, figure 15 et détail figure 16), intègre plusieurs compléments, modifications et validations. Ceux-ci portent principalement sur la Galerie Principale et la Rive Gauche, qui demandera encore des vérifications. Nous avons, en outre, intégré la polygonale topographique permettant le recaler les observations dès le terrain. Nous avons aussi commencé à intégrer les données spatiales archéologiques (sondages, niveaux en place...) acquises dans le cadre des opérations préventives et du PCR. Il en sera de même pour les datations, les capteurs de suivi de températures...). La cartographie morphokarstique de la rive droite étant maintenant terminée, elle sera intégrée à cette topographie, après réunion de validation des légendes par l'équipe du PCR.

Cette topographie est maintenant préparée dans une optique d'intégration dans un système d'information géographique (fermeture des formes, préparation des couches et des labels), comprenant les données de la cartographie morphokarstique. Cette manipulation, délicate, est en cours de réflexion et demandera un gros investissement afin de gérer le transit des informations, mais aussi de créer les liens vers les bases de données (prélèvements, datations, stratigraphies...). Il s'agit là d'un travail de longue haleine dans lequel nous sommes maintenant pleinement engagés.

En outre, dans cette optique, nous proposons cette année une mise à jour de la nomenclature des salles et galeries des différents secteurs de la grotte. L'idée est, au terme du programme, de pouvoir « figer », sur l'ensemble de notre documentation, les noms utilisés pour les différents locus. Le tableau des correspondances permet quant à lui de retrouver les dénominations anciennes, parfois confuses (tableau 1 et figure 14). Cette version est celle la plus à jour et remplace les versions présentées dans les rapports d'activités précédents.

tableau 1 (ci-dessous) : sectorisation de la grotte du Mas d'Azil.

n°secteur (romain)	Toponymie	sous-secteurs	Toponymie ancienne	Toponymie actuelle
I	Galerie-tunnel de l'Arize			
II à II.L	Réseau rive droite			
II	Salles du Théâtre/Rotonde	II.1	« Grand Emprunt » (Pouech 1888)	Secteur Théâtre (partie basse de la salle)
		II.2	« salle du Foyer » (Breuil 1926)	Secteur Rotonde (partie haute de la salle)

		II.3		Secteur Stérile*
		II.4		Galleries Alteirac*
		II.5		« Déversoir »*
III	Salles Piette/Rouzaud	III.1	« Le Fourneau » (Pouech 1888)	Salle Piette
		III.2		Galerie Rouzaud
IV	Galerie Breuil			
		IV.1	« Salle du Crâne » ou « vestibule Antoine Menier » (Mandement 1948) / secteur A de la galerie Breuil (Vialou 1986) / salle Rouge (Le Guillou 2017)-	Salle du Crâne
		IV.2	Galerie Breuil (Mandement 1948)/secteur B (Vialou 1986)	Galerie Breuil (partie gravée)
		IV.3		Conduit obstrué par la concrétion
		IV.4		Diaclase
		IV.5	Réseau Leclerc	Réseau Leclerc
V	Galerie des Silex		Galerie Péquart	Galerie des Silex
VI	Salle du Temple – niveau intermédiaire	VI.1		Secteur central Temple
		VI.2		Balcon sous le Pont du Diable*
		VI.3		Galerie obstruée, est de la salle du Temple
VII	Salle du Temple – niveau inférieur	VII.1		Galerie de raccordement du Bunker*
		VII.2		Galerie de raccordement Regnault*
		VII.3		Galleries « by pass » du Pilier du Temple*
		VII.4		Galerie Anodin*
VIII	Balcon du Temple et Déversoir Pont du Diable	VIII.1		Balcon du Temple*
		VIII.2		« Déversoir » du Pont du Diable*
		VIII.3		Galerie supérieure de jonction Théâtre-Temple
IX	Salle des Conférences	IX.1		Salle des Conférences
		IX.2	« Couloir d'eau » (Mandement 1948)	« Couloir d'eau »
		IX.3		Galerie de jonction Balcon du Temple-Conférence
X	Galerie des Ours			Galerie des Ours
XI	Salle Mandement	XI.1	Salle des Chauves-Souris, 19 ^e s. (Pouech), Salle Dewoitine (Mandement 1948)	Salle Mandement
		XI.2	« galerie du Four » (D'après Breuil, repris par Mandement 1948)	Galerie du Masque
		XI.3	« Cheminée de la Fontaine » ou « Salle de la Source » (Mandement 1948) / « salle des Sondages » (Jarry dir. 2015, 2016)	Secteur « Cheminée de la Fontaine »

		XI.4	Galerie de la SAMA (Mandement 1949)	Galerie de la SAMA
		XI.5	secteur Dewoitine	
		XI.6	« tableau de chasse » (Mandement 1949)	secteur du Mammouth*
XII	Galerie du Renne	XII.1		Niveau inférieur et partie ornée
		XII.2		Niveau supérieur
XIII	Salles Nord			
		XIII.1	« galerie Pons » (Mandement 1948)	Salle des Chauves-Souris*
		XIII.2		Salle supérieure du Guano*
		XIII.3		Galerie de jonction désobstruée Mandement / Chauves-Souris

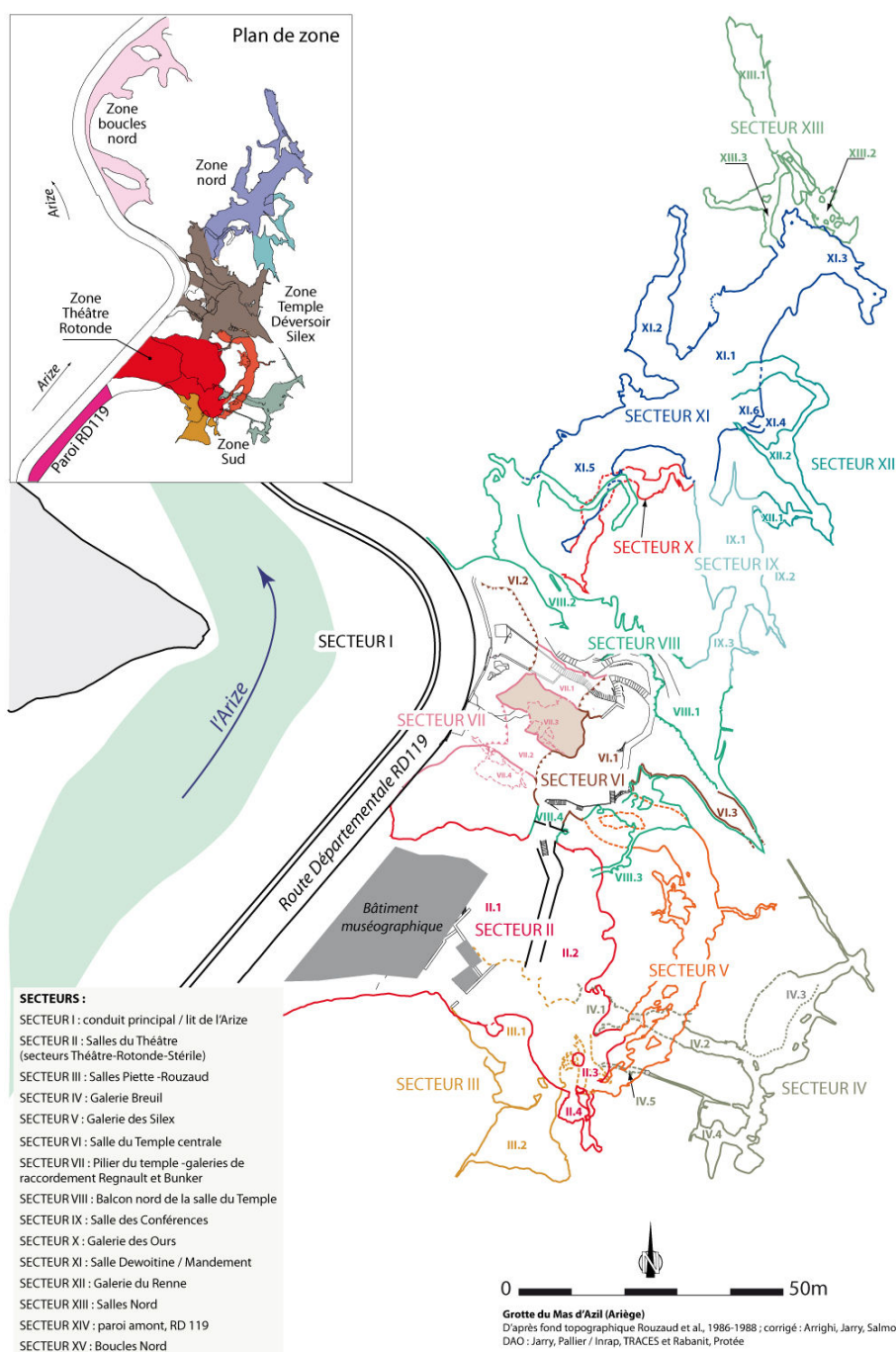
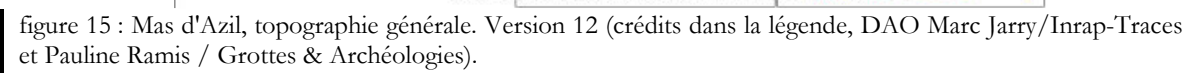


figure 14 : carte simplifiée de la sectorisation de la grotte du Mas d'Azil, document de travail intermédiaire (dessin Marc Jarry / Inrap-Traces et Céline Pallier / Inrap-Traces).



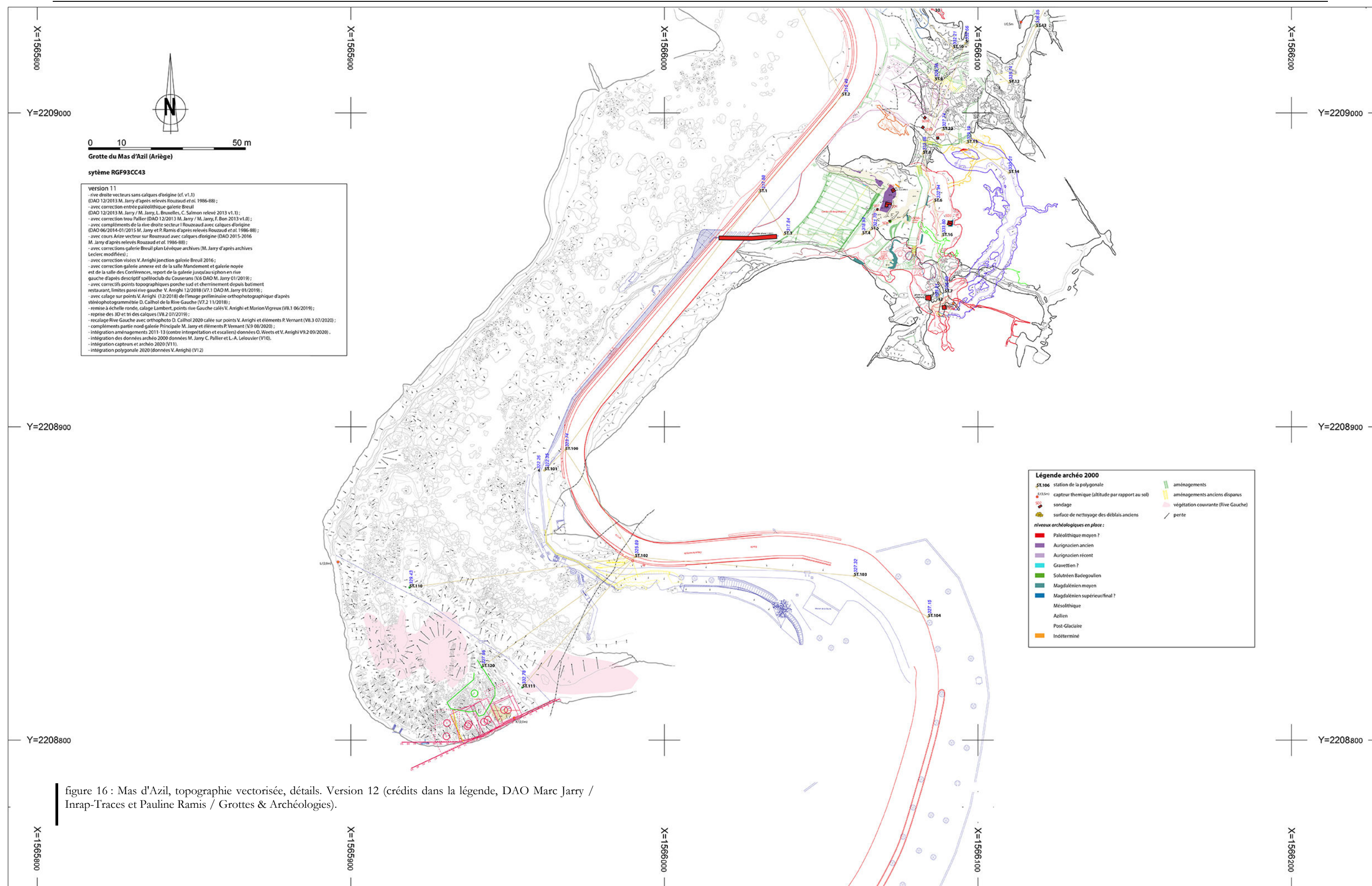


figure 16 : Mas d'Azil, topographie vectorisée, détails. Version 12 (crédits dans la légende, DAO Marc Jarry / Inrap-Traces et Pauline Ramis / Grottes & Archéologies).

Action 1-D : cartographie morphokarstique de la grotte

Par Manon Rabanit et Hubert Camus

Présentation du rapport

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 2014 et 2020.

De 2013 à 2016 une carte morphokarstique a été réalisée 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.

En 2020, un travail de préparation du fond topographique pour la Rive Gauche a été réalisé en vue de son harmonisation avec la topographie de la rive droite. Le présent rapport présente les opérations effectuées pour modifier et corriger ce fond topographique et y adapter les minutes de terrains de la carte morphokarstique relevées pour la Rive Gauche et le cours de l'Arize souterraine.

Dans le cadre du programme de recherche triennal 2021-2023, l'harmonisation de la cartographie à l'échelle de l'ensemble de la cavité est prévue.

Cette harmonisation cartographique requière au préalable :

- un fond topographique harmonisé et géoréférencé ;
- une analyse géométrique du réseau ;
- l'intégration de l'ensemble des résultats stratigraphiques et archéologiques obtenus dans le cadre du programme de recherche depuis 2013 ;
- l'identification et le calage de 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.

Compte rendu circonstancié de la campagne 2020

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}, les minutes provisoires pour la Rive Gauche sont présentées dans l'atlas cartographique du rapport de la campagne 2019.

Le plan topographique levé et dessinée par F. Rouzaud et collaborateurs entre 1986 et 1988, puis partiellement vectorisé et complété par M. Jarry *et al.* en 2019 a servi de fond à ce relevé cartographique.

En complément à ce fond topographique, un fond orthophotographique a été fourni 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 ils ont pu être pris en compte en 2020, ce qui a

donné lieu à un repositionnement et à la déformation des minutes de terrain de la carte morphokarstique de rive gauche pour s'adapter à ces calages.

Pour la réalisation de la cartographie morphokarstique, le fond topographique mis à disposition a dû être modifié ou complété.

Ces modifications visent à réaliser la mise en conformité avec le fonds topographiques de la rive droite.

Ces modifications ont porté sur plusieurs aspects :

- le calage avec les relevés topographiques de terrain effectués lors de l'intervention en 2019 en rive gauche, à l'aide d'un lasermètre de précision modifié pour la mesure d'angle et de pente (modèle Leica Disto X) ;
- la remise à l'échelle 1/200, échelle adoptée sur l'ensemble du réseau ;
- le recalage des minutes de la carte morphokarstique sur le fond topographique fourni (calages effectués par B. Chadelle) ;
- la réorganisation du fichier numérique pour mise en conformité avec la nomenclature des calques et des couches adoptée pour la topographie sur le reste du réseau ;
- la réorganisation et typologie des objets selon leur attributions morphokarstique (blocs, détail intérieur blocs, contours de grotte, pseudo-isohypses ...) ;
- le nettoyage et l'optimisation infographique des polygones, des lignes et des points, avec la fermeture des polygones des formations (fermetures des contours de blocs, formations de versant ...) en vue du transfert à terme vers un SIG ;
- l'harmonisation infographique et la modification des aspects des objets pour mise en conformité avec le style adopté sur le reste de la cavité (teinte, épaisseur de traits, pointillés, symboles ...) ;
- la correction et l'ajout d'informations complémentaires. Le secteur grillagé est perturbé par des remblais des fouilles historiques et masqués par la végétation (principalement du lierres) 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 décamétriques enfouis situés plus dans la moitié nord du site d'étude. De la même façon, la position de blocs, la détermination des arrêtes et des escarpements a nécessité de nombreuses retouches, comme la correction de l'ensemble de flèches de pentes.

Toutes ces modifications ont été effectuées par analyse des documents disponibles par confirmations ou infirmations basées sur les observations de terrain.

Remarque

Ce travail de modification du fond topographique a été effectué pour la rive droite salle par salle au fur et à mesure de l'avancée des travaux. Ce volet n'avait pas été pris en compte lors du chiffrage initial de la proposition de collaboration, il a donc été effectué à titre gracieux pour l'ensemble de la rive droite ce qui représente 2 à 4 journées de travail par salle.

Le report cartographique numérisé initialement prévu en 2020, a été décalé en 2021 afin d'être effectué directement sur le fond de topographique définitif intégrant rive gauche et droite recalées et géoréférencées.

Préconisations techniques et perspectives de recherche

Numérisation de la carte morphokarstique de la rive gauche

En 2021, le calage de la topographie de la rive droite et gauche doit être finalisé et complété pour les derniers secteurs lacunaires correspondant à la rivière souterraine jusqu'au porche aval.

Les reports de la cartographie morphokarstique à l'échelle 1/200^e pourront être effectués, en utilisant le fond topographique harmonisé et recalé.

En 2021, des jours de travail sont programmés pour finaliser l'harmonisation des fonds topographiques et la mise en conformité des fichiers numériques en finalisant la nomenclature des couches d'informations pour permettre leur transfert à terme vers un SIG.

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 et présentés dans le rapport de campagne 2019. 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 du programme de recherches mené 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 ;
- l'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.

Cartographie de surface

La cartographie de surface permet de caractériser les indices karstiques et morpho-sédimentaires à l'extérieur : vallée, plateau, système fluvial, évolution des versants, état de surface et couvertures superficielles. Cette cartographie a été réalisée lors des campagnes précédentes mais son intégration dans le SIG doit être réalisée en étroite coordination avec l'équipe du PCR.

D'un point de vue technique, ce volet d'activité est un complément à l'harmonisation de la carte morphokarstique souterraine. Il s'agit :

- de reprendre tous les tracés de polygones, de lignes et de points et de les géoréférencer ;
- de replacer les éléments de la carte dans les calques du SIG géré par l'équipe du PCR ;
- de participer dans ce cadre à l'harmonisation et à la définition des tables d'attribution du SIG sous forme de réunions de travail avec l'équipe du PCR.

Action 1-E – topographie de la surface

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

Action terminée 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 (cf. *Jarry et al.* 2016).

Action 2-B : Les remplissages karstiques et leurs interprétations

Les stratigraphies

Par Céline Pallier

Cette année a été consacrée à la mise au net de l'ensemble des stratigraphies relevées dans la grotte et à leur description précise, ce qui permet d'avoir un « catalogue » de tous les relevés.

Cet atelier, mis à part des détails de stratigraphies qu'il reste à acquérir en Rive Gauche, peut être considéré comme maintenant terminé.

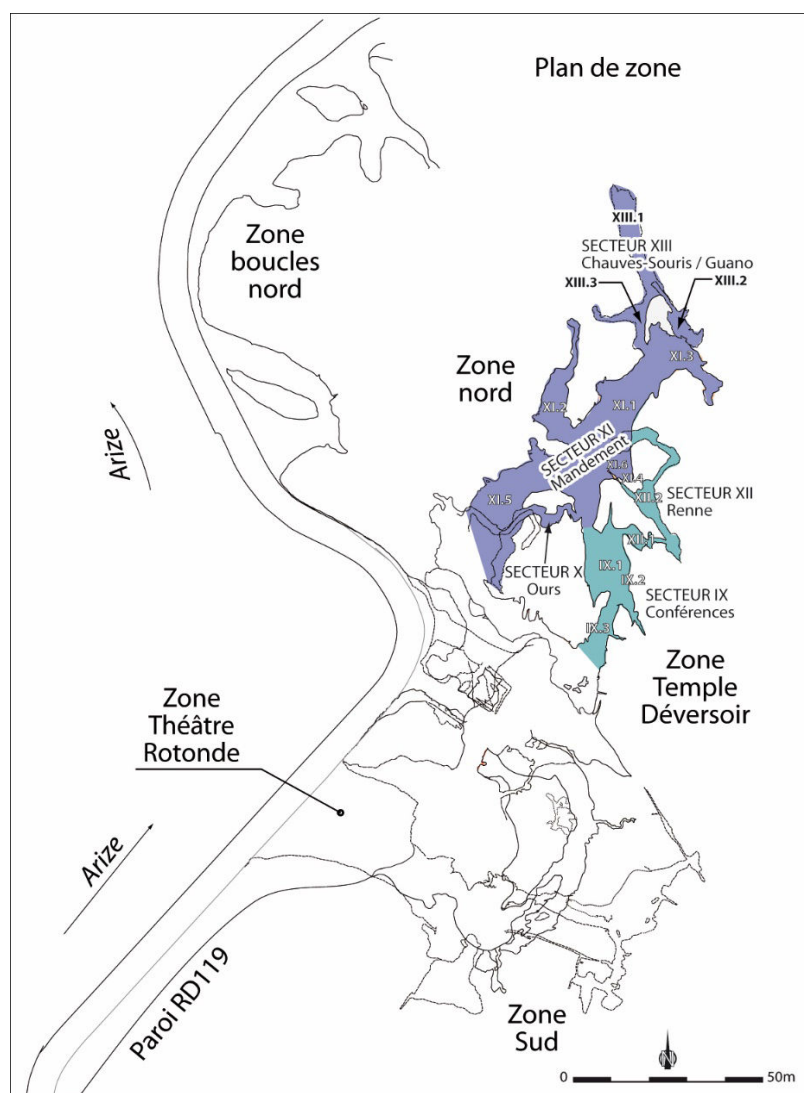
La zone nord

Coupe de la galerie de la SAMa (secteur XI.4)

Cette galerie est en réalité un passage creusé artificiellement dans le remplissage fluvial de faciès **F1c** qui colmate la totalité de cet espace.

Au débouché de ce passage sur la salle Mandement, une coupe permet de préciser la géométrie des dépôts. Cette stratigraphie montre le contact entre la formation fluviale (**F1b'**/**F1c**) incisée et l'épandage d'une formation de gélifrac (Cc) (figure 18).

figure 17 : Localisation des secteurs dans la zone nord (dessin Céline Pallier / Inrap-Traces sur fond PCR).



À la base, on retrouve la formation fluviatile **F1b'** à gros galets de quartz, supérieur à 20 cm de grand axe. Elle est couverte par le faciès fluviatile (**F1c**) témoignant d'un écoulement chenalisé. Il est composé de petits galets allochtones de schistes et quelques quartz, dont la taille n'excède pas 3 cm. Dans la partie inférieure, ils sont emballés dans une matrice argileuse compacte marron et des lentilles argileuses sont intercalées dans ces galets (1). Au-dessus, les galets deviennent jointifs et sont bien triés et orientés, avec quelques lentilles d'argile limoneuse orange (2). Cette formation montre une mise en place par écoulement concentré tractif. Enfin, cette séquence se termine par des sables moyens et graviers et quelques petits galets (3), marquant la diminution de la compétence de cet écoulement précédant probablement son tarissement et l'abandon du conduit par cet écoulement fluviatile. Plus loin dans la galerie, cette formation couvre et emballe un plancher de calcite peu épais, d'environ 5 cm de puissance, et localisé, ce qui tendrait à attribuer ce dépôt à un épisode de remaniement intrakarstique des sédiments fluviatiles.

Le sommet de cette formation fluviatile **F1c'** est tronqué et raviné par une formation détritique autochtone composée clastes calcaires anguleux **Cc1** comprenant plusieurs sous-faciès. A la base de cette formation, des cailloux calcaires anguleux en mélange avec des galets allochtones remaniés de la formation sous-jacente, entre 1 et 4 cm de grand axe, sont emballés dans une matrice limoneuse marron et des passées sablo-limoneuses ou sableuses assez grossières témoignent de reprises ponctuelles de l'écoulement (4). Au-dessus, sur 30 à 40 cm d'épaisseur environ, les clastes calcaires deviennent plus gros (5). Enfin, au sommet, ils sont jointifs et semblent posés à plat et peuvent constituer un niveau de résidualisation, marquant un arrêt momentané des arrivées détritiques (6) et l'érosion des particules fines.

Ce faciès détritique Cc1 est couvert par une formation à os de grande faune Cf (7), composée d'argile limono-sableuse marron, homogène et compacte, à cailloux calcaires. Elle emballe de nombreux ossements, parfois de grande taille, dont des os longs d'Ours et de Mammouth et le fragment de palais de Mammouth (secteur Mammouth, XI.6).

Cette formation est artificiellement tronquée par les fouilles anciennes et la désobstruction du conduit de la SAMA. Toute une partie du remplissage a été totalement dégagée. Seuls quelques lambeaux de sédiments **Cc2** (8) subsistent encore une cinquantaine de centimètres au-dessus de la formation **Cf**. Ils sont globalement composés d'une alternance de niveaux à clastes calcaires et de niveaux plus fins, limoneux ou sableux. Les clastes sont plus ou moins gros (2 à 3 cm jusqu'à 10 cm de grand axe selon les niveaux) et emballés dans une matrice limono-sableuse claire. Ces dépôts ont pour signe distinctif un fort état d'altération des clastes, qui sont corrodés et présentent parfois auréoles d'altération. Certains petits niveaux sableux fins traduisent des épiphénomènes comme des petits écoulements ponctuels en bordure de paroi.

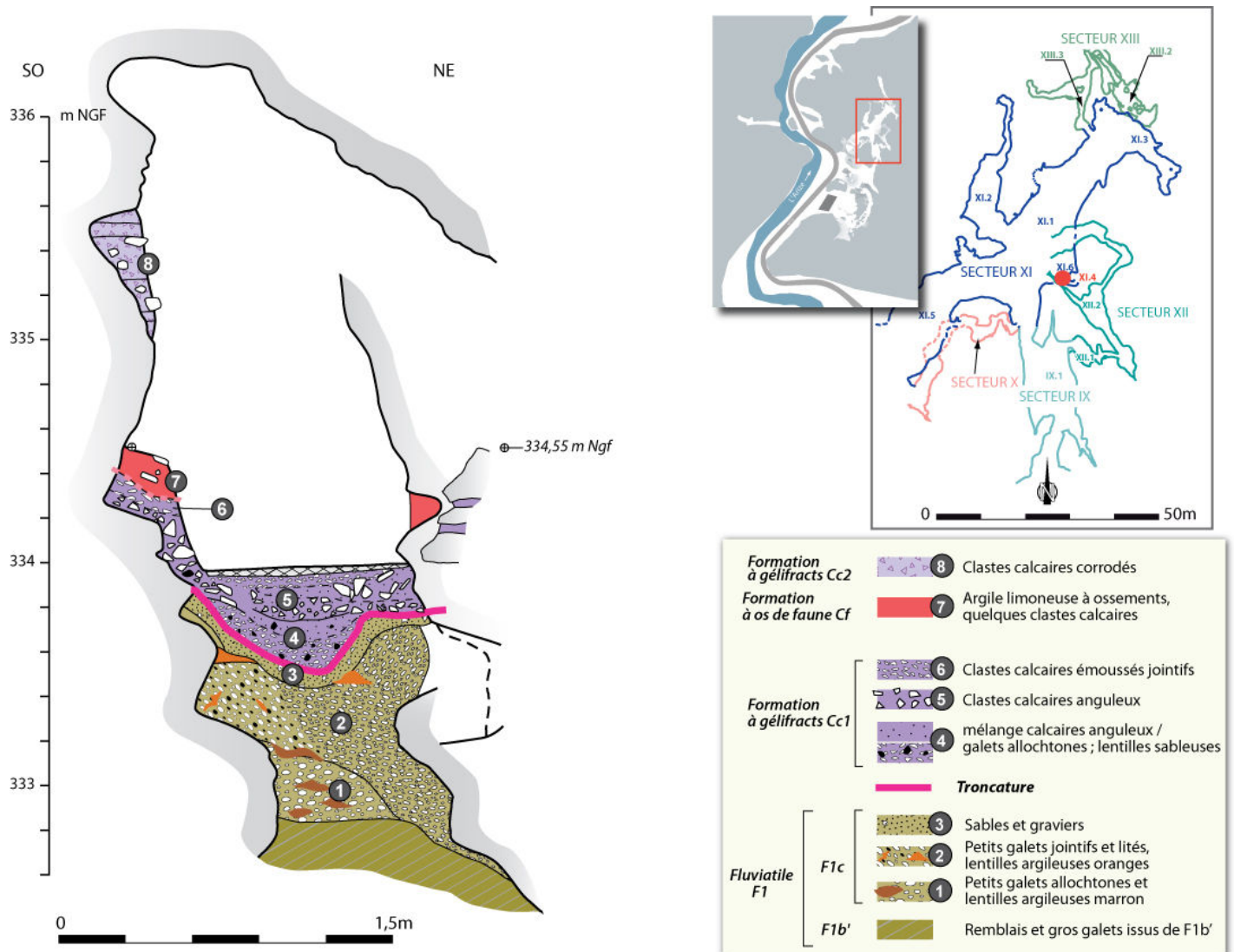


figure 18 : stratigraphie à l'entrée de la galerie de la SAMA (secteur XI.4) : incision de la formation fluviatile F1 par les formations à gélifractions issues du plateau (Relevé : Céline Pallier / Inrap - Traces et Marie Soubira-LePlat / Musée de l'Aurignacien - Dessin : Céline Pallier / Inrap-Traces).

Coupe secteur du Mammouth- Paroi est (secteur XI.6)

La suite de cette stratigraphie peut être partiellement lue contre la paroi est de la salle Mandement, au nord de l'amas d'ossements présenté au public (secteur du Mammouth, XI.6). Des placages, très résiduels, témoignent de la mise en place de trois formations principales (figure 19).

À la base, le niveau de colluvions à ossements de grande faune (**Cf**) présente ici un faciès plus sableux (limons sableux à sables fins limoneux marron orangé). Cette formation est localisée dans la partie basale de la paroi, sur une distance de 4 mètres maximum du secteur du Mammouth (secteur XI.6) vers le nord.

Au-dessus, des placages de gélifracts calcaires (**Cc2**) sont dispersés sur environ deux mètres de haut et entre 11 et 15 mètres vers le nord. Ces placages sont constitués de clastes jointifs, entre 0,5 et 3 cm de grand axe, emballés dans une matrice limono-argileuse marron, à granules blanches carbonatées et quelques nodules ferro-manganiques. Ils comprennent des poches d'argiles plastiques marron endokarstiques. A cet endroit, l'origine de cette formation provient d'une galerie colmatée creusée sur une faille N140°. Elle semble s'épandre en formant un cône de déjection dont l'apex se situerait au débouché de cette galerie (Camus et Rabanit *in* Jarry et *al.* 2016).

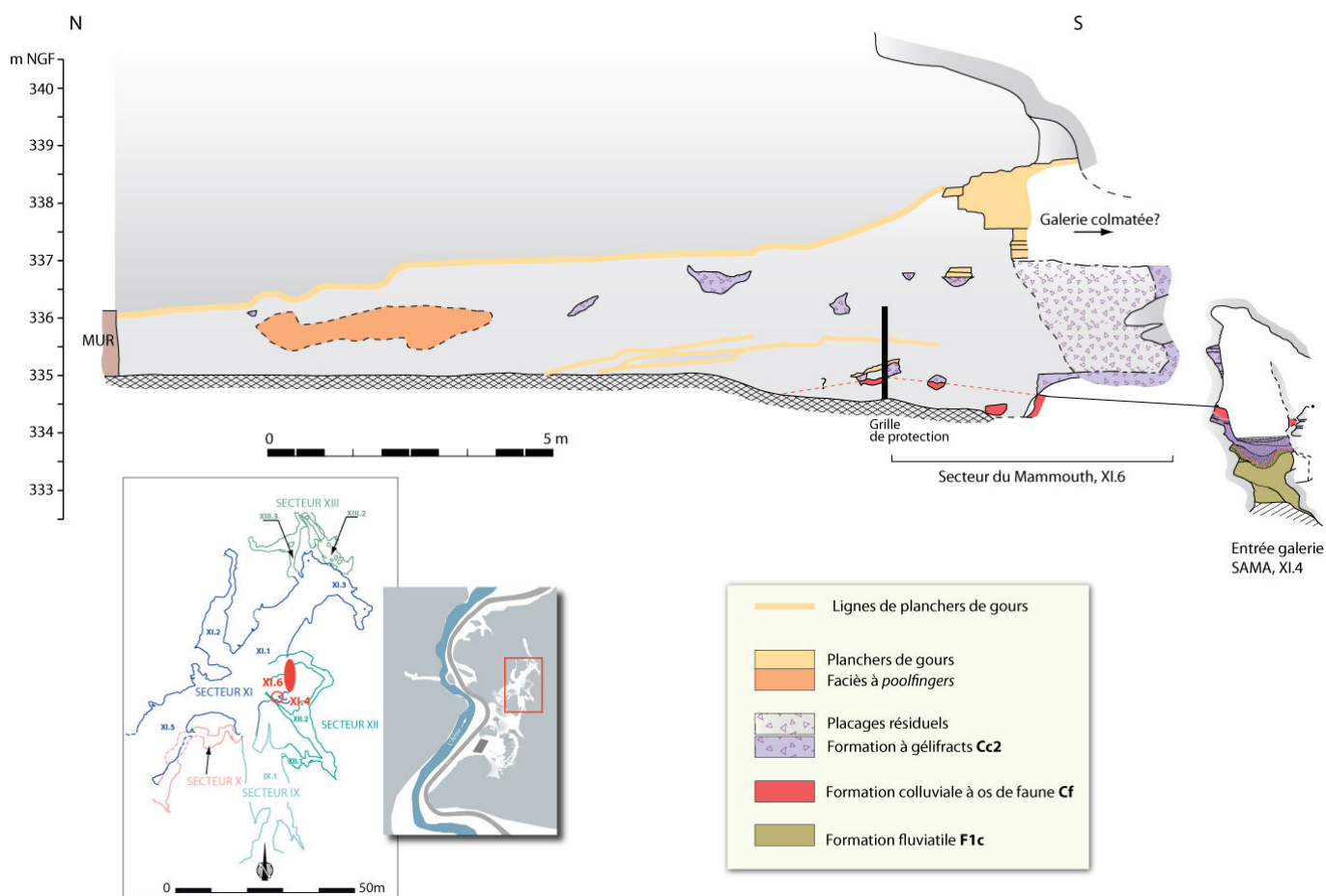


figure 19 : placages des dépôts de gélifracts et gours sur la paroi est de la salle Mandement (relevé : Céline Pallier et Grégory Dandurand / Inrap-Traces – Dessin : Céline Pallier / Inrap-Traces).

Des vestiges de gours sont plaqués sur cette paroi est, mais aussi sur des portions de la paroi sud et nord. Deux faciès sont distingués. Le premier est caractérisé par des *poolfingers* et correspond à la cote du seuil de déversement de la galerie du Masque. Le second forme des lignes sur la paroi, en pente douce vers le nord. Il est mieux conservé dans l'anfractuosité qui forme le secteur du

Mammouth (XI.6), où les planchers de gours se sont accumulés sur plus d'un mètre d'épaisseur, en intercalation avec des argiles marron litées. Ces planchers sont très altérés et imprègnent les placages de gélifracsts conservés sur la paroi (ce qui a d'ailleurs permis leur conservation à cet endroit). Aucun élément ne permet de différencier ces deux faciès d'un point de vue chronostratigraphique.

Le profil Renne-Conférence-galerie des Ours (secteurs XII-IX-X)

La galerie du Renne (secteur XII)

Cette galerie présente une succession de comblements sédimentaires témoignant de conditions morphodynamiques différentes. A la base, on retrouve la formation de gélifracsts calcaires originaires du plateau (**Cc**). Elle repose partiellement sur l'encaissant. Elle est scellée par une séquence de concrétionnement caractérisée par une alternance de planchers de calcite horizontaux altérés et d'argiles, de plus en plus limoneuse au sommet. Le développement de cette séquence est contraint par l'altitude du plafond de la galerie : ce faciès évolue lorsque l'écoulement libre du ruissellement est empêché quand les planchers atteignent la voûte. Dès lors, ce ruissellement est contraint et le concrétionnement se fait par progradation de plusieurs édifices stalagmitiques successifs formés par des dômes et des planchers altérés, épais au total de plus d'un mètre. Ils s'écoulaient vers l'ouest, en direction de la salle des Conférences (secteur IX.1) (figure 20).

Lorsque cette formation a cessé d'évoluer, un vide d'une petite cinquantaine de centimètres entre le toit du comblement et le plafond subsistait dans la partie ouest de la galerie, où sont localisées les gravures paléolithiques. Vers l'est, le plafond s'abaisse et la galerie était donc totalement obstruée par les formations de calcite. A l'arrière de ce barrage, dans la section de galerie orientée N140°, un épais dépôt alternant limons argileux et quelques planchers stalagmitiques très altérés sur presque 5 mètres d'épaisseur. À -2 mètres de la surface du dépôt environ, un lit de guano d'une dizaine de centimètres d'épaisseur se développe, marquant le début d'installations répétées de colonies de chauves-souris, dorénavant en alternance avec l'ennoisement de ce conduit par ruissellements des parois et les dépôts de limons et argiles corrélatifs. Au sommet, des limons argileux à débit prismatique sont imprégnés par des croûtes de phosphates et localement recouverts de guano. Le toit de cette formation constitue un sol plat d'où émergent des blocs altérés à croûtes phosphatées (Camus et Rabanit *in* Jarry *dir.* 2015a).

La dernière section, enfin, est un conduit perché, dans laquelle de l'eau stagne, avec un remplissage de petits graviers et galets allochtones sous les limons argileux, lités à débit prismatique.

La salle des Conférences (secteur XI.1)

Au nord, entaillée par l'aménagement du cheminement, la formation à gélifracsts **Cc** est composée d'une alternance de niveaux de 10 à 40 cm d'épaisseur de clastes calcaires, plus ou moins grossiers (jusqu'à 8 cm de grand axe dans les niveaux les plus grossiers), dans une matrice argileuse à argilo-sableuse marron (figure 20). Dans les niveaux les plus fins, le dépôt ne contient que des calcaires. Dans les niveaux les plus grossiers, ils sont accompagnés de quelques galets allochtones, ce qui marque l'érosion et le remaniement de la formation alluviale F1 ou d'apports de galets originaires des anciennes formations alluviales résiduelles de la surface. A la base notamment, se trouve un niveau plus grossier de cailloux et blocs calcaires très altérés et quelques gros galets de quartz remaniés jusqu'à 15 cm de grand axe.

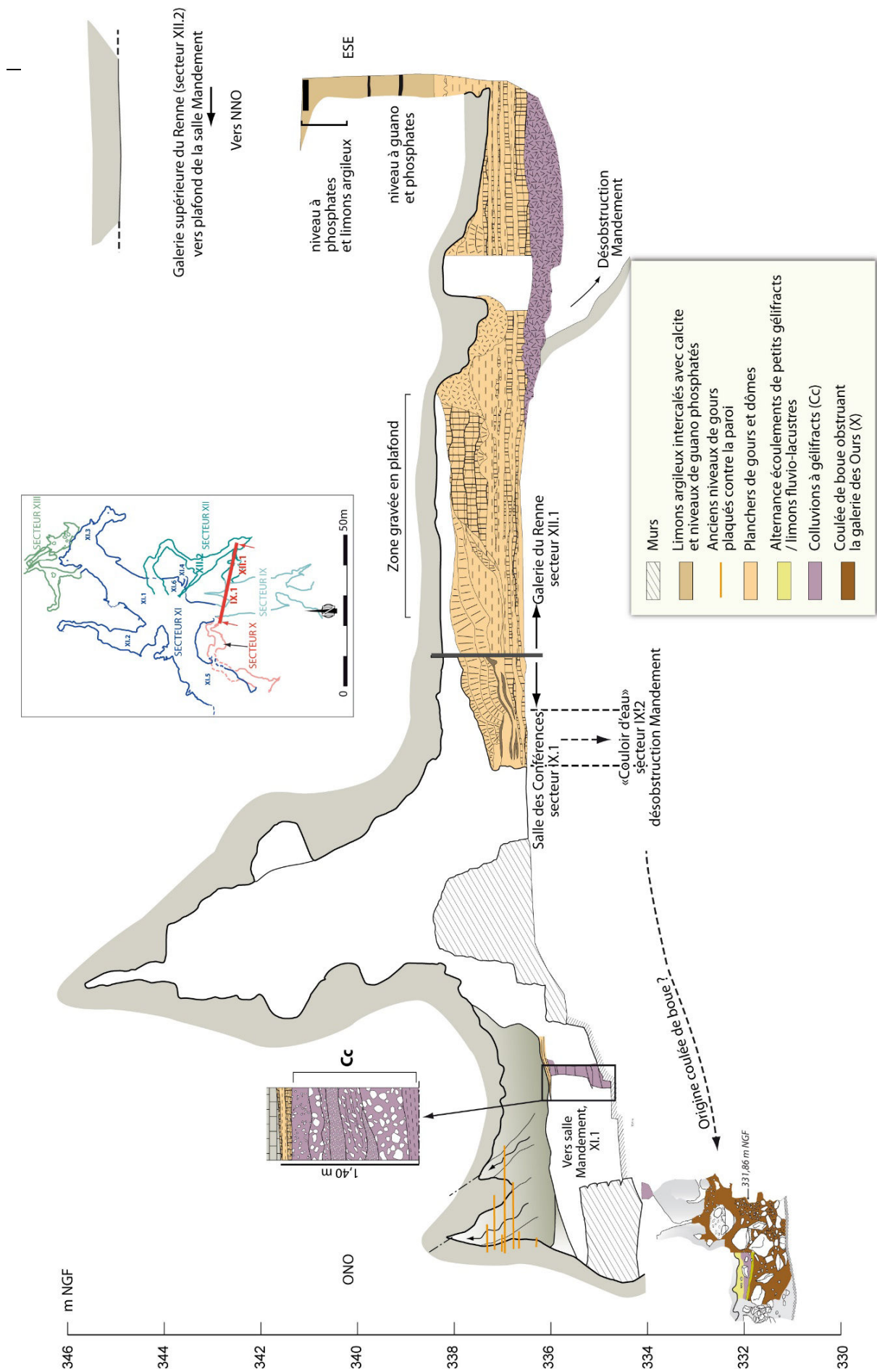


figure 20 : coupe de la galerie du Renne-salle des Conférence (relevé : Céline Pallier, G. Dandurand / Inrap-Traces et M. Rabanit / Protée, dessin : Céline Pallier / Inrap-Traces).

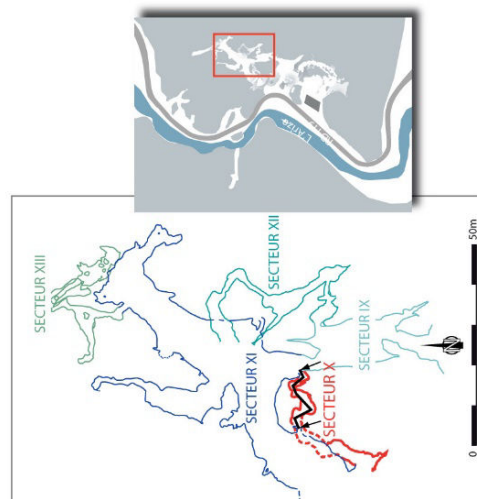
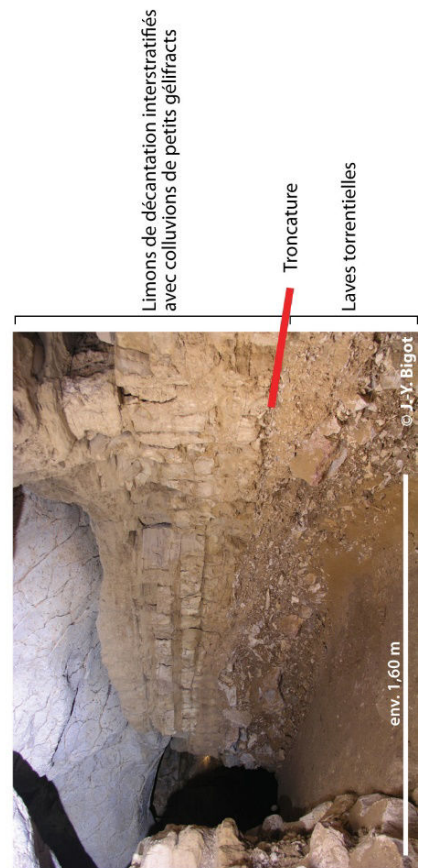
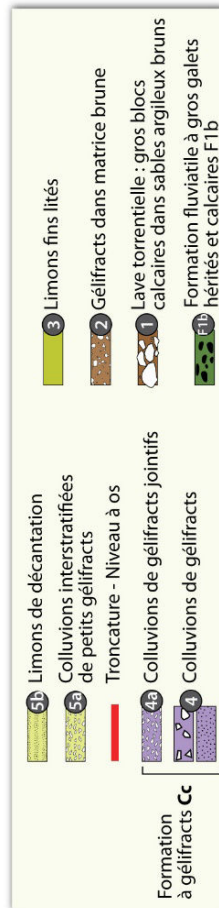
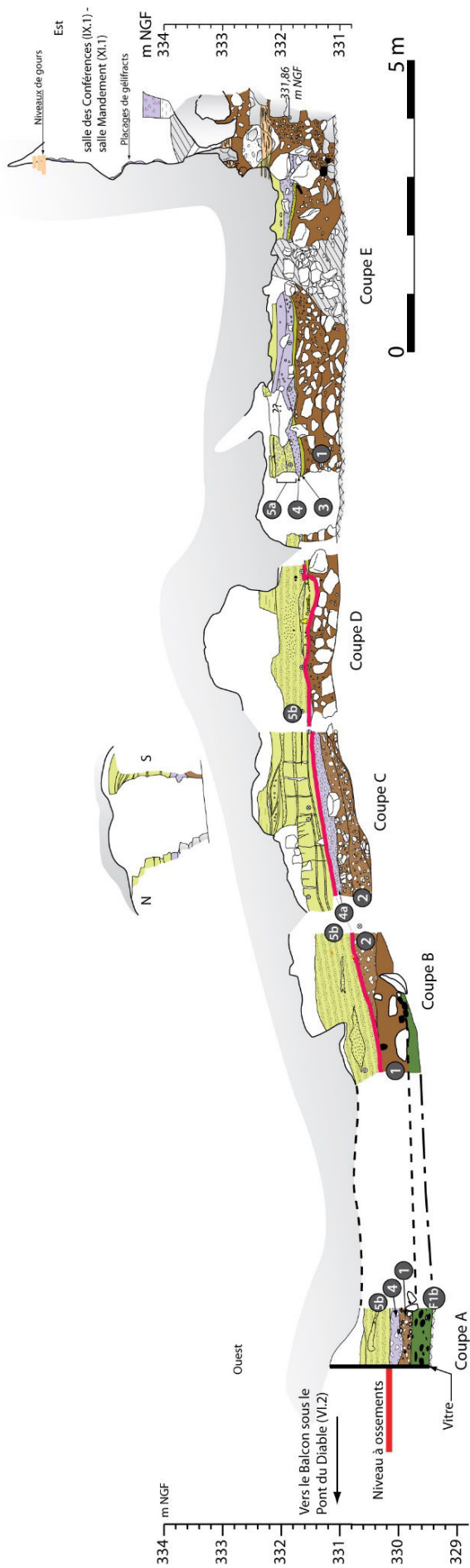


figure 21 : stratigraphie dans la galerie des Ours (secteur X) (relevé : Céline Pallier et Grégory Dandurand / Inrap-Traces, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

Le sommet de cette séquence à gélifracts est scellé jusqu'au plafond par une alternance de fins planchers de calcite blanche à baguettes de gours et lits d'argiles plastiques de quelques centimètres d'épaisseur, corrélables aux formations de calcite déjà décrites dans la galerie du Renne. Notons que le toit de la formation à gélifracts **Cc** a une altitude équivalente dans la salle Mandement au niveau du secteur du mammoth (XI.6), dans la galerie du Renne (XII.1) et dans la salle des Conférence (log, secteur IX.1).

Au-dessus de cette séquence, légèrement à l'ouest, d'étroites coupoles sur fractures ont conservé contre leur paroi des placages de planchers de calcite horizontaux, raccordables avec la formation de même faciès de la galerie du Renne (figure 20).

La galerie des Ours (secteur X)

Le passage actuel de la galerie des Ours fait la jonction entre l'espace Mandement-Conférence (secteurs XI.1 et IX.1) à l'est, et le secteur du balcon sous le Pont du Diable (secteur VI.2) à l'ouest (figure 17). Ce passage a été désobstrué par J. Mandement en 1937, depuis l'ouest (Mandement 1948, Le Guillou 2013). On parcourt ainsi une tranchée creusée dans le remplissage sédimentaire, juste sous la voûte d'un espace dont on ne connaît ni la taille, ni la géométrie réelle. Seule l'extrémité ouest, où les ossements d'Ours ont été fossilisés, correspond clairement à une portion de galerie de section arrondie et pouvait constituer une arche de paragenèse, et peut-être un déversoir en fonctionnement secondaire.

La stratigraphie au sein de cette «galerie» montre une succession de dépôts marqueurs de dynamiques de mises en place très différentes (figure 21). Dans l'ordre chronostratigraphique :

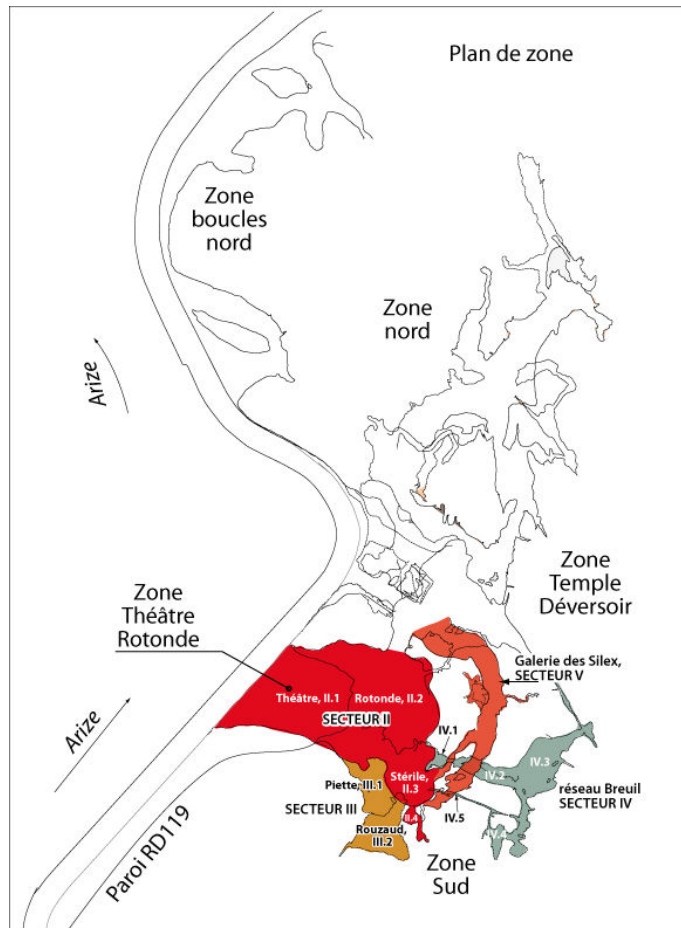
- dans la portion ouest (coupe A), la formation alluviale ancienne **F1b** à gros galets allochtones de quartz, galets de schiste altérés et blocs calcaires, dans une matrice sablo-limoneuse très oxydée est observée à la base de la tranchée de désobstruction. Cette formation n'est plus observée vers l'est, en raison de la remontée du sol de cette tranchée ;

- elle est couverte par une langue de lave torrentielle (1) de clastes calcaires émoussés (2-8 cm de grand axe) et de 10 à 20 % de galets allochtones emballés dans une matrice de sables (assez grossiers) argileux brun foncé. Quelques blocs calcaires jusqu'à 20 cm de grand axe soulignent la base de ce dépôt. Quelques fragments de fines plaquettes de calcite flottante, certainement cassés par la désobstruction, témoignent de phénomènes post-dépositionnels et localisés de stagnation d'eau. L'épaisseur de cette formation, d'environ 20 cm d'épaisseur dans la coupe A devient de plus en plus conséquente vers l'est. Elle atteint plus de 80 cm dans la coupe 5 et constitue l'ensemble du dépôt dans lequel est creusé l'escalier d'accès à la galerie depuis la salle Mandement sur 4,80 mètres d'épaisseur. Il est caractérisé par un faciès de gros blocs calcaires (jusqu'à 30 à 60 cm de grand axe, parfois métrique dans l'escalier d'accès à la galerie des Ours), parfois encroûtés de conglomérats de galets de schistes, et quelques blocs roulés de quartz, emballés dans une matrice brun foncé de limons sableux et graviers jointifs de calcaires et schistes, quartz. Cette formation est issue du sud-est, du soubassement de la salle des Conférence : dans l'escalier d'accès à la galerie des Ours (côté Mandement). Son toit se situe à 334 m NGF et s'abaisse progressivement jusqu'à 330 m d'altitude dans la coupe 1, avant de disparaître. Sa mise en place correspond à un «*débris flow*» ou lave torrentielle, caractérisée notamment par une forte hétérométrie des éléments grossiers, de fabrique anisotrope, emballés dans une matrice fine. Cette coulée a pu se mettre en place lors d'un événement catastrophique et s'écouler depuis les amonts du secteur XII (galerie du Renne) et a fini par obstruer une grande partie l'extrémité est de l'espace des Ours. Au milieu de la galerie (coupes B et C), cette formation prend un faciès plus fin (2), marquant les premières arrivées de gélifracts, constitué de cailloux et blocs calcaires plus ou moins jointifs et hétérométriques mais de modules beaucoup moins importants que (1) (10-15 cm de grand axe maximum, exceptionnellement 30 cm de grand axe) mais également emballé dans une matrice limoneuse brun foncé ;

- cet ensemble est scellé par une série de faciès plus ou moins lenticulaires, peut-être chenalisés, correspondant nettement aux arrivées de gélifracts depuis la surface. Côté est, un dépôt de limons finement sableux lités (3), ocre jaune, de 10 cm d'épaisseur, témoignent d'une circulation d'eau, certainement de ruissellements depuis l'amont (galerie du Renne, XII). Ils sont couverts par une série de lentilles interstratifiées de gélifracts calcaires (4) émoussés, hétérométriques et quelques galets allochtones dans une matrice sablo-limoneuse marron et gravillons et de lentilles de sables grossiers et graviers (calcaires et grains allochtones) dans une matrice limono-argileuse marron. Plus loin vers l'ouest (coupe C), une lentille de gélifracts calcaires (sans éléments allochtones provenant du socle), plus ou moins lités, disjoints, dans une matrice sablo-limoneuse brun clair-orangé, se met en place, certainement lors une même phase. Elle présente en surface un niveau de cailloux jointifs et admet localement quelques fragments d'ossements en surface (4a). Le toit de cette formation est tronqué et raviné. Les ossements d'Ours dans la partie ouest de la galerie et le squelette en connexion dans la coupe D sont installés sur cette surface. Ces ossements, crânes et os longs principalement, sont posés à plat. La présence de cette faune préhistorique témoigne d'une interruption durable des dynamiques de remplissage dans cette galerie, ainsi que d'un accès direct depuis la surface. Ces ossements sont emballés dans des limons de la formation sus-jacente (5b) postérieurs à leur accumulation ;

- l'ensemble 1-3-4 est couvert en discordance par une série interstratifiée (5a) de niveaux de petits gélifracts lités, orientés, triés, (comprenant un petit éclat de silex taillé non datable, coupe E) avec des sables grossiers à la base, de petites plaquettes calcaires (2-3 cm) au sommet, et des lits de limons ocre jaune lités à lentilles de sables fins qui constituent principalement la partie sommitale de la série. Au sommet, la série se termine par des limons argileux très fins de décantation, finement lités, qui devaient être plastiques avant leur assèchement par l'ouverture de la galerie (traces de doigts conservées) couleur ocre caramel (5b). Cette formation colmate l'ensemble de la « galerie » des Ours, jusqu'à sa voûte, à l'exception de son extrémité ouest.

figure 22 : localisation des secteurs dans la zone sud (dessin Céline Pallier / Inrap-Traces sur fond PCR)



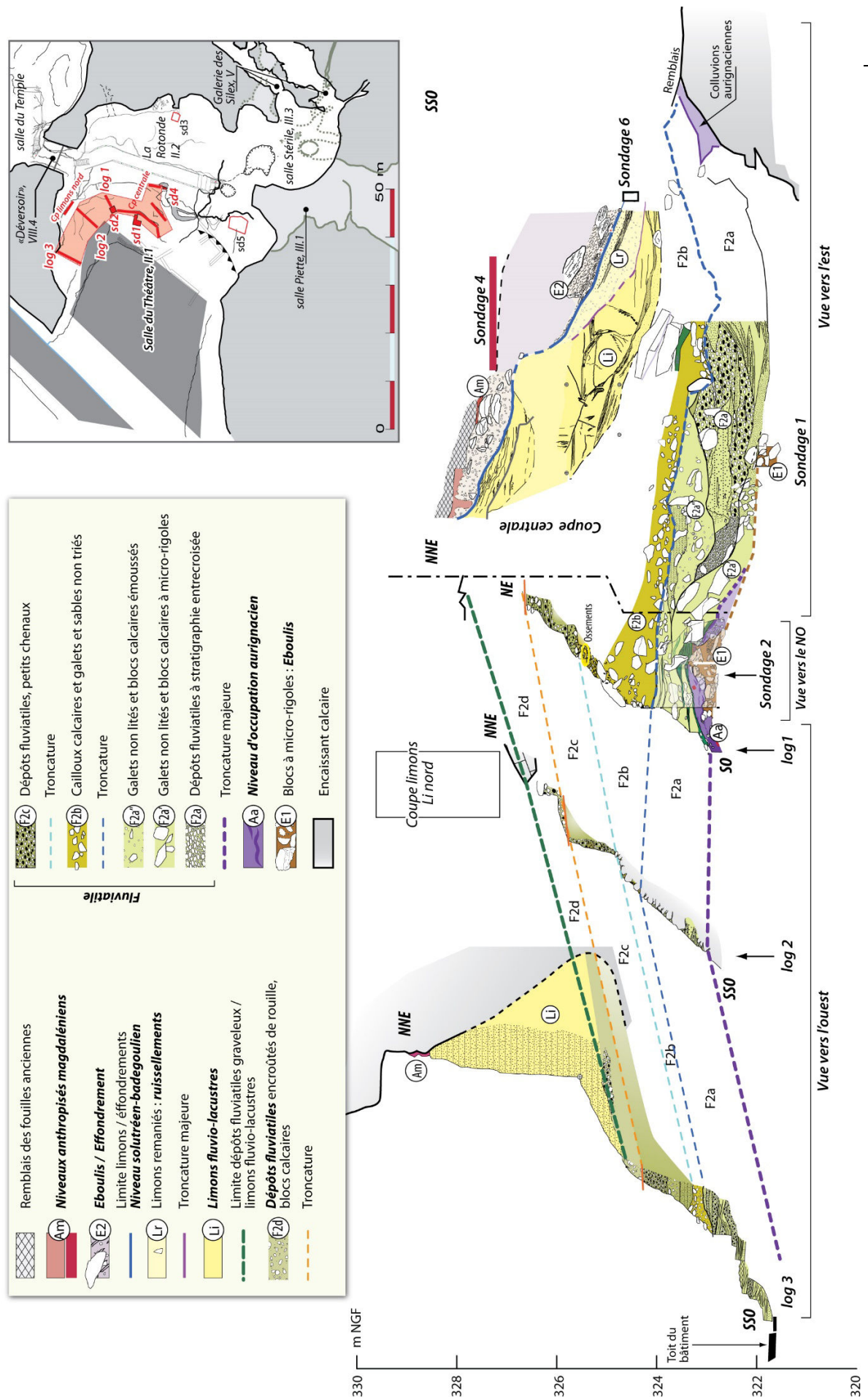


figure 23 : stratigraphie dans la salle du Théâtre : les différents faciès de dépôts fluviatiles (relevé Céline Pallier et Grégory Dandurand / Inrap-Traces, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

La zone sud

La base de la stratigraphie

La base de la stratigraphie (sondages 1 et 2) correspond à un éboulis **E1** de cailloux et blocs jusqu'à 40 cm de grand axe, jointifs, emballés dans une matrice argileuse ocre très fine (débit en *slickensides*). Ils présentent sur leurs faces inférieures et latérales de petites rigoles sinueuses. Ces dernières indiquent une érosion sous remplissage en milieu noyé, et ont été formées après la mise en place de l'éboulis. En effet, la matrice, également ponctuellement présente dans les niveaux aurignaciens, s'est déposée bien postérieurement aux blocs, lors de l'ennoisement de cet espace (*cf. infra*).

Dans les sondages 1 et 2, la micro-brèche aurignacienne A (décrite) repose sur une partie de cet éboulis, en se pinçant dans sa partie amont, et sur l'encaissant calcaire à l'ouest du sondage 2 et au sud du sondage 1.

Une puissante aggradation fluviale avec des régimes hydrosédimentaires variables

- Les dépôts fluviaux graveleux :

Au-dessus, une formation fluviale graveleuse (**F2**) repose en nette discordance angulaire sur la micro-brèche archéologique aurignacienne qu'elle fossilise (sondage 2) et sur l'éboulis **E1** (fig. 3-11). Ces alluvions, originaires de l'Arize, sont épaisses de plusieurs mètres (jusqu'à 5 m). Ce dépôt traduit une nouvelle phase d'aggradation sédimentaire, qui intervient cette fois pendant la dernière période glaciaire (Pallier *in* Jarry *et al.* 2018). Cette formation **F2** est composée de quatre sous-séquences principales (figure 23).

À la base, la sous-séquence **F2a** est constituée d'une alternance de faciès de galets allochtones de taille modeste (2 à 4 cm de grand axe) bien triés et orientés, de niveaux sableux grossiers et graviers lités et de lentilles de sables fins à très fins à stratifications entrecroisées, d'environ 1,40 m d'épaisseur maximum (coupe centrale, sondage 2, logs 2 et 3). Ce type de faciès témoigne d'un écoulement concentré en courant tractif, suffisamment compétent pour le transport de petits galets. Le toit de cette première séquence **F2a** présente une surface de ravinement, qui indique un abaissement momentané du cours de la rivière. Une petite incision d'environ 50 cm de profondeur soulignée par des blocs et dalles calcaires à fort pendage, pourrait indiquer un déversement dans un autre conduit (figure 23). Cette formation alluviale emballe quelques gros blocs calcaires à micro-rigoles sinueuses, sans doute effondrés du plafond de la salle. En particulier, un effondrement **E2**, actuellement observé à l'est du sondage 2, semble s'être mis en place au tout début du dépôt de **F2a**. De 35° de pendage apparent vers le sud, il est constitué de gros blocs pluridécimétriques, lisses en surface et dont les faces latérales sont modelées par des micro-rigoles sinueuses. Ces blocs, dont l'extension paraît localisée, semblent pouvoir s'imbriquer les uns dans les autres : ils pourraient donc correspondre à une dalle qui a chuté de la voûte et s'est fracturée au sol. Les alluvions forment une mince couche sous les blocs, puis viennent les couvrir en *onlap*. Dans le log 2, la formation **F2a** est résiduelle, coincée entre des blocs calcaires présentant les mêmes caractéristiques que ceux de **E1**. Ces derniers ne semblent toutefois pas inclinés et pourraient plutôt correspondre à l'encaissant calcaire en cours de démantèlement.

A l'est du sondage 1, une grosse poche **F2a'**, d'environ 1,50 m de long sur moins de 40 cm de puissance, présente un faciès un peu différent de petits galets (3 cm de grand axe) et graviers et quelques cailloux calcaires dans une matrice sableuse oxydée (figure 23). Ces éléments sont moins bien triés et ne sont pas lités. Ils emballent quelques blocs calcaires de 40 à 50 cm de grand axe émoussés. Cette lentille montre une perturbation du courant, sans doute en raison de l'effondrement **E2** qui forme un obstacle à l'écoulement et devient alors turbulent. Cette lentille est couverte par environ 30 cm de sables lités, au sommet de l'effondrement **E2**, lorsque celui-ci est enfoui et n'a plus d'incidence sur l'écoulement. Le dépôt **F2a''** se distingue de **F2a** par le modelé émoussé des blocs calcaires qu'il emballe, sans micro-rigoles (sondage 2). Ce modelé témoigne que ces blocs ont été soumis à un régime noyé ou épinoyé mais sans remplissage. En

outre, ces blocs semblent former un niveau où ils sont plus concentrés, marquant une surface de résidualisation, indiquant une aggradation devenue plus lente ou momentanément interrompue.

Dans le log 3, la formation **F2a** montre un faciès très homogène où les sédiments sont uniquement d'origine fluviale et aucune « interférence » avec d'autres processus n'est visible (figure 23).

La sous-séquence **F2a** est nettement tronquée par une surface d'érosion. A l'est du sondage 1, cette troncature est soulignée par un niveau de blocs calcaires de 40 cm d'épaisseur environ. Ils sont émoussés assez gros, décimétriques à pluri-décimétriques, souvent jointifs. Ils soulignent notamment deux ravines (figure 23). La première fait 40 cm de profondeur et l'autre, profonde, fait plus de 80 cm de profondeur. Elles sont entièrement colmatées par les blocs calcaires. Cette surface indique un abaissement temporaire du niveau de l'Arize, qui reste compatible avec une dynamique aggradante globale. En effet, au cours de son aggradation, la rivière connaît différents régimes hydrauliques : l'aggradation se fait non seulement à des rythmes différents, plus ou moins rapides, mais la rivière est aussi soumise à des fluctuations de son niveau avec des périodes de crues et d'étiages. Les ravines creusées sur la surface d'érosion indiquent, comme précédemment, la présence d'un conduit dans lequel une partie de l'écoulement se déverse.

Au-dessus se développe la sous-séquence **F2b**, également constituée d'alluvions, c'est-à-dire de galets allochtones et de sables grossiers. Toutefois, ces éléments ne sont ni triés, ni ordonnés. Les galets sont en général plus gros (jusqu'à 10 cm de grand axe). La caractéristique de cette formation est d'emballer une importante proportion de cailloux calcaires, qui peuvent être largement majoritaires comme dans le log 3. A cet endroit, F2b est peu épaisse (20 à 30 cm d'épaisseur). Elle comprend des cailloux calcaires jusqu'à 15 cm de grand axe et quelques galets allochtones dans une matrice sablo-gravillonneuse, elle aussi allochtone. Dans le log 1, cette formation à cailloux calcaires est plus développée. Elle comprend à la base de gros blocs émoussés, entre 10 et 25 cm en moyenne et jusqu'à 50 cm de grand axe. Ils ont un fort pendage de 30 à 35° vers le sud. Les galets allochtones coincés entre les blocs sont quasi-verticaux. Ils sont emballés dans une matrice sableuse très fine.

Au-dessus, un épais niveau hétérogène est constitué de cailloux calcaires émoussés (10-15 cm de grand axe) et de galets allochtones de taille variable selon les niveaux, dans une matrice sableuse à limono-argileuse. Au sein de ces dépôts une lentille de graviers ronds allochtones, d'une vingtaine de centimètre d'épaisseur, admet des ossements de faune d'assez grande dimension. Ils sont emballés dans une matrice limoneuse (légèrement argileuse) très fine brun clair (figure 23).

Une sous-séquence **F2c** couvre F2a. Elle est composée d'alluvions allochtones majoritaires. Dans le log 1, elles sont mal triées à la base, puis deviennent mieux organisées, alternant lits de galets (3 à 4 cm de grand axe) et de graviers (0,5 à 2 cm de grand axe), bien triés et orientés, dans une matrice limono-argileuse brun clair. Ce faciès est couvert d'une lentille de limons sableux très fins ocre clair gris puis, enfin d'un niveau très hétérométrique de blocs calcaires très émoussés 10 à 20 cm de grand axe, galets, graviers et sables dans matrice limono-sableuse très fine brun clair (log 1, fig. 3-11). Dans le log 2, un petit chenal se dessine au sein de ces lits d'alluvions de petite taille. Dans le log 3, un niveau de cailloux calcaires et de galets allochtones plus gros (5 à 15 cm de grand axe) dans une matrice gravillonneuse est intercalée au sein de cette sous-séquence d'alluvions fines et bien triées. Le sommet de cette sous-séquence est souligné dans chaque log par un encroûtement centimétrique noir et rouille. Ces faciès, qui se rapprochent de F2a, pourraient indiquer un rythme d'aggradation à nouveau plus rapide.

La dernière sous-séquence **F2d** est difficile à caractériser précisément en raison de la topographie du talus et des remblais. Elle n'est pas visible dans le log 1. Dans le log 2, elle correspond à un faciès de galets et graviers allochtones hétérométriques encroûtés de rouille, dans une matrice sableuse fine. Elle est couverte par des blocs calcaires, peut-être issus du démantèlement de la

paroi à proximité. Dans le log 3, elle se traduit par un dépôt de cailloux calcaires émoussés de 10 à 15 cm de grand axe et de galets allochtones emballés dans une matrice sableuse rouille. Elle correspond ici au toit de la formation alluviale graveleuse, au contact avec les limons.

La formation alluviale **F2** témoigne donc de la circulation de la rivière dans tout cet espace, avec une morphologie de type rivière en tresse, donc avec plusieurs chenaux d'écoulement entre des bancs graveleux. Ce type de dynamique explique aisément les variations de faciès et de granulométrie au sein de chaque sous-séquence. Les faciès à lits de sables et galets triés et orientés s'expliquent par une accumulation des alluvions très rapide. Des morphologies de micro-rigoles se développent sur les parois des blocs calcaires, montrant un écoulement sous pression à l'interface des blocs et du remplissage. Les faciès à blocs et cailloux calcaires émoussés abondants indiquent au contraire un rythme d'aggradation plus lent, avec des chutes de blocs depuis la voûte sur un même niveau. Ces derniers sont érodés par la circulation de l'eau en contexte épinoyé, avant d'être recouverts les alluvions.

Ces sous-séquences présentent toutes un pendage global d'environ 10° vers l'ouest, vers le conduit principal (secteur I) (figure 23). En effet, les dépôts alluviaux moulent l'encaissant calcaire, qui remonte contre les parois de la salle du Théâtre vers l'est et le nord. En outre, le tunnel de l'Arize constitue toujours le drain principal, donc une zone de dynamique hydraulique plus prononcée. On constate toutefois des anomalies. En effet, le toit de la formation F2a présente un léger contre-pendage vers le SSO. Ce pendage est en partie sous-tendu par la topographie de l'éboulis E1 sous-jacent, qui présente un pendage apparent vers le sud. En outre, la surface de ravinement qui affecte F2a qui indique la présence d'un espace vide dans cette direction, très vraisemblablement en connexion avec la salle Piette (secteur III.1) et les drains Rouzaud (secteur III.2). Cet espace sera à l'origine du fonctionnement du soutirage central de la salle du Théâtre (*cf. infra*).

La seconde anomalie est l'épaisseur et le faciès à blocs à fort pendage vers le sud de F2b (log1). Elle peut être liée à la chute d'un amas de blocs qui a gêné l'écoulement à cet endroit.

- Le régime fluvio-lacustre :

Un changement majeur de la dynamique morphosédimentaire intervient alors avec la mise en place d'une formation de limons et sables fins (**Li**) puissante de plus de 5 mètres qui scelle en *onlap* les dépôts graveleux sous-jacents (figure 23 et figure 24). Cette formation correspond à une dynamique fluvio-lacustre, de très faible courant, qui peut s'expliquer par l'obstruction du conduit principal, limitant fortement l'écoulement et provoquant la formation d'une retenue d'eau en amont (Pallier *in* Jarry *et al.* 2018). Ces limons ont empâté l'ensemble du secteur II (Théâtre/Rotonde/Stérile). Ils ont également colmaté entièrement la galerie des Silex (secteur V), jusqu'à sa jonction avec la salle du Temple (Pallier *in* Jarry *et al.* 2018).

Cette formation massive et relativement homogène présente un litage régulier et concordant. Son pendage, « en éventail » vers l'ouest, est plus accentué à la base (25°) et s'atténue vers le sommet, au fur et à mesure du remplissage (5°) (figure 24).

Elle est constituée de séquences d'épaisseur pluridécimétrique, présentant une alternance de lits sableux et de limons. Ces séquences débutent, à leur base, par une succession de petits niveaux sableux fins, d'épaisseur centimétrique à décimétrique, souvent oxydés et présentant des festons en surface. Ces lits sableux s'espacent peu à peu au profit d'un faciès limoneux jaunâtre puis beige clair (figure 24). Au sommet, des lits de sables plus grossiers et épais, à stratigraphie entrecroisée, peuvent indiquer des niveaux de crues dans le lac (Chapron, comm. orale).

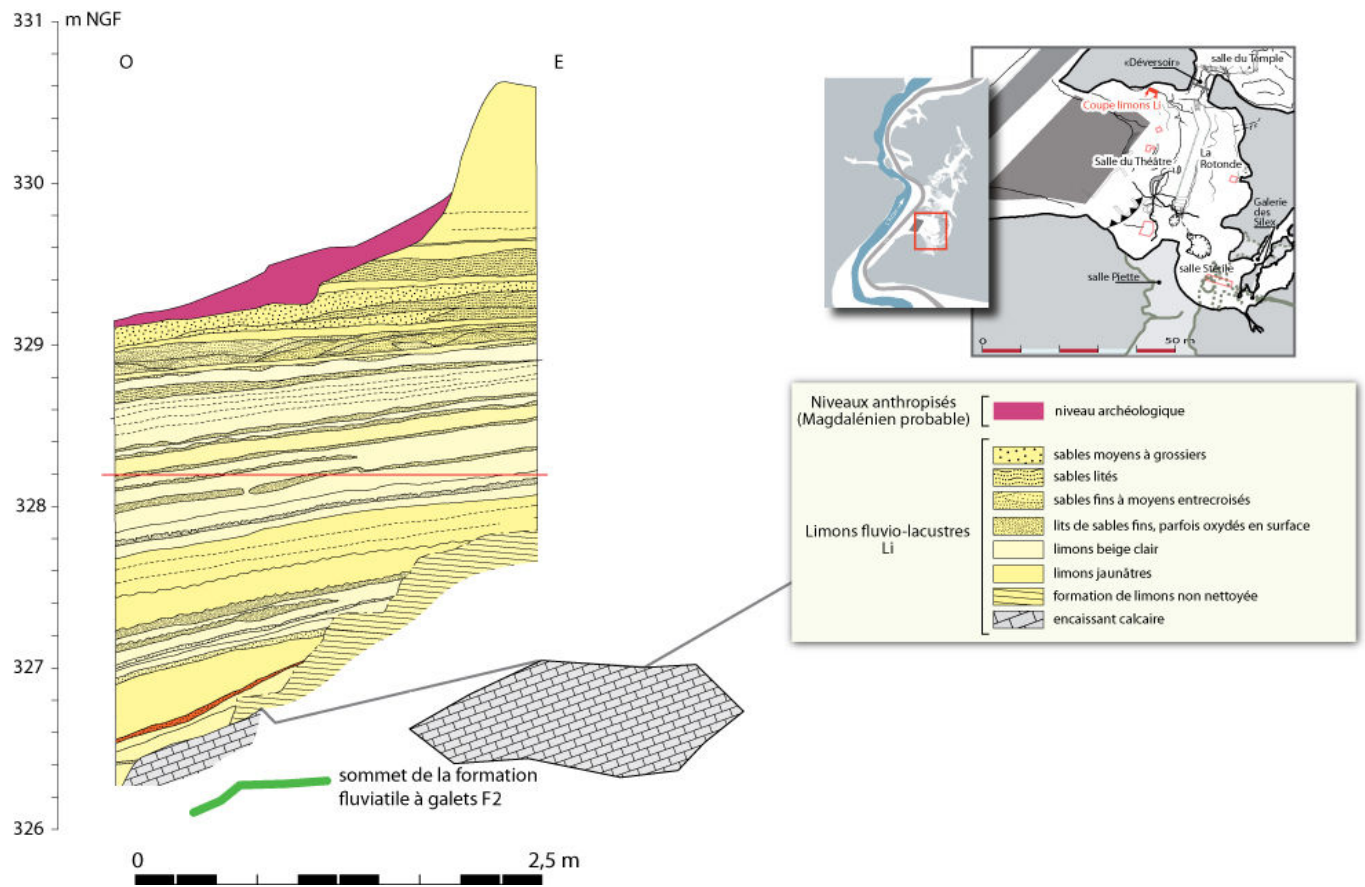


figure 24 : stratigraphie d'une partie des limons fluvio-lacustres à lamines contre la paroi nord de la salle du Théâtre (secteur II.1) (relevé Céline Pallier /Inrap-Traces et Sidney Roussel, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

Le retour à une dynamique d'incision

Le toit de ces limons correspond à une discordance majeure, induite par l'érosion de la formation L lors du retour à une dynamique d'incision de la rivière dans la grotte. L'activation d'un important soutirage entre la salle du Théâtre (secteur II.1) et la salle Piette (secteur III.1) a créé une topographie très différenciée : une partie du toit des limons est restée relativement plane dans la partie nord et est de la salle de la Rotonde (secteur II.2), à proximité de la paroi, alors que dans la partie sud de la salle, les limons ont été soutirés créant ainsi une pente assez importante vers le sud (environ 30°). D'ailleurs, à proximité de ce talus, les lits de limons et de sables très fins (**Li1**) sont affectés par des systèmes de micro-failles ou de fentes en échelon et des déformations ductiles (plissements) qui indiquent une déformation en extension, due au glissement des limons vers le soutirage (Pallier *in* Jarry *dir.* 2015a). Ces limons sont parfois totalement déstructurés, à débit polyédrique (**Li2**), et on ne retrouve plus les litages. Ils sont limités à leur base par un système de failles (figure 25).

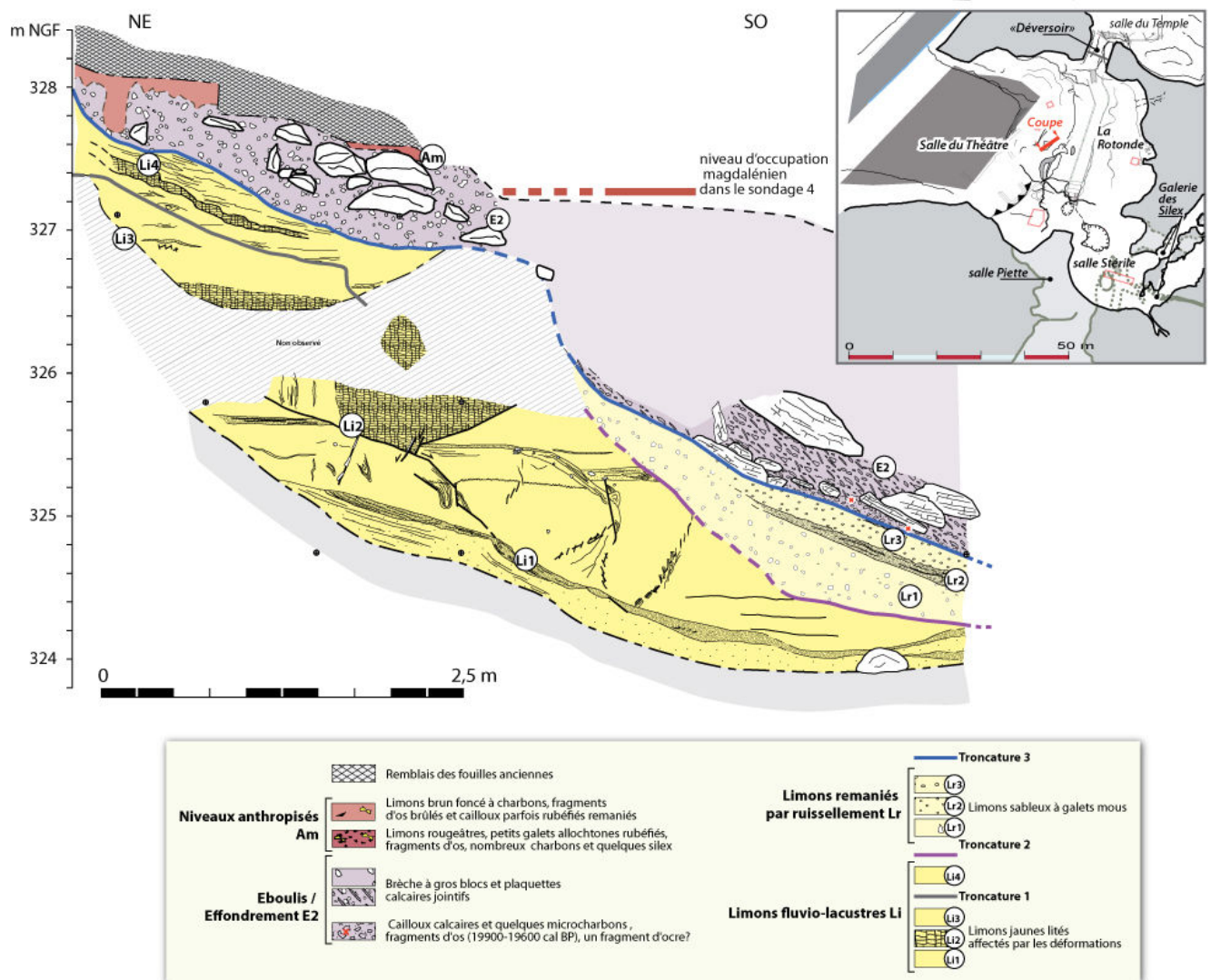


figure 25 : surface d'érosion des limons fluvio-lacustres et brèche dans le soutirage central (salle du Théâtre, secteur II.1) (relevé et dessin : Céline Pallier / Inrap-Traces).

Une troncature majeure marque la limite entre la formation de limons jaunes lités et la formation de limons clairement remaniés **Lr**. Ces derniers ont un faciès de limons sableux très fins beige clair sans lamines à rares petits cailloux calcaires. Localement, on observe une lentille de sables fins lités gris beige à galets mous, indiquant le remaniement des limons depuis l'amont par ruissellement. Cette lentille est couverte de limons beige gris à petits galets mous, au sommet desquels quelques micro-charbons ainsi qu'un petit fragment d'os (infra-centimétrique) sont dispersés.

La troncature de la surface des limons, leur déformation vers le sud et leur remaniement par ruissellement indiquent que le soutirage central est à nouveau fonctionnel. Cela indique qu'un espace vide sous-jacent est à nouveau présent, donc que le comblement sédimentaire (F2 et Li) a été évacué, peut-être par la reprise des écoulements fluviaux dans les galeries Rouzaud et Piette et Breuil. Cette reprise n'est possible que par l'abaissement du niveau de l'Arize et le retour à une dynamique en incision.

Le faciès de limons remaniés **Lr** est aussi présent dans les parties hautes du secteur II (salle Stérile, secteur II.3) ainsi que dans la galerie Breuil (secteur IV.1) (*cf. infra*).

Les nouvelles dynamiques de sédimentation dominantes : colluvions et brèches

- L'effondrement anté-magdalénien E2 :

Alors que la rivière a repris son écoulement dans le conduit principal (secteur I) et a ainsi évacué une partie de ses anciens dépôts, donnant à la grotte un tout nouveau visage, les processus de sédimentation par colluvionnement ou effondrement internes sont à nouveau dominants.

Ainsi, au niveau du soutirage central, une brèche (**E2**), d'environ 3 mètres de puissance maximum, vient sceller une partie de la surface d'érosion. A sa base, un niveau comprend de nombreux charbons, datés par radiocarbone du Solutréen - Badegoulien. Ce niveau est couvert de plaquettes de calcaires anguleuses jointives et de petits cailloux issus de la fragmentation *in situ* de blocs plus gros, sans matrice. Quelques blocs métriques de calcaire, très altérés, se desquament. Cette brèche se biseaute rapidement vers le nord (figure 25). Cet amas s'est vraisemblablement mis en place par effondrement localisé de la voûte, avec des blocs plus ou moins gros qui semblent s'être altérés et fragmentés *in situ*.

Des lambeaux de niveaux d'occupation attribués au Magdalénien se développent alors partout dans la partie supérieure du secteur II, sur l'effondrement E2 (sondage 4), mais aussi sur la surface d'érosion des limons Li, c'est-à-dire dans les secteurs Rotonde et Stérile et le réseau Alteirac (secteurs II.2, II.3 et II.4) et dans la galerie des Silex (secteur V). Ces lambeaux d'occupation se retrouvent également dans le réseau inférieur : dans les salles Piette (secteur III.1) et du Crâne (secteur IV.1, à l'entrée de la galerie Breuil).

- Les brèches d'altération des parois post-magdaléniennes :

D'importants effondrements de paroi et de plafond ont couvert une partie des niveaux d'occupation magdaléniens. Ces brèches stériles sont localisées dans des zones de fragilité comme la faille N010°E (brèche de la salle Stérile, secteur II.3, et brèches au-dessus de la salle Piette, secteur III.1) et dans les zones de fissures où des ruissellements sont récurrents (brèche de la Rotonde, secteur II.2, et salle Piette, secteur III.1) (figure 22).

L'une d'entre elles est située contre la paroi est de la salle de la Rotonde. Elle correspond à un lambeau de brèche cimentée dont le sommet est scellé par une coulée stalagmitique (figure 26).

L'organisation interne de cette brèche de la Rotonde est assez complexe. On observe d'une part de gros blocs, plurimétriques, dont la forme et la position évoquent des écailles calcaires décollées de la paroi puis affaissées progressivement. Entre ces blocs, plusieurs faciès sont imbriqués sans organisation apparente. Lorsqu'on regarde de plus près, entre ces gros blocs, de petites plaquettes calcaires, anguleuses, plus ou moins altérées, sont disposées parallèlement aux faces des blocs. Au sein de la brèche, des blocs pluridécimétriques, sans matrice, forment un amas plurimétrique. Ces blocs semblent fracturés en place. Là aussi, autour de ces amas, des accumulations de clastes calcaires anguleux, majoritairement débités en plaquettes, sont englobés dans un ciment limoneux beige clair. Ces formations moulent les parois des gros blocs dont on n'observe parfois que le négatif. Ces observations montrent que les éléments constitutifs de cette brèche sont quasiment en place. Ce corps de brèche est donc para-autochtone, formé par l'affaissement des franges d'altération de la paroi.

La paroi se desquame en petites plaquettes, à l'image des parois des gros blocs de la brèche, dont résultent les morphologies en encorbellement actuelles dans l'ensemble de la salle de la Rotonde. Dans certains endroits, des cristaux de gypse ont été observés sur la paroi, juste au sud de la brèche.

Les clastes de ces brèches ont parfois été remaniés par la gravité comme dans le « Grands Puits », qui fait la jonction entre le réseau supérieur (salle Stérile, secteur II.3) et le réseau inférieur (salle Piette, secteur III.1) (figure 27).

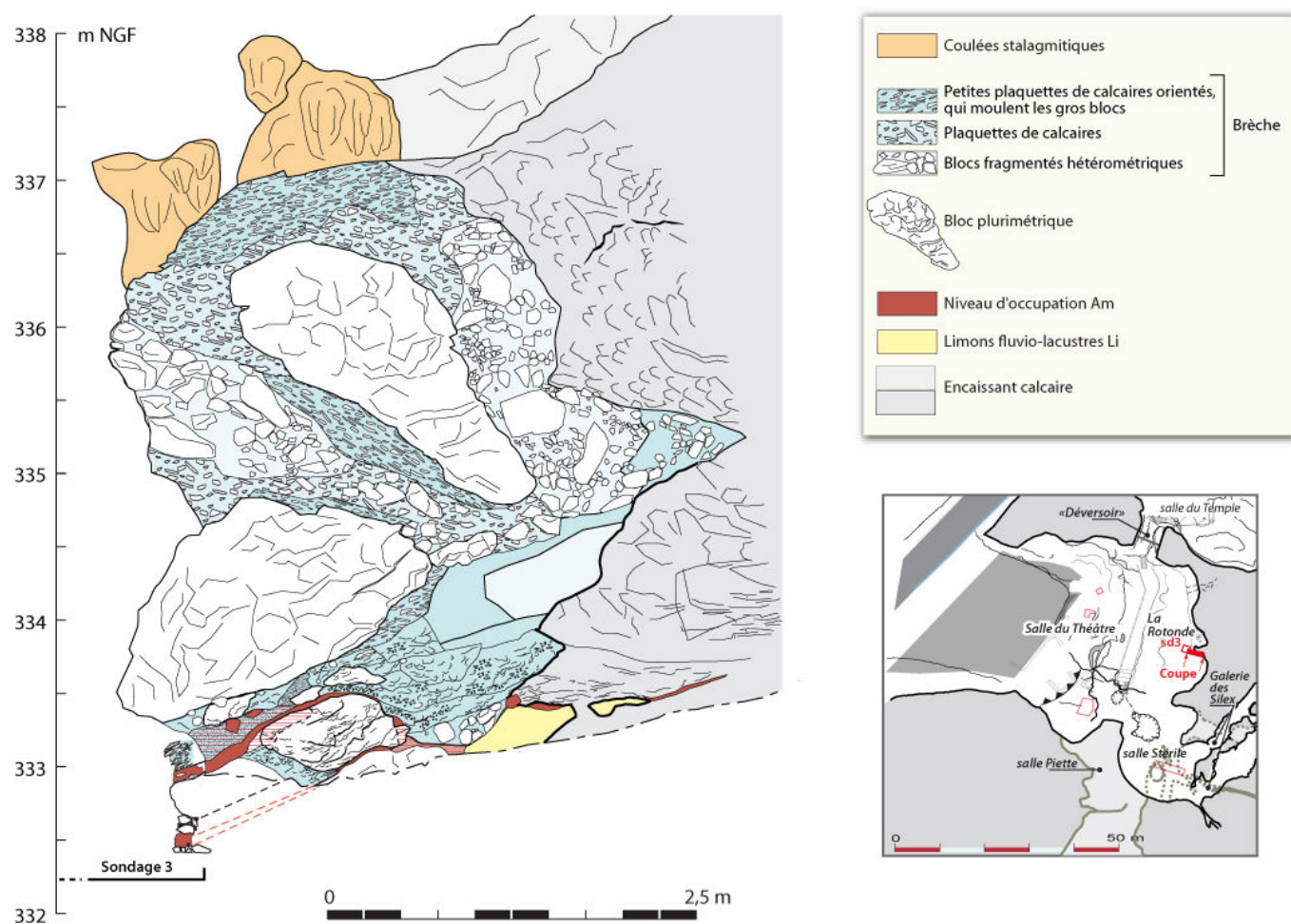


figure 26 : brèche para-autochtone de la Rotonde (secteur II.2) – (relevé et dessin Céline Pallier / Inrap-Traces sur photogrammétrie Vincent Arrighi / Inrap).



figure 27, : brèche litée plaquée contre paroi dans le « Grand puits » et bloc effondré (cliché © J.-Y. Bigot).

Des dépôts témoins des conditions paléoenvironnementales tardiglaciaires et holocènes : les concrétionnements

Les massifs stalagmitiques scellent les effondrements de parois, au niveau des zones de fracturation de la paroi, qui correspondent aussi aux zones préférentielles des arrivées d'eaux de ruissellement issues du plateau, phénomène est encore visible en fonction des conditions météorologiques extérieures. Naturellement, les carbonates dissous dans les eaux météoriques lors de leur traversée du plateau vont précipiter à ces endroits-là pour former des massifs stalagmitiques.

C'est le cas de la brèche de la Rotonde, préservée notamment grâce à la cimentation de son sommet par un massif stalagmitique. Une date sur un charbon inclus dans cette formation stalagmitique a donné un âge Bronze (Beta-322956 : 3 200 +/- 30 BP, Cal BP 3 470 à 3 370 ; Jarry *et al.* 2013b)

La brèche à os magdalénienne est également scellée par une coulée. Ainsi, dans les salles Piette/Théâtre/Rotonde, les spéléothèmes, marqueurs des changements climatiques en surface, témoignent d'une nouvelle dynamique de remplissage dans la grotte.

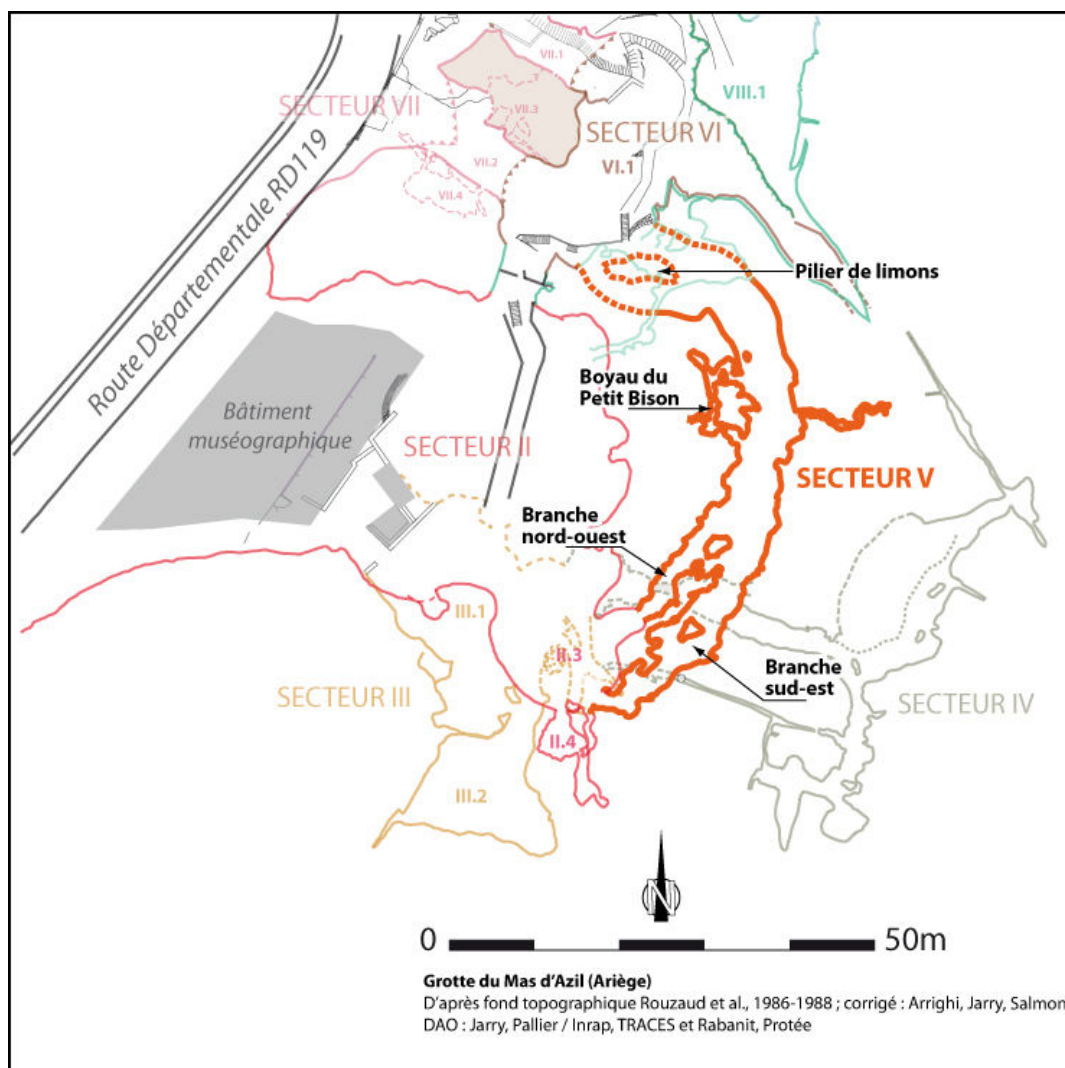


figure 28 : localisation et topographie de la galerie des Silex (secteur V) (d'après fond topographique Rouzaud, modifié V. Arrighi *et al.* - dessin : C. Pallier et M. Jarry / Inrap-Traces).

La galerie des Silex

À la base de cette stratigraphie, une formation de blocs et cailloux calcaires altérés (2), très émoussés ainsi que des galets calcaires et de rares petits galets allochtones également très altérés sont emballés dans une matrice sablo-gravillonneuse (figure 29). Elle semble se biseauter vers l'ouest. Cette formation se retrouve sous forme de placages piégés dans des renforcements à la base de la galerie vers l'amont, ainsi qu'en plafond dans la petite galerie « *by-pass* » secteur VII.3. Elle témoigne du drainage de la galerie des Silex par un écoulement local, sans doute issu de la zone Alteirac (secteur II.4), peut-être lors d'une phase de décolmatage de F1. La topographie au sol de la galerie, creusé par une rigole au centre de celle-ci dans sa partie aval corrobore cet ajustement en régime épinoyé lors de la phase d'incision de l'Arize.

Vers l'ouest, de grosses dalles calcaires (1) appartenant peut-être à l'encaissant affleurent. Leur surface au contact de la formation sus-jacente est très altérée et pulvérulente, de type « *mondmilch* » (Cañaveras *et al.* 2006, Bassel 2017). Elles sont couvertes par une micro-brèche à lits sombres de matière organique (3), en alternance avec des niveaux bruns évoquant des agrégats de niveaux d'occupation. L'un de ces lits de matière organique repose sur une surface thermo-rubéfiée, attestant d'une occupation *in situ*, et sont datés de la fin du Moustérien (Jarry *et al.* 2019). Ce dépôt « *ondule* » autour des blocs calcaires. Des poches d'argiles litée marron, tapissée d'un enduit ferro-manganique, indique une injection d'argiles dans les vides lors de l'ennoiment de la galerie.

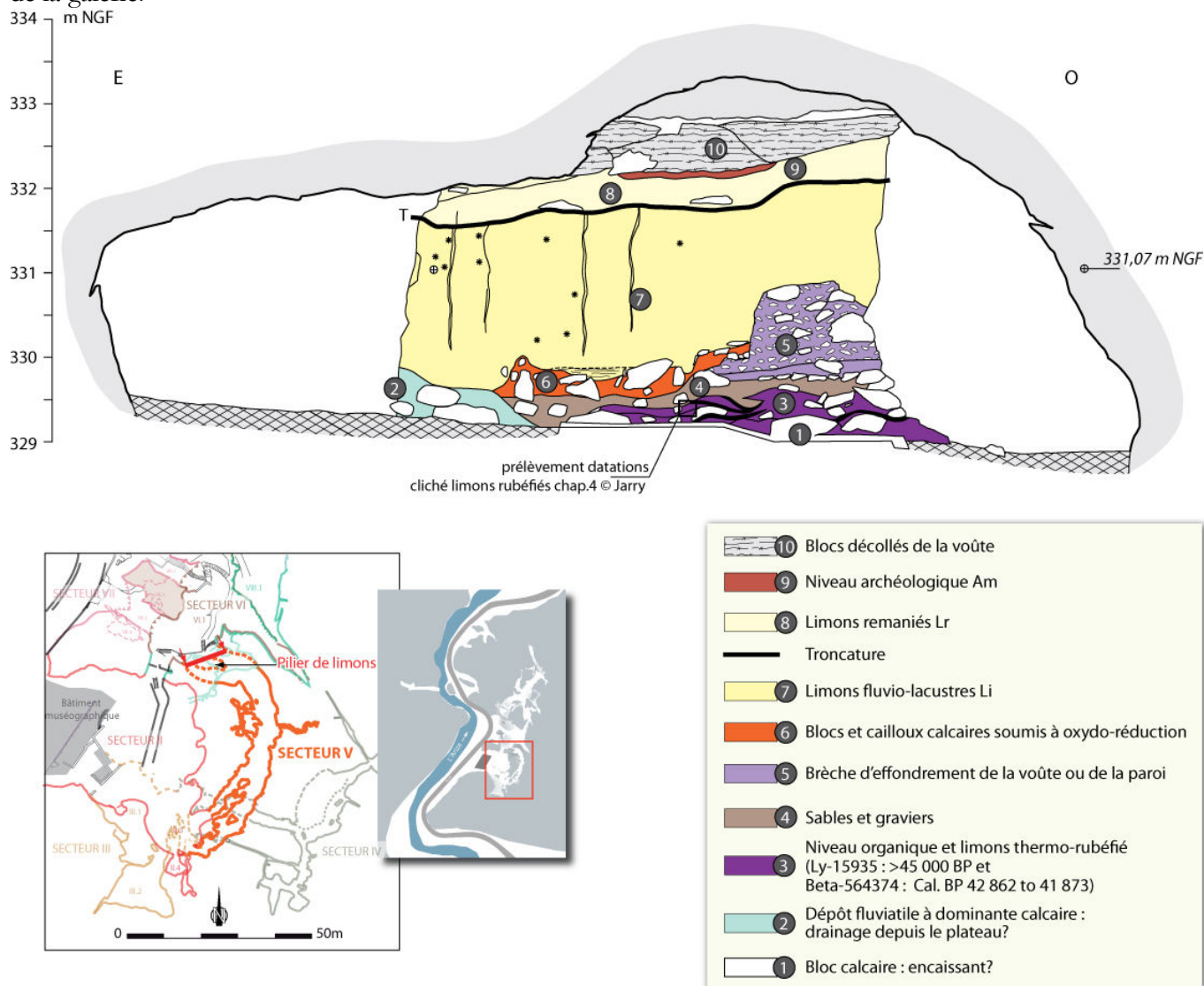


figure 29 : stratigraphie du « pilier de limons » à l'entrée nord de la galerie des Silex (secteur V) (relevé Céline Pallier et Grégory Dandurand / Inrap-Traces, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

Ce dépôt est couvert par une couche de sables fins à moyens brun clair à graviers calcaires anguleux (colluvions ou fluviatile ?), avec un niveau de blocs alignés (4). Au-dessus, une brèche (5) de cailloux, blocs et graviers calcaires indurée, rose clair correspond vraisemblablement à une chute de blocs depuis la voûte ou depuis la paroi ouest. Vers l'est, ces niveaux sont tronqués. Un dépôt de blocs et cailloux calcaires très émoussés (6) se met en place en discordance sur et contre 4 et 5. Ils sont emballés dans une matrice limoneuse fine, marbrée de gris et rouille. Elle emballe deux fragments d'os très abîmés. Ce faciès pourrait indiquer un sédiment soumis à des fluctuations du niveau de l'eau, marquant le début de l'enneigement de la galerie des Silex. L'ensemble est scellé par dépôt d'environ 2 mètres de puissance de limons très fins, de type farine glaciaire, avec de fines lames à la base, puis massifs et gris, indiquant plutôt une dynamique fluvio-lacustre (7). Actuellement, ces limons sont fissurés par la dessiccation et des fleurs de gypse ont poussé dans ces lézardes, provoquées par la circulation d'air plus sec.

A leur sommet, une surface d'érosion est soulignée par quelques petites dalles calcaires posées à plat, qui ont chuté de la voûte. Elle est couverte par des limons fins remaniés (8), brun gris et très homogènes qui atteignaient en grande partie la voûte. Ces limons sont couverts dans la zone la plus haute par une fine couche de limons fins brun clair à cailloutis calcaires (9), contenant de nombreux ossements dans sa partie supérieure, quelques os brûlés et quelques blocs arrondis rubéfiés. Ce niveau correspond à un sol d'occupation légèrement remanié, sans doute par colluvionnement dans le faible espace laissé entre le dépôt de limons et la voûte. De gros blocs (10) se sont décollés de celle-ci, piégeant le niveau à os.

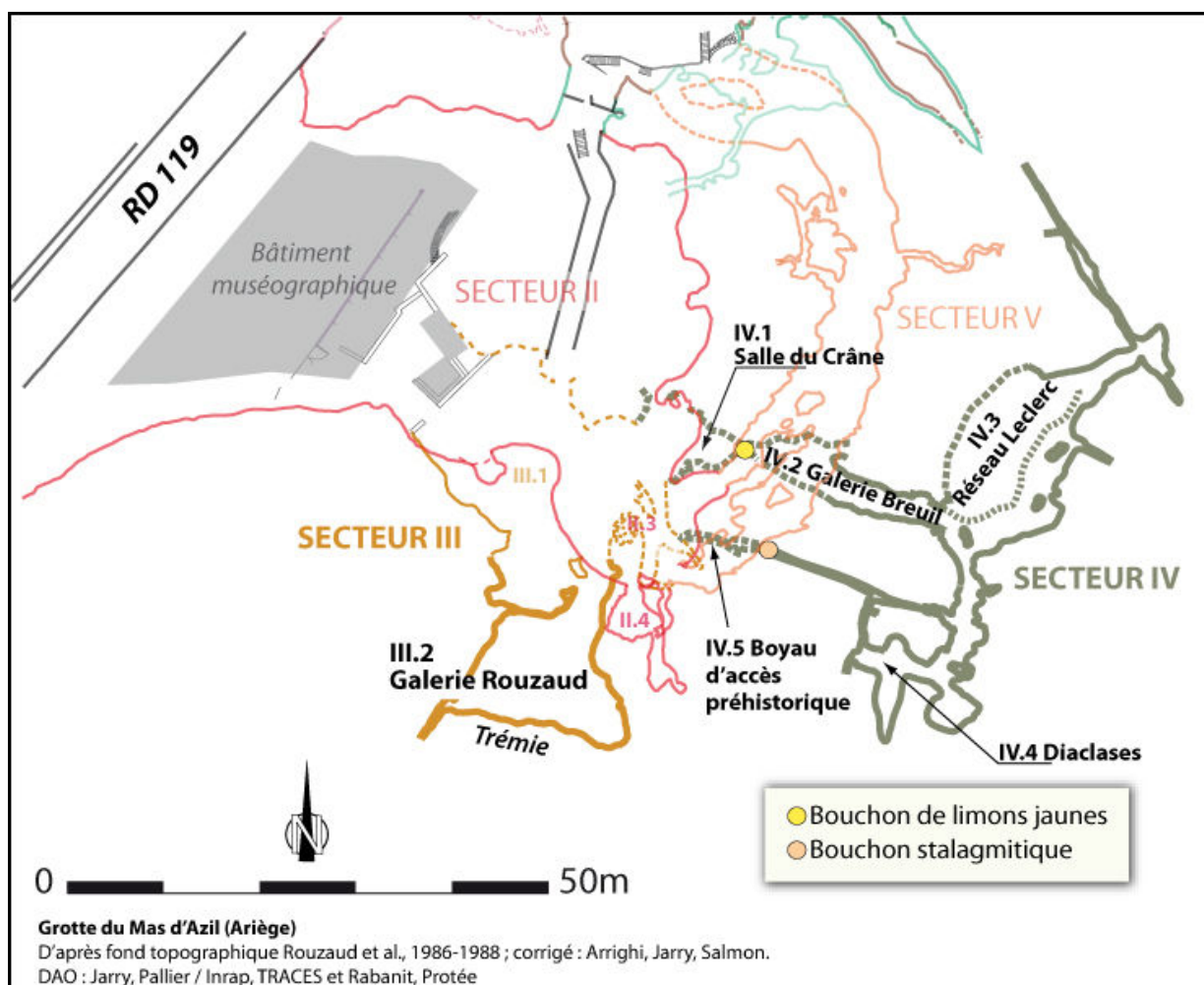


figure 30 : localisation de la galerie Rouzaud et du réseau Breuil (d'après fond topographique Rouzaud, modifié V. Arrighi *et al.*, dessin Céline Pallier et Marc Jarry / Inrap-Traces).

Le réseau sud inférieur : le réseau Breuil (secteur IV)

Le réseau Breuil (secteur IV) s'ouvre à l'est de la salle Piette (figure 30). La galerie Breuil, d'axe global est-ouest, est constituée par un premier espace, le secteur IV.1 (« salle du Crâne »), qui se poursuit par un passage bas, colmaté par un remplissage sédimentaire principalement d'origine fluviatile (cf. *infra*). La galerie se poursuit en remontant légèrement, puis se divise en deux branches, formant deux boucles. La première (secteur IV.4), vers le sud, rejoint une diaclase étroite N110°, actuellement obstruée par un massif stalagmitique, qui rejoint la salle Piette en hauteur (secteur IV.5). La seconde (secteur IV.3), vers le nord, est caractérisée par un passage en laminoir (passage très large et très bas, ici d'une soixantaine de centimètre de haut maximum) qui rejoint une diaclase haute et étroite (2x4 m maximum) N145°. Vue en plan, cette diaclase semble alignée sur la direction de la faille qui traverse la salle du Temple entre son extrémité est et le déversoir du Pont du Diable (Camus et Rabanit *in* Jarry dir. 2015a) (figure 30).

La galerie Breuil est colmatée dans sa partie ouest (secteur IV.2) par les dépôts d'une lave torrentielle (1) d'épaisseur non déterminée (Camus et Rabanit *in* Jarry *et al.* 2015a) (figure 31). Ils sont composés de cailloux et blocs calcaires entre 40, et 70 cm de grand axe, très émoussés dans une matrice de galets schisteux allochtones (jusqu'à 10-15 cm de grand axe) peu altérés et quelques gros galets de quartz et de limons ocre gris. Cette coulée remanie donc des formations fluviatiles anciennes (**F1** ?) et s'est mise en place alors que le niveau d'écoulement de l'Arize était plus bas que l'altitude de la galerie. Elle présente en effet un pendage prononcé vers l'ouest au niveau de l'actuel passage bas, certainement en relation avec le soutirage de la zone Piette (secteur III).

Ces dépôts de lave torrentielle sont couverts par des limons d'inondation (2 / **Li** ?) à litages entrecroisés, qui colmatent la majeure partie du passage bas. Ils présentent une surface d'érosion vers l'ouest, couverte par des limons remaniés (3 / **Lr**), non lités, à quelques micro-charbons. Dans le secteur IV.1, des galets allochtones jointifs, sans structure, sont emballés dans une matrice limoneuse jaune (4). Ce dépôt d'origine fluviatile, sans doute remanié, se met en place depuis l'ouest (figure 31). Le pendage de sa surface montre une pente de 15 à 20° vers l'est. Dans sa partie superficielle (5), qui vient contre les limons remaniés (3 / **Lr**), les galets sont emballés dans une matrice limono-sableuse rougeâtre, à rares ossements infracentimétriques et charbons. Il peut s'agir d'infiltration des brèches sus-jacentes.

En discordance sur ces formations fluviatiles remaniées, un niveau d'une dizaine de centimètres de puissance composé de cailloutis calcaire indurés et de limons remaniés à quelques fragments d'os, charbons et galets allochtones (6) constituent un témoignage ténu d'une première fréquentation de l'endroit. Ce niveau peu développé est scellé par un fin dépôt de calcite, d'épaisseur centimétrique. A ce moment-là, il ne reste qu'une dizaine de centimètres sur ce côté du boyau entre les dépôts et la voûte.

C'est alors que se déversent les apports de brèches à os du Magdalénien (7 / **BrAm**), depuis les puits en plafond de la salle Piette (secteur III.1), et qui ont comblé progressivement une grande partie de cette dernière. Un dernier dépôt de limons lités, brun foncé à petits fragments d'os, se sont mis en place certainement par ruissellement issus de la galerie de jonction Alteirac (secteur II.4). Ils semblent avoir été remaniés, peut-être par des animaux fouisseurs qui ont poussé le sédiment vers l'est, de l'autre côté du passage bas.

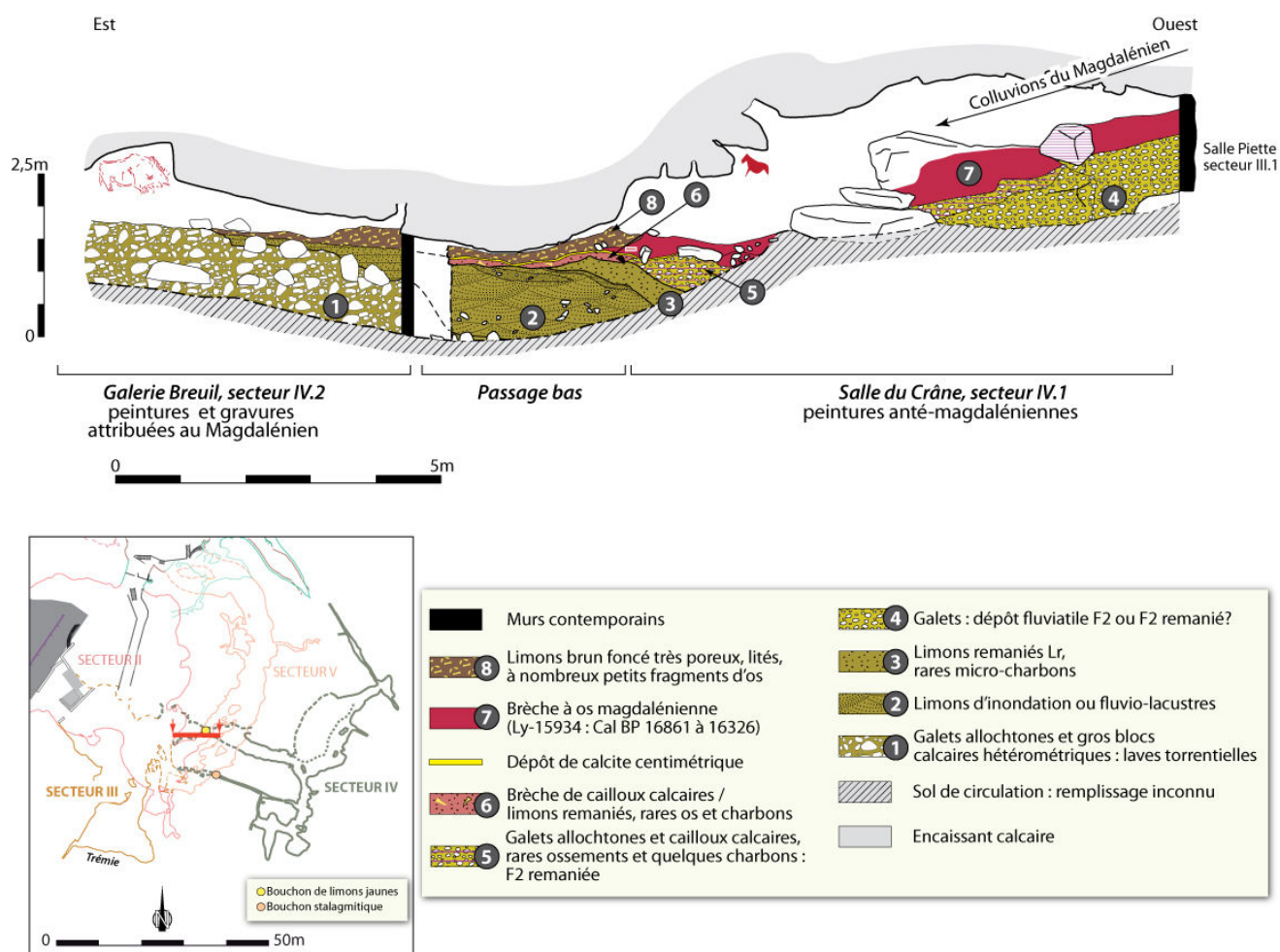


figure 31 : stratigraphie à l'entrée inférieure du réseau Breuil (salle du Crâne, secteur IV.1 et ouest de la galerie Breuil, secteur IV.2) (relevé Céline Pallier / Inrap-Traces et L. Bruxelles Inrap/Cnrs/Traces, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces)

Les occupations archéologiques dans la grotte du Mas d'Azil

La zone sud du réseau rive droite (secteurs II, III, IV et V) :

Les témoignages aurignaciens et gravettiens :

La base du talus de la salle du Théâtre (secteur II.1) recèle un niveau archéologique extrêmement riche, qui atteint localement plusieurs décimètres d'épaisseur (Jarry et *al.* 2013a) (figure 32). Il moule partiellement l'amas de blocs et cailloux calcaires **E1** qui semble localisé dans la partie est (sondages 1 et 2) (figure 33). Dans le sondage 1, il se développe en discordance, en avant de cet éboulis E1. Ce dernier semble limiter l'extension du niveau aurignacien vers le fond de la salle (vers l'est) (figure 23). Dans le sondage 2, cette formation adopte un pendage d'une quinzaine de degrés vers le sud-ouest. Vers l'ouest, le niveau aurignacien s'amincit et repose directement sur l'encaissant calcaire. Vers le sud, le niveau s'étend mais devient dispersé au sein de blocs et cailloux calcaires. Il est remanié dans une formation de pente mise en place sur l'encaissant calcaire qui forme à cet endroit le porche d'entrée à la salle Piette.

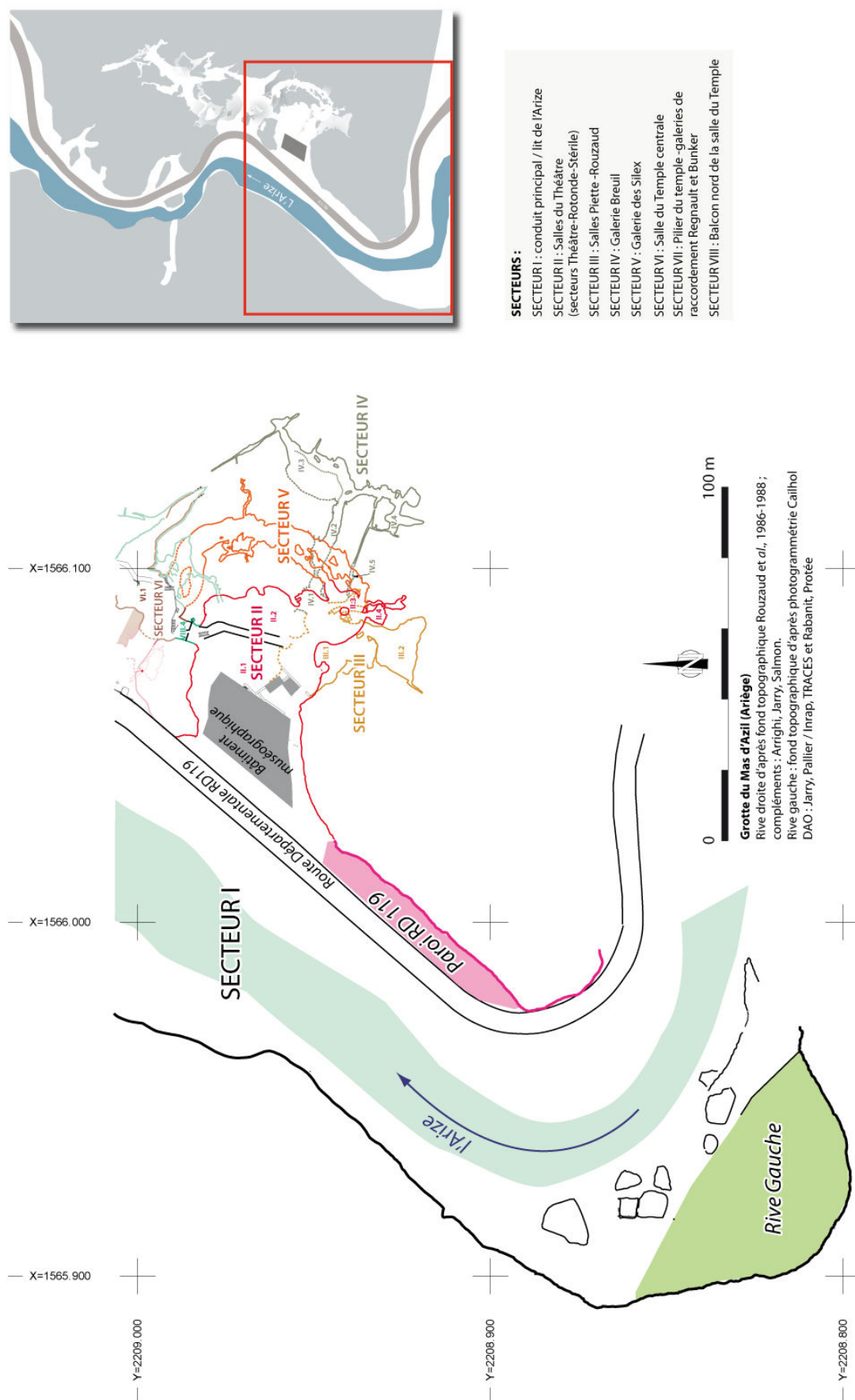
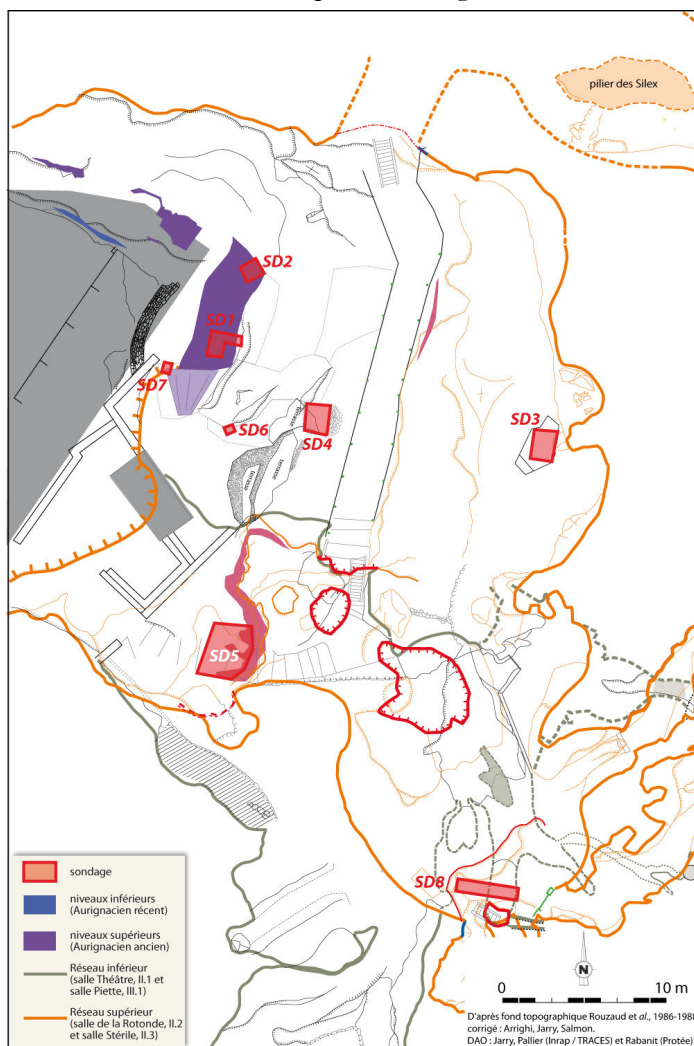


figure 32 : localisation des secteurs de la partie sud de la grotte du Mas d'Azil (dessin Céline Pallier / Inrap-Traces sur fond PCR.

Dans le sondage 2 (figure 34) la micro-brèche archéologique aurignacienne est constituée de cailloux calcaires jointifs entre lesquels de fines lentilles discontinues de limons rosâtres légèrement indurés sont insérées. Ces derniers emballent des charbons, fragments d'ossements, parfois brûlés, et quelques éclats lithiques. Quelques fragments de faune sont plus importants, comme une mâchoire de Cheval. Cette brèche est englobée dans une matrice d'argile ocre interstitielle présentant dans les parties supérieures des niveaux ferro-manganiques noirâtres, ainsi que des ossements de même couleur. Ces restes osseux, bien que très fragmentés et souvent brûlés, sont assez bien préservés et appartiennent principalement, pour les formes qui ont pu être déterminées, aux Équidés, au Renne et aux Bovinés (Jarry *et al.* 2017a). L'ensemble lithique, dominé par de petits objets (90% sont inférieurs à 2 cm), témoigne d'une production lamellaire et d'une consommation de l'outillage domestique *in situ* et permet de l'attribuer à l'Aurignacien ancien (Jarry *et al.* 2017c). Cette attribution est confirmée par une série de dates radiocarbone cohérentes autour de 39 000 ans cal BP et autour de 37 500 ans cal BP sur la partie sommitale de la paroi qui fait partie du bâtiment muséographique (Jarry dir. 2016, Jarry *et al.* 2017a) (cf. *infra*). Ce niveau d'occupation est très bien conservé et quasiment en place.

figure 33 : localisation des sondages dans le secteur II (dessin Céline Pallier / Inrap-Traces, d'après Jarry *et al.*).



Des traces ténues de fréquentations badegouliennes-solutréennes

Les mentions de cette phase dans la grotte du Mas d'Azil semblent se limiter au signalement du Solutrén supérieur « à l'état de traces », signalé là encore par les époux Péquart d'après la découverte de quelques objets dans la galerie des Silex (Alteirac et Simonnet 1976).

Selon nos propres observations, des vestiges datés d'une période contemporaine au Solutrén – Badegoulien ne sont attestés que dans la salle du Théâtre (secteur II.1) et sont très ténus. Ils sont localisés dans la zone de soutirage centrale, dans le sondage 6, sur la surface d'érosion des limons remaniés **Lr** et à la base de la brèche calcaire (figure 23 et figure 25).

À la base, des limons très fins beige ocre, homogènes et compacts, emballent quelques galets de schistes épars dans leur partie basse (**Lr1**) (figure 35).

Grotte du Mas d'Azil

SECTEUR II.1 - Théâtre

Stratigraphie sondage 2 -
micro-brèche aurignacienne

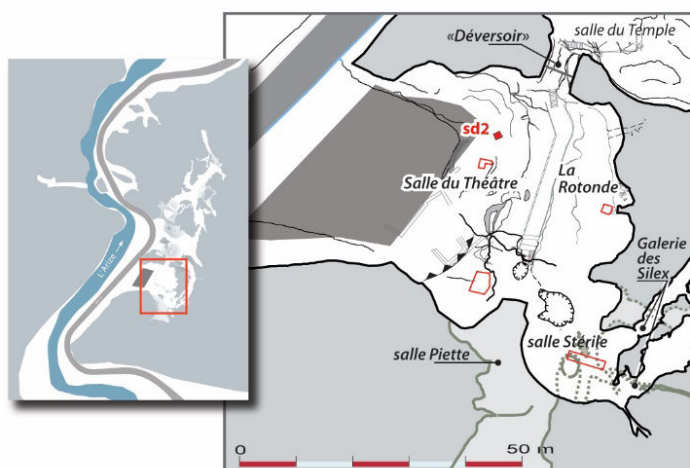
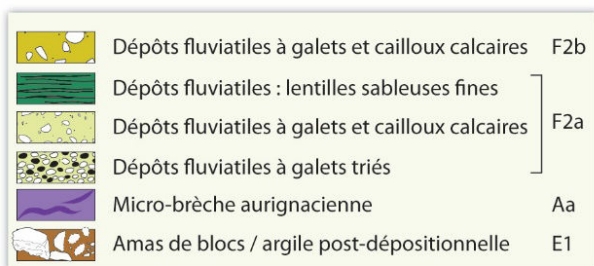
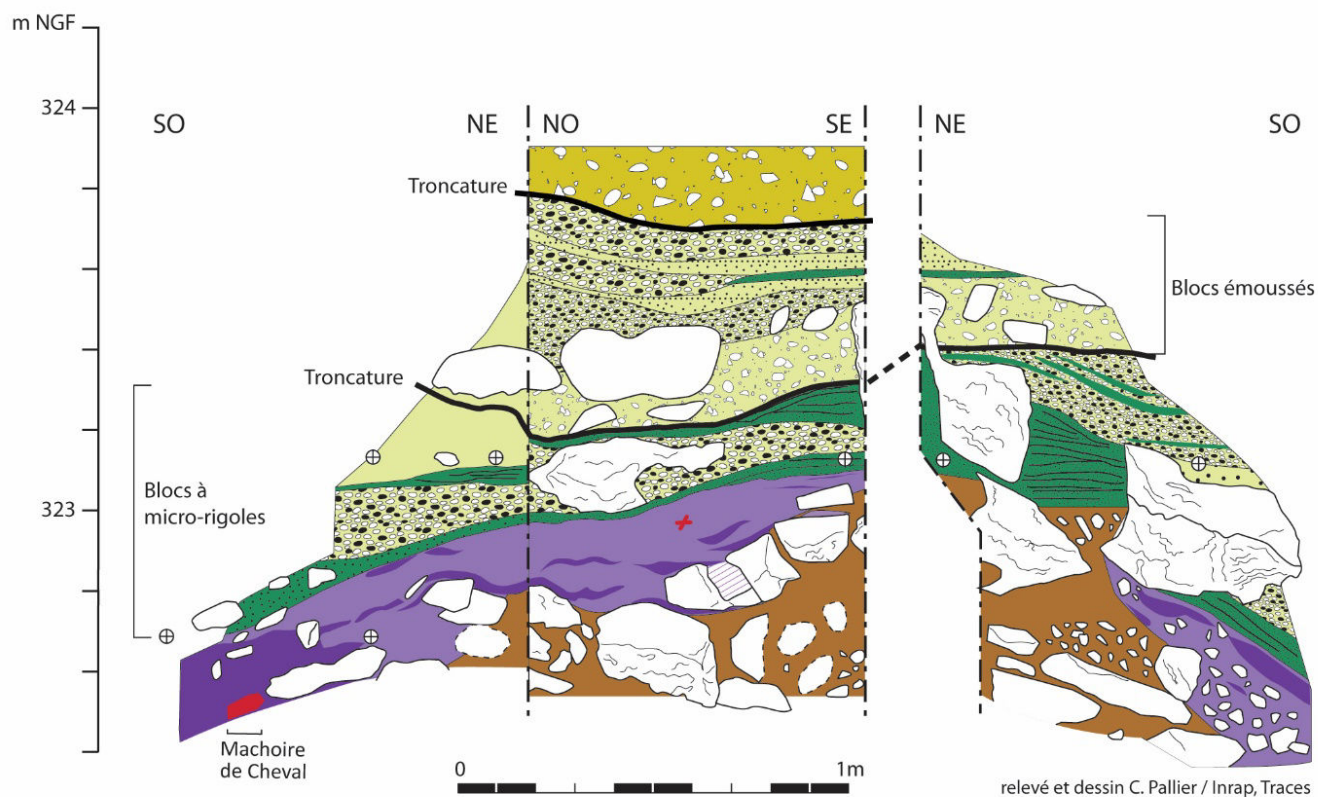


figure 34 : stratigraphie dans le sondage 2 (salle du Théâtre, secteur II.1). (relevé et dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

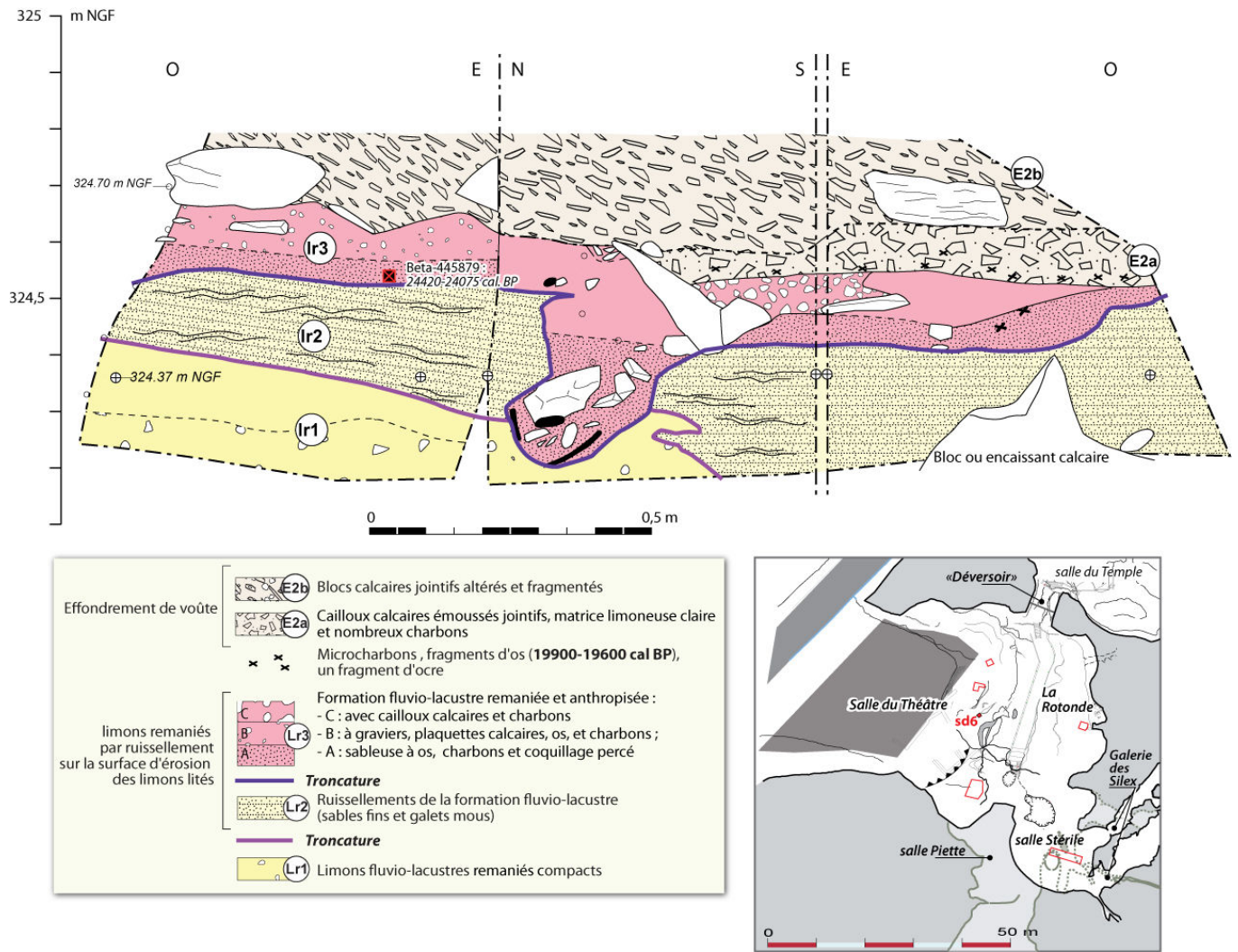


figure 35 : stratigraphie dans le sondage 6 : surface d'érosion du Solutréen-Badegoulien (relevé Céline Pallier / Inrap-Traces et Guilhem Sanchez / Inrap, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

Leur structure est anguleuse. Ils sont tronqués puis couverts par le niveau de sables gris lités, fins à très fins à petits galets mous de limons beiges (**Lr2**), qui témoignent bien de l'érosion des niveaux sous-jacents et de leur remobilisation. Ce niveau s'épaissit considérablement vers le sud-est, c'est-à-dire vers la zone soutirante, où il ennoie des blocs calcaires, correspondant peut-être à l'encaissant.

Ces limons remaniés et ruisselés sont également tronqués et couverts par des sables fins gris, à nombreux micro-galets mous de limons beiges infracentimétriques et quelques graviers calcaires (0,2 à 2 cm) (**Lr3_A**). Ce niveau présente quelques charbons en surface. Dans une petite dépression profonde d'une soixantaine de centimètres et large d'environ 40 à 50 cm, de forme irrégulière, des *artefacts* piégés (côte, fragment d'os de canidé, d'os d'oiseau, un coquillage percé, de rares esquilles de silex,) ont fourni une date de la fin du Solutréen (Beta-445879 : Cal BP 24 420 - 24 075) (Jarry *et al.* 2016). Dans la partie supérieure, le faciès devient plus limoneux, beige ocre, sans structure (**Lr3_B**). Il emballé des graviers calcaires et quelques cailloux plats et anguleux plus gros (4-10 cm). Il contient également quelques petits ossements et des charbons épars. Des blocs forment également un petit barrage à l'aplomb de la dépression. Contre ces derniers s'est calé un amas de cailloux calcaires émoussés dans une matrice limoneuse beige ocre contenant des charbons (**Lr3_C**).

Ces limons remaniés sont couverts par un amas de blocs calcaires **E2**, localisé au niveau du soutirage central, composée de deux termes. A sa base, un niveau de cailloux calcaires jointifs et émoussés emballés dans une matrice limoneuse beige à nombreux charbons (**E2a**), est attribué à une période contemporaine du Badegoulien (Beta-421733 : Cal BP 21850 – 21550 cal BP). Au-dessus, il est constitué de plaquettes et blocs calcaires anguleux, fragmentés et altérés *in situ* (**E2b**) sur environ 3 mètres de puissance apparente, témoignant d'un effondrement depuis la voûte.

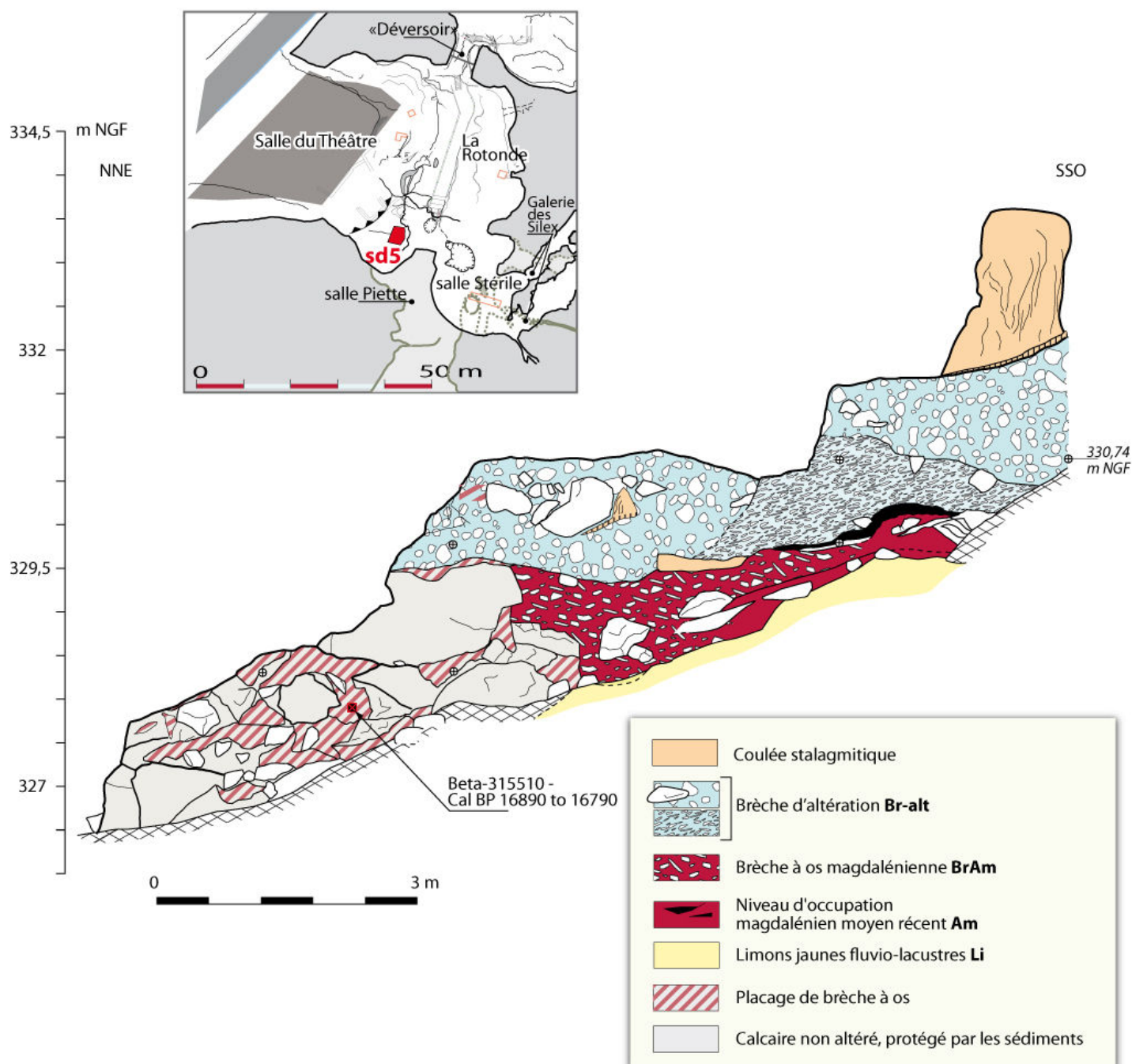


figure 36 : stratigraphie au niveau du sondage 5 (relevé Céline Pallier, Grégory Dandurand et Marc Jarry / Inrap-Traces, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

Ainsi, deux « niveaux » distincts, bien que tous deux remaniés, semblent se dessiner : le premier est identifié au sein des limons de ruissellement, le second au toit de ces limons ruisselés, au sein de colluvions caillouteuses **E2a**, à la base de l'effondrement **E2b**. Ces *artefacts*, bien que ténus et ne constituant pas un « niveau d'occupation » à proprement parler, sont indéniablement d'origine anthropique, et se sont mis en place dans une fourchette chronoculturelle solutréo-badegoulienne.

La période magdalénienne :

- dans la salle du Théâtre-Ronde-Stérile (secteur II) et la galerie des Silex (secteur V) :

* Sondage 5 :

Le sondage 5 se situe au sud du sondage 4, sur un replat qui surplombe le porche d'accès à la salle Piette. À cet endroit, H. Breuil décrit « *J'avais observé, sous la brèche jonchée de gros blocs qui couvre le sol au voisinage des abîmes, des traces de foyers assez importants, fortement inclinés vers le milieu de la grande salle. En cherchant leur point d'attache supérieur, je fus conduit à examiner la terrasse qui surplombe l'entrée de la galerie inférieure ; elle occupe un petit renforcement de la paroi droite, qu'un pilier stalagmitique a un peu isolé, en simulant une petite chambre de 2 ou 3 mètres de diamètre.* » Le sondage 5 est situé légèrement au nord de cet espace, le long de la mince paroi qui limite la salle du Théâtre (secteur II.1) avec le puits de jonction avec le réseau inférieur (secteur III) (cf. *infra*), dans la pente qui rejoint le sondage 4 au niveau du soutirage central.

Dans ce sondage, le niveau d'occupation magdalénien très rubéfié **Am** repose là encore sur la formation des limons lités **Li** (figure 36).

Deux faciès sont distingués. À la base, côté sud de la coupe (donc côté paroi et au sommet de la pente), un niveau fin très rubéfié, à charbon et fragments d'os brûlés correspond aux restes de l'un des « foyers » fouillés par H. Breuil et au sein duquel il semble avoir découvert de nombreux objets d'art, de parures ou de la vie quotidienne et qu'il attribue à « *un âge relativement ancien* » de « *l'assise de la gravure avec harpons à fût cylindrique* » (Breuil 1902), qui pourrait correspondre au début du Magdalénien supérieur.

Ce niveau est couvert par un faciès bréchique **BrAm** qui se distingue par une abondance particulière en gros fragments d'os non brûlés et considéré par H. Breuil comme un « *cône de débris de cuisine* » (Breuil 1902). Ces ossements sont très majoritairement composés de Renne, puis de Cheval et de Bovidé (Costamagno et Martin *in* Jarry *et al.* 2016). En ce qui concerne le Renne, le profil squelettique et les traitements de boucherie semblent indiquer un site d'abattage à proximité relative de la grotte. Pour le Cheval et le Bovidé, le type de fracture sur les ossements de pattes et crânes majoritaires semblent indiquer une volonté d'extraction de la moelle. Ces ossements sont orientés dans le sens de la pente, vers le nord, témoignant de rejets depuis la partie haute. Cette brèche ossifère, moins ordonnée par endroits, comprend des cailloux calcaires hétérométriques. Une faible calcification entre les blocs a localement entraîné l'induration de cette formation. Une datation radiocarbone réalisée sur ossement donne un âge de mise en place entre 16 890 et 16 790 *cal. BP*, soit au Magdalénien moyen récent (Beta-315510, Jarry *et al.* 2013b).

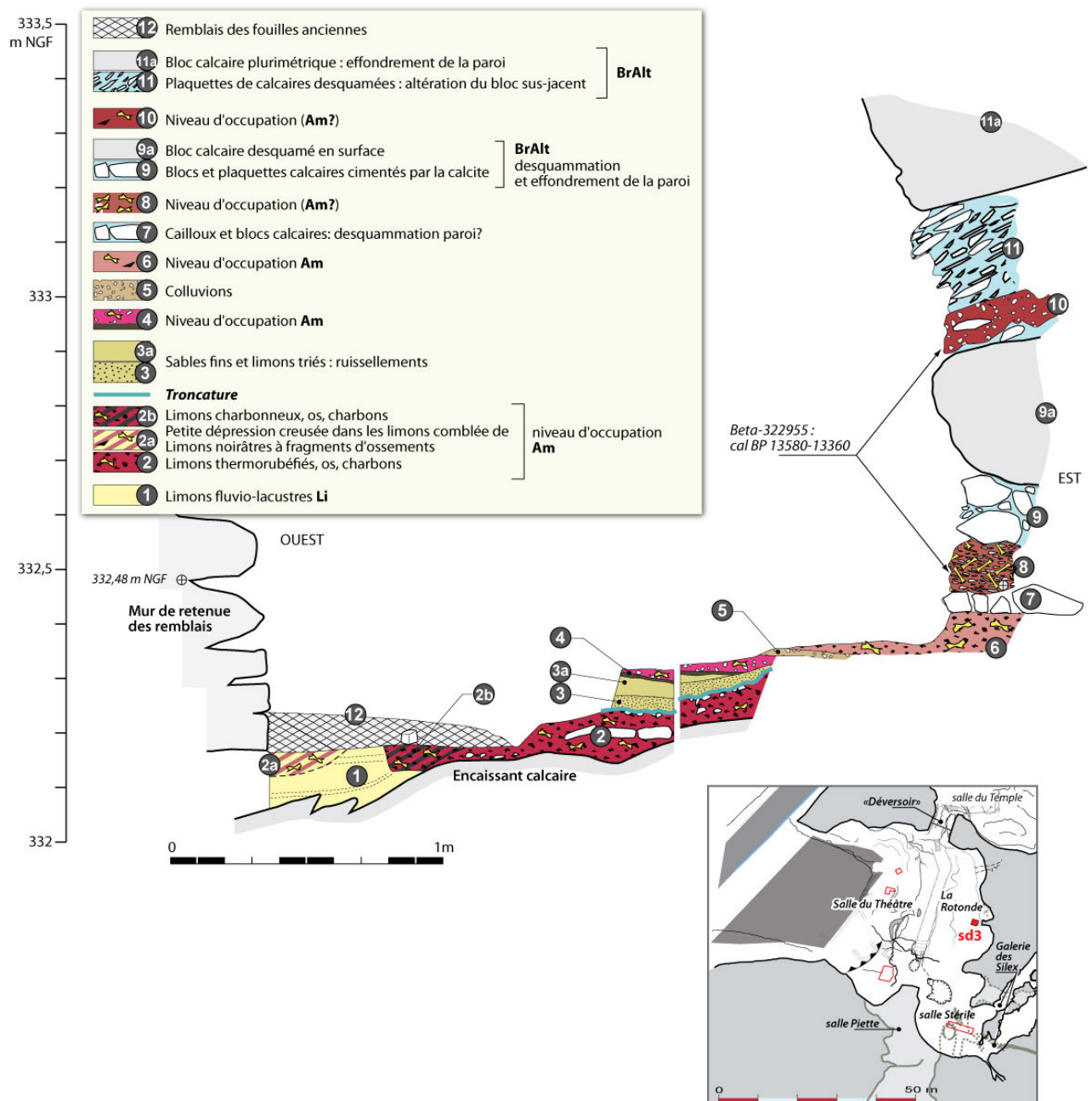


figure 37 ; stratigraphie dans le sondage 3, à la base brèche de la Rotonde, (secteur II.2) (relevé Céline Pallier et Marc Jarry / Inrap-Traces, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

*Stratigraphie de la salle de la Rotonde (secteur II.2) (figure 37) :

Le niveau archéologique le plus ancien (2/ 2a /2b) repose à la fois sur l'encaissant calcaire et tronque la surface des limons fluviolacustres **Li** (1). Il semblerait que cette surface ait été ponctuellement creusée et aménagée. Ce niveau d'occupation, fortement thermo-rubéfié, est constitué de limons rougeâtres et noirâtres, de quelques petits cailloux, de fragments d'os et de nombreux charbons. Sa surface est tronquée et couverte par des dépôts sableux fins micacés, bien triés (3 et 3a) qui témoignent d'un écoulement certainement généré par des ruissellements de paroi. Il pourrait correspondre au niveau de limons signalé et décrit par Breuil (Breuil 1902). Un nouveau niveau d'occupation (4) de limons gris à noirâtres, à fragments d'os et graviers calcaires est couvert par des colluvions limono-argileuses beiges à gravillons calcaires, d'épaisseur centimétrique, dont la mise en place semble naturelle (5). Un troisième niveau d'occupation hétérogène est composé de limons noirâtres à brun beige, et contient de nombreux charbons et

de gros fragments d'os (6). Au sommet de ce niveau, les premiers indices d'effondrement de la paroi apparaissent sous la forme d'un dépôt de cailloux et blocs calcaires (7). Leurs processus de mise en place seront discutés plus loin. Un nouveau niveau d'occupation (8) au faciès différent des précédents se met en place. Il est constitué d'ossements et de cailloux et blocs jointifs et forme ainsi une brèche ossifère, à matrice noirâtre et rouille. Ce niveau, daté à environ 13450 cal BP (Beta-322955 : Cal BP 13 580 à 13 360 ; Jarry *et al.* 2013a, 2014) appartiendrait au Magdalénien final voire à l'Azilien (toujours par corrélation d'après Langlais 2020). Une étude de mobilier sera nécessaire pour mieux cerner cette attribution chronoculturelle. Elle correspond dans tous les cas à l'une des dernières phases d'occupation pour le Paléolithique supérieur. Un nouvel effondrement (9 et 9a) est constitué de blocs (environ 25 à 30 cm de grand axe) et de cailloux (ou plaquettes de desquamation ?) cimentés par de la calcite. Enfin, un tout dernier niveau d'occupation (10) constitué de limons sableux beiges à la base, rougeâtres au sommet, contient des charbons et des fragments d'os brûlés. Les niveaux 8 et 9 sont discontinus, déformés et pincés par l'effondrement sus-jacent. Ils semblent se confondre vers la paroi (figure 37) et pourraient appartenir à une même phase d'occupation au cours de laquelle les processus de décollement et d'effondrement de paroi semblent s'accroître fortement.

Cette alternance de niveaux, bien visible en raison de sa proximité avec la paroi et des phénomènes de ruissellement ou d'effondrement plus fréquents qui l'affectent, confirme la présence de plusieurs phases d'occupation au sein du Magdalénien, dont le rythme pourra être étudié.

*Les entrées de la galerie des Silex et la galerie des Silex (secteur V) :

À son extrémité sud, dans la salle Stérile (secteur II.3), au débouché du petit conduit ouest actuellement muré, la stratigraphie montre, à sa base, la formation fluvio-lacustre de limons jaunes lités **Li** (1), qui comprend ici des intercalations de fins niveaux de plaquettes calcaires (figure 38). Leur surface est, à l'instar du reste de la formation, tronquée et couverte par des faciès remaniés **Lr** de ces limons (2). À la base, ils sont déstructurés (sous forme de boulettes ou grumeaux), et emballent de petits graviers et quelques plaquettes calcaires. Au sein de ce dépôt, des blocs de limons massifs ont certainement été arrachés à la formation sous-jacente lors de l'érosion de celle-ci. Dans la partie supérieure, des lits de limons grisâtres pulvérulents contiennent de rares microcharbons.

Ce dépôt est couvert par un mélange de limons sableux jaunes et de graviers calcaires, à nombreuses plaquettes et cailloux calcaires (3). L'abondance de plaquettes calcaires indique la desquamation de la paroi dans un milieu à faible vitesse de sédimentation. À nouveau, un niveau de limons gris pulvérulent en surface, sans *artefacts*, est attribué en première analyse à une faible anthropisation.

Au-dessus, un ensemble sédimentaire est composé de plusieurs niveaux de limons sableux rubéfiés (4) à charbons et cailloutis calcaires intercalés avec des niveaux noirâtres à charbons et petits fragments d'os. Ils contiennent parfois quelques blocs calcaires (jusqu'à 20 cm de grand axe environ). Il semble que des creusements aient été opérés dans le but d'aménager la surface de limons remaniés sous-jacentes. Ce niveau d'occupation se poursuit en se pinçant vers l'est. Sa position stratigraphique par rapport à la galerie des Silex (secteur V) indique que l'entrée de ce conduit-là était colmatée au moment de l'occupation. Il n'y avait donc pas d'accès à la galerie des Silex par cette « niche » au Magdalénien.

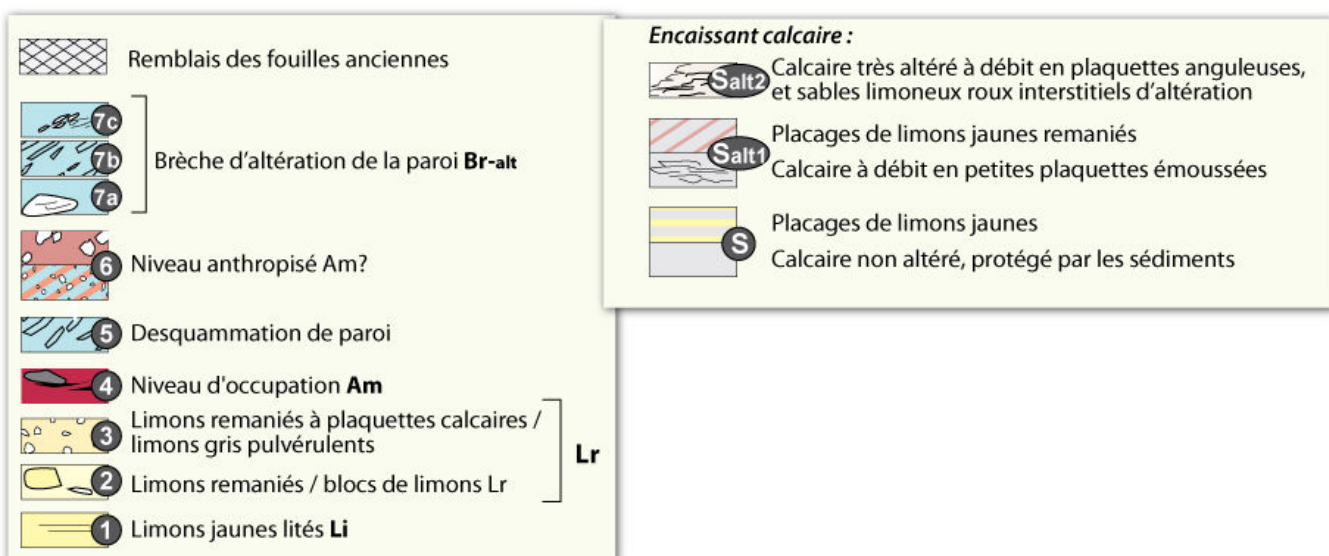
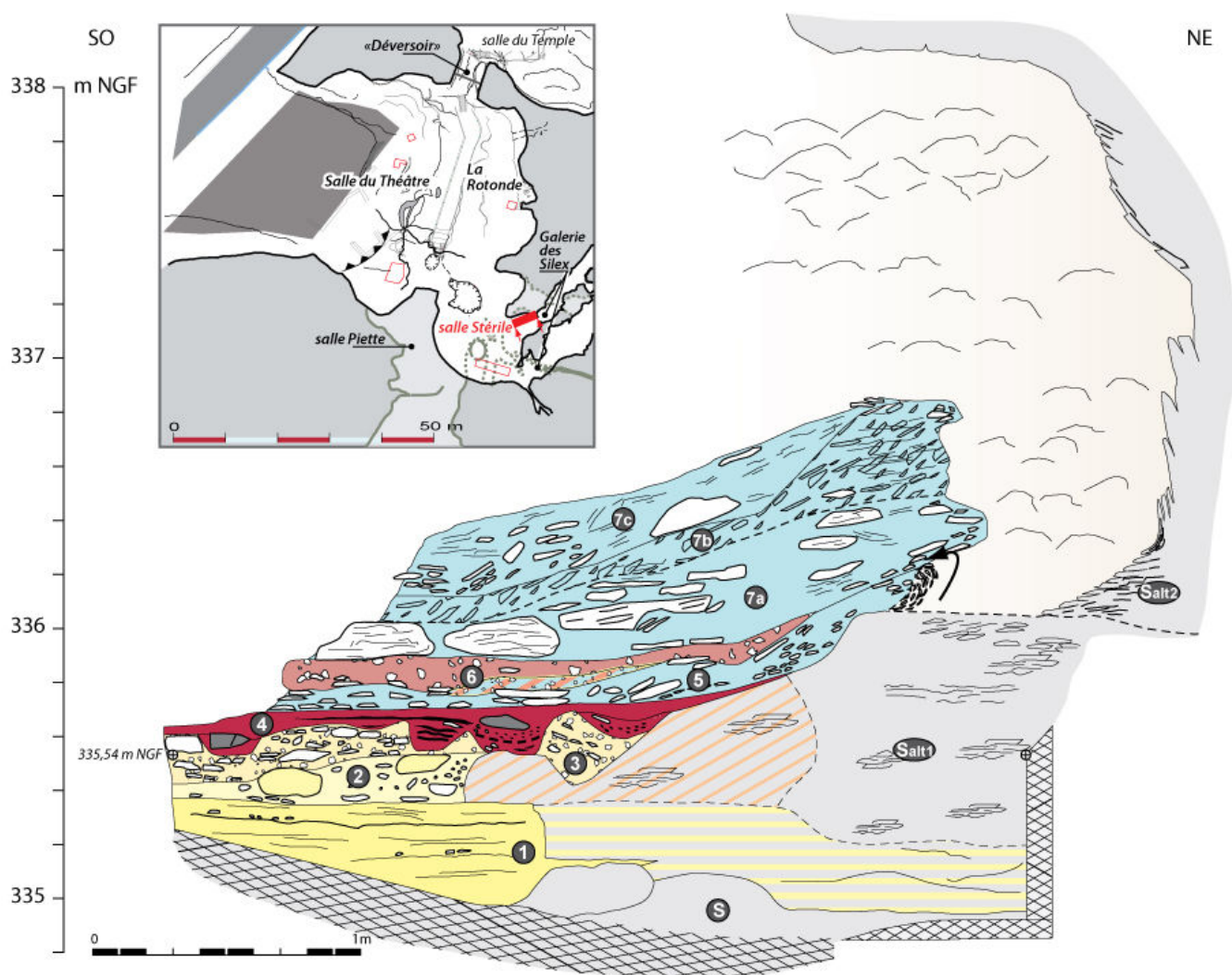


figure 38 : stratigraphie du débouché sud-ouest de la galerie des Silex, salle Stérile (secteur II.2) (relevé et dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

En outre, contre l'ensemble de ces formations, l'encaissant calcaire est sain (**S**) et n'a pas été soumis aux processus d'altération, ce qui n'est pas le cas au-dessus (**S_{alt1}** et **S_{alt2}**). En effet, le niveau d'occupation est couvert par un amas de plaques et plaquettes de calcaires sans matrice (5), présentant par endroits des limons sableux pulvérulents grisâtres, glissés dans les interstices. Ces blocs témoignent de l'altération et de l'affaissement de la paroi qui se desquame. Ces petites plaquettes calcaires sont localement « renversées », à l'interface entre la paroi et la partie affaissée. À partir de ce niveau, l'encaissant calcaire est très altéré et génère un sable d'altération interstitiel roux entre les plaquettes (**S_{alt2}**). Ce premier niveau de desquamation est couvert par une lentille de sables limoneux jaunâtres à cailloutis jointifs et infracentimétriques, à quelques charbons (6). Au-dessus, un niveau anthropisé est constitué de sables limoneux brun clair à rosés, à cailloutis centimétriques compacts. Il ne contient pas d'os ni de charbons. Il pourrait correspondre à une installation tardive peu intense, qui a laissé des traces ténues (6).

L'ensemble est couvert par un amas de blocs et plaquettes calcaires (7a), puissant d'environ 80 cm. À la base de cet effondrement, les blocs sont supérieurs à 20 cm de grand axe, sont altérés *in situ*, et présentent un peu de matrice interstitielle infiltrée de limons jaunâtres, appartenant sans doute aux limons d'altération de la paroi (7a). Au-dessus, les plaquettes sont plus petites, délitées, dans une matrice sablo-limoneuse jaunâtre (7b). Enfin, le toit de cet amas est constitué de plaquettes moins ordonnées en surface, plus mobiles (7c). Ce dépôt correspond lui aussi à l'effondrement de la paroi par altération chimique. La question du rôle de la thermoclastie, par la présence récurrente de foyers durant le Magdalénien peut être posée (Ferrier *et al.* 2014). Pour l'instant, aucune trace de chauffe apparente (liserés noirs, coloration superficielle rose), ne permet d'attribuer cette altération à un processus thermoclastique. En outre, il semble que des quantités de bois et des feux d'ampleur considérables soient nécessaires pour aboutir à une desquamation aussi importante (Py *et al.* 2012). Or, la quantité de charbons retrouvés au sein des niveaux magdaléniens ne semble pas en adéquation avec un tel processus.

Dans la salle Stérile (secteur II.3), au débouché du conduit sud de la galerie des Silex et à l'emplacement d'anciennes fouilles probablement effectuées par A. Alteirac dans les années 1960, le niveau d'occupation magdalénien **Am** repose en partie sur les limons lités **Li**, en partie sur un faciès remanié **Lr** de ces limons (figure 39). Ce dernier est constitué à la base de limons marron à carbonates, et comprend des lits plus carbonatés. Ils se débitent en petites plaquettes. Les faces sont tapissées de précipitations ferro-manganiques. À la base, on observe quelques petits galets allochtones. Au-dessus, le faciès devient plus grossier, avec des cailloutis dans une matrice limono-sableuse hétérogène, jaunâtre, à nombreux nodules carbonatés. Il comprend également des lits plus denses en cailloux calcaires très altérés.

Le toit de ces limons massifs et remaniés (**Li** et **Lr**), constitue une surface d'érosion sur laquelle se sont installés les groupes magdaléniens, laissant un niveau très rubéfié, noirâtre, à nombreux charbons, os, silex et pierres brûlées. À l'entrée de la galerie des Silex, qui a été entièrement fouillée et vidée de son comblement sédimentaire (Péquart et Péquart 1941), la paroi est colorée en rose et seuls de minces placages résiduels de limons rubéfiés, témoignant du niveau d'occupation, ont subsisté. Ces témoins très ténus permettent malgré tout d'appréhender l'extension et l'épaisseur de cette occupation.

La surface de ce niveau magdalénien est scellée par un important effondrement, d'environ 4 mètres de puissance.

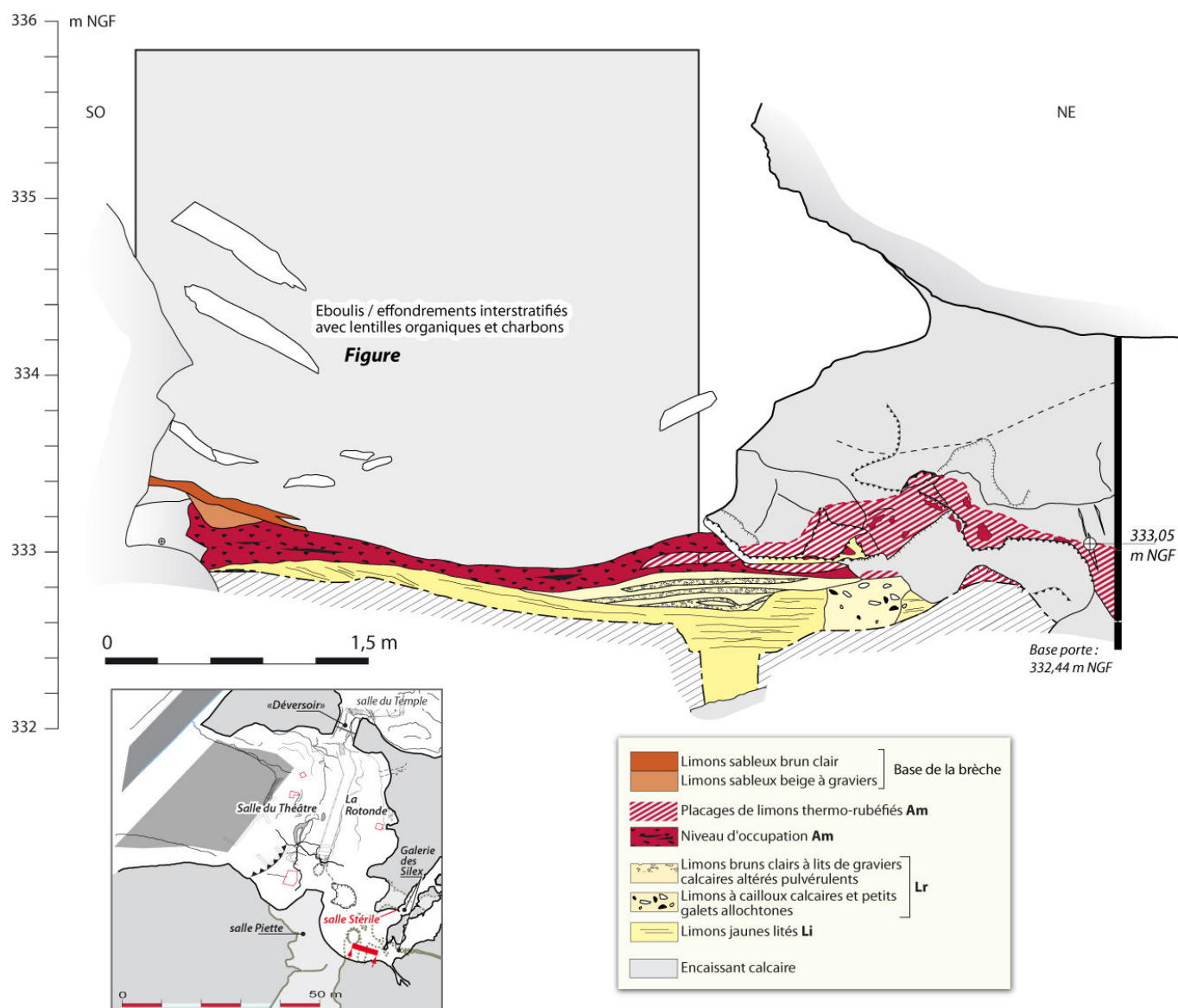


figure 39 : stratigraphie au débouché sud-est de la galerie des Silex, salle Stérile (secteur II.2) (relevé et dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

- Synthèse du réseau supérieur de la zone sud (secteurs II et V) :

À l'échelle des secteurs II et V, les lambeaux des niveaux d'occupation magdaléniens **Am** laissés par nos prédécesseurs (à l'origine, il semble que leur épaisseur ait pu atteindre 2 mètres de puissance (Pouech, Carnet 32 (ou Mi) : 1866 p. 276-281 et 284-287), sont donc encore très riches en informations, alors que les couches étaient réputées entièrement fouillées. Dans les salles du Théâtre/Rotonde et Stérile (secteur II), ces vestiges sont maintenant bien appréhendés et témoignent d'une très vaste occupation installée sur un large replat constitué par la surface des limons fluvio-lacustres **Li**. La surface minimale d'occupation, sans compter la surface enlevée lors du « Grand Emprunt », est évaluée à plus de 1000 m². Par endroits, des anomalies topographiques sont dues à un (voire des) soutirage(s) (sondage 4). Le faciès sédimentaire, résiduel, semble globalement assez homogène, constitué principalement de niveaux souvent très rubéfiés, à petits fragments d'os fréquemment brûlés et *artefacts* lithiques. Le mobilier recueilli dans les différents sondages, principalement issu des déblais de fouilles anciennes qui les recouvraient, est, pour celui qui a été analysé (sondages 3 et 4) attribuable au Magdalénien moyen

récent (Jarry *et al.* 2014, 2015, Beauvais *et al.* à paraître), associé à des indices de Magdalénien récent. Une datation radiocarbone réalisée dans les années 80 par Alteirac et Bahn témoignerait aussi de son côté de ces occupations au Magdalénien supérieur (Galerie des Silex, Gif-5680 : 13200 +/- 100 BP non cal., Alteirac et Bahn 1982), mais il est difficile d'en tirer pleinement parti car l'emplacement précis et le contexte sédimentaire de ce prélèvement n'est pas connu. Quoi qu'il en soit, retenons d'après nos observations que si la présence d'occupations du Magdalénien supérieur est très bien documentée par l'abbé H. Breuil et E. Piette (Breuil 1902, 1903), ces dernières semblent avoir été plus exhaustivement fouillées, à l'exception des niveaux datés de cette période « coincés » dans la brèche du sondage 3 (figure 36). Quoi qu'il en soit, s'agissant des lambeaux de couches en place, même si le Magdalénien moyen l'emporte sur les phases postérieures, en tout état de cause, des fouilles au sein des niveaux en place pourraient enrichir cette attribution chronologique et préciser le rythme des occupations.

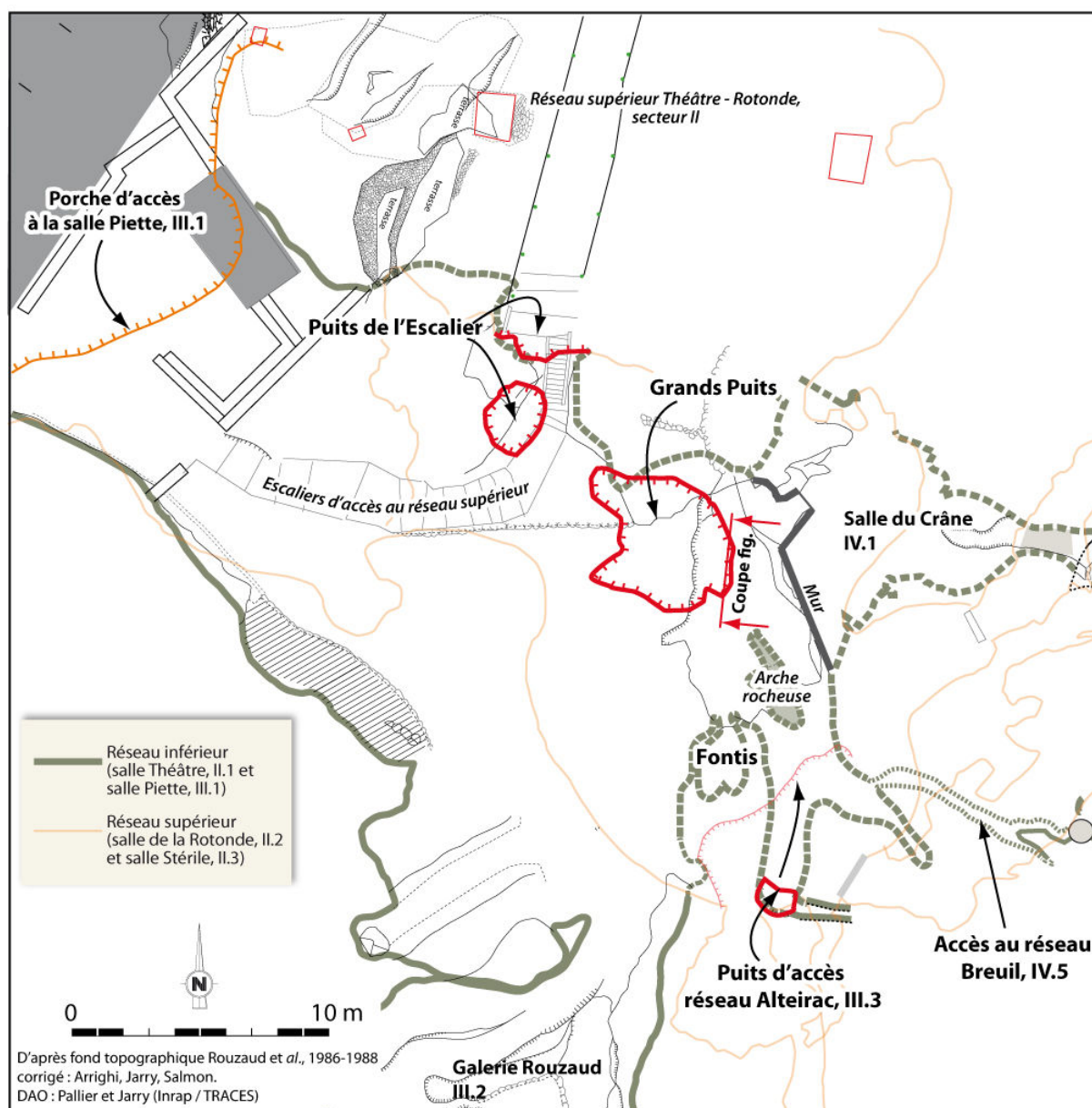


figure 40 : topographie de l'espace Piette (secteur III.1) et des galeries connexes (© Céline Pallier / Inrap-Traces d'après fond Rouzaud et al., Arrighi, Jarry, collectif PCR).

* Le réseau inférieur : les puits de jonction avec la salle Piette, la salle Piette (secteur III.1) et la salle du Crâne (secteur IV.1) :

La géométrie du secteur Piette (secteur III.1) et des galeries attenantes est particulièrement complexe. Elle constitue un nœud dans lequel débouchent plusieurs galeries (figure 40) :

- les puits de jonction au réseau supérieur (secteur Rotonde, II.2) qui s'ouvrent dans sa voûte (« puits de l'Escalier » à deux ouvertures et « Grand puits »);
- dans sa partie sud-est, trois galeries se développent. La première, actuellement obstruée et de dimensions modestes, remonte vers les secteurs Stérile et Alteirac (II.3 et II.4). La seconde correspond à une cloche de fontis remontant dans une brèche ancienne qui obstrue un espace auparavant relié à la salle Stérile, au débouché de la galerie des Silex. La troisième (IV.5) est une galerie horizontale vers l'est qui rejoint la galerie Breuil (IV.4) ;
- dans sa partie est, la salle du Crâne (IV.1) et, dans son prolongement, la galerie Breuil (IV.2) ;
- dans sa partie sud, la galerie Rouzaud (secteur III.2) ;
- dans sa partie ouest : le porche d'entrée inférieur qui débouche dans la salle du Théâtre (secteur II.1).

- Les puits de jonction au réseau supérieur (secteur Rotonde, II.2) qui s'ouvrent dans sa voûte (« puits des Escaliers » à deux ouvertures, et « Grand puits »)

Les espaces supérieurs (salles Théâtre-Rotonde, secteurs II.1 et II.2) et le réseau inférieur (salle Piette, secteur III) sont actuellement reliés par deux « puits » qui débouchent au plafond de la salle Piette.

Le premier (« le Grand Puits ») est un grand puits vertical qui présente un remplissage partiel (figure 27). À sa base, des lambeaux d'une formation bréchique (équivalente de la formation 2, figure 41) de blocs calcaires à matrice cimentée marron sont plaqués contre sa paroi sud, au niveau du plafond de la salle Piette. Au-dessus, vient une importante formation de brèches détritiques litées, constituée de cailloux et de blocs calcaires, de pendage apparent d'environ une vingtaine ou une trentaine de degrés vers l'ouest et de plus de 10 mètres d'épaisseur. Elle est soit plaquée contre la paroi du puits, soit repose sur une bordure de celui-ci. Un énorme bloc, de taille plurimétrique, repose au sommet de cette accumulation. Cette formation, inaccessible, n'a été observée qu'à distance.

Le second puits (« puits de l'Escalier ») présente deux ouvertures, seulement séparées par une arche de brèche d'altération autochtone **S_{alt}** (1a, figure 41) (c'est-à-dire qui se délite *in situ*). La première ouverture se fait en plafond, la seconde correspond au passage des escaliers du cheminement touristique. Contre les parois de ce « puits », des brèches sédimentaires (détritiques) sont plaquées, témoignant de la nature des anciens remplissages qui comblaient cet espace. En particulier, des brèches archéologiques **BrAm** (3, figure 41) sont présentes de part et d'autre d'une mince paroi délimitant la partie sud de la salle du Théâtre (secteur II.1) avec la salle Piette (secteur III.1) : la brèche du sondage 5 côté ouest et les brèches du « puits de l'Escalier » côté est (figure 40).

Ces « *abîmes* », comme les appelle l'abbé Breuil (Breuil 1902, 1903), étaient déjà ouverts lorsqu'il intervient dans la grotte. Ce n'était certainement pas encore le cas lorsque E. Piette est arrivé et il est vraisemblablement à l'origine d'une grande partie de la vidange du « puits de l'Escalier ».

Dans le « puits de l'Escalier », plusieurs corps de brèches sont plaqués contre l'encaissant, de son sommet jusqu'au porche ouest de la salle Piette, face au bâtiment muséographique (figure 41).

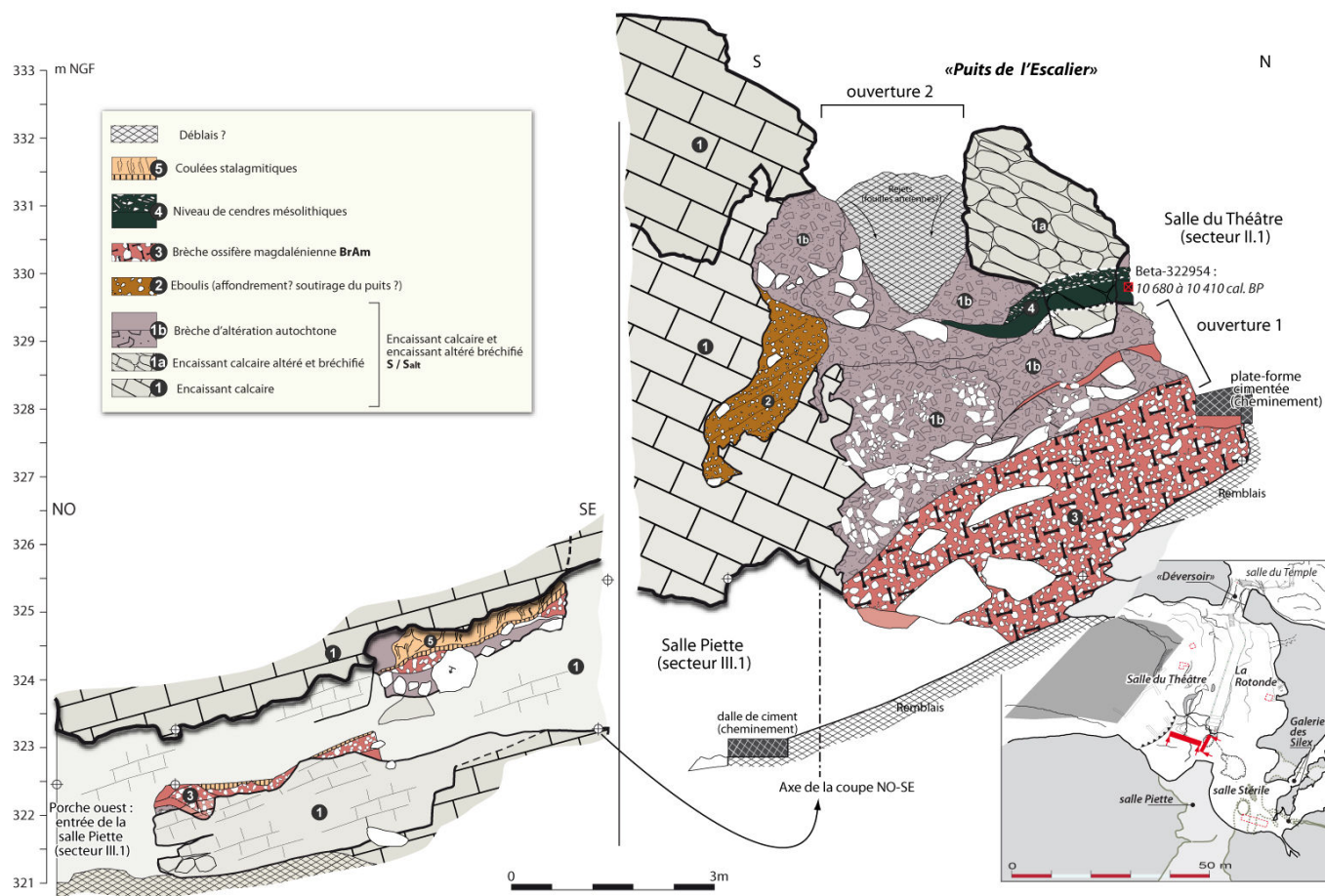


figure 41 : stratigraphie des brèches du « Puits de l'Escalier » (relevé Céline Pallier et Grégory Dandurand / Inrap-Traces, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces.

Plaqué contre la paroi calcaire saine, le corps (1b) correspond à une brèche para-autochtone, formée par l'altération et fragmentation de l'encaissant calcaire et légèrement remobilisée. Il est constitué de blocs calcaires gris, à faces oxydées roses, cimentés par de la calcite interstitielle. Leur débit est cubique d'environ 10 à 15 cm de grand axe, mais ils atteignent parfois une taille métrique.

Contre cette brèche (1b), le corps (2, fig. 4-15) correspond à un éboulis ancien, qui pourrait être le témoin d'un premier fonctionnement en soutirage. Il est constitué de cailloux émoussés à anguleux, de 2 à 5 cm de grand axe, et de quelques blocs calcaires plus gros, de 20 à 30 cm de grand axe. Ils sont orientés selon une pente de 30°, selon une direction N030E. Ils sont emballés dans une matrice sablo-argileuse marron.

Le corps (3, fig.4-15) **BrAm** correspond à la brèche ossifère magdalénienne. Il est constitué de blocs calcaires émoussés à anguleux jointifs, de 5 à 15 cm de grand axe environ et de nombreux ossements de faune dans une proportion pouvant atteindre localement environ 50%. Quelques blocs métriques sont emballés dans cette formation. Leur pendage global est 15° à 25° selon une direction N125E. A l'instar du sondage 5, une grande majorité d'ossements appartiennent au Renne, et le cortège faunique ainsi que le traitement de boucherie est semblable : « *on ne trouve pas d'os brûlé, les extrémités articulaires sont complètes, les os à moelle fragmentés, notamment des phalanges qui montrent des cassures sur os frais* », ce qui suggère que ces déchets sont plutôt issus d'une zone de boucherie primaire (Costamagno et Martin *in* Jarry *dir.* 2016). Quelques éléments lithiques sont

également présents dont des galets allochtones, dont certains semblent chauffés. Entre ces cailloux et ossements s'insère une matrice sablo-limoneuse rose rougeâtre, thermo-rubéfiée principalement dans la partie haute, ou limoneuse ocre jaunâtre, principalement dans la partie basse. Cet éboulis reste toutefois aéré. Les blocs sont liés par un ciment fin de calcite. Cette formation s'étend, en s'amincissant vers le porche ouest de la salle Piette (entrée actuelle du parcours de visite), qu'il obstruait sans doute en grande partie. Elle n'y subsiste que sous forme résiduelle (figure 41). Elle est scellée par une coulée stalagmitique (5, figure 41) qui a permis sa préservation en plafond. Ce corps sédimentaire correspond donc aux vestiges d'un cône de débris issu des salles Théâtre-Rotonde (secteurs II.1 et II.2) qui a comblé une grande partie de la salle Piette (secteur III) au cours du Magdalénien.

Dans le « puits de l'Escalier », au-dessus de la brèche archéologique **BrAm**, une lentille (4) de cendres grises et rosées et de sédiments jaunâtres lités (figure 41) comprend à sa base un lit de charbons. Cette lentille, puissante de 40 à 50 cm maximum, est couverte par un lit de petits cailloux d'environ 10 cm d'épaisseur, puis par un niveau charbonneux noir de 3 à 5 cm d'épaisseur environ. Elle est datée par radiocarbone sur charbon du Mésolithique (Beta-322954 : 9 330 +/- 50 BP conv., Cal BP 10 680 à 10 410 ; Jarry et al. 2013b). Cette lentille s'est mise en place alors que le « Puits de l'Escalier » était déjà entièrement colmaté. Sa position, insérée sous l'arche de brèche d'altération autochtone (1a), et son pendage (environ 10° vers le nord), montre que son origine n'est pas dans la salle de la Rotonde, comme les rejets magdaléniens, mais de la zone juste au sud du puits, voire à son aplomb.

Au sommet du « puits », un dernier dépôt constitué de cailloux à matrice apparente blanchâtre semble avoir flué. Ce dépôt n'a pas d'attribution chronologique mais semble correspondre aux déblais de fouilles anciennes.

- La paroi est de la salle Piette et les conduits de jonction avec la salle Stérile (secteur II.3 et II.4) :

Dans la partie est de la salle, les lambeaux d'une brèche ossifère au faciès similaire à **BrAm** sont plaqués contre la paroi jusqu'à environ 325 à 324 m NGF et de pendage apparent d'environ 30° vers le nord (figure 42). Cette formation emballe là encore une grande quantité de gros fragments d'os dans une matrice rubéfiée. Toutefois, son cortège faunique diffère légèrement du secteur du « puits de l'Escalier » : le Renne domine toujours très largement, mais les parties osseuses exploitées semblent plutôt évoquer une utilisation de la graisse pour combustion, ce qui correspondrait à des résidus issus des lieux de consommation ou d'habitat (Costamagno et Martin in Jarry et al. 2016), et suggère un apport depuis une zone différente. Cependant, la fabrique des ossements, d'apparence horizontale, notamment dans les endroits de la paroi abrités des conduits supérieurs (fontis et réseau Stérile / Alteirac, secteur II.3 et II.4), semble plus cohérente avec une mise en place depuis le « puits de l'Escalier ». C'est pourquoi nous la rapprochons de la brèche **BrAm**. Cette formation est également apparentée à la brèche observée dans la salle du Crâne (secteur IV.1) (*cf. infra*).

Au-dessus de cette brèche, des placages de limons sableux bruns à fragments d'os altérés et à microfaune se sont mis en place. Des vides ou des creux au sein de cette formation ont permis la mise en place de petits gours ultérieurement. Ce faciès de colluvions brunes **Co** s'épand sur la paroi est, au-dessus de l'actuelle entrée de la galerie Breuil, et couvre la brèche **BrAm**. Côté sud-est, elle formait un cône de débris. Actuellement, celui-ci est entaillé et est encore régulièrement érodé par des ruissellements, très actifs lors d'épisodes pluvieux. Les produits de cette érosion se déposent dans une petite dépression, sur le sol de la salle Piette (figure 42). Ce secteur a livré de nombreux petits fragments d'os de faune, dont une grande partie est brûlée, et des éclats de silex. L'ensemble est attribuable au Magdalénien *s.l.* (Lacombe et Martin in Jarry *dir.* 2017b). La géométrie de ces colluvions brunes indique qu'elles sont originaires du niveau supérieur et ont transité par le conduit de jonction avec les secteurs Stérile-Alteirac (II.3 et II.4), dans lequel des placages sont encore présents. L'étude préliminaire du mobilier confirme là encore son appartenance au Magdalénien *sensu lato*, et les approches archéopéetrographiques et typologiques

suggèrent une attribution autour du Magdalénien moyen récent (stade IV de Breuil) (Lacombe *in* Jarry *dir.* 2017b), malgré les réserves qui peuvent être émises étant donné l'origine remaniée de la série. La faune qui accompagne cette série lithique montre là encore une nette domination du Renne, suivi des Bovinés et du Cerf (Martin *in* Jarry *dir.* 2017b)

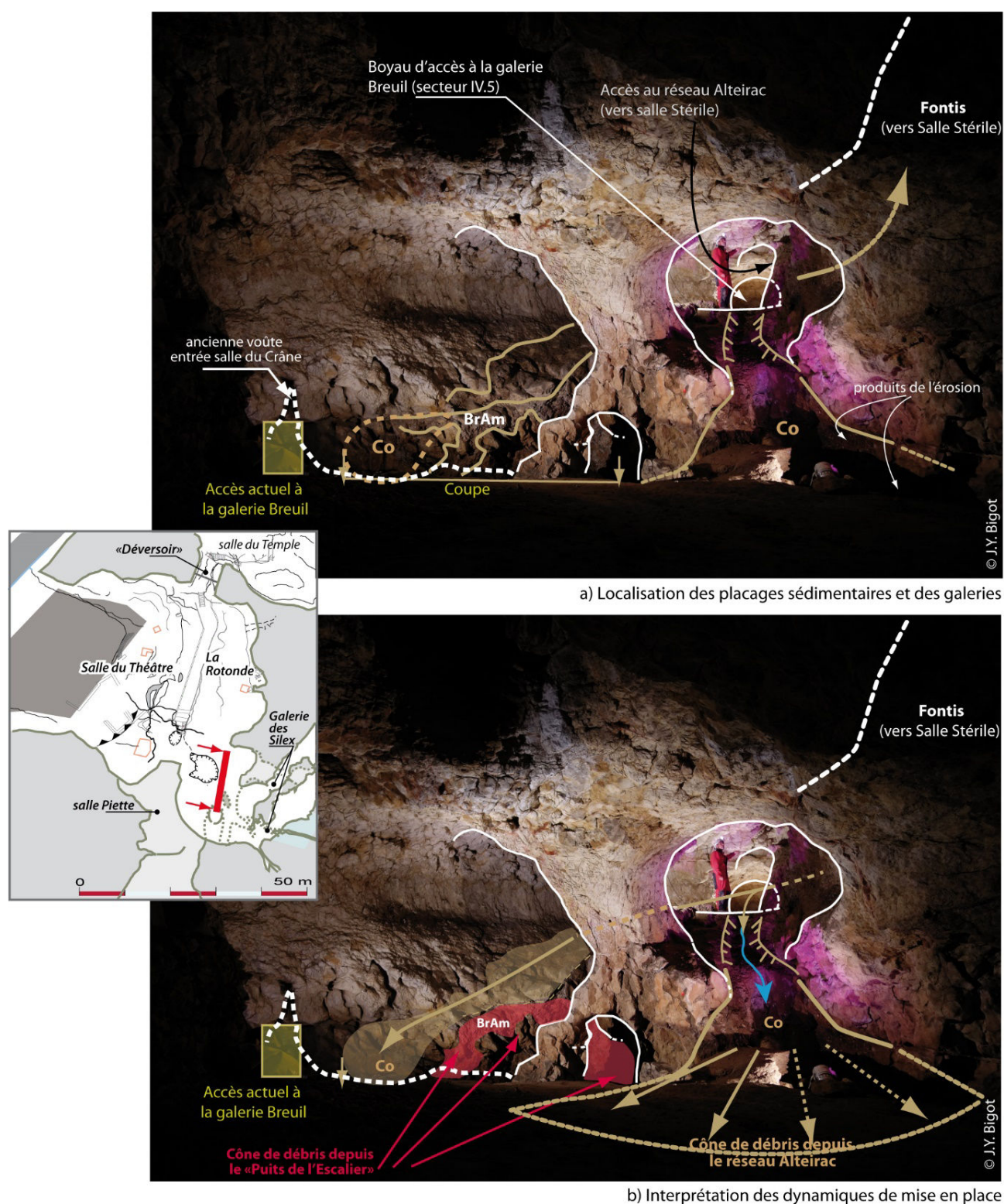


figure 42 : dynamiques sédimentaires dans la partie est de la salle Piette (secteur III.1) (clichés © Jean-Yves Bigot et Laurent Bruxelles / Cnrs-Inrap-Traces, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

Au sud, une cloche de fontis s'est développée. Elle correspond à la remontée d'un vide par effondrement, plus ou moins progressif, du toit d'une cavité. Dans cet espace, difficile d'accès, la stratigraphie a été observée à distance. À la base, des limons jaunes, sans doute remaniés (**Lr**), tapissent une partie de la paroi. Au-dessus, des niveaux plus foncés, qui semblent rougeâtres, pourraient correspondre au niveau anthropisé magdalénien mais une couverture de complexes bactériens blancs et des coulées d'apatite les rend difficile à caractériser. Ils sont couverts par plusieurs mètres de brèches de cailloux et blocs calcaires jointifs. Dans la partie inférieure, ces éléments grossiers sont sous forme de plaquettes et bien lités, et pourraient correspondre à une partie altérée *in situ* de la paroi ou à l'effondrement d'une voûte. Au-dessus, la formation devient plus hétérogène, et comprend de gros blocs, parfois verticaux, ainsi que des cailloux sans débit caractéristique. Tout au sommet, quelques ossements de Caprinés ou Ovicaprinés sont coincés entre les blocs (Costamagno *in* Jarry *et al.* 2016). Ils sont corrélables avec les dépôts néolithiques de la salle Stérile (secteur II.3, *cf. supra* figure 40). Cet endroit est aussi affecté par des dépôts d'apatite, témoignant de la fréquentation de cette cloche de fontis par les chauves-souris.

- Le sondage Alteirac :

Au pied de la paroi est de la salle Piette, dans une zone fouillée dans les années 1960 par A. Alteirac une stratigraphie montre, à sa base, une trémie sans matrice à blocs parfois métriques comprenant des injections de galets allochtones emballés dans des limons jaunes (**Li'**). Elle est couverte par des limons jaunes remaniés **Lr'** (figure 43). Cette trémie constitue vraisemblablement le soubassement de la salle Piette.

Au-dessus, côté sud, deux niveaux de brèches à fragments d'os sont séparés par un niveau de blocs à patine crayeuse. La plus basse **BrAm** présente une matrice rosée, tandis que celle du dessus **Co** a une matrice brune. L'ensemble, tronqué par les fouilles anciennes, est scellé par des remblais de nivellement d'environ 1 mètre d'épaisseur. Vers le sud, des colluvions emballant des petits fragments d'os, de charbons dans une matrice brune tapissent les blocs de l'encaissant et forment la partie latérale d'un cône de débris. Elles appartiennent certainement à l'ensemble **Co**, peut-être remanié en partie récemment par les fouilles et ruissellements.

Cette stratigraphie montre là encore la mise en place de la brèche **BrAm** depuis le « puits de l'Escalier », puis des colluvions brunes **Co**. Le niveau le plus bas a fourni une date radiocarbone 16750 à 16540 cal BP (Beta-322958) alors que le niveau supérieur est daté à 16970 à 16850 cal BP (Beta-322957). Elles appartiennent toutes deux au Magdalénien moyen récent. Toutefois, il est vraisemblable que les colluvions brunes **Co** remanient une partie des niveaux archéologiques du réseau supérieur : leur mise en place peut donc être plus tardive.

- La salle du Crâne (secteur IV.1) :

La brèche ossifère **BrAm** s'est étendue jusque dans la salle du Crâne, qui constitue la partie ouest de la galerie Breuil. Elle est actuellement réduite à l'état d'un long placage contre la paroi nord de cet espace. Il en reste également quelques lambeaux vers le sud, contre l'encaissant calcaire, ce qui permet d'avoir une idée du profil et l'extension de la partie distale de ce cône de débris (figure 31). Elle est constituée de limons sableux hétérogènes rougeâtres à très nombreux gros fragments d'os, brûlés ou non, et de charbons. Dans sa partie supérieure, ce dépôt est lié par un ciment de calcite. Sa base est datée par radiocarbone à 16861 à 16326 cal BP (Ly-15934), qui correspond au Magdalénien moyen récent, à l'instar des autres datations réalisées sur cette formation (dans le « puits de l'Escalier » et dans la coupe Alteirac dans la salle Piette, secteur III.1).

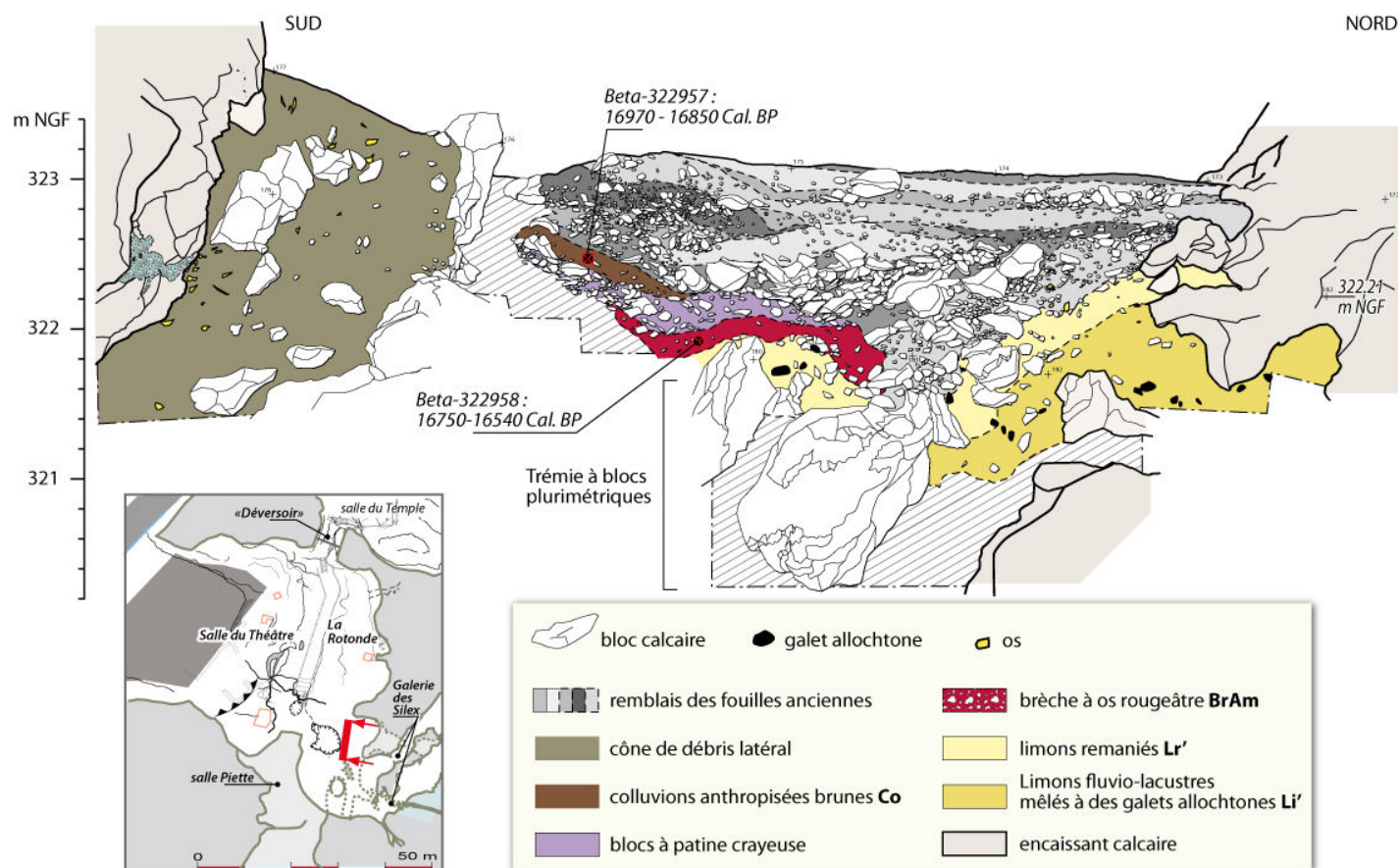


figure 43 : stratigraphie du sondage Alteirac dans la partie est de la salle Piette (secteur III.1), à l'entrée de la salle du Crâne (secteur IV.1) (relevé Marc Jarry / Inrap-Traces et Laurent Bruxelles / Cnrs-Inrap-Traces, dessin Marc Jarry, 2012 modifié).

- La galerie Breuil ouest (secteurs IV.2 et IV.3) :

La partie ouest de la galerie Breuil et le réseau Leclerc (secteur IV.2 et IV.3) ont été découverts par J. Mandement en 1937, après qu'il ait désobstrué la partie où la voûte s'abaisse et où la galerie était colmatée par les limons lité (Li ou pas ?). Il relate cette découverte dans une lettre adressée à Louis Méroc le 25 décembre 1937 puis dans le bulletin de la SAMA n°1 en 1948 (Le Guillou 2013). En effet, il explique : « *Ayant entrepris de vider un cul de four rempli de blocs et de limons déposés là par les eaux d'inondation de l'Arize, puis ayant creusé un tunnel de 7 mètres dans son prolongement, j'ai atteint une galerie en pleine roche sur les parois de laquelle j'ai relevé 21 gravures et 4 dessins de l'époque magdalénienne dont un au rouge et au noir : chevaux, hémione, bisons, poisson, félins et grand cerf. J'ai dédié cette galerie à mon vieil ami l'Abbé Breuil en souvenir du film que nous avons réalisé il y a quelque 20 ans sur l'art préhistorique dans les cavernes des Pyrénées et de la Dordogne.* » (Mandement 1948, Le Guillou 2013). Aucun dépôt sédimentaire n'est associé à la présence magdalénienne dans cette partie de la grotte. Les vestiges sont présents sous la forme d'ornementations des parois (peintes ou gravées) et d'empreintes dans l'argile au fond du réseau Leclerc.

- Interprétation de l'occupation du réseau inférieur :

Ainsi, au sein de cet espace complexe qu'est la salle Piette, la géométrie de la brèche archéologique et la fabrique des éléments qu'elle contient montrent que les restes osseux constituent un gigantesque cône de débris dont la partie distale se poursuit vers l'ouest jusqu'au porche actuel de la salle et vers l'est, dans la salle du Crâne (secteur IV.1) où elle butte contre le comblement de limons. L'apex de ce cône se situe au niveau de l'ouverture 1 du « puits de l'Escalier » (figure 41). Les ossements ont principalement été rejetés par les populations

magdaléniennes depuis la plate-forme sous-tendue par la formation limoneuse fluvio-lacustre dans la salle de la Rotonde (Secteur II.2) ainsi que depuis le replat dominant l'actuel porche d'entrée de la salle Piette (zone sondage 5). Il n'est pas exclu qu'une partie de ces rejets soient issus de la salle Stérile *via* le « puits du fontis ». Ces niveaux supérieurs correspondaient donc à l'un des principaux lieux de vie et/ou d'activité des groupes humains au cours du Magdalénien moyen récent, tandis que le niveau inférieur n'a fonctionné que comme zone de rejet de déchets. A cet endroit, la présence des blocs calcaires mêlés aux vestiges archéologiques, montre que cette zone, altérée et fragilisée, se desquamait très régulièrement. Elle constitue en effet un espace de connexion entre plusieurs galeries, et les conditions de circulation de l'air étaient sans doute beaucoup plus contrastées, entraînant des processus de condensation, de corrosion, et peut-être de gélifraction, absents des niveaux supérieurs où l'atmosphère est tamponnée. Ce phénomène a d'ailleurs été constaté par H. Breuil alors qu'il cherchait des traces d'art pariétal dans cette zone (Breuil 1902). L'actuelle salle Piette a ainsi été comblée progressivement par la brèche **BrAm**. Des apports colluviaux **Co** depuis la salle Stérile et le réseau Alteirac (secteur II.3 et II.4) ont ensuite construits des cônes plus petits dans la partie est de la salle mais leur date de mise en place demeure incertaine.

Après le Paléolithique supérieur : les témoins mésolithiques et néolithiques

Bien que les témoins actuels de l'occupation de la zone sud de la grotte par les populations ayant fréquenté les lieux après le Paléolithique supérieur soient rares et localisés, comme l'épaisse lentille cendreuse datée du Mésolithique au sommet du « puits de l'Escalier », les archives indiquent une installation effective, mais dont les vestiges ont été totalement détruits, érodés ou fouillés. L'abbé Breuil, notamment, signale un niveau archéologique au sein des formations de brèches à cailloux et blocs calcaires dans la partie sud de la salle du Théâtre (secteur II.1), sur la « terrasse » au-dessus du porche d'accès à la salle Piette, au niveau du sondage 5 (figure 36). *« Au-dessus de ce dernier foyer quaternaire, les éboulis des voûtes ont formé une couche protectrice de plus d'un mètre d'épaisseur, en grande partie conglomérée en brèche assez compacte qui rend les fouilles très longues et pénibles. [...] La destruction de la brèche ne doit pas se faire sans quelque attention, car elle contient des débris d'industrie néolithique ; on remarque un cordon de fragments de poteries à cassures noires vers le milieu de son épaisseur, et à sa surface même, il y avait des anses et de larges tessons soudés au sol. Cette formation bréchiforme est donc tout entière de l'époque néolithique, et elle a cessé dès cette époque. Rien ne dit que, vers sa base, on ne puisse rencontrer quelques assises de transition de la rive gauche. »* (Breuil 1902).

Ce type de brèche a déjà été décrit dans la salle de la Rotonde (figure 26) et dans le « Grand puits » de la salle Stérile (figure 27) mais sans traces d'anthropisation. Elle est présente au débouché de la branche nord-ouest de la galerie des Silex (figure 24), avec des niveaux faiblement anthropisés difficiles à caractériser et dont on ne connaît pas la date de mise en place.

Au débouché du conduit sud-est de la galerie des Silex (figure 44). Cette formation bréchique **Br-alt** est constituée d'un éboulis de blocs calcaires anguleux d'environ 3,50 mètres d'épaisseur apparente, avec des intercalations de niveaux roux pulvérulents, organiques et lités.

Cette formation couvre le niveau d'occupation **Am** décrit plus haut. À la base, elle est constituée de petits cailloux calcaires anguleux et quelques blocs emballés dans une matrice rousse et de rares charbons (1a et 1b). Latéralement, ce niveau a un faciès de sables ocres lités. Ce faciès roux et lité correspond à un niveau de guano sec, mêlé ici à des colluvions caillouteuses et à quelques blocs qui ont pu chuter de la voûte.

Ce niveau est couvert par un dépôt en forme de berceau composé de plaques et plaquettes de calcaire jointives (2a). Celles-ci sont altérées, plus ou moins épaisses, jusqu'à une trentaine de centimètres de grand axe. Sur les bords, lorsqu'on se rapproche des parois en place, le faciès (2b et 2c) comprend des blocs plus gros, jusqu'à une soixantaine de centimètres de grand axe, ce qui montre qu'ils sont moins fragmentés. Leur pendage est de plus en plus accentué, jusqu'à environ

40°. Les blocs sont jointifs et para-autochtones : ils sont en continuité directe avec l'encaissant. La géométrie de cet ensemble et son faciès indique qu'il correspond à la voûte de la galerie des Silex affaissée sur les bordures et effondrée au centre.

Au-dessus, la voûte et les parois de la salle Stérile ont continué à se desquamer plus ou moins progressivement, accumulant une importante épaisseur de cailloux et blocs calcaires (4a / 4b / 4c). Entre ces épisodes d'effondrement, de grandes lentilles de matière organique rousse à brune (3a / 3b / 3c), très bien litées (figure 44). Celles-ci correspondent, à l'instar du faciès 1b, à des accumulations de guano non évolué, témoignant d'une forte occupation de ce secteur par les populations de chiroptères. Ces lits de guanos sont souvent accompagnés de charbons d'origine anthropique. L'un d'eux, dans le niveau (3a), a fourni un âge de 6660 à 6495 Cal BP (Beta-421734, 5770 +/- 30 BP), soit du Néolithique moyen (figure 44).

Ces brèches ont été retrouvées du côté de la salle Piette, en « négatif », dans la cloche de fontis. Au sommet de celle-ci, dans les blocs, un niveau à os de Capriné a été dégagé par la remontée du fontis et se retrouvent visibles par en-dessous.

Ces processus semblent particulièrement actifs à partir du Magdalénien supérieur, comme le montre la base de la brèche de la Rotonde (Beta-322955 : Cal BP 13 580 - 13 360) et se poursuivent après le Néolithique (Pallier et *al.* 2018).

La galerie principale, sur la paroi de la RD119 : du LGM au Magdalénien moyen

Si les niveaux témoins de l'occupation magdalénienne sont bien connus et ont été densément fouillés aux 19 et 20^e s. dans la partie sud du réseau en rive droite (secteurs II, III, IV), la galerie principale a également été explorée, mais seulement sur sa rive gauche. Très tôt détruite par les travaux de construction de la route, la partie en rive droite dans la galerie principale n'a fait l'objet d'aucune recherche. Seul J.-J. Pouech en avait fait une description en déplorant sa destruction.

Pourtant, à l'occasion des opérations en archéologie préventive de 2016 à 2018 (Lelouvier et *al.*, 2016, 2019), des niveaux d'occupation, sous forme extrêmement résiduelle et altérée, ont été découverts et caractérisés. Une continuité topographique des niveaux archéologiques magdaléniens est dès lors mise en évidence depuis le porche sud jusqu'à la salle du Théâtre (Bon *in* Lelouvier et *al.* 2019). Une cartographie géomorphologique de cette paroi répertorie les formations sédimentaires, les caractérise et les localise précisément. Dans le cadre de l'opération préventive, ce document avait pour but de dresser un état de leur conservation et de définir les zones sensibles ou en danger d'érosion (figure 45) (Lelouvier et *al.* 2016, 2019). Une synthèse stratigraphique peut dès lors être dressée.

Les dépôts de colluvions et brèches succédant à la vidange du lac

Sur la partie basse de la paroi, dynamitée pour la construction de la route au 19^e s. et notamment lors de sa réfection en 1875-1876, des dépôts de sables et galets allochtones fluviaux déposés par l'Arize, certainement lors de sa dernière phase d'aggradation (F2) sont piégés dans des conduits karstiques recoupés de taille modeste (Pallier *in* Lelouvier et *al.*, 2016) (figure 46).

Au-dessus, des dépôts de limons fluvio-lacustres **Li**, soit lités, soit contenant des cailloux calcaires altérés, au sein desquels aucun *artefact* n'a été découvert, ne sont préservés que sous forme de placages résiduels dans la partie sud de la paroi explorée (colonnes C, D, F, G, H, I, J) puis s'étendent et s'épaississent dans la partie nord (colonnes K à P) (figure 45). Lors de la vidange du lac, donc de la reprise de l'écoulement fluvial, la surface de cette formation a été érodée, formant un vaste talus à la topographie plus ou moins ondulée et ravinée, comme en témoigne le pendage du toit de ces limons. En effet, ils présentent une pente globale vers le sud-ouest, où ils miment certainement une dépression préexistante de l'encaissant.

Cette zone en dépression (base des colonnes G, H, I) a piégé et préservé des formations sédimentaires déposées juste après le retrait du lac et l'abaissement du niveau de l'Arize, qui donnent des informations chronologiques et paléoenvironnementales inédites (figure 45 et figure 47).

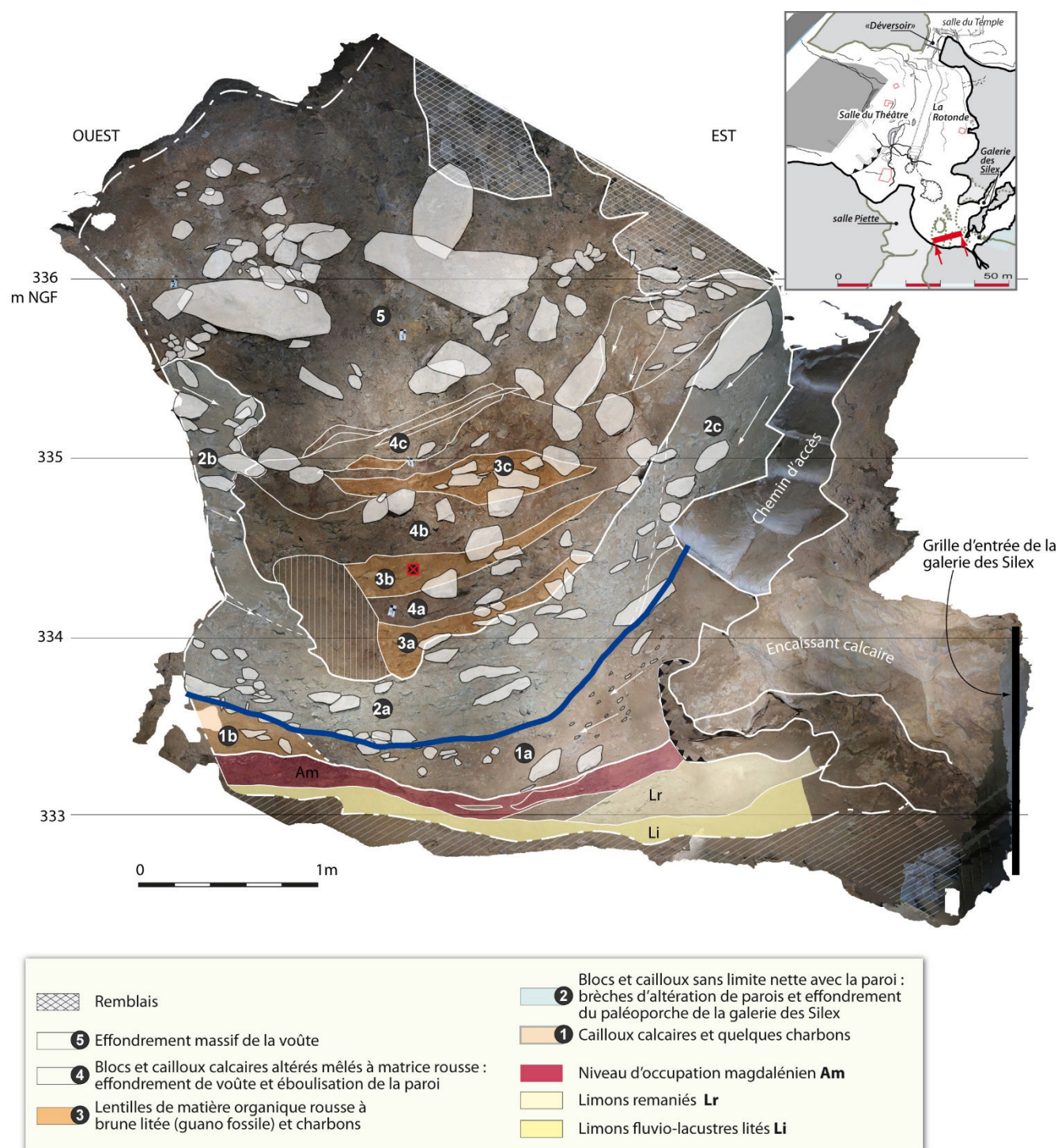


figure 44 : stratigraphie à la sortie sud-est de la galerie des Silex, salle Stérile (secteur II.2) (photogrammétrie et topographie Bastien Chadelle / Univ. Toulouse Jean Jaurès-Traces et Vincent Arrighi / Inrap, relevé Céline Pallier / Inrap-Traces, Laurent Bruxelles / Inrap-Cnrs-Traces, Jean-Yves Bigot, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces.

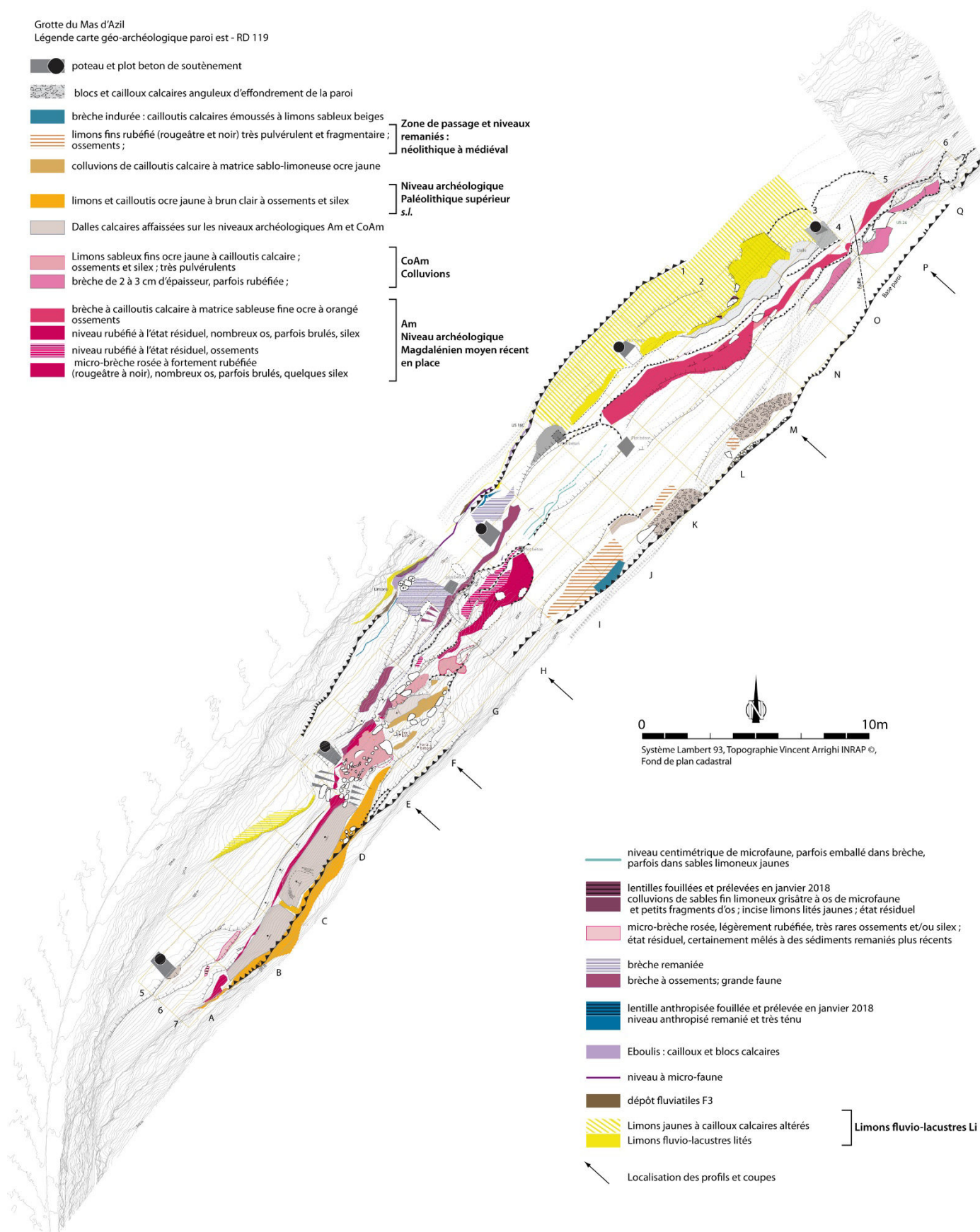


figure 45 : cartographie des formations sédimentaires conservées sur la paroi de la RD 119, entrée sud de la grotte du Mas d'Azil (fond topographique Vincent Arrighi et Axel Daussy / Inrap, relevé : Céline Pallier / Inrap-Traces et Vincent Arrighi / Inrap, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

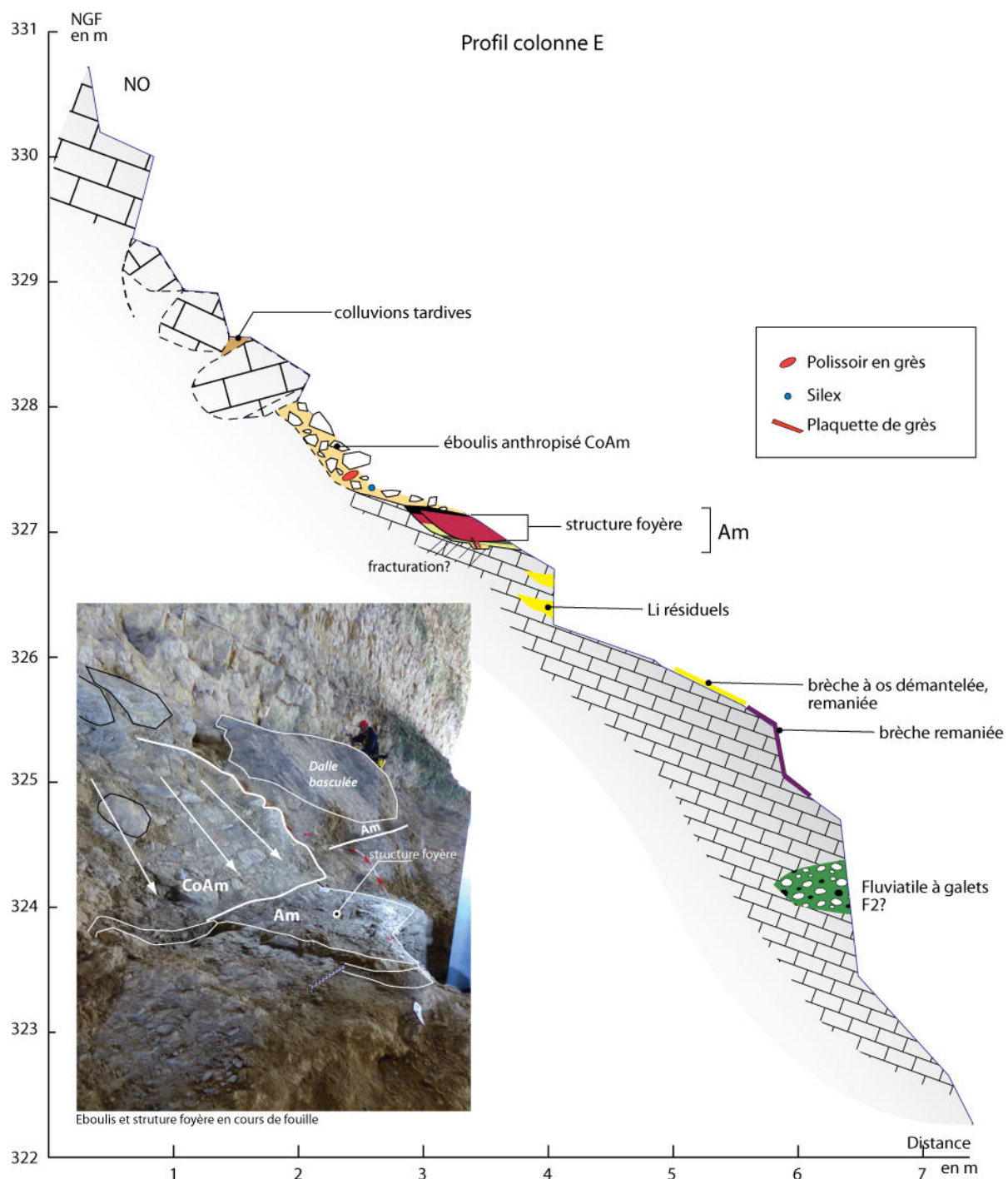


figure 46 : profil de la paroi au niveau de la colonne E, paroi de la RD 119 (relevé et dessin Céline Pallier / Inrap-Traces, profil topographique : Vincent Arrighi / Inrap).

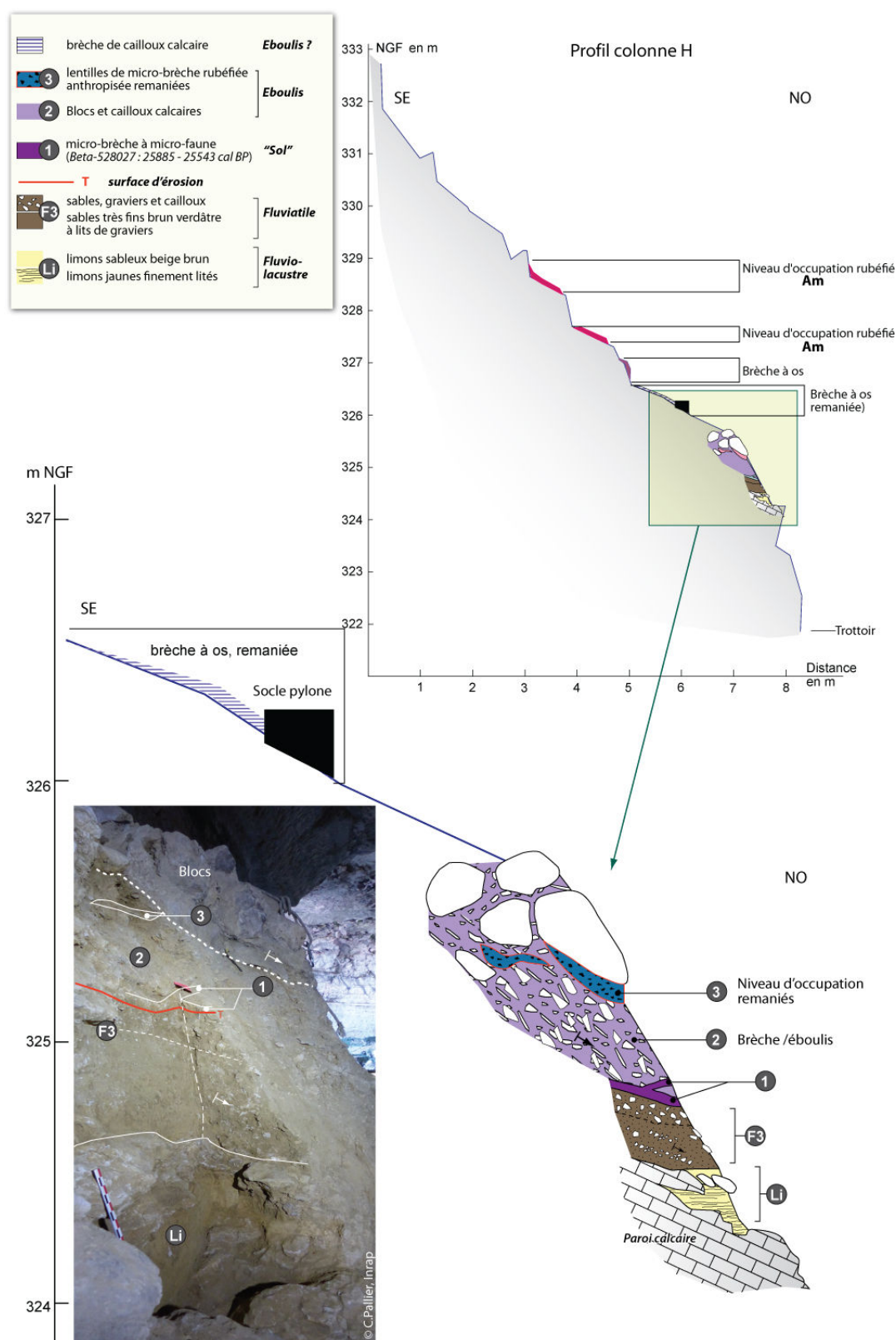


figure 47 : profil de la paroi au niveau de la colonne H : surface d'érosion des limons fluvio-lacustres et sédimentation du Dernier Maximum Glaciaire (LGM) (relevé topographique Vincent Arrighi / Inrap, relevé et dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

À la base, les limons fluvio-lacustres lités **Li** sont couverts par des dépôts d'origine fluviale **F3**, composés de sables très fins homogènes, brun verdâtre, à quelques lits de graviers calcaires altérés. Ils indiquent une dynamique en courant tractif, donc une reprise de l'écoulement de l'Arize et la vidange du lac. Dans la partie supérieure, de nombreux graviers de calcaires anguleux altérés épars et de rares galets et cailloux plus gros (5-6 cm de grand axe) indiquent une surface d'érosion qui témoigne de l'abaissement définitif du niveau de l'Arize, incisant son lit au sein des limons.

Au-dessus une micro-brèche à matrice limoneuse ocre rosé (**1**) emballe des ossements de microfaune quasiment jointifs. Ce type de dépôt s'explique par des accumulations de pelotes de réjection. Désormais, l'eau n'atteindra plus ces niveaux. Les données préliminaires indiquent un environnement tempéré frais et plutôt ouvert. On note toutefois la présence de *Microtus oeconomus*, caractéristique de milieu froid (Stoetzel *in* Lelouvier et *al.* 2019). Ces ossements ont été datés par radiocarbone à 25885 - 25543 cal BP (Beta-528027), soit d'une date contemporaine du Solutréen, à la transition MIS 3/ MIS 2. Ils témoignent que, la vidange du lac s'est produite à cette époque et de la possibilité pour la faune, dès ce moment, d'occuper cette partie de la grotte, qui redevient dès lors également potentiellement accessible à l'Homme.

Plusieurs brèches très caillouteuses (**2**) se mettent alors en place, peut-être suite à la gélification de la paroi et colluvionnement gravitaire.

Un éboulis (**2**) composé de blocs de 20 à 40 cm de grand axe et d'une brèche de cailloux calcaire jointifs, de pendage global 35 à 40° vers le sud-ouest ou vers l'ouest couvre le niveau à microfaune (**1**). L'éboulis est aéré mais comprend des cailloutis de plaquettes calcaires centimétriques et quelques galets allochtones dans une matrice limoneuse brun clair à jaunâtre, elle aussi très aérée. Cette matrice post-dépositionnelle est venue combler les vides interstitiels. Des lentilles de sédiments anthropisés (**3**) (microbrèche de limons sableux rosés, rubéfiés, contenant de la microfaune et fragments d'os brûlés) et de limons sableux jaunâtres sont piégés dans cette formation. Ces lentilles sont issues de l'érosion et du démantèlement de niveaux anthropisés sus-jacents (figure 47).

En amont sur la paroi, des lambeaux de brèches de cailloux calcaires (de 5 à 10 cm de grand axe) dans une matrice limoneuse jaune gris, plaquée contre un épais banc calcaire, admettait dans sa partie supérieure des ossements de grande faune (dont des bovidés, Martin *in* Lelouvier et *al.* 2017) et de faune plus petite reconnue dans les petits placages (oiseau, Costamagno *in* Lelouvier et *al.* 2019) (figure 45).

L'occupation magdalénienne

Au-dessus, les niveaux archéologiques **Am** et **CoAm** sont disposés soit dans des zones de replats, correspondant à des interstrates, moins affectés par les processus érosifs, soit dans des zones « pièges » comme des fentes générées par des fissures ou des décollements de blocs et des effondrements de blocs. Ainsi, sur un replat qui se poursuit quasiment tout le long de la paroi, une occupation (**Am**) laisse un dépôt très caractéristique constitué de limons sableux fortement rubéfiés, admettant de nombreux *artefacts* (os brûlés, niveaux cendreaux, charbons, os de faune, lithique, ocre, parure) (figure 45 et figure 46).

Plusieurs zones de fouille, très localisées, précisent la succession stratigraphique. Au sud, le secteur comprend une forte densité de vestiges, avec des niveaux archéologiques plutôt bien préservés (figure 45). Un niveau très anthropisé interprété comme une occupation archéologique **Am** se divise en plusieurs faciès.

En D6 et B6, une brèche anthropisée et rubéfiée semble pincée entre la paroi de calcaire altérée et bréchifiée et la base d'un bloc de calcaire plurimétrique effondré ou glissé (figure 45). Ce

dernier protège le niveau archéologique qui comprenait un éclat de silex et des petits charbons (Lelouvier *et al.* 2016).

En E5-F5, une petite brèche jaunâtre (1a) d'épaisseur centimétrique le *substratum* calcaire et se développe tout le long du replat de E5 jusqu'à F5 (figure 46 et figure 48figure 47). Elle emballe quelques vestiges lithiques dont une armature. Elle est couverte par une micro-brèche (1b) issue du mélange légèrement induré de limons sableux jaunes et de limons rubéfiés gris contenant de nombreux petits fragments d'os brûlés et un petit niveau cendreuse induré d'épaisseur millimétrique. Elle emballe des vestiges lithiques et des ossements de faune relativement abondants. En F5, elle est couverte par des cailloux et blocs calcaires (jusqu'à 20 cm de grand axe) (1c), emballés dans une matrice limono-sableuse jaunâtre, comprenant là aussi des *artefacts* lithiques et des ossements de faune. Plus au sud, en E5, elle est au contact d'un niveau thermo-rubéfié (2) qui a tronqué une partie des niveaux sous-jacents par l'installation d'une structure foyère creusée (figure 46). Ce faciès est composé de deux termes : dans sa partie inférieure, des sables limoneux lie-de-vin à graviers admettant des fragments d'os brûlés et du mobilier lithique ; dans la partie supérieure, des sables noirâtres à gris verdâtre emballe de nombreux charbons, des os brûlés et de l'ocre (figure 48).

Le niveau **Am** est couvert par une brèche de blocs, composée de cailloux et limons jaunâtres **CoAm** (3) emballant des ossements de faune, parfois en connexion, et quelques *artefacts* (polissoir en grès, silex). Cette formation se met en place par colluvionnement gravitaire sur la paroi sur les colonnes E et F.

Vers le nord, ce niveau rubéfié et anthropisé **Am** s'étend au-dessus d'une petite corniche formée par un banc calcaire épais d'une soixantaine de centimètres environ (figure 45). Il correspond à une brèche à cailloux calcaires emballés dans une matrice sableuse fine ocre à orangé-rougeâtre, contenant des ossements de faune assez abondants. Par endroits, il ne subsistait qu'à l'état de lambeaux plus ou moins mélangés et n'était bien préservé que localement, notamment dans des secteurs présentant des fissures ou des anfractuosités (M5, P5/P6, Q6).

En M5, dans une zone du replat de largeur métrique, les bancs calcaires, d'environ 20 à 30 cm d'épaisseur, se débitent en surface sous forme de gros blocs qui se désolidarisent peu à peu de la paroi (figure 49). Les niveaux sédimentaires se sont insérés entre ces blocs et ont comblé les fissures. La surface de l'encaissant, sur laquelle repose les formations anthropisées, est très altérée et forme une brèche compacte en surface, parfois sur plusieurs centimètres d'épaisseur. A la base, une couche de cailloux calcaires altérés (1), correspondent au délitement de la paroi. Des ossements sont présents dans les interstices entre ces cailloux qui peuvent être légèrement remaniés. Ce niveau d'altération est couvert par une micro-brèche limono-sableuse fine, ocre rosé (2), admettant des graviers calcaires et quelques fragments d'os de faune. En surface, des boulettes d'ocre rouge sont assez abondantes.

Au-dessus, des cailloux calcaires anguleux (3), jusqu'à 4 cm de grand axe, sont emballés dans une matrice limono-sableuse grisâtre admettant de nombreux ossements, quelques éclats de silex et une plaquette de grès disposée à plat. Dans (2) et (3), la position des *artefacts*, à plat ou groupés, évoquent, malgré leur faible extension, des niveaux d'occupation en place.

En P5, à l'instar du carré M5, le décollement d'un bloc de la paroi calcaire a formé une anfruosité qui a piégé différents dépôts, plaqués contre la paroi (figure 49). Dans l'anfruosité, à la base, un niveau de limons sableux fins rosés (rubéfiés) **Am** (2) s'étend sur la surface du bloc décollé qui forme un petit replat d'environ 45 cm de long sur 30 cm de large puis comble totalement la fissure contre la paroi. Elle comprend des éléments de parure, des fragments d'ocre, d'os de grande faune et une dent, retrouvés au fond de la fissure (Lelouvier *et*

al. 2019). Ce niveau est couvert par des colluvions gravillonneuses lités (3a) pouvant correspondre à un micro-cône de débris sous la corniche formée par l'épais banc calcaire. Enfin, des cailloutis meubles à microfaune s'insèrent dans le décollement formé entre la paroi et les dépôts colluviaux sous-jacents, qui se sont rétractés, et semblent récents (3b). Au-dessus, sur un autre replat d'interstrate, une brèche résiduelle rosée, parfois rubéfiée, contenant des ossements (4), se développe en O6, P5/6/7 et Q6/7 (figure 45 et figure 49).

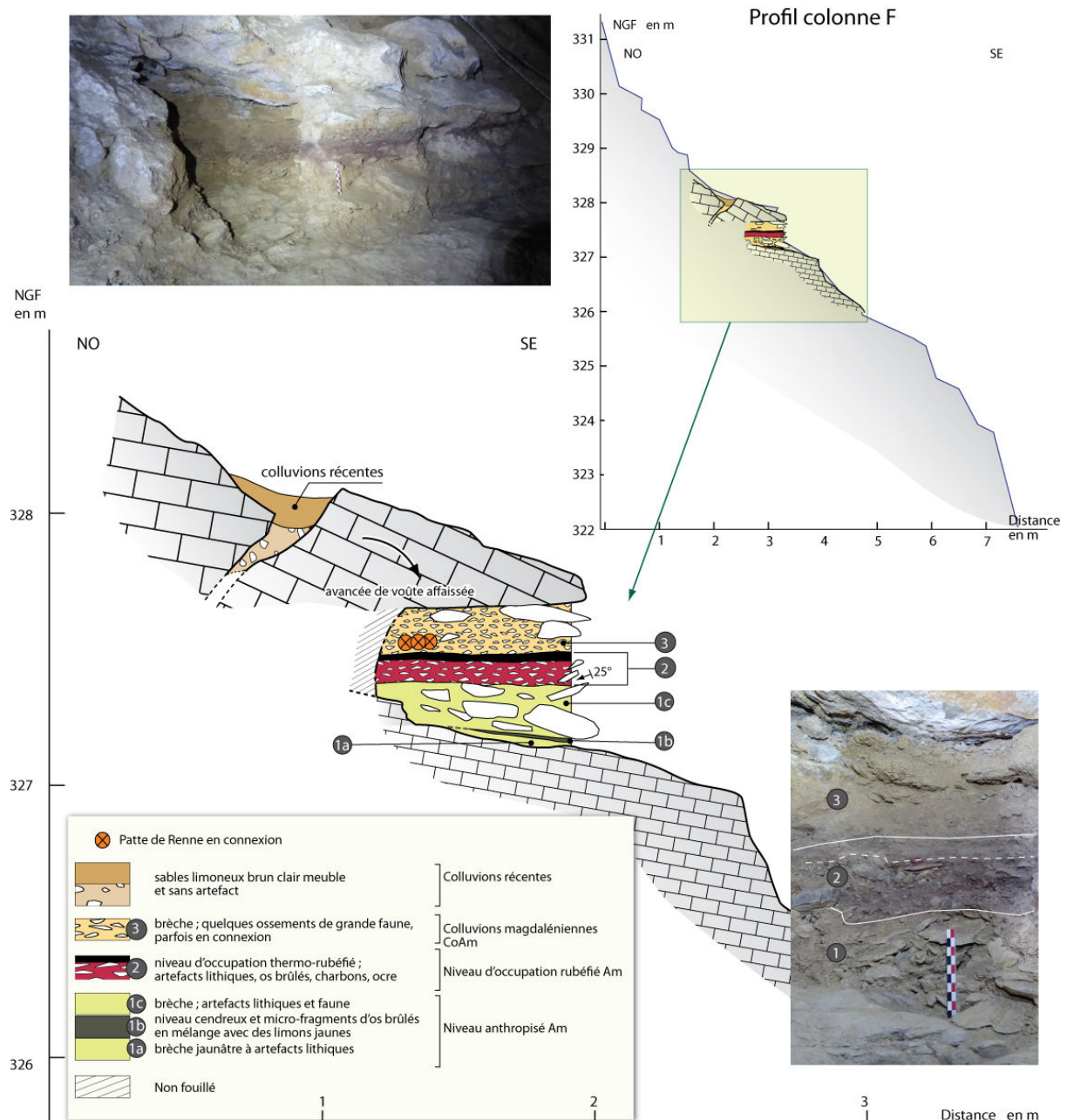


figure 48 : profil de la paroi au niveau de la colonne F5 : bloc de calcaire à banc épais effondré sur les niveaux d'occupations magdaléniens (qui reposent sur calcaires à petits bancs) (relevé topographique Vincent Arrighi / Inrap, croquis et dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

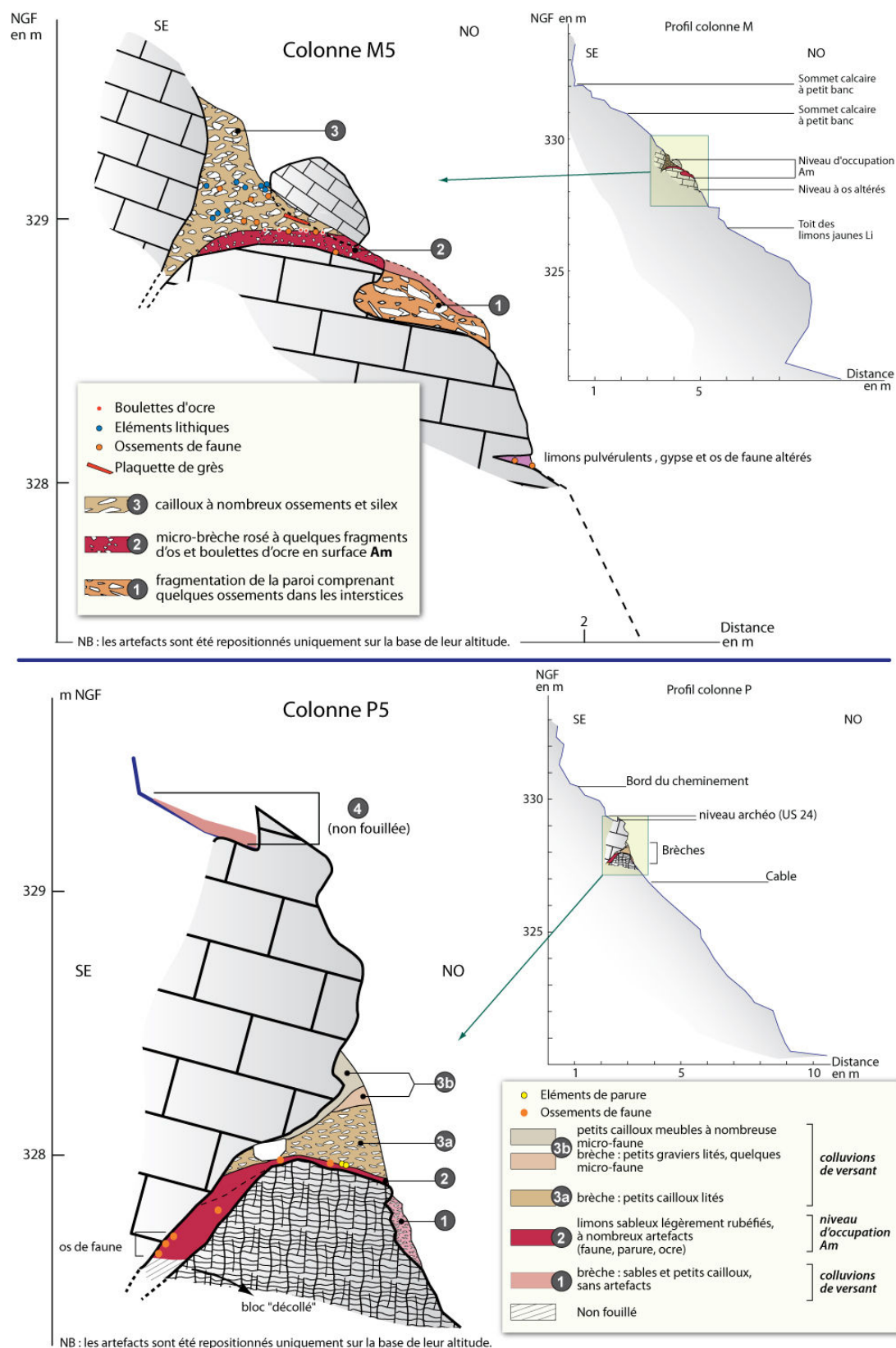


figure 49 : profils de la paroi au niveau des colonnes M5 et P5 : niveaux magdaléniens piégés dans les décollements de paroi (relevé topographique Vincent Arrighi / Inrap, relevé et dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

Le niveau d'occupation **Am** et les colluvions **CoAm** sont partiellement scellés par l'affaissement de dalles calcaires (colonnes C, D et F, figure 45 et figure 48). Elles pouvaient former une sorte d'avancée ou d'abri et ont basculé ou se sont effondrées. Il est, actuellement, impossible de savoir si ces basculements constituent un seul événement ou s'ils se sont échelonnés au cours de la période magdalénienne.

Au-dessus des blocs affaissés, une nouvelle occupation (A8, B8, C8, D7 et E6, fig. 4-19) attribuable au Magdalénien *s.l.* par le mobilier qu'elle recèle, est caractérisée par des limons jaunes à brun clair contenant des ossements de grande faune et du mobilier lithique est bien préservée. Elle est piégée au-dessus d'un bloc de calcaire basculé, dans l'espace créé entre le sommet de ce dernier et la paroi verticale de la grotte. Elle se prolonge sous la forme d'un placage résiduel d'une brèche de cailloutis calcaire et de limons jaune brun clair riche en faune, en A8. La paroi calcaire qui supporte ce placage s'altère peu à peu et est en cours de desquamation.

Les traces d'occupations plus tardives

Enfin, au sommet du talus, au pied de la paroi verticale, un replat offre un espace qui permet une circulation aisée et a pu servir de cheminement lors de la traversée de la grotte jusqu'à récemment (sans doute est-ce ce cheminement qui est évoqué par J.-J. Pouech lors de ses excursions au 19^e siècle). Ce replat a aussi permis le dépôt de sédiments dont des limons fins, pulvérulents, rubéfiés noir et rouge (H, I7/8, J7/8, figure 45) présents de manière plus ou moins résiduelle sur l'ensemble du replat. Quelques traces y ont été détectées dont une perle néolithique, des graines et un tesson médiéval (Poissonnier *in* Lelouvier *et al.* 2019) témoignent de ces passages et du mélange des sédiments. Si des occupations plus importantes ont eu lieu à ces périodes, leurs vestiges ont été totalement détruits lors de la construction de la route.

Dans certaines zones de la paroi, la nature du calcaire est constituée de petits bancs très friables, dont la surface topographique a une pente de 35° vers l'ouest. Ces bancs se débitent en plaquettes épaisses et s'érodent très facilement au moindre passage et régulièrement sous l'action de la gélifraction et de la gravité, ce qui peut être une raison de l'absence de vestiges dans cette zone (colonnes I, J, K / lignes 4,5,6). Les lambeaux de sédiments sont systématiquement préservés dans les secteurs où le calcaire est assez massif.

Synthèse et chronologie

Comme vu plus haut, l'un des premiers apports de l'observation de cette zone est le niveau de microfaune reposant sur la surface d'érosion des limons fluvio-lacustres qui donne une date du retrait du paléolac à 25885 - 25543 cal BP (Beta-528027), c'est-à-dire dans la première moitié du Solutréen et à la limite entre le MIS 3 et le MIS 2. Cette date permet de donner un nouveau jalon de l'accessibilité de la grotte par la faune et les populations paléolithiques.

Postérieurs à cet épisode, les vestiges d'activités anthropiques découverts sur cette paroi, totalement inédits jusqu'à cette récente intervention d'archéologie préventive, et bien qu'à l'état résiduel et en cours de disparition, ont pourtant mis en évidence un lien important de l'occupation de l'espace entre la rive droite et la rive gauche de l'Arize, essentiel à la compréhension de l'habitat magdalénien, de ses accès et de son organisation à l'échelle de la grotte.

Les différents faciès archéologiques correspondent à la phase d'occupation principale Magdalénien moyen récent, déjà connue dans les salles sud du réseau rive droite (secteurs II, III et IV). Une chronologie cohérente se dégage dans le détail. Le niveau pincé sous le gros bloc effondré, en D5 (figure 45), a fourni une date du début du Magdalénien moyen récent (Beta-436039 : 17355 to 17205 cal BP).

Le niveau rubéfié **Am**, dans lequel a été aménagé le foyer, s'est mis en place au cours de la même période (Beta-528025 : 16999 to 16558 cal BP). Les colluvions bréchiques **CoAm** qui les couvrent

présentent deux dates très cohérentes de la dernière partie du Magdalénien moyen récent (Beta-530382 : 16074 to 15735 cal BP et Beta-528026 : 16240 to 15 881 cal BP). Outre le lien spatial avec le reste de la grotte, ces dépôts couvrent ainsi l'ensemble du Magdalénien moyen récent et témoignent de la permanence de l'occupation, tout en montrant différentes dynamiques sédimentaires en jeu dans ce secteur au cours de ces quelques millénaires.

Rive Gauche : du Magdalénien moyen ancien à l'Azilien

La stratigraphie de la Rive Gauche permet de compléter l'histoire hydrosédimentaire de la grotte par des enregistrements qui ne sont pas présents dans le réseau en rive droite, notamment pour la partie la plus récente de cette histoire, au Tardiglaciaire (figure 50 et figure 51) :

- à la base du sondage Péquart (dont il faut préciser qu'il n'a pas atteint le substrat), sur la coupe est-ouest, des clastes calcaires centimétriques et quelques blocs calcaires sont emballés dans une matrice sablo-limoneuse ocre jaune et semblent correspondre à des colluvions issues de la gélifraction de la paroi (1). Une micro-brèche alternant des niveaux charbonneux d'épaisseur centimétrique, de cailloutis jaunâtres et de micro-brèche rosée est insérée dans ce niveau et témoigne de la plus ancienne occupation connue sur cette rive de l'Arize, datée de la fin Magdalénien moyen ancien ou de sa transition avec le Magdalénien moyen récent (Beta-564379 : 18158 - 17815 cal BP) ;

- ce niveau est couvert par la partie distale d'un cône de débris (2), composé de petits gélifrac-tiles, comprenant une alternance de lentilles limoneuses ocre jaune et de lentilles de micro-brèche rubéfiée à charbons, fragments d'os et de silex, en pente de 25 à 30° vers le nord. Il correspond au démantèlement et au remaniement de niveaux archéologiques, certainement en place, initialement, un peu en amont contre la paroi ;

- il est couvert par un épais niveau de blocs et dalles calcaires émoussés (3), parfois métriques, mis en place par effondrements de la voûte, et de cailloutis jointifs, qui semblent en partie issus de la desquamation des blocs en place. Ces éléments sont emballés dans une matrice limoneuse jaunâtre, qui rappelle les limons fluvio-lacustres de la salle du Théâtre. Cette matrice correspond certainement au remaniement d'une partie de ces limons, érodés depuis l'amont et colluvionnés sur la rive gauche. La surface de ce dépôt montre un pendage global d'environ 25° vers le NO ;

- à l'ouest, en discordance sur le cône de débris (2) et l'effondrement (3), des cailloutis jointifs, entre 3 et 6 cm de grand axe, et quelques blocs entre 10 et 15 cm de grand axe, sont emballés dans une matrice infiltrée postérieurement brun clair (4) ;

- l'ensemble est couvert par un niveau à cailloutis rubéfié (5/6), comprenant des niveaux à gros fragments d'os et des blocs (environ 15 cm de grand axe) et des lentilles de charbons discontinues, témoignant d'une phase d'occupation de ce secteur. Il semble que ce niveau, d'environ 15° pendage apparent vers le nord-est, corresponde également à un niveau archéologique partiellement remanié à cet endroit. Il est daté du Magdalénien supérieur (Beta-564378 : Cal BP 15940 to 15505) ;

- ce niveau est scellé des limons déposés en *onlap* (7), jusqu'à 2 mètres d'épaisseur. A la base, leur faciès est pulvérulent et comprend des cailloux et quelques blocs calcaires anguleux jusqu'à 70 cm de grand axe. Ils deviennent massifs et comprennent des lits de sables fins gris de plus en plus fréquents vers le haut. Au sommet, des figures de charge moulent des blocs calcaires. Ce faciès est très similaire à celui des limons fluvio-lacustres Li de la salle du Théâtre (secteur II) et a été mis en place selon une dynamique fluviale à très faible compétence, mais à une période bien plus tardive ;

- le toit de ces limons est tronqué par un niveau anthropisé (8) composé d'un lit discontinu de blocs emballés dans des limons jaunes, comprenant des fragments d'os brûlés. Les blocs sont plus gros au nord (20-30 cm de grand axe) et deviennent petits au sud (2-4 cm de grand axe). Vers le sud, ce niveau est affecté par des perturbations, remaniant des limons sableux brun clair à cailloutis et fragments d'os. Il peut s'agir d'un ravinement ou d'une petite *slump* localisée. Mais cette

partie de la stratigraphie est tronquée par les fouilles anciennes et le phénomène n'a pas pu être suffisamment caractérisé ;

- ce niveau est couvert par un nouveau dépôt fluviatile de 0,50 mètre d'épaisseur, de limons à lamines de sables fins (9) ;
- un nouveau niveau (11) composé de cailloux entre 10 et 20 cm de grand axe, emballés dans une matrice limoneuse jaunâtre, repose sur ces limons. Un prélèvement dans un sondage voisin, dans un foyer corrélé en première analyse à ce niveau, a livré une date contemporaine de l'Azilien (Beta-564377 : Cal BP 13262 to 13069) mais une étude plus approfondie serait nécessaire pour confirmer l'attribution culturelle de ce niveau, car il pourrait plutôt correspondre, d'après les données des fouilles Péquart, à un ultime épisode d'occupation magdalénienne ;
- un nouvel épisode fluviatile scelle ce niveau grossier et dépose à nouveau 0,50 mètres de limons compacts à nombreux lits très fins de sables gris foncé (12), indiquant une dynamique d'écoulement modérée ;
- à partir de cette surface, la stratigraphie s'interrompt, décapée par les fouilles anciennes. C'est sur celle-ci reposaient les niveaux « à galets coloriés » de l'Azilien récent (13). Un lambeau de ce niveau, préservé sous un énorme bloc calcaire détaché de la paroi voisine, a fourni une date en effet contemporaine de l'Azilien récent (Beta-564376 : Cal BP 12732 to 12645) ;

Des croquis d'E. Piette et des dessins des époux Péquart montrent qu'il existait certainement, au-dessus de l'« assise à galets coloriés » azilienne, des niveaux mésolithiques (« assise à *Helix* »), dont de petits lambeaux sont peut-être préservés au pied de la paroi ouest (Rabanit et Camus *in* Jarry *et al.* 2019). L'ensemble était coiffé par un épais éboulis sommital, contenant du bas vers le haut, avec d'assez fortes variations suivant les zones, d'importantes traces d'occupations néolithiques (dont une sépulture collective décrite par Piette comme un dolmen), puis celles d'une fréquentation à l'âge des métaux (ces dernières étant d'après Piette plus significatives à mesure qu'on s'éloigne de la paroi pour se rapprocher de la rivière).

L'ensemble de ces niveaux est tronqué vers l'est par une surface d'érosion à forte pente, quasiment verticale, sans doute générée par l'incision de la rivière, qui a sapé les sédiments pléistocènes en contrebas. La géométrie de cette troncature n'est pas encore bien comprise (figure 52). Cette troncature, visible sur les photos de la coupe sud avant l'aménagement de ce secteur par les campagnes de fouilles Péquart, est préservée sur la coupe nord. Toutefois, les relations stratigraphiques sont occultées par des colluvions et déblais (figure 51). Au sein des blocs, des niveaux attribuables à la préhistoire récente (néolithiques ou « *péléciques* » ou âge du Bronze) se développent sur le talus formé par cette incision. En effet, des vestiges de limons sableux bruns à charbons et tessons, lités selon une pente d'environ 30° vers le nord-est, sont intercalés entre les blocs calcaires bardant ce talus.

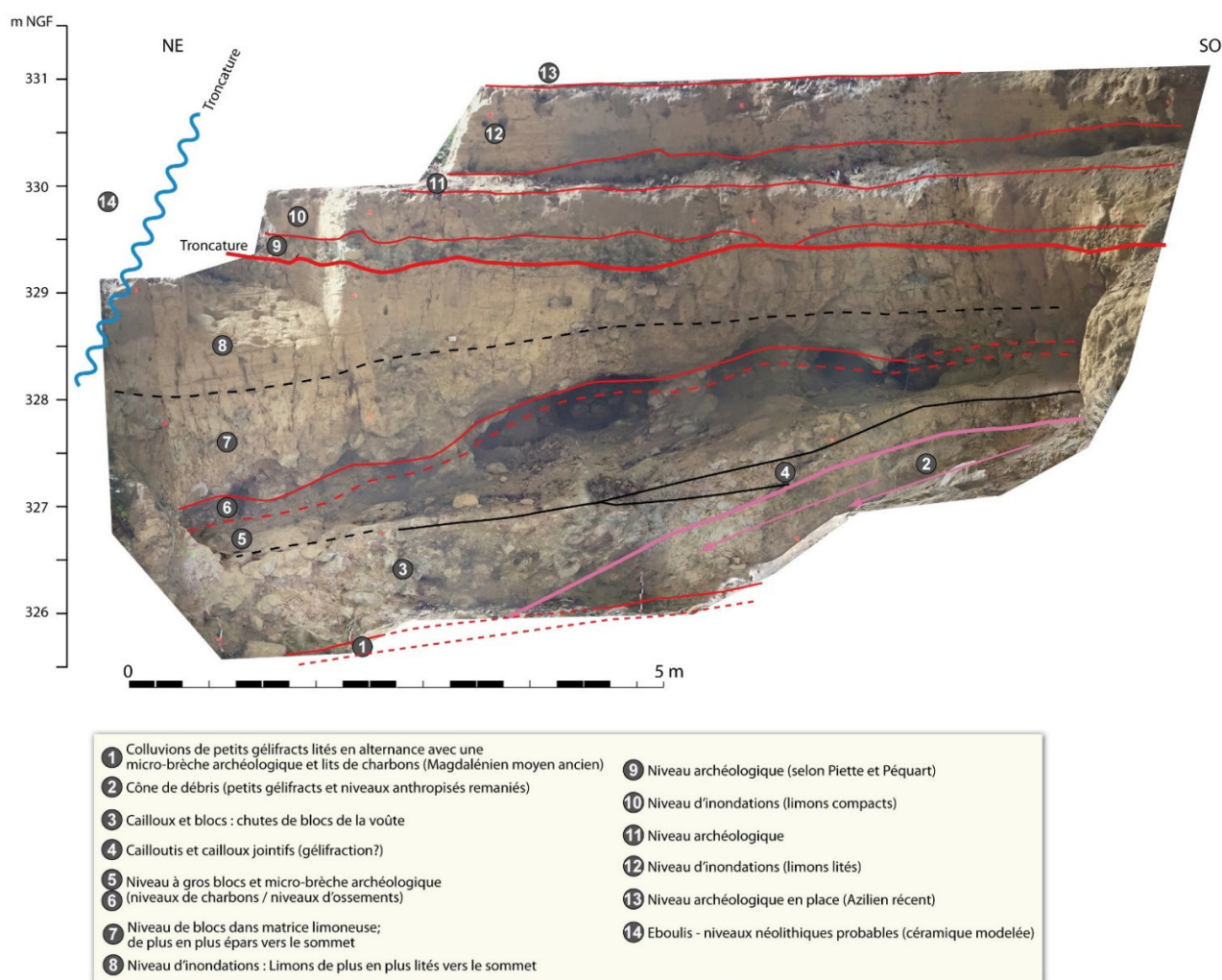
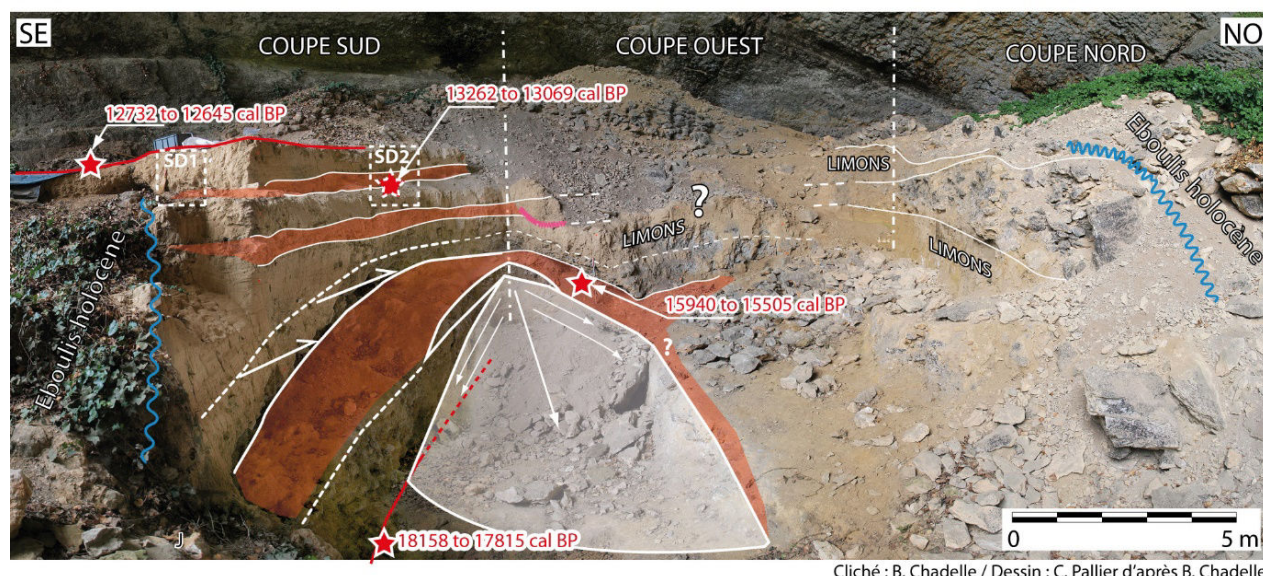


figure 50 : stratigraphie de la coupe sud du sondage « Péquart » (relevé Céline Pallier / Inrap-Traces, Sixtine Hoellinger / Univ. Toulouse, Laurent Bruxelles / Inrap-Cnrs-Traces, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces, orthophotographie Vincent Arrighi / Inrap et Céline Pallier / Inrap-Traces).



Cliché : B. Chadelle / Dessin : C. Pallier d'après B. Chadelle

figure 51 : interprétation des dynamiques sédimentaires sur la rive gauche au niveau du sondage « Péquart » - (dessin Céline Pallier / Inrap-Traces et Bastien Chadelle / Univ. Toulouse, cliché Bastien Chadelle / Univ. Toulouse).

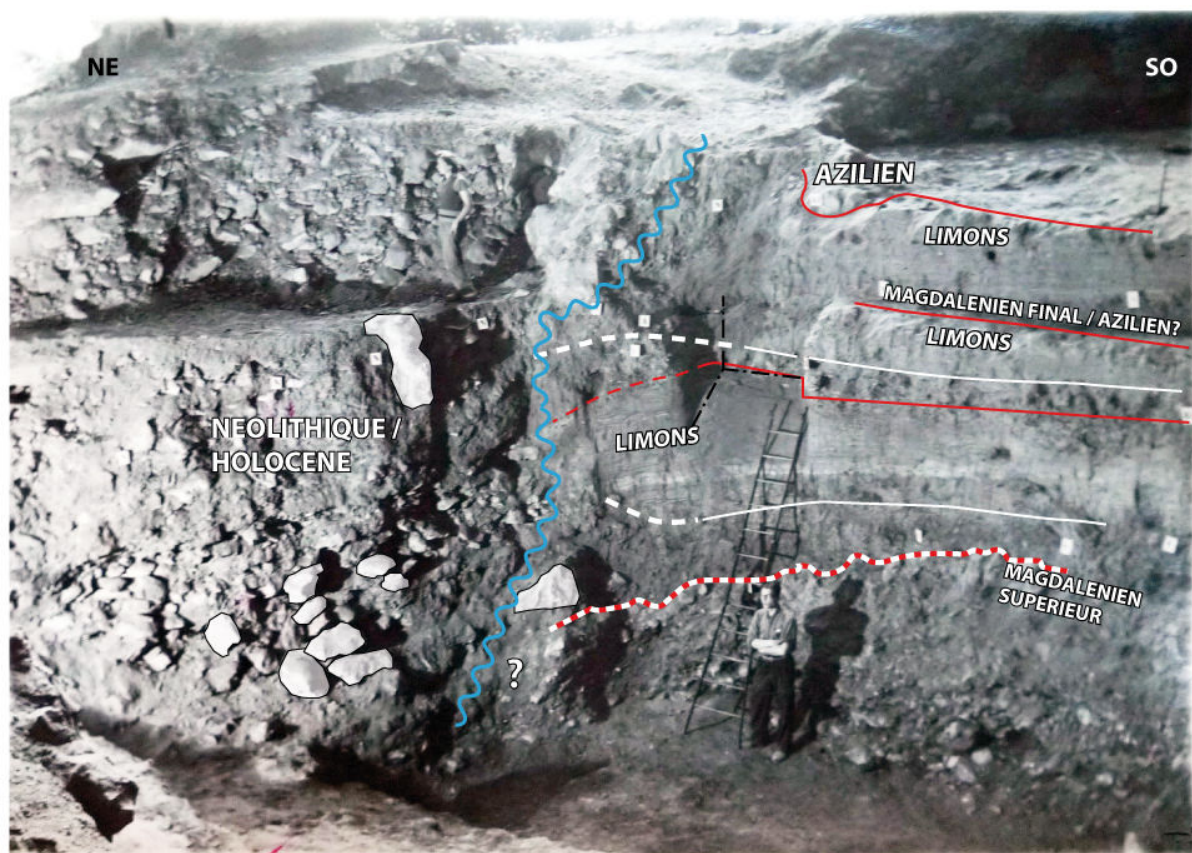
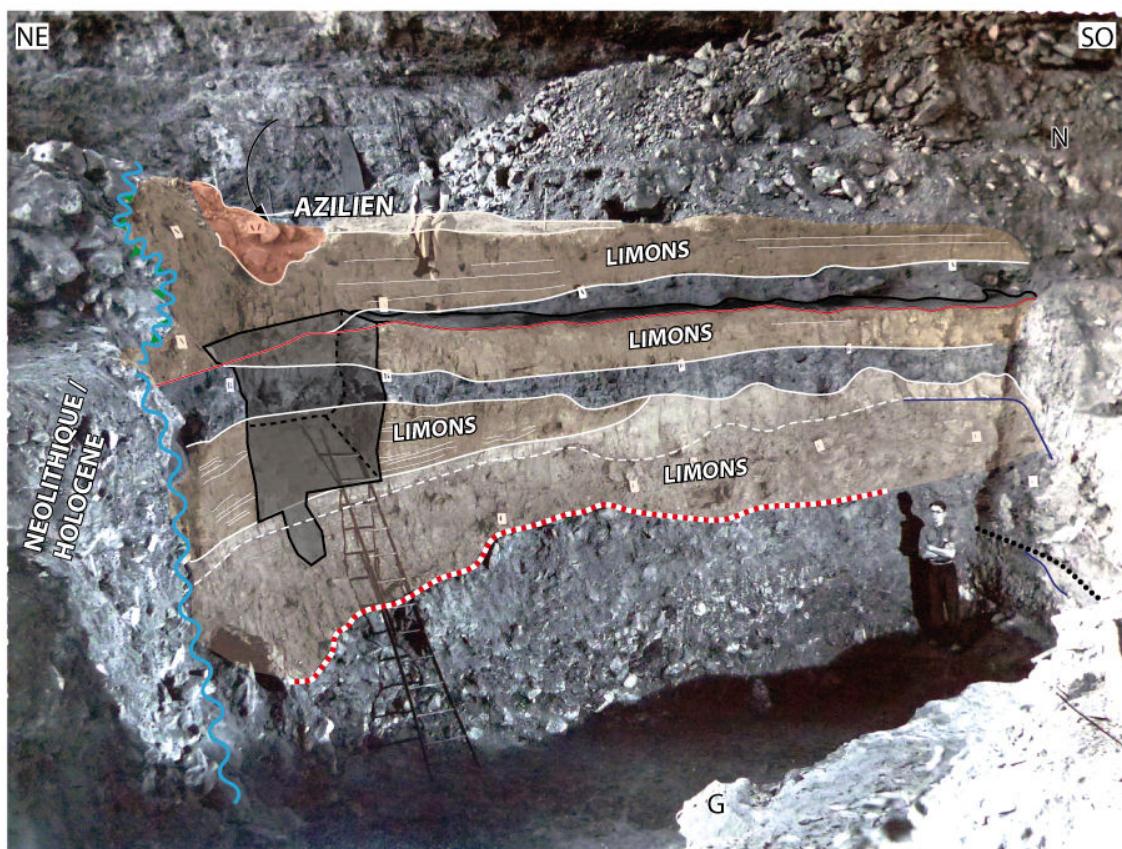


figure 52 : interprétation de la stratigraphie d'après les photos du sondage à la fin des années 1930 (clichés : M. et St-J. Péquart – Dessin C. Pallier, B. Chadelle et S. Hoellinger).

Un vaste chaos de blocs occupe la plate-forme constituant la Rive Gauche. Il se divise en plusieurs formations (Rabanit et Camus *in* Jarry *et al.* 2019) :

- des blocs appartenant à la terrasse rocheuse ancienne de l'Arize, qui marque un niveau d'écoulement ancien, quelques mètres au-dessus de l'actuel ;
- des méga-blocs enfouis qui s'appuient sur cette terrasse rocheuse ;
- des formations gravitaires massives correspondant aux blocs décamétriques effondrés et fracturés à l'aplomb des zones de faille et sous les surfaces d'arrachement ;

Ces trois formations n'ont pas d'attribution chronologique. La quatrième formation, de blocs décamétriques basculés sur le talus ou sapés par la rivière, peut faire partie de la dernière phase d'effondrements de la voûte au début de l'Holocène. En effet, un de ces blocs, sur le sentier d'accès actuel, scelle un niveau archéologique à tessons modelés, attribué en première analyse au Néolithique.

Des massifs et des coulées de calcite tuffacée, dans un état d'altération avancé, scellent les méga-blocs.

Ainsi les dynamiques hydrosédimentaires en Rive Gauche sont très complémentaires des observations menées dans le réseau en rive droite. En l'occurrence, elle enregistre plusieurs phases de crues importantes et récurrentes contemporaines du Magdalénien supérieur, jusqu'à l'Azilien. Ces dernières sont certainement en lien avec les changements climatiques Bölling-Alleröd, plus tempérées, qui peuvent contribuer à l'augmentation du flux hydraulique de l'Arize (humidité plus importante, fontes de neiges hivernales, ...). L'Arize n'a certainement pas incisé encore profondément son lit dans les limons fluvio-lacustres, qu'elle remanie et redépose en rive gauche lors des épisodes de crues.

En rive droite, cette activité n'est plus enregistrée à cette période, les seuls témoins ayant peut-être été détruits par les divers aménagements dans les parages de la route actuelle. L'écoulement n'a pas atteint le niveau de la galerie Breuil et de la salle du Crâne, dans lesquelles les peintures paléolithiques sont conservées.

Les niveaux archéologiques de la Rive Gauche complètent également de manière importante la compréhension de la dynamique d'occupation de la grotte. En effet, les chronologies archéologiques ne paraissent pas simultanées et les occupations semblent, tout du moins en intensité, alterner entre Rive Droite et Rive Gauche tout au long du Magdalénien moyen et supérieur.

Les dépôts sédimentaires et les occupations humaines de la Rive Gauche de la grotte du Mas d'Azil. Étude du sondage Péquart

Par Sixtine Hoellinger

Présentation du sujet d'étude

Les époux Saint Just (1881-1944) et Marthe (1884-1961) Péquart sont venus en Rive Gauche pour la première fois en 1914 (Péquart et Péquart 1937b) puis en 1934, pour fouiller ce qu'il restait des occupations Aziliennes laissées par leur prédécesseur et pionner dans l'étude de la terrasse de la Rive Gauche : Édouard Piette. Les opérations des époux Péquart sont les dernières campagnes de fouilles menées dans ce locus. Depuis 1941, les opérations des époux Marthe et Saint Just Péquart sont les dernières campagnes de fouilles menées dans ce locus. En 2019, le premier survol en drone de la Rive Gauche initiait la reprise des activités dans ce secteur.

Si Édouard Piette, l'initiateur des fouilles en Rive Gauche, a laissé derrière lui des clichés, des lettres dans lesquelles figurent des dessins, des relevés et des rapports de fouilles, les archives documentant les travaux des Péquart sont lacunaires. Les coupes de la fouille des époux Péquart, quasiment les seules encore visibles aujourd'hui. Elles sont l'objet de cette contribution, en tant

que témoin des dernières campagnes archéologiques menées en Rive Gauche. Un travail de recherche historiographique est ainsi nécessaire afin de reprendre et d'actualiser ce que nos prédécesseurs ont observé et compris lors de leurs travaux sur la Rive Gauche.

Méthode d'étude des fouilles et des coupes historiques

Il y a 130ans, débutaient les premières fouilles de la Rive Gauche par Edouard Piette. Géologue, il place au cœur de ses travaux l'approche stratigraphique. Il écrit dans *Hiatus et lacune* (1895, p. 5) : « Mon but était beaucoup moins de réunir une collection que de faire une étude détaillée des couches et de lire dans leur superposition la succession du temps, les progrès de l'industrie et la marche des sociétés humaines. » À l'inverse du système Mortillet qui présentait une paléontologie stratigraphique, Piette pose la démarche stratigraphique comme un élément fondateur de la discipline archéologique, en proposant un schéma évolutif à valeur régionale (Coye 2011 : 206). Sur le terrain, il creuse de vaste tranchée dans la largeur de la terrasse dont il reporte la stratigraphie dans ses carnets et correspondances. Piette lègue de ses fouilles en Rive Gauche des carnets de terrain, des correspondances, ainsi que des croquis témoignant de sa démarche minutieuse dans le détail de la description stratigraphique du gisement de la Rive Gauche. Un travail d'enquête mené par François Bon, Yann Potin et Marc Comelongue a permis de restituer les archives documentaires concernant les opérations de fouilles menées en Rive Gauche par Édouard Piette, Jean Maury, David Cau-Durban et Henri Breuil (cf. rapports PT et PCR). Grâce aux publications de Piette ainsi qu'à ses croquis, il est possible de restituer ses observations concernant le gisement de la terrasse de la Rive Gauche à la fin du XIX^e siècle. Sur le terrain, aucune tranchée n'est encore visible aujourd'hui, seuls des déblais ainsi que des murs de pierres sèches sont présents. Conjugués aux descriptions que Piette en fait dans ses correspondances, cette topographie permet de proposer une restitution spatiale des fouilles anciennes.

Méthode d'étude de la fouille Péquart

La coupe des époux Marthe et Saint-Just Péquart, quant à elle, est encore visible aujourd'hui. Dans un espace de 60 m², correspondant à l'emplacement des dernières fouilles menées en Rive Gauche, subsiste une coupe d'une puissance de 7 mètres. Sapée par des affouillements clandestins, elle est le seul témoin visible de cette période de fouilles. Les documents relatant des opérations de cette rive ont péri lors d'un incendie survenu en 1945 (Vallois et Félice, 1977) inaugurant alors un véritable hiatus documentaire concernant cette période de fouille menée par les époux Péquart entre 1934 et 1942. Pionniers de l'archéologie insulaire, ils inaugurent une nouvelle méthode de fouille sur l'îlot de Téviec puis de de Hoëdic (1928-1935) dans le Morbihan (Valentin *et al.* 2007). Ils publient un manifeste de leur propre méthode de fouilles en 1928 (Péquart et Péquart 1928). Ils rejettent la méthode de fouilles par tranchées qui ne retient « que le bel objet et la stratigraphie comme indicateur temporel » (*ibid.* : 3) et ils opèrent par décapages successifs horizontaux accordant une importance particulière aux relations entre le mobilier et son contexte stratigraphique. Ainsi l'objet devient scientifique et ne peut être étudié hors de son contexte archéologique. Cette méthode de fouille, s'inscrivant pleinement dans le tournant majeur que connaît l'archéologie en termes de méthode dans les années 1940-1950, se rapproche de celle mise au point par André Leroi-Gourhan. « La Préhistoire, écrit Saint-Just Péquart, a dépassé le stade où elle hospitalisait des collections incohérentes, dépourvues des indications les plus élémentaires. » (Coye 2011 : 211).

La démarche stratigraphique est la méthodologie employée dans ce mémoire afin de reprendre l'étude de la coupe des Péquart, à la lumière de ce que leur prédécesseur Édouard Piette avait déjà réalisé, mais aussi grâce aux techniques et observations actuelles.

Un travail historiographique est ainsi nécessaire pour reprendre la chronologie des opérations qui ont lieu depuis 1888 sur la Rive Gauche, ainsi qu'une confrontation de ces archives sur le terrain, permettant une tentative de localisation de l'emplacement des anciennes fouilles. Le relevé

stratigraphique de la coupe visible aujourd'hui permet de reprendre et de comprendre les observations que les Péquart ont réalisées.

Phase des activités de Marthe et Saint Péquart sur la grotte du Mas d'Azil

- 1934 – Mars : reconnaissance sur le terrain de leur prochain emplacement de fouilles sur la Terrasse Rive Gauche ;
- 1935 - Juin, juillet, août : fouilles Terrasse Rive Gauche ;
- 1936 - Juin, juillet, août : fouilles Terrasse Rive Gauche ;
-
- 1937 – Août : fouilles Galerie Rive Droite ; déblaiement des abords de l'entrée, aménagement pour l'évacuation des déblais, fermeture de la Galerie, examen des terres remuées, trouvailles des premiers objets ;
- 1937 – Hiver : publication « le Mas-d'Azil, aperçu sur son histoire et la préhistoire de sa grotte », M. SAINT-JUST-PÉQUART (Revue Lorraine d'Anthropologie, 1937-1938) ;
- 1938 - Juin, juillet, août : fouilles Galerie Rive Droite. Dépôt au Musée de Saint-Germain des œuvres d'art déjà trouvées ;
- 1938 – Hiver : publication : « Nouvelles fouilles au Mas-d'Azil ; Néolithique-Azilien », M. et SAINT-JUST-PÉQUART (Préhistoire, t. VIII, 1938) ;
- 1939 - Juin, juillet, août : fouilles Galerie Rive Droite ;
- 1940 - Août à décembre : fouilles Galerie Rive Droite
- 1941 - Année entière : fouilles Galerie Rive Droite
- publication : « Nouvelles découvertes à la grotte du Mas-d'Azil » (Bull. de la Société d'Anthropologie de Paris, t.2, 1941 ; L'anthropologie, 1939-1940) ;
- 1942 - Année entière : fouilles reprise sur la Terrasse de la Rive Gauche ;
- publication : « Récentes découvertes de deux œuvres d'art magdaléniennes », M. et SAINT-JUST PÉQUART (Revue Scientifique, février 1942) ;
- préparation de la rédaction des fouilles de l'Habitat de la Galerie, réfection des objets ;
- 1943 - Année entière : fouilles Galerie Rive Droite : exploration du Sanctuaire ;
- exposition des outillages et pièces d'art de l'Habitat de la Galerie à l'Hôtel de Ville de Foix (Ariège) ;
- 1944 - Janvier à juin : fouilles Galerie Rive Droite Sanctuaire.

En 1938, les époux Péquart publient dans le tome VIII de « La Préhistoire » un premier rapport de fouille concernant leurs opérations menées depuis 1935 (Nouvelles Fouilles au Mas d'Azil (Ariège), Préhistoire, t.VIII) dans lequel figurent leurs premiers schémas et dessins, les seuls trouvables aujourd'hui.

Le dessin en figure 53 représente la zone d'étude d'une surface de 60 m² qui a été fouillée selon une méthode de décapage planimétrique. La coupe B-N-N' est la coupe qui a fait l'objet d'un relevé stratigraphique en décembre 2019. Les Péquart ont relevé chaque coupe, marquant une interruption dans leurs observations là où les anciennes fouilles ont perturbé la lecture de la stratigraphie, le propre sondage des Péquart recoupant ceux plus anciens, correspondant à l'emplacement d'une des tranchées de Piette (figure 54).

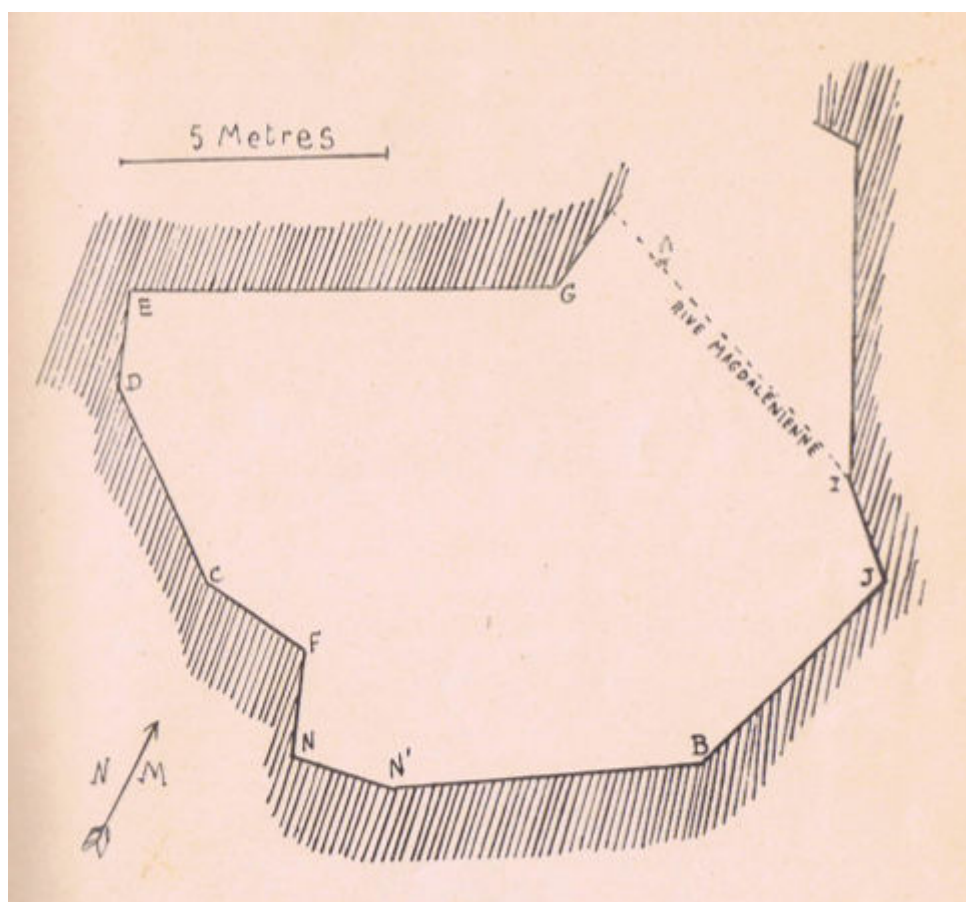


figure 53 : zone d'étude des époux Péquart (d'après Péquart et Péquart 1938).

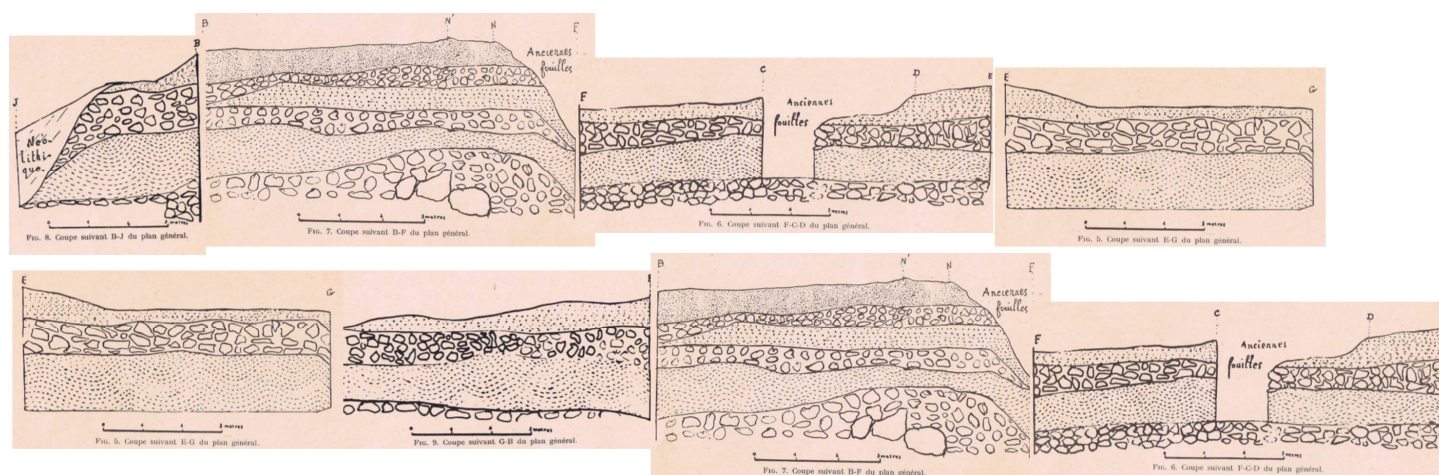


figure 54 : montage des différentes coupes des fouilles des époux Péquart (d'après Péquart et Péquart 1938).

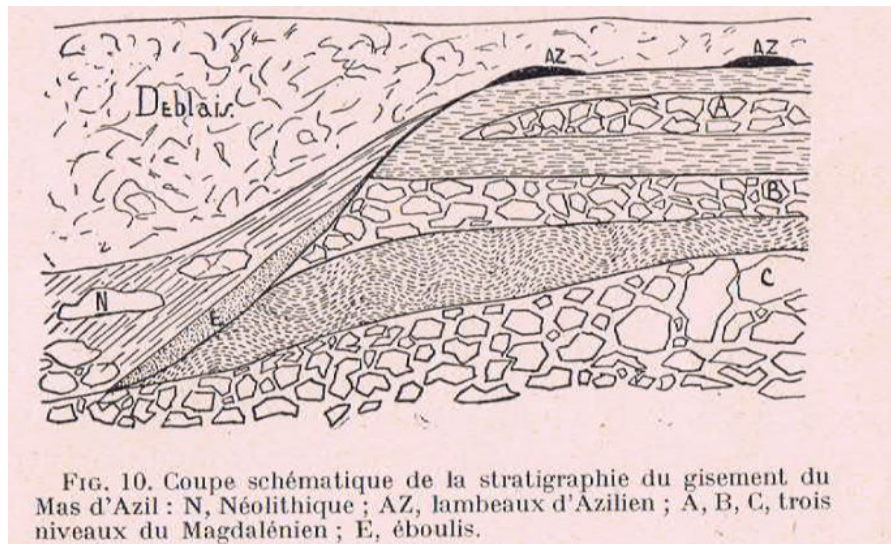


figure 55 : relevé de la coupe J-B-N-N' in Péquart et Péquart 1938.

Le dessin de la figure 55 est la coupe schématique de la stratigraphie relevée sur la portion J-B-N-N'. Cette coupe au sud de la terrasse, orientée est-ouest présente la stratigraphie la plus complète parmi tout leur relevé. Ils décrivent dans leur texte, trois niveaux d'occupations magdaléniennes (A, B, C) interstratifiés dans des niveaux stériles de limons d'une épaisseur variant de 1 mètre à 1,50 mètres. À la partie sommitale ne subsistent que des lambeaux d'occupations aziliennes. Les Péquart distinguent deux niveaux de terrasses, l'une supérieure comprenant les niveaux d'occupations magdaléniennes, et une autre, dite inférieure, marquée par une couche d'éboulis (E) sur laquelle repose un niveau d'occupation Néolithique (N) formant la troncature avec la terrasse supérieure.

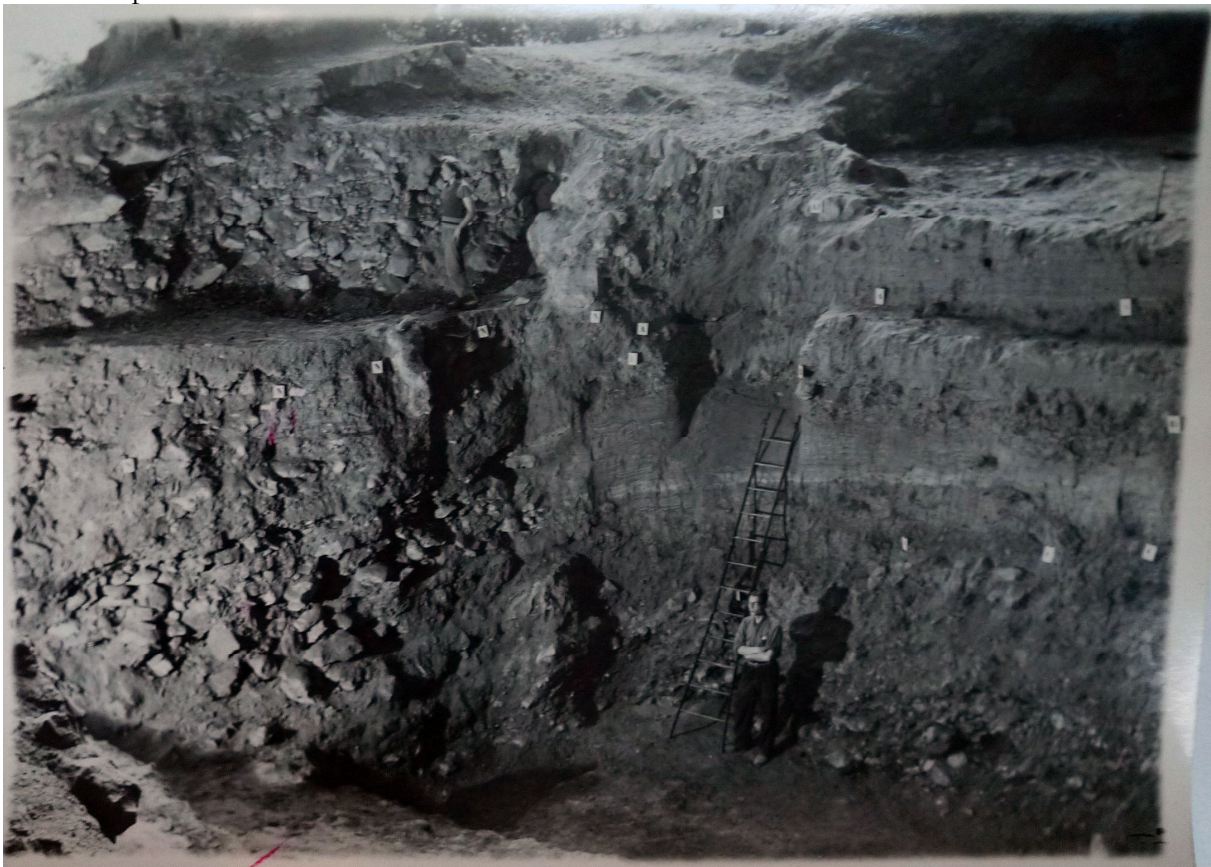


figure 56 : photographie montrant la coupe B-J-N, publiée en 1938 dans le t. VIII de « La Préhistoire ». Archives : Alteirac.

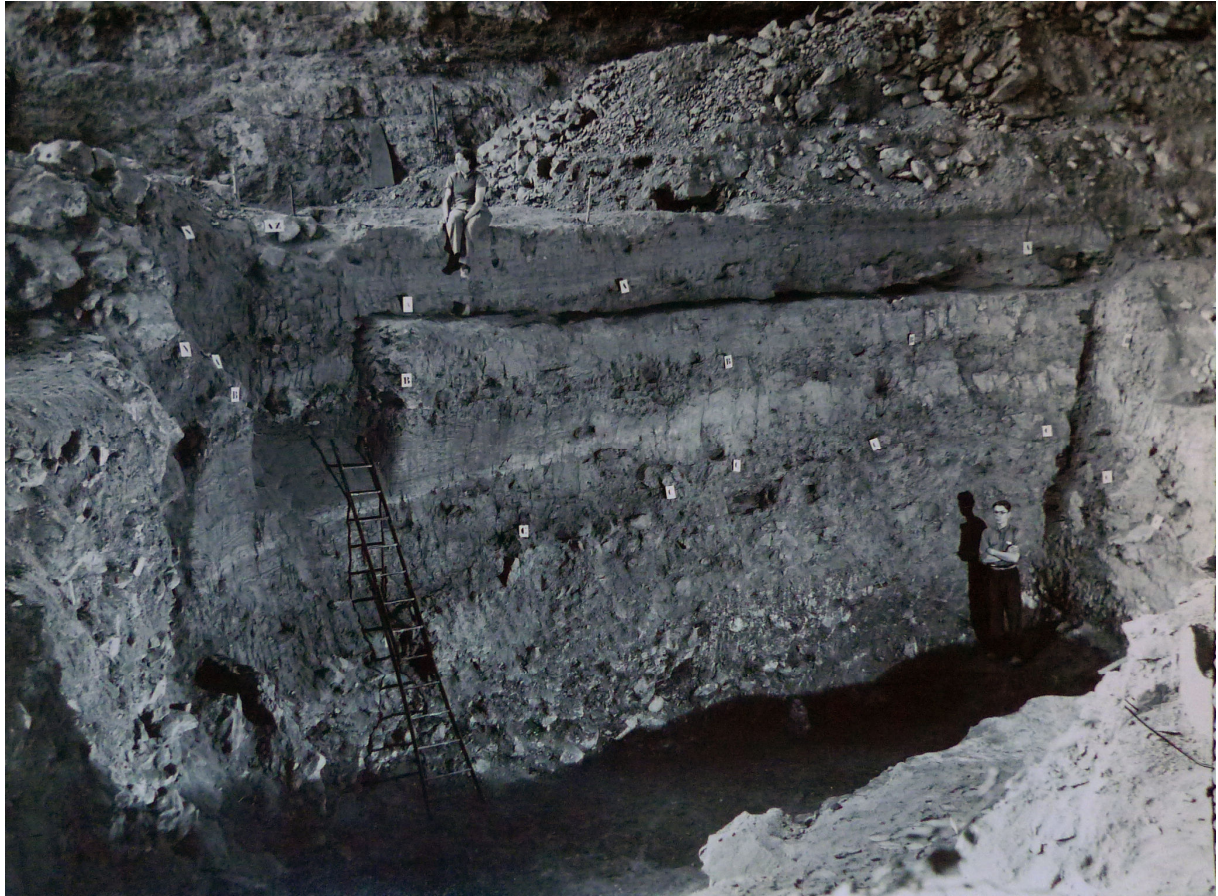


figure 57 : photographie montrant la coupe B-N-N', publiée en 1938 dans le t. VIII de « La Préhistoire ». Archives : Alteirac.

Localisation des fouilles anciennes.

Grâce au travail d'enquête de François Bon, Yann Potin avec la collaboration de Marc Comelongue, parmi les archives dispersées en France, les données concernant les activités de la Rive Gauche depuis 1888, ont pu être restituées (cf. Jarry *et al.* 2016 et 2018).

En 1888, la première opération de fouille clandestine menée par Maury, alors pâtissier au Mas d'Azil, inaugure une longue période de fouille sous la direction de Piette. Les indications de localisations des sondages anciens se trouvent éparées, dans des correspondances dont les descriptions font référence à des points de repères tacites entre les correspondants (cf. *supra* Bon *et al.*). En confrontant les descriptions données dans ces archives, au terrain, il est possible de proposer une hypothèse de localisation des sondages anciens (figure 58). Piette avait pour habitude de sceller les tranchées qu'il avait fait creuser par des déblais de gros blocs, qui sont aujourd'hui autant d'indications visibles sur le terrain.

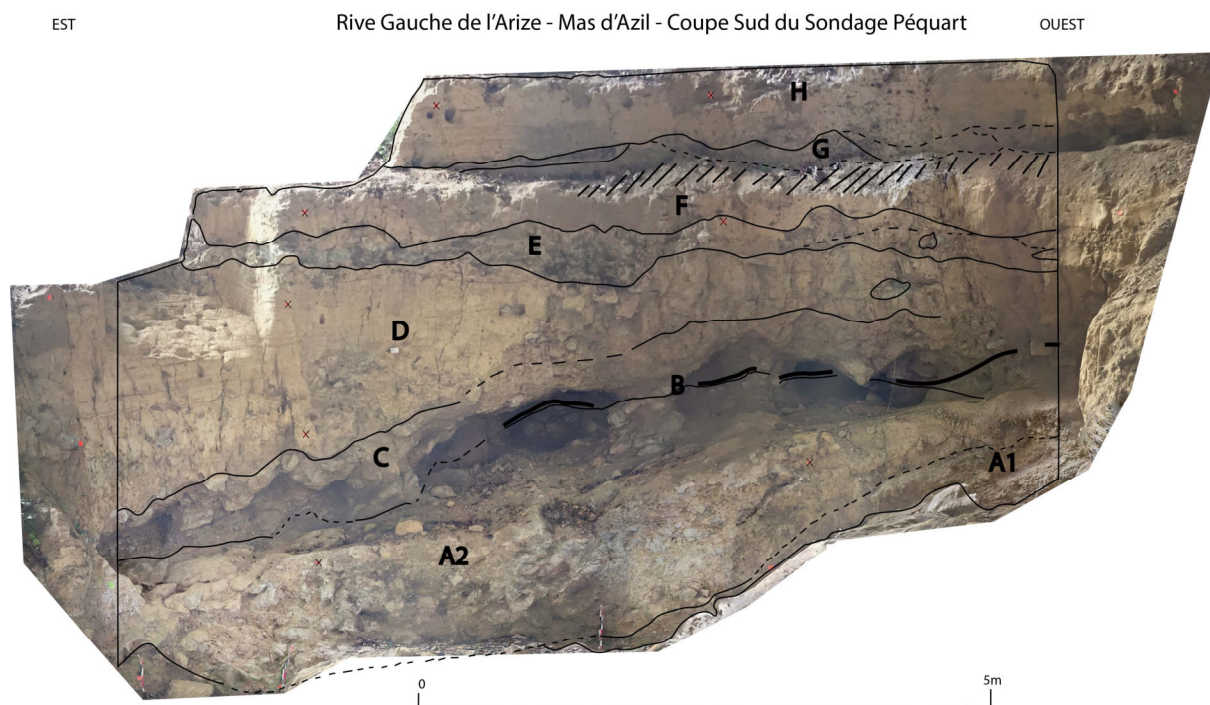


figure 59 : photogrammétrie de la coupe sud de la fouille des Péquart prise en 2019 montrant l'état actuel de la coupe avec le relevé stratigraphique (photogrammétrie Vincent Arrighi / Inrap, dessin Sixtine Hoellinger / Univ. Toulouse).

Stratigraphie de la coupe Sud des Péquart - Rive Gauche de l'Arize - Mas d'Azil

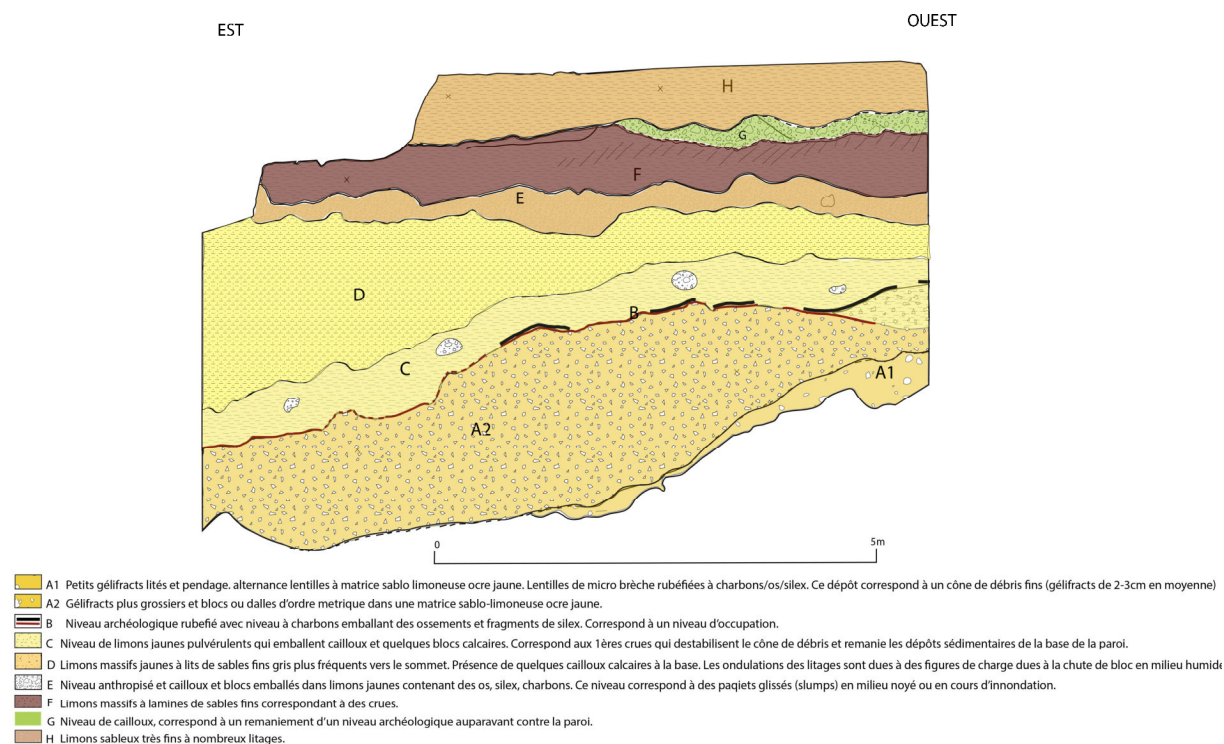


figure 60 : relevé stratigraphique de la coupe sud de la fouille Péquart en Rive Gauche (dessin Sixtine Hoellinger / Univ. Toulouse).

Relevé stratigraphique de la coupe Sud de Marthe et Saint Just Péquart (figure 59 et figure 60)

Une première sous couche notée *A1* se caractérise par des petits gélifracts lités de 2-3 cm en moyenne (jusqu'à 5 cm de grand axe). On y trouve une alternance de lentilles à matrice sablo-limoneuse jaune ocre ainsi que des lentilles de micro-brèches rubéfiées à charbons, os et silex. Ce dépôt correspond à un cône de débris fins. Les gélifracts issus de la paroi de la grotte ont été alimentés par un phénomène de gel et de dégel. Lorsque l'eau contenue dans les parois poreuses ou fissurée gèle, son volume augmentant, elle provoque par la pression qu'elle exerce un éclatement de la roche.

La couche lui succédant est le deuxième sous ensemble noté *A2* qui rassemble des geliffracts plus grossiers et des blocs ou dalles d'ordre métrique dans une matrice sablo-limoneuse jaune ocre. A l'inverse de la première sous couche *A1*, où les lentilles de micro-brèche évoque un niveau archéologique, rien de tel n'apparaît ici.

Les deux sous couches suivantes observées n'ont pas été relevées sur le dessin de la stratigraphie, mais contiennent pour la première notée *A3*, des gélifracts plus fins ainsi que des micro brèches archéologiques. Succède à ce niveau, des blocs de calcaire de 30 à 50cm issus de l'effondrement de la voute calcaire, formant le dernier sous ensemble noté *A4*.

C'est ensuite un grand ensemble qui se développe sur les deux tiers de la séquence visible de cette coupe. Il comprend les limons d'inondations dans lesquels s'intercalent les 4 niveaux anthropisés correspondant à des foyers magdaléniens. Le premier niveau anthropisés sur la coupe visible pourrait peut-être correspondre à l'endroit où ont été observées les lentilles de micro brèches dans le niveau *A1* et *A3*.

Le niveau noté *B* sur la coupe visible aujourd'hui repose immédiatement sur la couche *A4*. Il correspond à un niveau archéologique rubéfié avec un niveau de charbons emballant des ossements et fragments de silex correspondant à un niveau d'occupation.

Repose sur ce niveau une couche notée *C*, qui comprend des limons jaunes pulvérulents emballant des cailloux et quelques blocs calcaires. Ce niveau correspond aux premières crues qui déstabilisent le cône de débris et qui remanient les dépôts sédimentaires à la base de la paroi. La couche supérieure notée *D*, correspond à un niveau de limons massifs jaunes à lits de sables fins gris plus fréquents vers le sommet. On note également la présence de quelques cailloux calcaires à la base. Les ondulations des litiges observées sont dues à des figures de charge causées par la chute de blocs en milieu humide ou noyé.

Reposant sur ces niveaux, un niveau anthropisé, noté *E* contient des cailloux et des blocs emballés dans des limons jaunes contenant des os, des silex et des charbons. Il correspondrait à des « paquets » glissés en milieu noyé ou « *slumps* ». Ce phénomène se produit lorsque des sédiments encore gorgés d'eau glissent latéralement sous l'effet de la gravité.

Le niveau *F* se caractérise par des limons massifs à lamines de sables fins, et correspond à des crues. Lui succède alors un niveau de cailloux noté *G*, correspondant à un remaniement d'un niveau archéologique auparavant situé contre la paroi. Remaniement dû, sans doute, à une crue, comme le montre la couche supérieure *H* et la dernière de cette stratigraphie, composé de limons sableux très fins à nombreux litiges.

Résultats (figure 61)

Le premier sous-ensemble *A1*, caractérisé par des petits gélifracts ainsi que des micro-brèches rubéfiées, correspondrait dans la stratigraphie Piette à la couche *N*, qu'il décrit comme un niveau comprenant les vestiges d'une couche archéologique indiquée par du charbon, des pierres, des ossements de cerf et quelques silex magdaléniens. Cette couche repose sur de la terre graveleuse

et jaunâtre mélange de limons et de pierre (couche P dans la stratigraphie Piette) qui n'a pas été relevé sur la coupe visible.

Le deuxième sous-ensemble noté A2 rassemblant des gélifracsts plus grossiers, évoque déjà par sa ressemblance la couche A4, dernière du sous ensemble, et correspondrait à la couche notée M dans la stratigraphie de Piette. Il l'a décrite comme une couche de pierrailles et de limons.

Les deux sous-couches suivantes observées qui n'ont pas été relevées sur le dessin de la stratigraphie, contiennent pour la première notée A3, des micro brèches archéologiques. La présence de ces micro-brèches évoque, et de par sa position également, le niveau noté L dans la stratigraphie de Piette qui contient de la terre noire mélangée avec de la cendre du charbon, remplie de pierrailles et quelques silex taillés de formes magdalénienne. D'après les observations de Piette, cette couche est le reste d'une couche archéologique très remaniée par une inondation. À cet endroit, les eaux ont été assez fortes pour retirer toutes les parties menues et ne laisser que les pierrailles, soit les gélifracsts. Il écrit aussi qu'au nord de la Rive Gauche, il ne reste rien de cette couche et qu'au sud, là où il n'y a pas de barrage de pierre pour la protéger, cette couche a été remplacée par un lit de pierres.

Le niveau lui succédant forme le dernier sous ensemble noté A4. Comme dit précédemment, ce niveau rappelle le niveau A2, et rejoint une correspondance également observée par Piette dans sa stratigraphie, des niveaux K et M. Son niveau noté K étant le niveau A4 sur la coupe visible aujourd'hui. Piette observe que dans ce niveau la moitié de sa masse est formée par des pierres qui semblent être tombés de la voute dont le reste est rempli de limon jaune et de sable.

De même que dans la stratigraphie Piette, c'est ensuite un grand ensemble qui se développe sur les deux tiers de la séquence visible de cette coupe. Il comprend les limons d'inondations dans lesquels s'intercalent les 4 niveaux d'occupations du Magdalénien final (Magdalénien VI dans la chronologie de Piette). Le premier niveau magdalénien sur la coupe visible pourrait peut-être correspondre à l'endroit où ont été observées les lentilles de micro brèches dans le niveau A1 et A3.

Le niveau noté B, niveau archéologique rubéfié, correspondant à un niveau d'occupation. Ce niveau archéologique en place serait peut-être un deuxième foyer Magdalénien, et par la description qu'en fait Piette, il correspondrait dans sa stratigraphie au niveau J. D'une vingtaine de centimètres d'épaisseur, il observe un lit de pierres et de terre mélangé avec de la cendre et du charbon et contenant des silex taillés de formes magdaléniennes. Cependant dans sa stratigraphie, il observe un remaniement du reste de la couche archéologique qui a été lavée par inondation. Ce niveau semble également correspondre au sommet de la couche magdalénienne notée C dans la stratigraphie des Péquart. Le niveau magdalénien des Péquart englobe dans notre stratigraphie les niveaux A1, A2, A3 et A4.

À ce niveau, et dans les deux stratigraphies, celle de Piette et de la coupe visible, repose un niveau noté ici C. Si la correspondance avec la stratigraphie Piette semble être avec le niveau I qui, dans ses descriptions, est un niveau de limon sableux, schistoïde dont la masse compacte est d'un jaune brun. Dans la coupe visible se succèdent immédiatement deux couches de limons, C et D. Piette fournit une description dans "Hiatus et Lacune" (1895) de la couche qu'il note I et qui correspond à la couche inférieure de cette coupe visible (C) mais qui évoque aussi la couche D. La couleur des limons au sommet de la couche I, tirant sur le gris voire le brun, outre par sa composition semble correspondre ici à la couche D. Il serait alors une même couche C et D correspondant au niveau I dans la stratigraphie de Piette.

Reposant sur ces niveaux, un niveau anthropisé, noté E contient des cailloux et des blocs emballés dans des limons jaunes contenant des os, des silex et des charbons. La corrélation dans la stratigraphie Péquart se fait avec leur niveau magdalénien noté B qui repose sur une couche de limons, (limons 3). Dans la succession stratigraphique de Piette, cette couche semble correspondre à celle qu'il a notée H. Il observe de la terre noire devant sa couleur à la cendre des déchets de chair brûlés dans les foyers. Il note également qu'elle est remplie de pierrailles, ces pierrailles seraient alors ces paquets glissés en milieu noyé. Il y trouve également des silex

magdaléniens, des petits grattoirs, des gravures sur os, sur bois de rennes et de cerf ainsi que des harpons.

Les couches archéologiques observées depuis la base de la paroi appartiennent dans la stratigraphie Piette à une même formation qu'il appelle élapho tarandienne, correspondant aux dernières périodes du Magdalénien supérieur, et, dans sa stratigraphie aux niveaux P, N, M, L, K, J, I, H, G, F, E.

Dans cette coupe, 4 niveaux anthropisés ont été identifiés, s'il ne s'agit que de micro-brèches archéologiques dans le niveau A1 et A3 à la base des limons, les trois autres foyers sont caractérisés par les couches B, E, et G. Ils correspondraient sans doute aux niveaux magdaléniens interstratifiés observés par les Péquart et notés C, B, A, dans leur stratigraphie.

Dans la stratigraphie Piette, le niveau azilien, noté couche C, caractérisé par de la terre noire renfermant de la cendre, du charbon, des galets colorés, des harpons perforés, des silex de forme magdalénienne, des grattoirs ronds, est en contact direct à son niveau supérieur avec une couche de cendre. Ces deux couches reposant sur des limons, témoins des inondations importantes qui précèdent ces deux assises de transitions, cessent à l'époque où ces deux couches se forment. Il ne peut donc pas y avoir une couche de limons formée au niveau supérieur. Avec les observations faites sur la coupe visible et la comparaison des interprétations de Piette (figure 63), la couche notée G devraient correspondre à la couche notée E et F dans la stratigraphie de Piette, et la couche magdalénienne A des Péquart. Dans la stratigraphie relevée cette année, la couche G, s'interrompt nettement, les limons supérieurs, viennent éroder la couche G et se

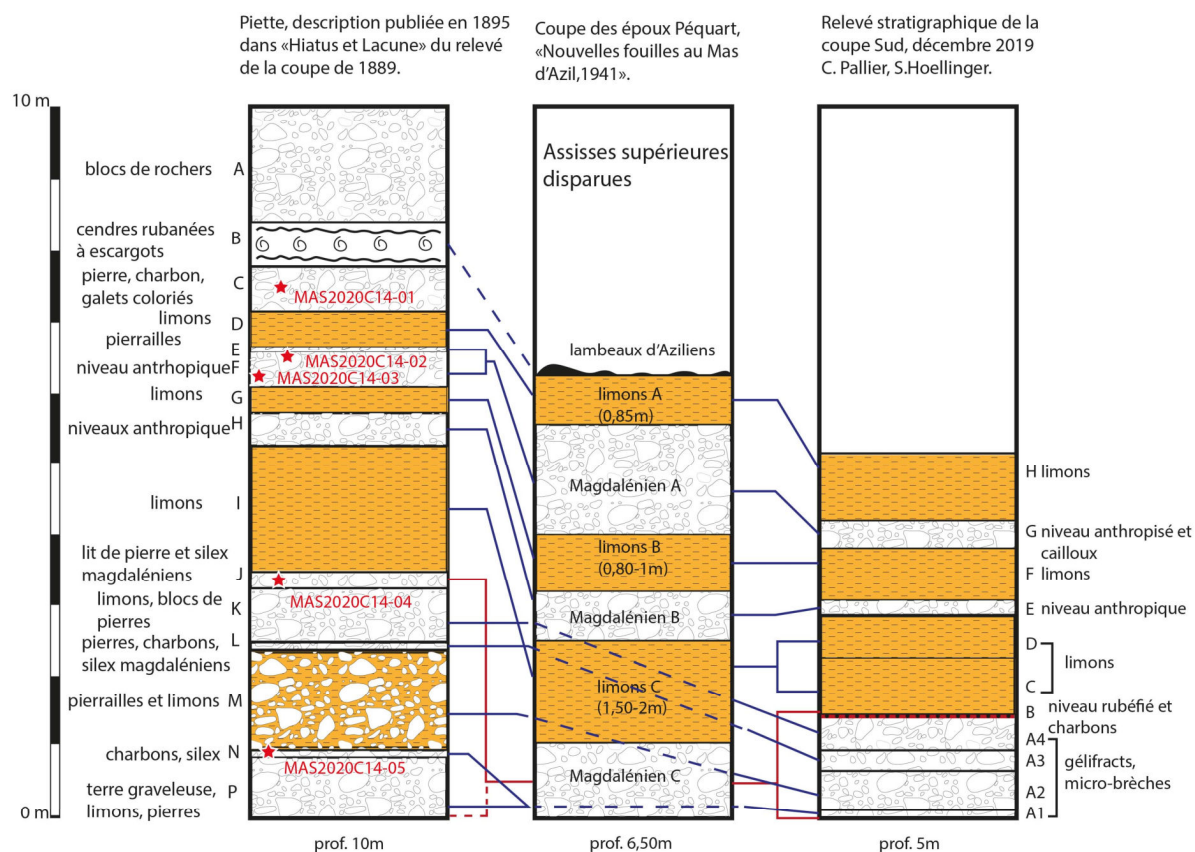


figure 61 : proposition de correspondances des logs stratigraphiques entre Piette (1889), les époux Péquart (1941) et nos travaux (C. Pallier S. Hoellinger 2019), altitudes relatives (dessin Sixtine Hoellinger / Univ. Toulouse).

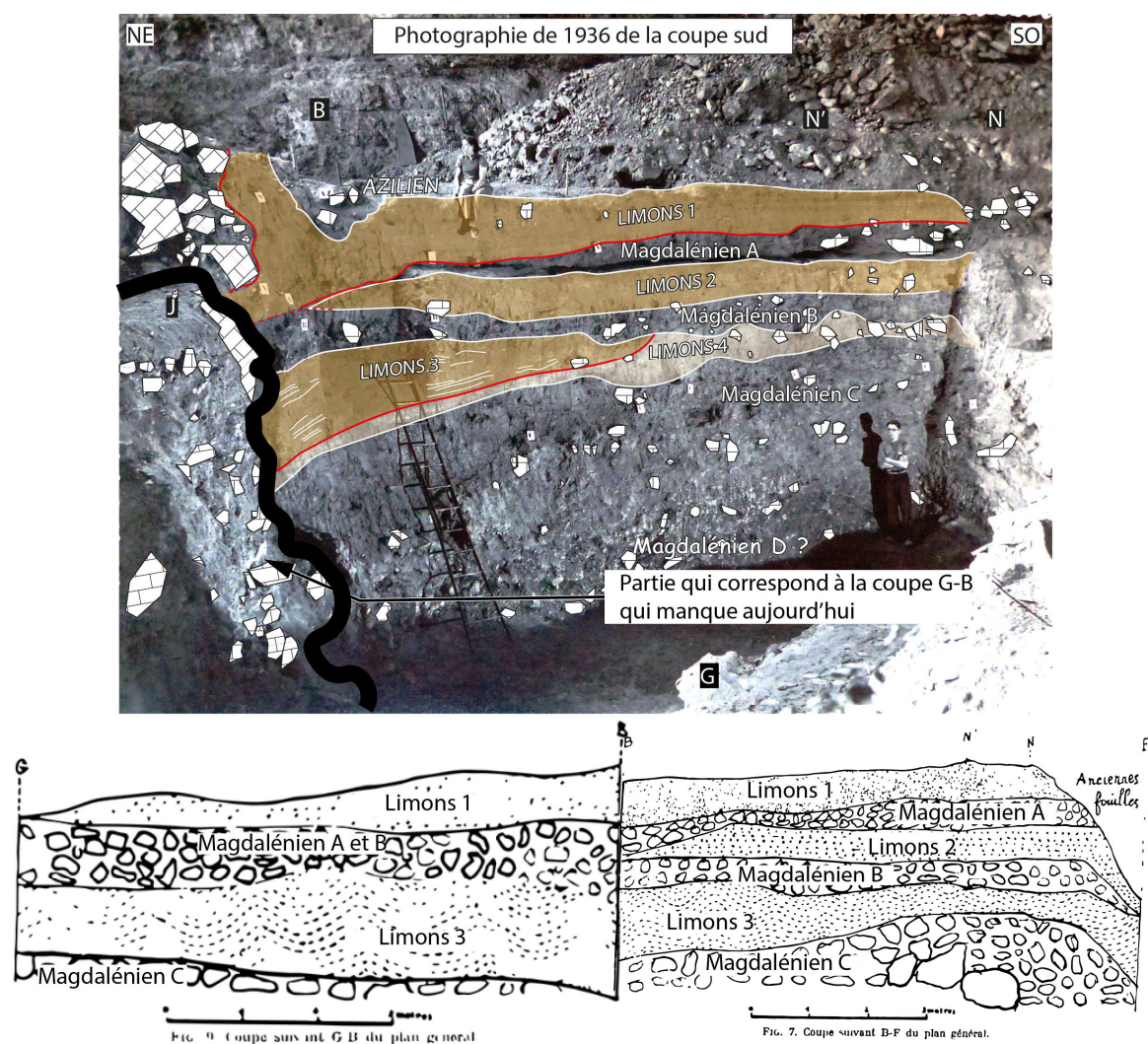


figure 62 : proposition de report des informations stratigraphiques sur les documents des époux Péquart 1936 et 1938 (dessin Sixtine Hoellinger / Univ. Toulouse).

poser en discordance sur celle-ci. La couche A des Péquart présente la même troncature nette (figure 62). La couche supérieure, E, est un lit discontinu de pierrailles résultant de la troncature partielle de la couche archéologique sous-jacente notée F. Couche noirâtre, elle est formée de cendre, de charbons et de silex taillés de forme magdalénienne reposant sur une couche de limon. Ici, cette couche G observée sur la coupe visible est un niveau de cailloux correspondant à un remaniement archéologique d'un gisement auparavant situé contre la paroi. À son niveau supérieur, repose sur elle une couche de limons sableux très fins à nombreux litages fins notée H sur la coupe visible, correspondant, sans doute au niveau noté D dans la stratigraphie Piette. C'est un niveau de limon schisteux et feuilleté sur lequel repose le niveau C à galets colorés.

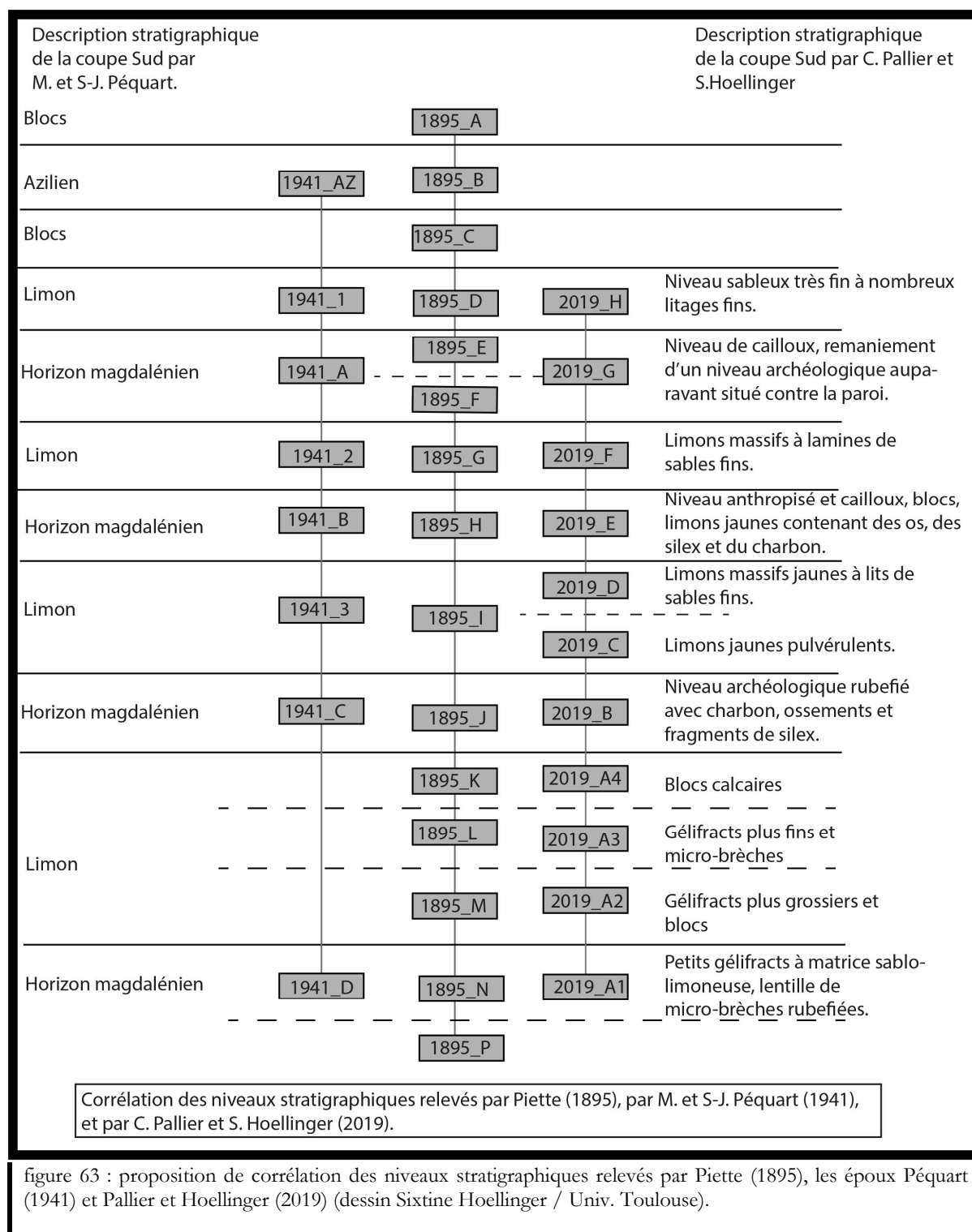


figure 63 : proposition de corrélation des niveaux stratigraphiques relevés par Piette (1895), les époux Péquart (1941) et Pallier et Hoellinger (2019) (dessin Sixtine Hoellinger / Univ. Toulouse).

Conclusion et perspectives

La stratigraphie relevée par les époux Péquart montre une stratigraphie « idéalisée » qui ne rend compte que des niveaux archéologiques. Les informations issues des anciennes fouilles et la collection de mobilier archéologique de Piette et de celle des époux Péquart rassemble tous les éléments qui permettent de caractériser une occupation humaine. La description stratigraphique de leur sondage est idéalisée et ne rend compte que de phénomènes de crues ayant déposé des limons, qui seraient alors la cause d'une interruption de l'occupation humaine de la Rive Gauche.

Mais cette description stratigraphique ne rend pas compte des autres éléments plus complexes qui auraient conditionné la mise en place du gisement de la Rive Gauche qu'une cartographie très précise et une analyse micro-morphologique pourraient révéler. Une première paléo-topographie de la grotte avait été esquissée par Edouard Piette lorsqu'il distinguait les endroits où « les eaux ont lavé les couches archéologiques » des lieux où la rivière, au moment des crues, n'atteignait pas certaines zones de la terrasse. Il distinguait comme le font plus tard les Péquart, deux terrasses, ou du moins, un îlot archéologique qui aurait été épargné par les crues de l'Arize.

Action 2-C : chronologie relative et datation des dépôts

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

Prélèvements 2020

En 2020, nous avons été autorisés à réaliser des prélèvements pour datation par la méthode du radiocarbone, pour U/Th et pour la méthode des cosmonucléides (cf. *supra* et tableau d'inventaire des prélèvements en fin de rapport) :

- 6 échantillons ont été réalisés pour la méthode du radiocarbone ;
- 3 pour la méthode des cosmonucléides ;
- 1 pour la méthode de l'équilibre Uranium/Thorium.

Méthode du radiocarbone

Échantillon MAS2020C14-01

Charbons - cet échantillon a été prélevé en Rive Gauche de l'Arize, au sein du Cantonnement Maury, dans le niveau Azilien (foyer F3, cf. *infra*) (cf. figure 64 et *infra* Axe 3). Il s'agissait d'obtenir, au-delà des seules datations réalisées sur du matériel issu des fouilles anciennes (Kegler 2007) des calages chronologiques fiables et bien repérés dans les stratigraphies. En outre, il fallait, en étant le moins possible intrusif, identifier ce lambeau de couche archéologique.

Échantillon MAS2020C14-02

Charbons - cet échantillon a été prélevé en Rive Gauche de l'Arize, au sein du Cantonnement Maury, dans le sondage anciens 1, dans la couche archéologique *a priori* magdalénienne recouverte par la dernière couche de limons d'inondation (cf. figure 64 et *infra* Axe 3). Il s'agissait, ici aussi, d'obtenir, au-delà des seules datations réalisées sur du matériel issu des fouilles anciennes des calages chronologiques fiables et bien repérés dans les stratigraphies.

Échantillon MAS2020C14-03

Cendres – cet échantillon a été prélevé en Rive Gauche, il provient lui aussi du secteur du Cantonnement Maury, cette fois-ci dans le sondage ancien n°2. Le prélèvement a été réalisé au sein du foyer laissé en place au fond du sondage lors des fouilles anciennes (cf. figure 64 et *infra* Axe 3). La problématique est la même que pour les prélèvements 01 et 02. Ce foyer, sous les 70 cm de limons d'inondation, doit correspondre au niveau prélevé pour l'échantillon 02.

Échantillon MAS2020C14-04

Charbons – cet échantillon a été prélevé en Rive Gauche. Dans le secteur des fouilles Péquart (cf. figure 64). Le prélèvement a été réalisé au sein de la couche B du relevé 2020 (cf. *supra*, équivalente à la couche J de Piette 1895 et à la couche C des Péquart 1941).

Échantillon MAS2020C14-05

Charbons – cet échantillon a été prélevé en Rive Gauche. Dans le secteur des fouilles Péquart (cf. figure 64). Le prélèvement a été réalisé au sein de la couche A1 du relevé 2020 (cf. *supra*, équivalente à la couche N de Piette 1895 et à la couche D des Péquart 1941).

Échantillon MAS2020C14-06

Os – cet échantillon a été prélevé en rive droite, dans le secteur du Théâtre (secteur II.1) au sommet du niveau F2b du Log 2 (figure 65). En 2019, lors du nettoyage et du relevé de ce log, des ossements ont été repérés en place. Une datation permettrait de mieux caler cette importante séquence comprenant des lacunes et des hiatus.



figure 64 : localisation des prélèvements MAS2020C14-01 à 05 (clichés et dessin Marc Jarry / Inrap-Traces, stratigraphie Sixtine Hoellinger / Univ. Toulouse).

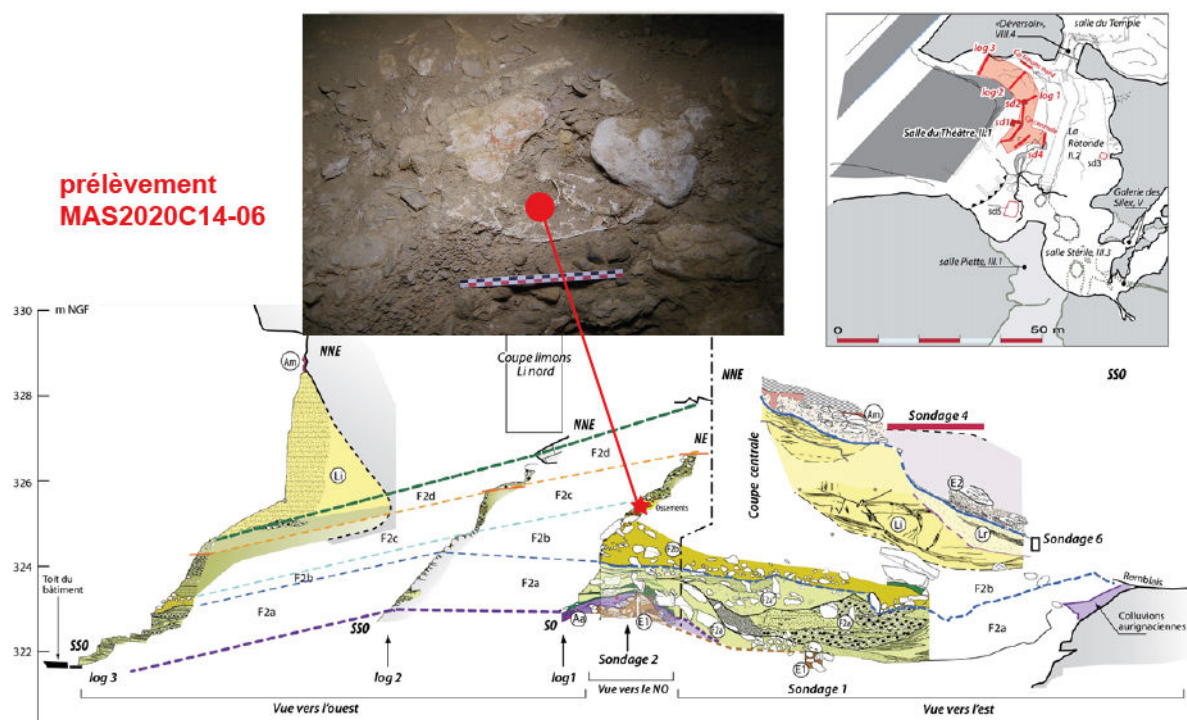


figure 65 : localisation du prélèvement MAS2020C14-06 (cliché © Marc Jarry / Inrap-Traces, relevé Céline Pallier et Grégory Dandurand/ Inrap-Traces et dessin Céline Pallier / Inrap-Traces)

Méthode des cosmonucléides

Une première datation par la méthode des cosmonucléides a été obtenue en 2019 dans la salle du Temple, au sein des remplissages fluviaux (cf. Jarry *et al.* 2019). Cette datation avait donné le résultats n°31, par le laboratoire de Purdue University (échantillon 2020Cosmo-Azil01) : $0,15 \pm 0,005$ Ma. Cette date, très intéressante, compatible mais surprenante, mérite d'être encadrée par d'autres datations complémentaires, qui permettraient de dater les remplissages anciens de la grotte, au plus proche de sa formation. Ainsi, 3 échantillons ont été réalisés en 2020 et seront confiés à des laboratoires en 2021.

Échantillon MAS2020COSMO-01

Sédiment – cet échantillon a été prélevé en rive droite, dans la salle du Temple, au sommet de la séquence alluviale (figure 66).

Échantillon MAS2020COSMO-02

Sédiment – cet échantillon a été prélevé en rive droite, dans le diverticule ouest (départ de galerie) de la galerie qui mène à la salle des Chauves-Souris (secteur XIII.3) (figure 67).

Échantillon MAS2020COSMO-03

Sédiment – cet échantillon a été prélevé en rive droite, dans la salle du Temple, à la base de la séquence alluviale (figure 66).

Méthode des équilibres U/Th

Échantillon MAS2020UTH-01

Calcite de plancher stalagmitique – Cet échantillon a été prélevé dans la première salle de la Galerie du Renne (secteur XII.1), dans les niveaux supérieurs de planchers stalagmitique de celle-ci, afin de dater la fin de la sédimentation de cette salle (figure 68).

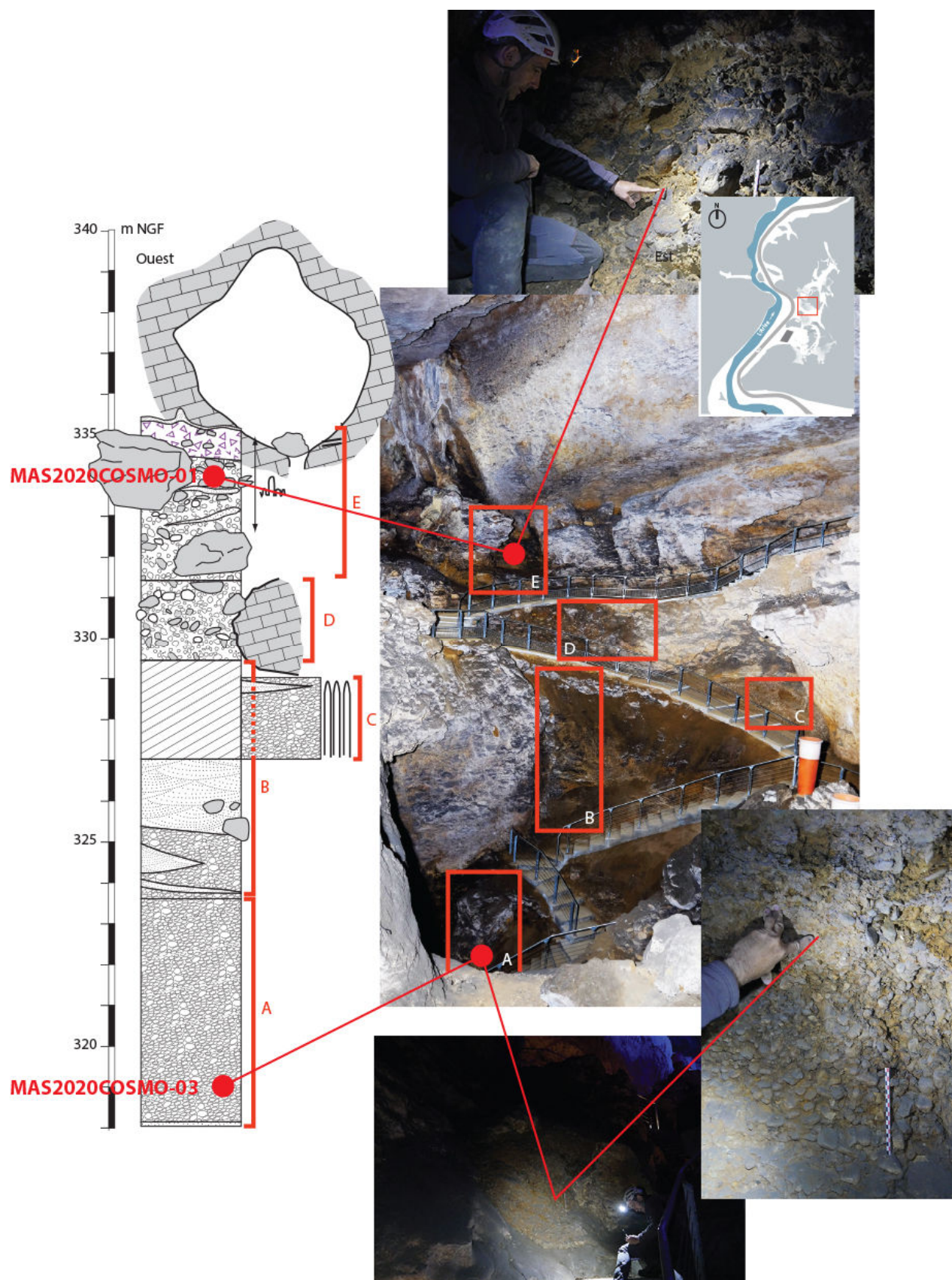


figure 66 : localisation du prélèvement MAS0202COSMO-01 et MAS2020COSMO-03 (log stratigraphique Céline Pallier / Inrap-Traces, clichés Marc Jarry / Inrap-Traces).



figure 67 : localisation du prélèvement MAS2020COSMO-02 (cliché et dessin Mars Jarry / Inrap-Traces).

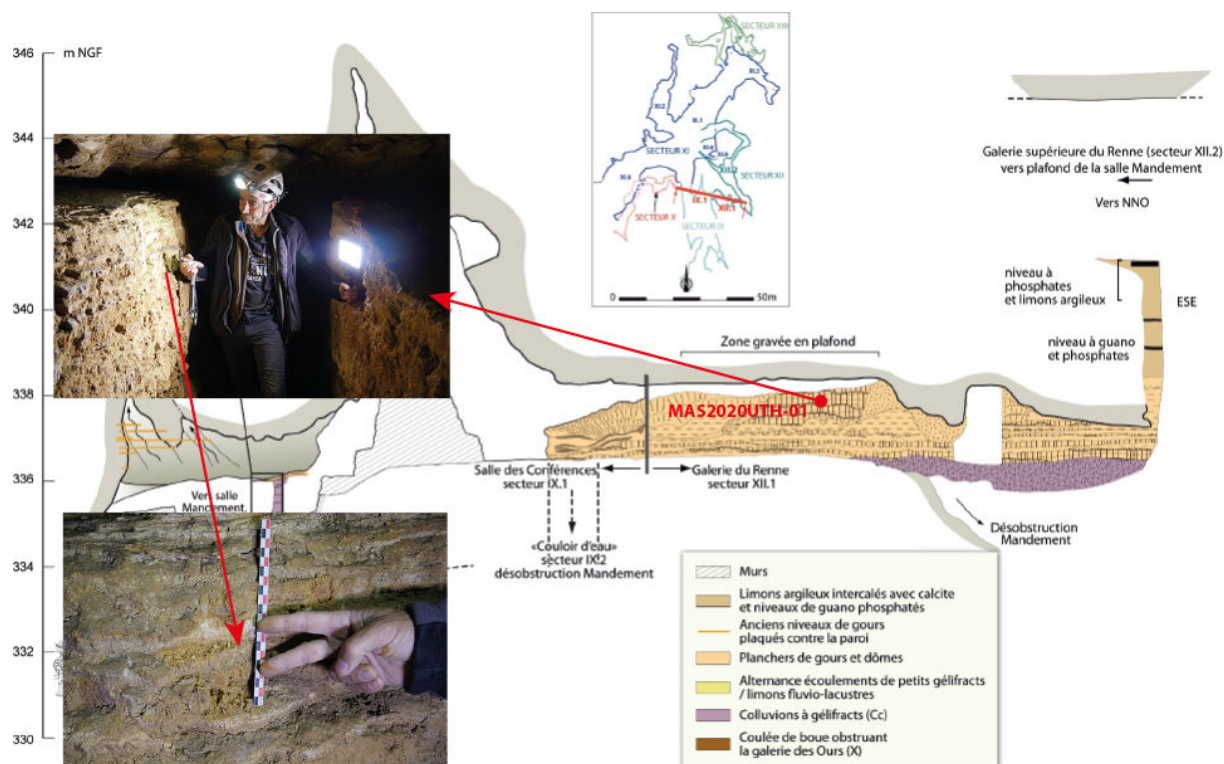


figure 68 : localisation du prélèvement MAS2020UTH-01 (clichés Marc Jarry / Inrap-Traces, relevé stratigraphique et dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

Résultats des datations réalisées en 2020

Notons qu'en 2020, aucun échantillon n'a été envoyé dans un laboratoire pour les datations par la méthode des cosmonucléides et U/Th. Nous recherchons un partenariat pour 2021 pour les échantillons prélevés en 2020.

Nous avons ajouté dans notre tableau général (tableau 2) et dans le dessin récapitulatif (figure 69) les datations publiées par Kegler en 2007 (références D à H de notre base de datations). Ces datations ont été obtenues sur le matériel des fouilles Piette conservées au Musée des Antiquités Nationales.

Pour les datations par la méthode du radiocarbone 2020, 6 échantillons ont été envoyés au laboratoire Beta Analytic en 2020. Tous les résultats ont été obtenus, que nous avons numérotés de 32 à 37 dans notre base de datations (cf. tableau 2 et figure 69) :

- n°32 : en 2019, une datation avait été tentée sur l'échantillon MAS2018C14-01 provenant d'un niveau charbonneux à la base du pilier limoneux de l'entrée de la galerie des Silex, coté Temple. Le résultat (n° 25 de notre base) avait donné une date qui se situerait au-delà de la méthode, donc au Paléolithique moyen ? Nous avons donc cette année envoyé le reste du prélèvement pour une autre datation. Le laboratoire Beta Analytic nous a d'abord indiqué qu'il ne s'agissait pas de charbons, mais de restes « organiques ». La date obtenue, 42862 - 41873 cal BP, nous placerait à la fin du Paléolithique moyen. Il nous faudra revenir sur cette coupe...
- n°33 : l'échantillon MAS2020C14-01 de la Rive Gauche a donné une date de 12732 - 12645 cal BP, ce qui nous placerait dans un Azilien de la fin du Tardiglaciaire dans le Dryas III ;
- n°34 : l'échantillon MAS2020C14-03 de la Rive Gauche a donné une date de 13262 - 13069 cal BP ;
- n°35 : l'échantillon MAS2020C14-04 de la Rive Gauche a donné une date de 15940 - 15505 cal BP ;
- n°36 : l'échantillon MAS2020C14-05 de la Rive Gauche a donné une date de 18158 - 17815 cal BP. Avec les dates n° 34 et n° 35, nous nous plaçons dans le Magdalénien moyen, ce qui est attendu pour la Rive Gauche bien évidemment, mais il conviendra de confirmer et d'affiner ces datations pour bien caler les occupations dans le contexte pyrénéen ;
- n°37 : l'échantillon MAS2020C14-05 de la Rive Gauche a donné une date de 36233 - 35370 cal BP. Cette datation démontrerait que l'Aurignacien démantelé a été redistribué dans une bonne partie de la séquence.

Toutes ces dates demanderont à être analysées, discutées et pour certaines confirmées. Cependant, nous commençons maintenant à disposer pour ce gisement d'un ensemble de datations conséquent (37 résultats), cohérent et surtout inédit. Les quelques rares références plus ou moins anciennes (8 datations), n'étaient pas d'un très grand secours pour approcher la véritable complexité des séquences et des occupations préhistoriques. Nous devons poursuivre cette acquisition de références chronologiques...

Réf Labo	Référence d'échantillon	Service	Prétraitement	Âge Mesuré	13C/12C	Âge Conventionnel	Calibration à 2 Sigma	Réf MAS
Gif-5679	<u>Alteirac et Bahn 1982 Galerie des Silex</u>					13400 +/- 1000 BP		A
Gif-5680	<u>Alteirac et Bahn 1982 Galerie des Silex</u>					13200 +/- 100 BP		B
Gif-5522	<u>Alteirac et Bahn 1982 Salle Piette</u>					13640 +/- 110 BP		C
DSA-204	<i>In Kegler Rive Gauche « Couche F » (sur <i>prunus spinosa</i>)</i>	AMS				9135 +/- 390	8360 +/- 390 BC	D
DSA-201	<i>In Kegler Rive Gauche « couche F » (sur <i>Corylus sp.</i>)</i>	AMS				9378 +/- 250	8720 +/- 250	E
KN-5592	<i>In Kegler Rive Gauche « couche à galets colorés » (sur os <i>Bos</i>)</i>				-20,52	12130 +/- 180	12200 +/- 180	F
KN-5591	<i>In Kegler Rive Gauche « couche E » (sur os <i>Bos</i>)</i>				-19,84	12580 +/- 170	12930 +/- 170	G
KN_5590	<i>In Kegler Rive Gauche « Couche inf. du Renne » (sur os <i>Equus Przewalski</i>)</i>				-22,44	13300 +/- 260	12930 +/- 260	H
Beta-322958	<u>MA2012C14-16</u>	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	13340 +/- 50 BP	-19.1 o/oo	13440 +/- 50 BP	<u>Cal BC 14800 to 14590 (Cal BP 16750 to 16540)</u>	01
Beta-322957	<u>MA2012C14-14</u>	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	13750 +/- 50 BP	-19.8 o/oo	13840 +/- 50 BP	<u>Cal BC 15020 to 14900 (Cal BP 16970 to 16850)</u>	02
Beta-322956	<u>MA2012C14-12</u>	AMS-Standard delivery	(charred material): acid/alkali/acid	3260 +/- 30 BP	-28.5 o/oo	3200 +/- 30 BP	<u>Cal BC 1520 to 1420 (Cal BP 3470 to 3370)</u>	03
Beta-322955	<u>MA2012C14-11</u>	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	11540 +/- 50 BP	-20.2 o/oo	11620 +/- 50 BP	<u>Cal BC 11630 to 11410 (Cal BP 13580 to 13360)</u>	04
Beta-322954	<u>MA2012C14-08</u>	AMS-Standard delivery	(charred material): acid/alkali/acid	9350 +/- 50 BP	-26.2 o/oo	9330 +/- 50 BP	<u>Cal BC 8730 to 8460 (Cal BP 10680 to 10410)</u>	05
Beta-322953	<u>MA2012C14-07</u>	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	33750 +/- 210 BP	-20.2 o/oo	33830 +/- 210 BP	<u>Cal BC 37040 to 36560 (Cal BP 38990 to 38500)</u>	06
Beta-322952	<u>MA2012C14-06</u>	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	34500 +/- 230 BP	-26.0 o/oo	34480 +/- 230 BP	<u>Cal BC 38240 to 36890 (Cal BP 40180 to 38840)</u>	07
Beta-322951	<u>MA2012C14-05</u>	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	34140 +/- 220 BP	-27.5 o/oo	34100 +/- 220 BP	<u>Cal BC 37450 to 36700 (Cal BP 39400 to 38650)</u>	08
Beta-316823	<u>MA2011C14-11</u>	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	32900 +/- 260 BP	-23.2 o/oo	32930 +/- 260 BP	<u>Cal BC 36580 to 34810 (Cal BP 38530 to 36760)</u>	09
Beta-316822	<u>MA2011C14-10</u>	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	33020 +/- 260 BP	-26.2 o/oo	33000 +/- 260 BP	<u>Cal BC 36620 to 34860 (Cal BP 38570 to 36800)</u>	10
Beta-316821	<u>MA2011C14-09</u>	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	32780 +/- 260 BP	-23.4 o/oo	32810 +/- 260 BP	<u>Cal BC 36500 to 34740 (Cal BP 38450 to 36690)</u>	11

tableau 2 (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	Âge Conventionnel	Calibration à 2 Sigma	Réf MAS
Beta-315510	MA2011C14-08	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	13610 +/- 50 BP	-19.2 o/oo	13710 +/- 50 BP	<u>Cal BC 14940 to 14840 (Cal BP 16890 to 16790)</u>	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	<u>Cal BC 34310 to 33870 (Cal BP 36260 to 35820), Cal BC 33710 to 33080 (Cal BP 35660 to 35030)</u>	13
Beta-315505	MA2011C14-03	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	NA	NA	26150 +/- 130 BP	<u>Cal BC 29120 to 28720 (Cal BP 31070 to 30670)</u>	14
Beta-315504	MA2011C14-02	AMS-Standard delivery	(burned bone organics): collagen extraction: with alkali	NA	NA	31030 +/- 190 BP	<u>Cal BC 34320 to 33860 (Cal BP 36270 to 35810), Cal BC 33720 to 33090 (Cal BP 35670 to 35040)</u>	15
Beta-315503	MA2011C14-01	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	MA2015C14-04	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	MA2013C14-02	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-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	MA2016C14-01 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 %C = +41.38 Wt %N = +15.05	20180 +/- 80 BP	Cal BC 22470 to 22125 (Cal BP 24420 to 24075)	21
Beta-449411	MA2016C14-02 (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	MA2016C14-03 (exMA2015C14-06) Théâtre sondage 2.2 US5 Z15-16	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	33180 +/- 210 BP	$\delta^{13}C = 22.30$	33230 +/- 210 BP	Cal BC 36320 to 34720 (Cal BP 38270 to 36670)	23

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

Réf Labo	Référence d'échantillon	Service	Prétraitement	Âge Mesuré	13C/12C	Âge Conventionnel	Calibration à 2 Sigma	Réf 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 2018/043 bis 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
Beta-528027	MZL18-I2US42-43	AMS-Standard delivery	(bone collagen): collagen extraction: with alkali	21310 +/- 70 BP	-21.0 ‰	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 ‰	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 ‰	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 ‰	13860 +/- 40	15050 to 14609 cal BC (16999 to 16558 cal BP)	29
Perdue University – Bassam Ghaleb UQAM	Carotte massif entrée 1 galerie Breuil	U/Th	calcite	13000 +/- 3000	/	13000 +/- 3000	(Cal BP 13000)	30
Perdue university – Cérège	Prélèvement salle du temple milieu - Cosmo-Azil01	Cosmonucléides	sédiments	155000	/	0.15 +/- 0.005 Ma	(cal BP 1555000-145000)	31
Beta-564374	MA2018C14-01b	AMS-Standard	Sédiments organiques	38240 +/- 360 BP	-26.4 ‰	38220 +/- 360 BP	40913 - 39924 cal BC (42862 - 41873 cal BP)	32
Beta-564376	MAS2020C14-01	AMS Standard	Charbon	10770 +/- 30 BP	-26.9 ‰	10740 +/- 30 BP	10783 - 10696 cal BC (12732 - 12645 cal BP)	33
Beta-564377	MAS2020C14-03	AMS Standard	Charbon	11300 +/- 50 BP	-25.0 ‰	11300 +/- 50 BP	11313 - 11120 cal BC (13262 - 13069 cal BP)	34
Beta-564378	MAS2020C14-04	AMS Standard	Charbon	13120 +/- 40 BP	-19.7 ‰	13100 +/- 40 BP	13991 - 13556 cal BC (15940 - 15505 cal BP)	35
Beta-564379	MAS2020C14-05	AMS Standard	Charbon	14750 +/- 50 BP	-23.4 ‰	14780 +/- 50 BP	16209 - 15866 cal BC (18158 - 17815 cal BP)	36
Beta-564380	MAS2020C14-06	AMS Standard	Os	31820 +/- 180 BP	-26.5 ‰	31910 +/- 180 BP	34284 - 33421 cal BC (36233 - 35370 cal BP)	37

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

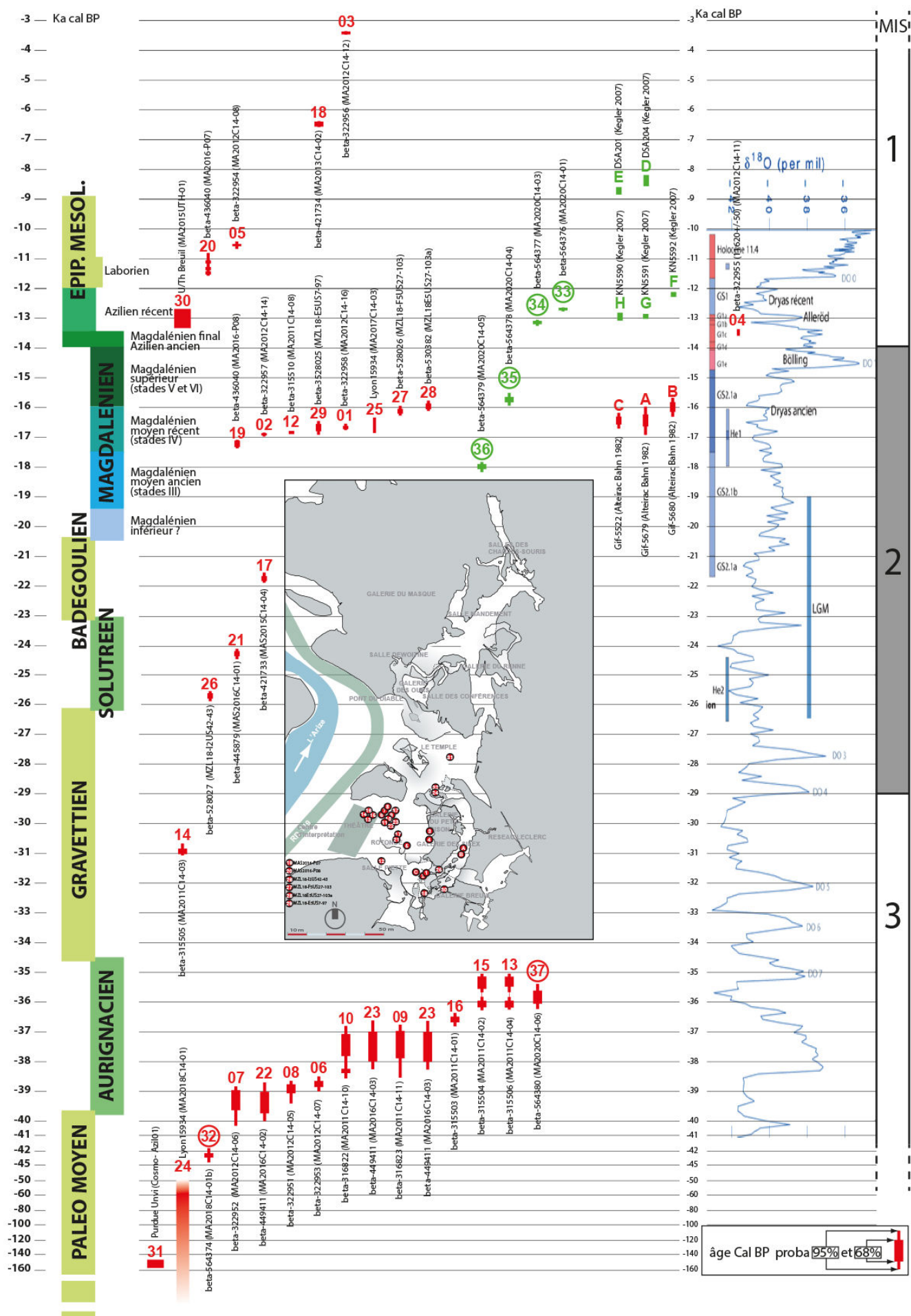


figure 69 : compilation de toutes les datations obtenues dans la grotte du Mas d'Azil. Vert : la Rive Gauche, les dates entourées sont celles obtenues cette année (dessin M. Jarry / Inrap-Traces, topographie rive droite PCR).

Action 2-D : Mise en place de la cavité

Les terrasses et replats d'origine fluviales de la vallée de l'Arize :

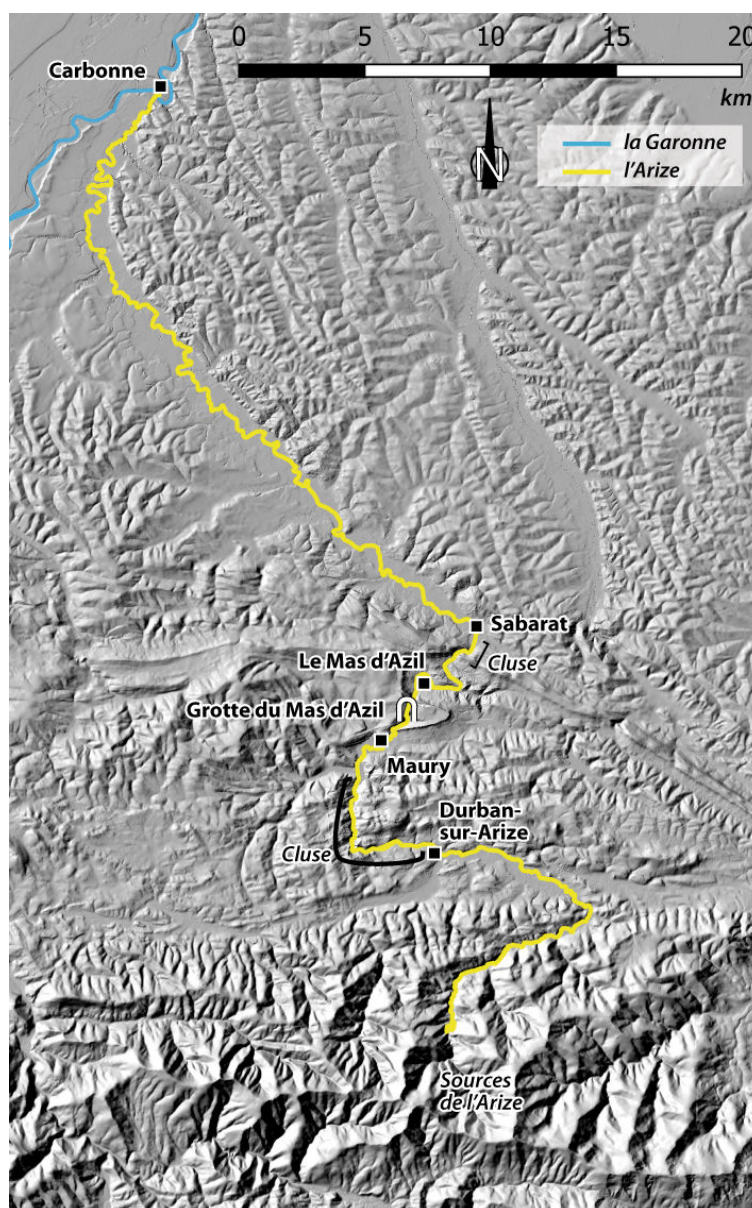
Par Céline Pallier

À l'amont de la grotte

Les terrasses alluviales de Durban :

Dans la partie de la vallée de l'Arize située en amont de la grotte, les seuls replats cartographiés en terrasses alluviales sont localisés à Durban-sur-Arize, à l'entrée de la cluse, et un lambeau au sud de La Bastide-de-Sérou (Barrouquère *et al.* 1977, Souquet *et al.* 1979, Billotte *et al.* 1988) (figure 70). Des replats, notés Fy attribués au Würm sur la carte géologique du Mas d'Azil (Souquet *et al.* 1979) et à Fw sur la carte de Saint-Girons (Barrouquère *et al.* 1977), à +35-+50 m, se développent entre les cotes 395 et 410 m NGF en rive droite et en rive gauche. L'extrapolation du profil en long depuis ces terrasses n'est pas cohérente avec les niveaux de basses terrasses R2-R3 (Fy) au niveau de la grotte et en aval (cf. *infra*).

figure 70 : localisation des zones d'étude dans la vallée de l'Arize (fond SIG Patrick Massan et Vincent Arrighi / Inrap, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces.



À l'est de Durban-sur-Arize, au hameau du Segalas, un replat se développe entre 405 et 420 mètres NGF (figure 71). En surface, le cortège est majoritairement composé de galets de quartz et de quartzites très altérées, parfois à vacuoles recristallisées, de 10 à 15 cm de grand axe, ainsi que de schistes tendres, rouille au cœur et poreux. L'ensemble est emballé dans une matrice sableuse oxydée. Quelques mètres en contrebas, à 400 m NGF, dans le versant, des blocs roulés de quartz, quartzites et de calcaire, pouvant mesurer jusqu'à 60 cm de grand axe, ont été mis au jour par les labours. Cette granulométrie est cohérente avec la proximité de la zone de production sédimentaire de l'Arize, plus raide et à forte compétence en conditions périglaciaires. Il s'agit certainement de la base de la nappe alluviale, couverte par les colluvions de versant.

En face, sur la rive opposée, un replat s'étend sur plus de 2,60 km de long. Il correspond en grande partie à une surface de lapiaz dans le calcaire jurassique. Très peu de galets affleurent en-

dehors de zones aménagées (chemins et bâtiments agricoles). À l'ouest du Barat, à 405 m NGF, seul un amas de gros galets généré par l'épierrement du champ permet d'attribuer ce replat à une ancienne terrasse alluviale. Celui-ci est constitué d'un amas de gros galets de quartz, quartzites, et grès arkosiques très altérés, et conforte l'hypothèse d'une nappe alluviale à gros blocs roulés. Les éléments les plus petits de cette nappe semblent avoir été évacués sur une grande partie de la surface. En effet, ce replat entaillé dans la roche dure, est localisé à l'entrée d'une cluse. Cette morphologie induit une augmentation de la compétence de l'écoulement en s'engouffrant dans le défilé, ce qui peut expliquer l'évacuation des galets de petits et moyens modules, ne laissant en place sur cette terrasse que les plus gros éléments.

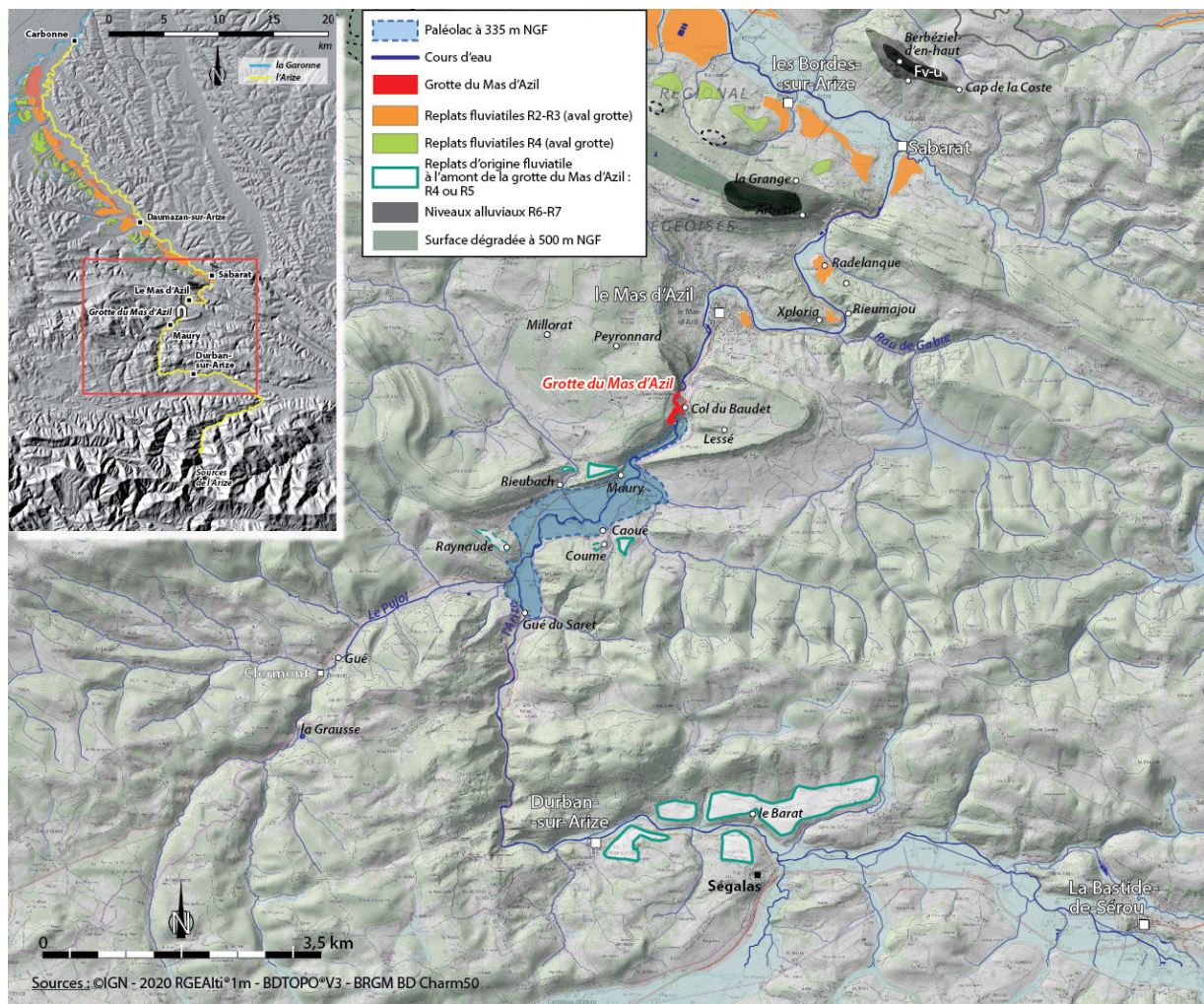


figure 71 : replats fluviatiles à l'amont de la grotte du Mas d'Azil mis en place avant la formation de la grotte / étendue possible du lac au dernier LGM (fond MNT Bastien Chadelle / Univ/ Toulouse, source IGN – 2020RGEAlti 1m, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

Vers l'aval, des replats topographiques sont repérés à des altitudes comprises entre 360 et 390 m NGF (Raynaude, Rieubach et la Coume), à +30-+60 m par rapport à l'étiage, mais aucun n'a été identifié comme terrasse alluviale sur la carte géologique (ils ne supportent pas de formation sédimentaire fluviatile). Le replat de Rieubach, également situé à l'entrée d'une cluse à 370 m NGF, a donc été associé en première analyse à une surface d'abrasion fluviatile, peut-être corrélative de l'une des formations alluviales présentes au col du Baudet (Camus et Rabanit *in* Jarry *et al.* 2018). Le replat à 360 m, modelé dans des terrains de calcaires tendres à apports « terrigènes » (Souquet *et al.* 1979), entre Plagne et Coume, sur lequel aucun galet n'est visible, pourrait appartenir à cette même surface abaissée par l'érosion.

D'autres replats sont visibles à 440 m et 470 m NGF à Millorat, Lessé et Peyronnard, en relation avec l'histoire ancienne de la vallée et une histoire karstique complexe du synclinal de Lézères-Pradals (Camus et Rabanit *in* Jarry *et al.* 2017 et 2018).

À l'aval de la grotte :

- *Les différents niveaux de replats et terrasses d'origine fluviale :*

À l'aval de la grotte, la vallée est scindée en trois tronçons, distinguées par les natures variées de *substratums* géologiques, au sein desquels l'enregistrement sédimentaire s'est effectué de manière différente (figure 70).

- Entre le Mas d'Azil et l'entrée de la cluse de Sabarat, la vallée s'inscrit dans les marnes et grès tendres crétacés, où la morphologie sinueuse de la rivière a permis la mise en place de larges replats d'origine alluviale (replats d'Xplorja, en face de Rieumajou, et de Radelanque). Sa largeur est inférieure à 200 m.

- Elle est ensuite encaissée dans les calcaires et marnes éocènes de la retombée anticlinale qu'elle traverse en une cluse d'une largeur inférieure à 50 m, ce qui n'a permis aucun dépôt, ni imprimé aucune morphologie.

- Enfin, à partir de Sabarat, elle devient large, entre 500 m et 1 km, et suit une direction SE-NO jusqu'à la Garonne. Une première partie est creusée au contact entre les calcaires de la retombée anticlinale et des dépôts molassiques oligo-miocènes discordants, puis elle s'inscrit uniquement dans les dépôts molassiques à partir de Daumazan-sur-Arize. Elle adopte alors le profil en travers dissymétrique classique des vallées de la région. Les différents niveaux terrasses alluviales sont alors mieux conservés. À l'aval de Sabarat, les prospections ont été préférentiellement réalisées en rive gauche où les replats sont les mieux exprimés. En effet, en rive droite, la nature molassique du *substratum* sous-jacent, alternant marnes et bancs durs calcaires ou conglomératiques, forment des replats d'origine principalement structurale qui faussent la lecture des replats d'origine alluviale.

Quatre niveaux de terrasses alluviales sont reconnus sur la carte géologique (Souquet *et al.* 1979) : les hauts niveaux Fv-u, la haute-moyenne terrasse Fw-x, la basse terrasse Fy et la basse plaine Fz. À partir de ces données et à l'aide d'une carte des pentes générée depuis le Modèle Numérique Terrain à 1 mètre, complétées par des prospections de terrain, sept paliers altitudinaux ont été identifiés. Les différents étagements observés, bien qu'une origine fluviale leur soit attribuée, sont de nature variable (terrasses alluviales, terrasses d'abrasion, replats dégradés). Pour plus d'objectivité, ils sont donc nommés par la lettre R (comme Replat), numérotés dans l'ordre du bas vers le haut, R1, R2, R3, R4, R5, R6 et R7.

- Les hauts niveaux R6 et R7 (Fv-u), à +155 / +181 m, localisés sur les crêtes d'interfluves, sont les vestiges d'un épandage torrentiel qui pourrait s'apparenter aux dépôts du cône de Lannemezan (Souquet *et al.* 1979). Au niveau du synclinal de Lézères-Pradals, deux surfaces de hauts niveaux sont reconnues. La plus haute est une surface à buttes à 470 m (Peyronnard) supportant une couverture alluviale ancienne de galets de quartzites majoritaires, décimétriques à pluridécimétriques, à cortex brun épais. La plus basse, à 440 m (Lessé), correspond à un paléopoljé supportant des altérites à l'est, une couverture de galets de quartz et des altérites à l'ouest (Camus et Rabanit *in* Jarry *et al.* 2018, Carcenac-Suffert *et al.* 1969).

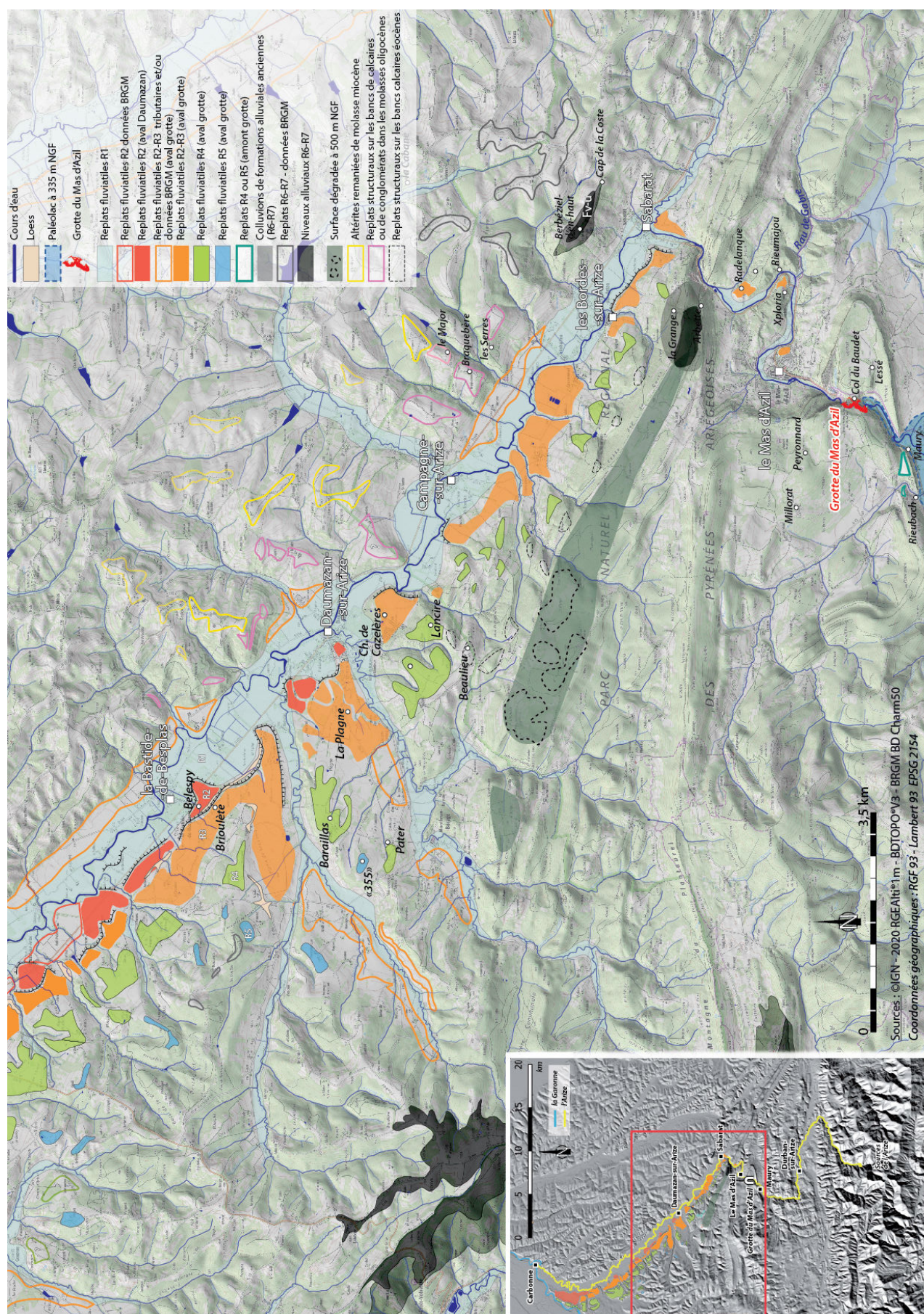


figure 72 ; replats entre la grotte du Mas d'Azil et la Bastide-de-Besplas (fond IGN RGE 5m – SIG Bastien Chadelle / Univ. Toulouse, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

En aval, au niveau de Sabarat, à la Grange et Arbette en rive gauche, Cap de la Coste-Berbéziel-d'en-haut en rive droite, ils sont caractérisés par de gros galets de quartz et quartzites très altérés et rubéfiés, avec un cortex de 2 à 5 mm, souvent cassés, de 20 à 30 cm de grand axe, voire jusqu'à 60 cm à la Grange et Arbette (figure 72). Quelques silex (au cortex centimétrique) et lydiennes sont aussi présents. Vers « la Cabane », de nombreux galets calcaires appartenant issus du démantèlement des formations conglomératiques miocènes se mêlent aux quelques galets fluviatiles allochtones des hautes terrasses. Cette formation est attribuée au Donau et Günz dans la notice de la carte géologique (Souquet *et al.* 1979).

- Le niveau R5 (Fw) est situé entre +114 et + 122 m NGF. Il n'est observé qu'à partir de Daumazan-sur-Arize, en rive gauche (figure 72). Les alluvions sont constituées de galets de quartzites à cortex ferrugineux, très altérés, des quartz à patine rosée et des lydiennes, de 15-30 cm de grand axe (point IGN « 355 » qui domine Pater et La Fontaine).

En amont, le *substratum* calcaire et conglomératique éocène affleure sur les replats associés à ce niveau (Beaulieu). En rive droite (Les Serres et Le Major, au-dessus de Campagne-sur-Arize), il présente un cortège atypique de galets dont une grande variété de quartzites (sombre, tacheté, ...), des quartz, des lydiennes, des grès, des conglomérats quartzeux, un peu de silex et un peu de basalte dans une matrice limono-argileuse brun rougeâtre, parsemée de graviers de quartz. Ils ne correspondent pas au cortège pétrographique de l'Arize et sont originaires du démantèlement d'un banc conglomératique oligocène. D'après la notice de la carte géologique, ces alluvions seraient attribuables au Mindel (Souquet *et al.* 1979).

- Le niveau R4 (Fx) est situé entre +65 et + 95 m. Il se développe lui aussi préférentiellement en rive gauche de l'Arize, à partir de Daumazan-sur-Arize (figure 72), même si quelques replats pourraient être attribués à cet étage à partir de Sabarat. Les cortèges sont, là encore, majoritairement composés de quartz et quartzites altérés et de lydiennes de 5-10 cm de grand axe. Des schistes altérés sont également visibles dans les labours. Ils sont couverts (et emballés) par des limons sableux fins clairs au faciès lessivé à partir d'une soixantaine de centimètres de profondeur. Certains galets de quartz et de quartzites sont plus gros, au degré d'altération plus avancé et sont localement recouverts d'un encroûtement ferrugineux. Ce dernier témoigne de l'héritage de formations alluviales plus anciennes d'où ils sont remaniés. Un éclat de silex taillé, attribuable en première analyse au Paléolithique moyen (comm. orale M. Jarry) a été trouvé à la base de la couverture limoneuse, sur les graviers de résidualisation qui surmontent la terrasse graveleuse (figure 73). L. Méroc a attribué un âge rissien à des industries lithiques « *interstratifiées dans ces limons* » (Souquet *et al.* 1979). Sur d'autres replats, l'épaisseur de limons de couverture était trop importante pour pouvoir observer la nature des alluvions qui composent cette terrasse (jusqu'à 1,80 m d'épaisseur à Baraillas).

**Stratigraphie au lieu-dit « Pater »,
replat R4 (325 m NGF)**

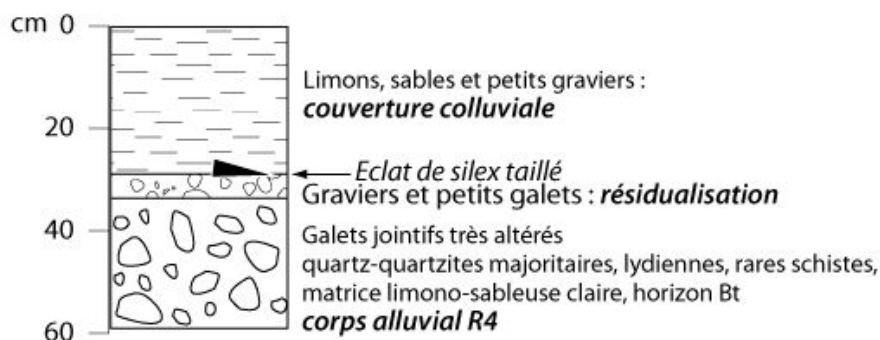


figure 73 : stratigraphie
au lieu-dit « Pater »,
niveau R4 (relevé et
dessin Céline Pallier /
Inrap-Traces).

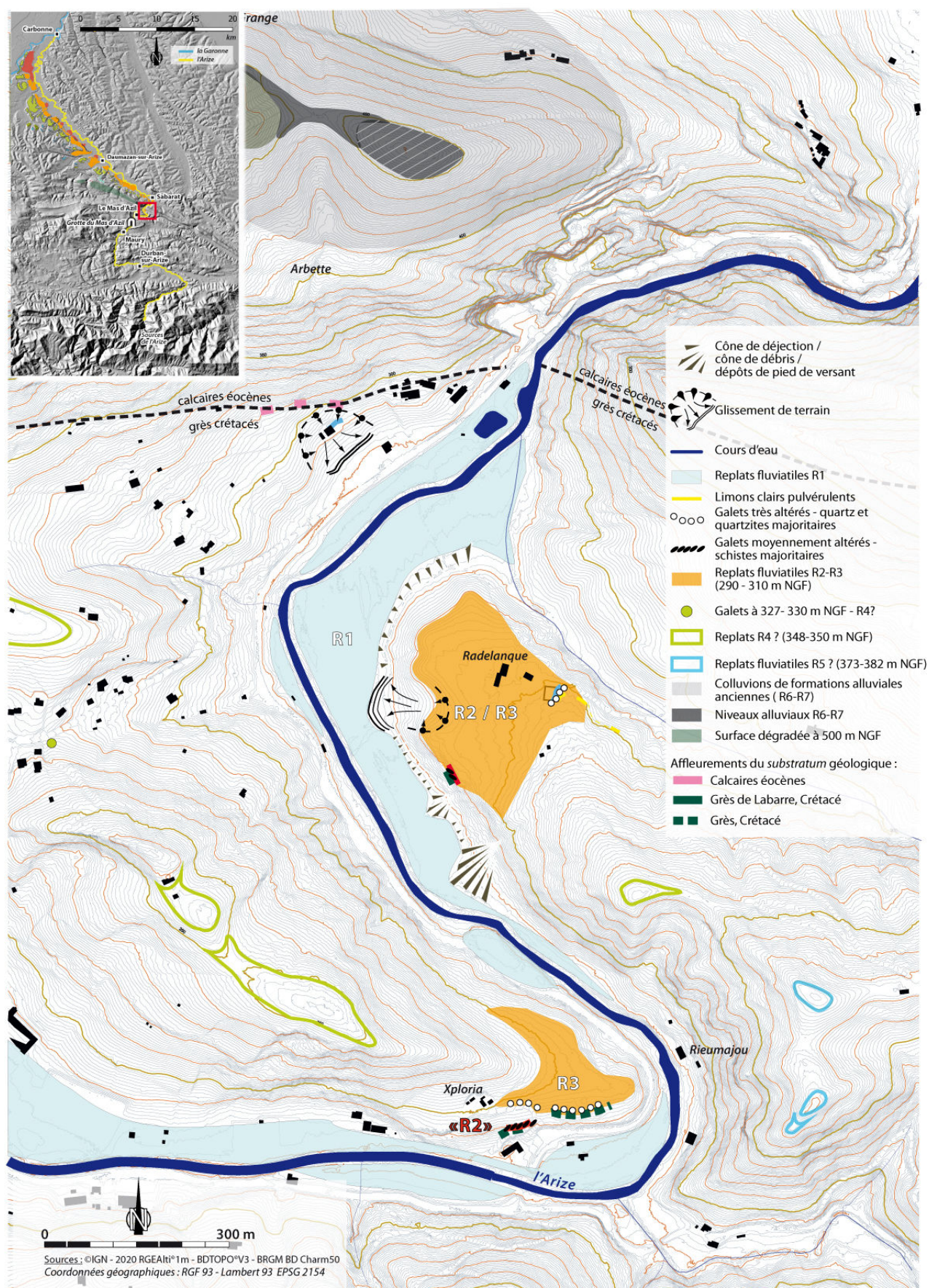


figure 74 : replats fluviaux entre le Mas d'Azil et la cluse de Sabarat (fond IGN RGEAlt®, SIG Patrick Massan et Vincent Arrighi / Inrap, relevé Céline Pallier et Didier Cailhol / Inrap-Traces, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

- Les niveaux R3 et R2 (Fy sup et Fy inf) se situent entre +10 et +35 m, et sont présents dès le village du Mas d'Azil, en aval de la grotte. Leurs caractéristiques diffèrent selon que les replats sont localisés entre le Mas d'Azil et la cluse de Sabarat (figure 74) ou qu'ils sont en aval de Sabarat (figure 72). Dans la partie amont, ils ne sont pas distincts. Le niveau R3 se manifeste sous la forme de larges plateformes en pente plus ou moins légère, dont la surface est altérée. Le niveau R2 est réduit à des lambeaux de galets, sans avoir imprimé de morphologie évidente dans le paysage. Au niveau d'Xploria (en face Rieumajou), environ 3 km en aval de la grotte, un replat se développe entre 290-300 m NGF (figure 74). Peu de galets sont conservés en surface. En revanche, ils sont présents dans les fissures et contre des formations gréseuses altérées. Ils sont notamment composés de grès à l'état fantôme et de galets de quartz et quartzite jusqu'à 15-20 cm de grand axe, présentant un degré d'altération très avancé (figure 75).



figure 75 : vestiges d'une formation alluviale ancienne à gros galets de quartz et quartzites profondément altérés, déposés contre le substratum gréseux, lui aussi dans un état d'altération très avancé (zones meubles), sur le parking d'Xploria (cliché © Céline Pallier / Inrap-Traces).



À 290 m NGF, un affleurement en contrebas de ce replat présente des galets jointifs, assez bien orientés, de moindre module (taille moyenne de 5 à 10 cm de grand axe) et au cortège plus varié (présence majoritaire de schistes) dont l'état d'altération est assez faible (figure 76). Ce cortège emballe quelques blocs de quartzites altérés hérités.



figure 76 : vestiges d'une formation fluviatile à galets de schistes majoritaires, tuilés, sur la route d'accès au parking d'Xploria (clichés © Céline Pallier / Inrap-Traces).

Vers l'aval, le replat de Radelanque, cartographié comme basse terrasse (Fy) sur la carte géologique (Souquet *et al.* 1979) présente une très belle morphologie plane, nettement découpée dans le paysage. Mais, à l'instar du replat d'Xploria, les vestiges sédimentaires sont 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, une coupe stratigraphique de 1,60 m d'épaisseur montre à sa base de gros galets de quartz, fragmentés, reposant sur le *substratum* gréseux très altéré. Ils sont couverts 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.

À l'aval, à la sortie de la cluse de Sabarat, sur le niveau R2-R3 (Fy), à 290 m d'altitude NGF, la densité de galets est plus importante et le cortège pétrographique plus varié (schistes, quartzites rouges, claires ou bigarrées, lydiennes et grès, de module compris entre 3 et 12 cm de grand axe, rarement entre 15 et 20 cm de grand axe, emballés dans des limons gris marbrés de brun orangé) et beaucoup moins altéré qu'à l'amont.

Au château de Cazèlères (figure 72), une coupe de 1 m d'épaisseur comprend, à la base, des quartzites d'environ 15 cm de grand axe très altérées (cortex d'altération de plusieurs centimètres d'épaisseur qui ressemble à des grès orange). Au-dessus, 50 cm de galets puis de graviers de quartz, quartzites très altérés qui ressemblent à des chailles et quelques schistes très altérés, tendres. L'ensemble est couvert par des limons jaune orangé.

À la Plagne, une vaste surface plane s'étend, comme l'indique la toponymie, mais aucun galet n'est visible en surface. Elle correspond au niveau R2-R3.

À Beslespy / Brioulète, la « basse terrasse » Fy se divise en deux niveaux séparés par un talus de 7 mètres d'épaisseur : R2 et R3 deviennent distincts (figure 72).

En contre-bas, à Belespy, le cortège est composé de quartz et quartzites très altérés, jusqu'à 15 cm de grand axe, et d'environ 50 % de schistes assez altérés emballés dans une matrice limoneuse fine jaunâtre. Cette formation est très hétérométrique (graviers arrondis de 1 cm jusqu'à galets de 15 cm). Ce cortège témoigne du mélange des stocks. Ce niveau appartient à R2.

Au-dessus, à Brioulète, le cortège est très différent : les quartz et les quartzites sont dominants, avec quelques schistes et lydiennes, également emballés dans une matrice limoneuse fine jaunâtre, lessivée à la base. Le matériel est là aussi hétérométrique (0,5 à 15 cm). Ce faciès, qui appartient à R3, est assez semblable à celui observé sur le niveau R4.

Dans la carte géologique, la base de la stratigraphie de la terrasse Fy est décrite par une couche à galets de quartz et quartzite, parfois de granites, gneiss ou schistes très altérés en surface et dans les fissures, inférieur à 12 cm. Celle-ci serait couverte par des sables et galets à stratigraphie entrecroisée avec, ponctuellement des niveaux plus limoneux ou argileux. Enfin, l'ensemble serait coiffé par des limons, interprétés comme « *limons d'inondation enrichis sans doute de quelques apports éoliens* ». En aval de Daumazan, ce niveau est composé de deux paliers souvent peu distincts, dont l'âge de mise en place est attribué au Würm dans la notice de la carte géologique (Souquet *et al.* 1979). Dans la partie aval, le passage à la basse plaine est très progressif (Cavaillé 1970).

- Le niveau R1, situé entre +2 à +4 m au-dessus de l'étiage est constitué, entre le Mas d'Azil et la cluse de Sabarat, uniquement par des limons pouvant atteindre 2 à 3 m d'épaisseur apparente. À la sortie du bourg du Mas d'Azil, la rivière s'écoule directement sur le *substratum* gréseux, sans charge de fond grossière dans le lit. À partir de cet endroit, le niveau R1 forme une terrasse d'assez grande surface dont la puissance s'accroît vers l'aval. En effet, cette incision est de moins de 2 m au niveau du village du Mas d'Azil, jusqu'à 3 m à Radelanque et à Sabarat, à 5-6 m à La Bastide-de-Besplas, à 8 m avant Montesquieu-Volvestre, et à 14 m entre Montesquieu et Rieux-Volvestre, avant de confluer avec la Garonne. Dans la partie amont, les stratigraphies observées au niveau du pont à l'est du Mas d'Azil, au niveau de la confluence avec le ruisseau de Gabre, et à Radelanque n'admettent aucune charge de fond grossière visible.

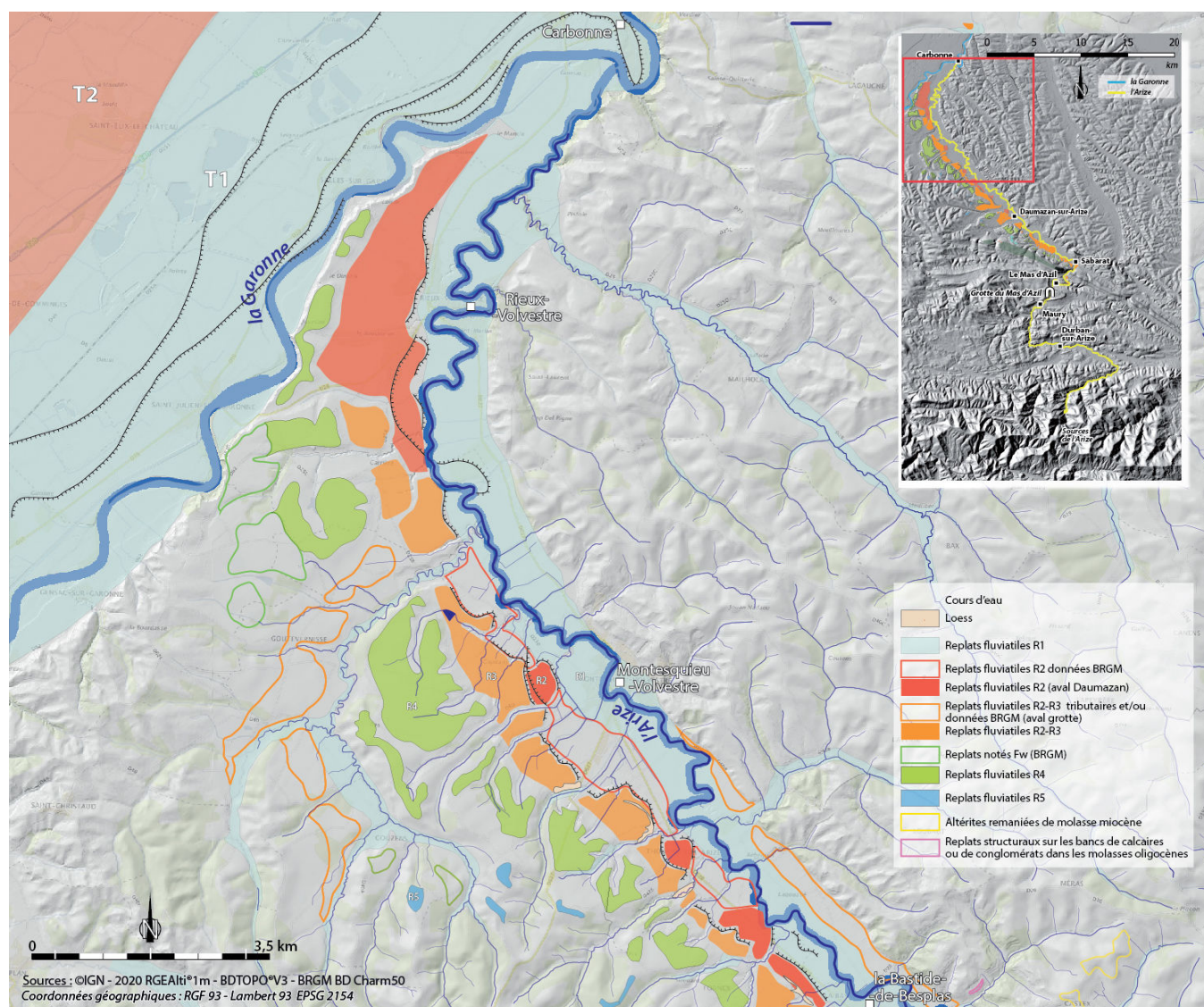
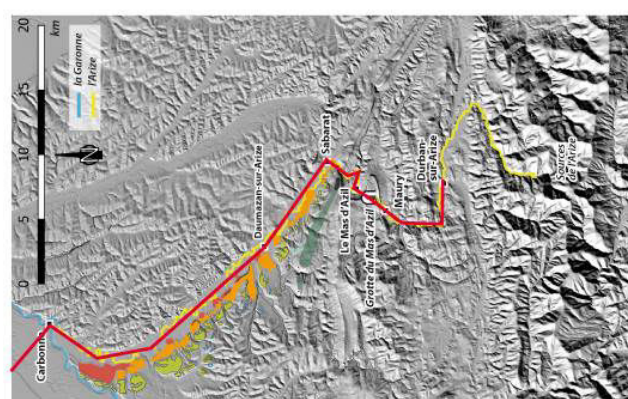


figure 77 : replats dans la partie distale de la vallée de l'Arize jusqu'à sa confluence avec la Garonne – Besplas (fond IGN RGE 5m, SIG Bastien Chadelle / Univ. Toulouse, dessin Céline Pallier / Inrap-Traces).

À proximité de La Bastide-de-Besplas, d'après la notice de la carte géologique du Mas d'Azil, la puissance des alluvions modernes serait comprise entre 10 et 20 m, dont 7 à 16 m de grave (Souquet *et al.* 1979). Cette information n'est toutefois pas cohérente avec la pente actuelle de la rivière et des niveaux de terrasses précédents. La carte géologique de Cazères (n°1034, Cavaillé 1970) signale que la basse plaine de l'Arize, dans sa partie terminale (entre Rieux-Volvestre et Carbonne), est polygénique et composée d'une couche de galets de 5 à 6 cm de grand axe maximum et de 2 à 3 m d'épaisseur. L'Arize entaille à cet endroit ces alluvions de la basse plaine jusqu'à une vingtaine de mètres pour rattraper le niveau de base garonnais. Les galets sont très peu altérés et les limons peu évolués d'un point de vue pédologique, ce qui serait en accord avec une mise en place fin MIS 2 – transition MIS 1 (Würm final) à actuel d'après la notice de la carte géologique (Cavaillé 1970).

Les données des sondages de la BSS indiquent pour la plupart des dépôts quaternaires alternant argiles et graviers jusqu'à environ 25 -30 m de profondeur. Toutefois cette attribution chronologique a été réalisée lors de la numérisation des rapports géotechniques et de leur saisie informatique : cette interprétation tardive, non cohérente avec les observations de terrain et le contexte de la vallée, est très certainement erronée et des confusions avec les faciès molassiques ont certainement été faites.



146

Seuls quelques sondages montrent des données cohérentes avec nos propres observations, avec des dépôts fluviatiles de 6,2 m de puissance maximale, constitués d'environ 1,5 m de petite grave couverte par environ 5 m de limons (BSS002LMQL à Daumazan-sur-Arize, BSS002KGKB à Montesquieu-Volvestre, Banque de Données du Sous-Sol, BRGM), de 1,6 m de puissance à Rieux-Volvestre (BSS002KGLH). La molasse tertiaire affleure ponctuellement comme au Foulon de Saint-Victor (BSS002KGHX) ou à l'aval de Rieux-Volvestre (BSS002KGLX). Mais ces données ne donnent pas d'indications sur la géométrie du dépôt constituant la surface R1 (Fz).

Synthèse

Sept niveaux alluviaux fossiles, numérotés de R1 à R7, sont donc inscrits dans la vallée de l'Arize, principalement dans la partie aval de la vallée, à partir de Sabarat (figure 78). Tous ces niveaux ont un enregistrement différent selon leur position dans la vallée, notamment par rapport aux cluses, à la grotte du Mas d'Azil et à la nature du *substratum*. Il est en effet directement influencé par la géologie et la morphologie de cette vallée. Ils sont soulignés soit par les terrasses alluviales supportant une nappe graveleuse, plus ou moins bien conservée, soit par des replats morphologiques sans sédiments alluviaux ou presque, témoignant d'importants processus d'érosion fluviatiles. En outre, le cortège pétrographique comprend souvent une forte proportion d'éléments hérités, qui rend difficile leur caractérisation. Dans tous les cas, ces différences semblent correspondre uniquement à une question de conservation différentielle. La formation de ces terrasses relève d'une dynamique hydrosédimentaire comparable, en lien avec des conditions de mise en place similaire. Elles ont donc la même signification géomorphologique et correspondent à chaque fois à un ancien niveau formé lors d'une phase d'aggradation. Ils se distinguent toutefois par leur granulométrie et surtout par leur degré d'altération, de plus en plus avancé lorsque les niveaux sont plus hauts à l'instar des niveaux de terrasses dans les vallées voisines (Delmas 2019).

- Les niveaux fluviatiles les plus hauts, R4 à R7, correspondent à l'écoulement de l'Arize avant le creusement de la grotte du Mas d'Azil. Les morphologies de ces niveaux ne sont pas toujours caractéristiques. Elles sont dégradées par des processus d'altération, d'érosion, de colluvionnement et de solifluxion. D'ailleurs, leurs altitudes présentent une certaine variabilité et des replats avaient donc été cartographiés en « *colluvions et solifluxions* » (Souquet *et al.* 1979). En outre, au niveau des confluences, de légères anomalies dans la pente ont pu être générées par des apports de matériau des affluents (ruisseaux de Montbrun et d'Argain). Sur le terrain, les dépôts fluviatiles corrélatifs de ces morphologies sont localisés et ne sont pas observables sur l'ensemble du replat. Malgré tout, ces niveaux sont suffisamment distincts les uns des autres et montrent une pente globalement cohérente, ce qui permet de les assimiler.

- Les niveaux fluviatiles les plus bas altitudinalement, R1 à R3, correspondent à l'écoulement de l'Arize alors que l'auto-capture souterraine a été opérée. Le niveau R3 (Fy sup) correspond géométriquement à la première obstruction du conduit principal, qui a conduit à la formation du réseau karstique en rive droite, vraisemblablement au cours du MIS 6 (Riss).

Il est difficile de caler chronologiquement les niveaux R2 (Fy inf) et R1 (Fz) et de les corréler à l'aggradation de la transition MIS 3-MIS 2 constatée dans la grotte. En effet, rien ne permet de raccorder directement les dépôts de cette dernière aux niveaux alluviaux dans la vallée. La grotte formant un seuil (*knick-point*), donc une irrégularité dans la pente, le profil en long n'est pas régularisé à cet endroit : il n'est donc pas nécessairement pertinent de relier géométriquement ces formations alluviales dans la grotte avec celles de l'extérieur. En outre, les niveaux de terrasses n'ont pas d'attribution géochronologique absolue hormis les propositions de la carte géologique du Mas d'Azil (Souquet *et al.* 1979) et les informations dont on dispose sur la géométrie des dépôts les plus récents (R1/Fz) semblent peu fiables au regard du contexte.

La répartition des replats et terrasses de l'Arize et leur chronologie de mise en place sont donc encore mal connues. L'importante évolution des terrasses après leur mise en place et le peu d'investigations ne permettent pas d'avoir des informations aussi précises que dans la cavité. Le niveau de lecture géomorphologique dans la vallée et à l'intérieur de la grotte est donc sensiblement inégal.

Toutefois, les données acquises ces dernières années dans les vallées voisines, l'Ariège et la Garonne, notamment en géochronologie, sont susceptibles de fournir des indications sur les modes et périodes de mise en place des formations alluviales dans la vallée de l'Arize.

3.4. Axe 3 - Archéologie

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

Par Marc Jarry

La caractérisation et la cartographie des niveaux archéologiques encore présents dans la grotte fera l'objet d'un calque spécifique dans le SIG en cours de construction (une partie des informations de la rive droite est d'ores et déjà intégrée). Il sera alors possible de visualiser l'ensemble de la ressource archéologique encore disponible. Cette évaluation du potentiel archéologique et patrimonial, essentiel dans notre programme, ne peut être réellement livrée que lorsque le programme sera achevé. La rive droite est maintenant assez bien documentée (cf. rapports années précédentes). Cette année, l'abord de la Rive Gauche permet, enfin, de commencer l'évaluation et la cartographie de cette partie importante de la grotte. Son potentiel est important, puisque nous savons que des volumes conséquents n'ont pas été touchés par les fouilles anciennes. Où ? Quelles surfaces ? Quels volumes ? Et pour quelles périodes ? C'est ce que le programme va tenter de définir dans les années qui viennent pour la Rive Gauche du Mas d'Azil.

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

Secteur II.1 (Théâtre)

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

Par Emmanuelle Stœtzl et Loïc Lebreton

Nous reprenons ici les données exposées dans le rapport 2019, avec quelques précisions complémentaires sur la reconstitution des paramètres climatiques et l'intégration dans un projet en paléogénétique.

Liste faunique et décomptes

Les identifications se sont basées sur la morphologie des restes crânio-dentaires pour les micromammifères, et sur les restes post-crâniens pour les amphibiens et les oiseaux. Pour les Arvicolinés en particulier, l'identification et le calcul du NMI se sont basés sur la première molaire inférieure, la plus discriminante (les autres molaires ont été classées en Arvicolinés indet.).

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 5, figure 79).

Dans les deux US, 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 79b) et une de taille *Microtus* (figure 79f), 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	28	401	56	663	84
	indet.	434		961		1395	
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 5 : liste faunique et décomptes en Nombre de Restes (NR) et Nombre Minimum d'Individus (NMI) de microvertébrés issus des US 4 et 5 du Mas d'Azil.

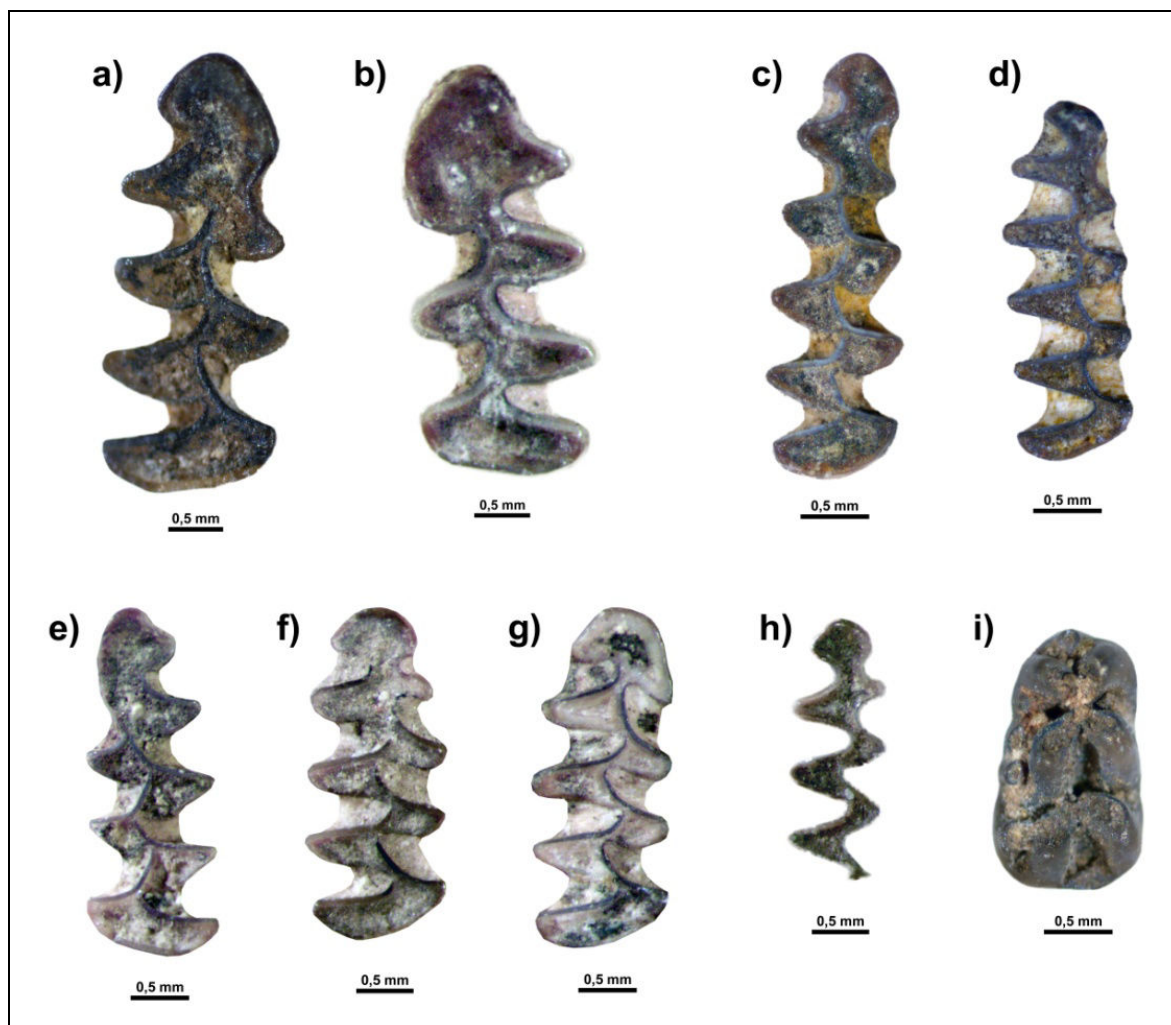


figure 79 : quelques exemples de molaires de rongeurs issus des US 4 et 5 du Mas d'Azil : a) *Arricola sapidus*, b) *Arricola* sp.?, c) *Microtus* cf. *arvalis*, d) *Microtus* cf. *agrestis*, e) *Microtus oeconomus*, f) *Microtus/Chionomys* sp.?, g) *Chionomys nivalis*, h) *Lagurus lagurus*, i) *Apodemus* sp (E. Stoetzel et L. Lebreton / Hnhp-Mnhn).

Observations taphonomiques

Nous n'avons malheureusement pas eu le temps à ce jour de compléter l'analyse taphonomique avec des données quantifiées (notamment en raison des deux périodes de confinement en 2020). 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 80), 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 80) 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.

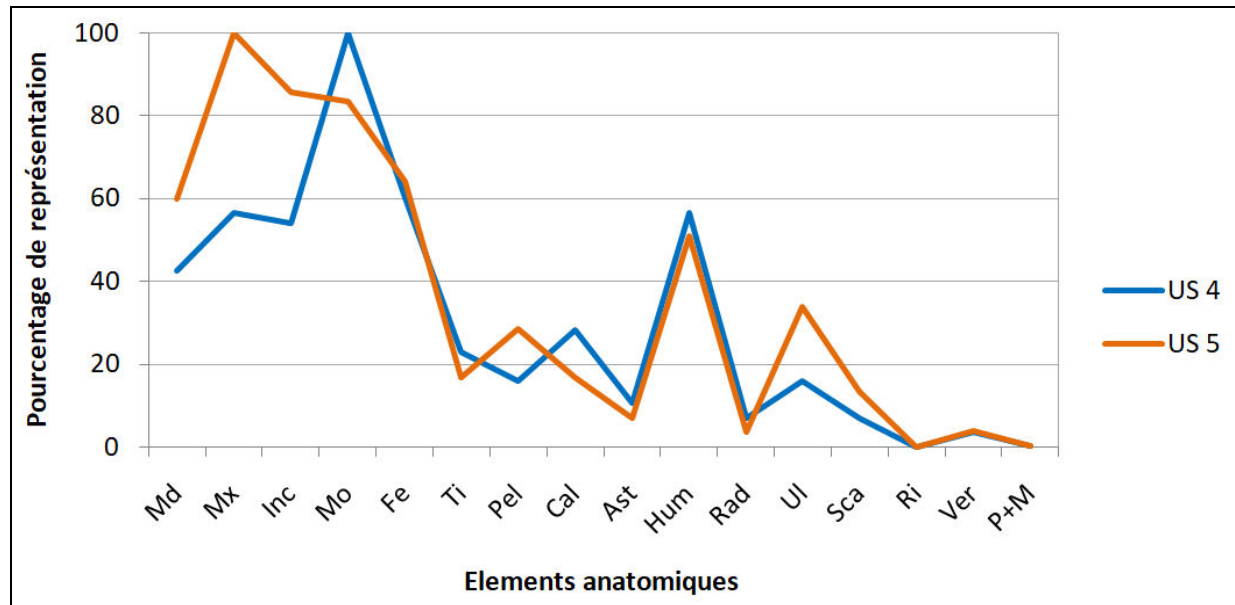


figure 80 : profils de représentation anatomique des rongeurs des US 4 et 5 du Mas d'Azil (E. Stoetzel et L. Lebreton / Hnhp-Mnhn).

Reconstructions paléoenvironnementales et paléoclimatiques

• 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 1). Pour les deux US la distribution des habitats est peu contrastée (figure 81). 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 *Chionomys 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.

Espèces	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 6 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.

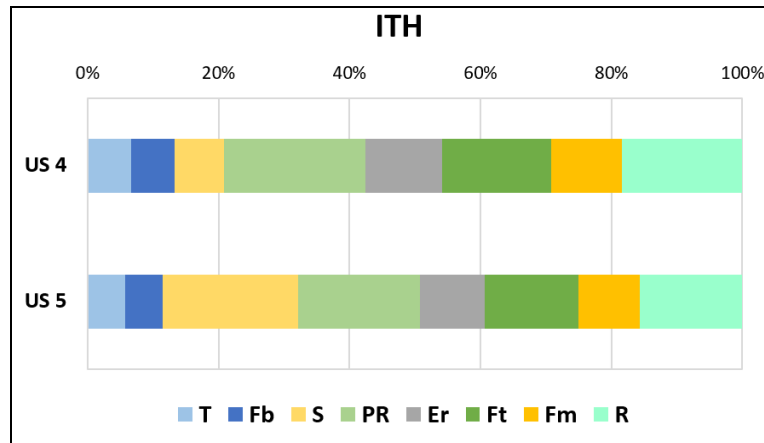


figure 81 représentation graphique des Indices Taxonomiques d'Habitats (ITH) pour les micromammifères du Mas d'Azil. T : toundra ; Fb : forêt boréale ; S : steppe continentale ; PR : prairie ; Er : Environnement rupicole ; Ft : forêt tempérée ; Fm : forêt méditerranéenne ; R : ripisylve (E. Stoetzel et L. Lebreton / Hnhp-Mnhn).

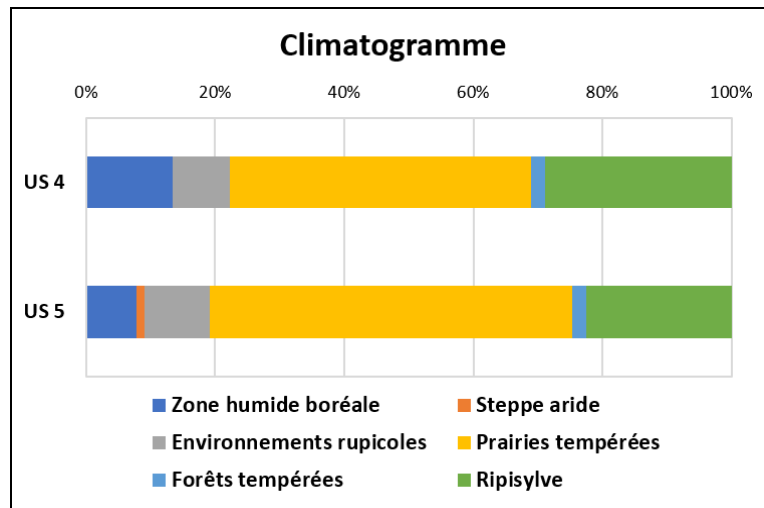


figure 82 ; climatogramme basé sur les rongeurs du Mas d'Azil (E. Stoetzel et L. Lebreton / Hnhp-Mnhn).

- 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 82). On aurait donc une prédominance des milieux ouverts avec la potentielle présence de couvert forestier en fond de vallée.
- L'Indice de Restriction Climatique (IRC), développé par Hernández Fernández (2001), est une approche qui, comme l'ITH, prend en compte uniquement la présence ou l'absence d'une espèce. La différence avec cette dernière méthode est que pour chaque espèce, une valeur totale de 1 est distribuée équitablement entre les différents habitats potentiels de celle-ci. Pour les deux US la distribution des habitats est peu contrastée (tableau 7, figure 83). Il y a une bonne représentation des environnements tempérés, de type forêts déciduales. Les milieux froids, de type forêt boréales sont mieux représentés dans l'US 5 en raison de la présence de *Lagurus lagurus*.

	Climat		Zonobiome
IV	pluie hivernale et sécheresse estivale	IV	végétation sclérophylle
VI	tempéré typique	VI	forêt décidue
VII	tempéré -aride	VII	steppe à désert froid
VIII	tempéré-froid (boréal)	VIII	forêt de conifères boréale
IX	arctique	IX	toundra

	IV	VI	VII	VIII	IX
US 4	1,5	3,333	0,25	1,333	0,583
US 5	1,5	3,333	1,25	1,333	0,583

tableau 7 : valeur de l'Indice de restriction climatique pour les rongeurs du Mas d'Azil.

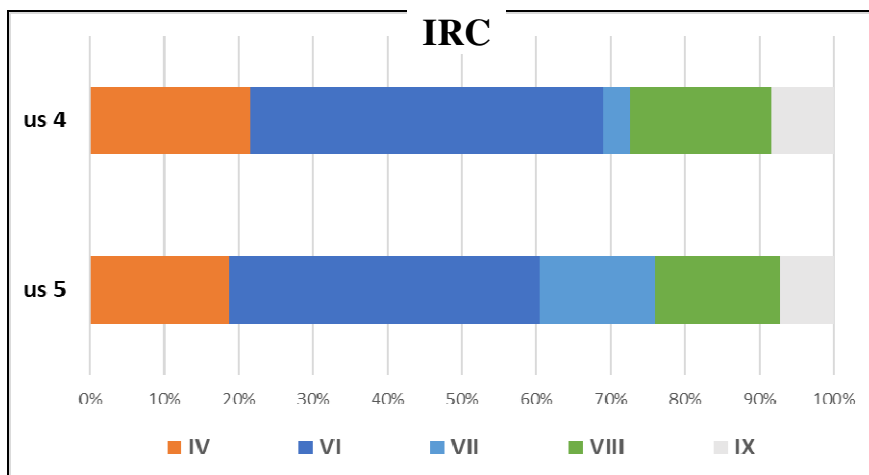


figure 83: indice de restriction climatique pour les rongeurs du Mas d'Azil. Voir tableau 7 : valeur de l'Indice de restriction climatique pour les rongeurs du Mas d'Azil. pour la légende (E. Stoetzel et L. Lebreton / Hnhp-Mnhn).

- Reconstitution des paramètres climatiques : nous avons appliqué deux méthodes différentes pour la reconstitution des paramètres climatiques, basées sur la présence/absence des espèces de petits vertébrés : le Modèle Bioclimatique (MB), développé par Hernández Fernández (2001), et la méthode de l'Ecologie Quantifiée (EQ), développée par Jeannet (2010).

Pour l'US 4 la température moyenne annuelle est similaire entre les deux méthodes (aux alentours de 7°C) (tableau 8). Cependant l'écart est plus marqué entre les températures moyennes du mois le plus chaud avec le MB (21°C) qu'avec l'EQ (16,7°C), de même pour les températures du mois le plus froid (-5,7°C avec le MB et -1,8°C avec l'EQ).

Pour l'US 5, la présence de *Lagurus lagurus* va beaucoup plus impacter la méthode de l'EQ qui présente une nette baisse de la température moyenne annuelle (3,9°C) contrairement à la méthode du MB qui présente peu de différences avec l'US 4 (6,9°C). La différence liée à la présence de *Lagurus lagurus* dans l'US 5 va surtout influencer la température moyenne du mois le plus froid, qui présente une forte baisse par rapport à l'US 4, avec une valeur de 7,9°C pour le MB et de 7,8°C pour l'EQ.

	US 4		US 5	
	MB	EQ	MB	EQ
T° moy	7,7	7,0	6,9	3,9
T° max	21,0	16,7	21,3	16,1
T° min	-5,7	-1,8	-7,9	-7,8

tableau 8 Paramètres climatique obtenus grâce aux petits vertébrés du Mas d'Azil avec le Modèle Bioclimatique (MB) et la méthode d'Ecologie Quantifiée (EQ). T° moy =Température moyenne annuelle, T° max=Température moyenne du mois le plus chaud, T° min=Température moyenne du mois le plus froid exprimée en °C.

• **Synthèse :** pour les deux US, les paramètres climatiques correspondent à un climat plus froid que l'actuel avec des écarts été-hiver plus marqués. Dans l'US 4, les taxons identifiés attestent d'un climat plutôt tempéré-frais 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 apparaît plus froide et aride (plus continentale) avec un écart été/hiver plus marqué, un milieu globalement ouvert alternant avec des zones boisées ou buissonnantes, mais avec toujours 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 paléoécologiques 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, rapport 2015).

Tests paléogénétiques sur rongeurs

En 2018 nous avons été approchés par Adam Nadachowski, chercheur à l'*Institute of Systematics and Evolution of Animals* de Cracovie (Pologne), et spécialiste des rongeurs fossiles quaternaires d'Europe centrale, pour un projet mené par son collègue paléogénéticien Mateusz Baca de l'Université de Varsovie. Ce projet (2018-2021) porte sur des analyses paléogénétiques et morphométriques de 5 espèces de campagnols (*Microtus arvalis*, *M. agrestis*, *M. gregalis*, *M. oeconomus*, *Clethrionomys glareolus*) à une échelle paneuropéenne. Ils étaient à la recherche de matériel paléontologique de différents pays, pour des sites datés de la fin du Pléistocène supérieur et de l'Holocène.

Après accord de M. Jarry, E. Stoetzel a déposé à A. Nadachowski une sélection de spécimens du Mas d'Azil en décembre 2019, à l'occasion d'une mission à Cracovie. Ainsi, 139 restes (mandibules et molaires isolées) de *Microtus arvalis/agrestis* lui ont été confiés (42 issus de l'US 4 et 97 de l'US 5 ; annexe 6A). Ces analyses étant destructives, tous les restes ont été photographiés au préalable pour en garder une archive (annexe 6B).

En 2020, A. Nadachowski et M. Baca ont réalisé des tests de préservation de l'ADN sur une sélection d'une dizaine de dents du Mas d'Azil. Malheureusement, aucune de ces dents n'a livré d'ADN. Le matériel non utilisé va être récupéré.

Aperçu de l'industrie osseuse du Mas d'Azil, fouilles 2011-2019

Par Jean-Marc Pétillon avec la participation d'Eugénie Thomas

Comme annoncé dans le rapport 2019 (p. 126), nous aurions dû effectuer en 2020 une analyse de l'ensemble de l'industrie osseuse découverte pendant les fouilles 2011-2019, analyse qui serait venue compléter celles déjà réalisées sur les séries provenant des niveaux aurignaciens (Pétillon 2016) et des fouilles le long de la RD119 (Pétillon et Costamagno 2019). Mais les restrictions liées à la pandémie ont entraîné tout au long de l'année des retards en cascade qui ont empêché d'effectuer ce travail de façon complète. Il a malgré tout été possible de trier l'ensemble des vestiges osseux conservés dans les locaux de Traces afin d'en extraire les éléments d'industrie osseuse, de nettoyer et de reconditionner ces éléments, d'en effectuer un inventaire et un premier examen pour repérer les grandes tendances de la série. Ces travaux sont restitués ici, dans l'attente d'une étude plus complète qui prendra place en 2021.

Tri des vestiges osseux

Du 5 au 8 octobre 2020, nous avons systématiquement trié les vestiges osseux contenus dans 6 bacs de matériel archéologique se trouvant dans les locaux de Traces :

- bac A, « Mas d'Azil 2012 Piette 2.2 » ;
- bac 1, « Mas d'Azil PT 2014-2016 Théâtre sondage 4 Pouech » ;
- bac 2, « Mas d'Azil 2016, Rotonde, salle stérile SD8 et SD4 » ;
- bac 3, « Mas d'Azil 2014, SD5 billetterie et SD3 rotonde » ;
- bac 6, « PT 2016 faune remblai théâtre » ;
- bac « à traiter » (divers sondages et contextes, mais toujours mélangé ou hors stratigraphie).

Les pièces d'industrie osseuse ont été recherchées à l'œil nu parmi les vestiges de faune, avec confirmation systématique par un examen à la loupe binoculaire. Les pièces retenues ont été extraites de leur sachet d'origine, remplacées par un fantôme, nettoyées à l'eau et à la brosse souple, laissées sécher 48h, puis reconditionnées dans des sachets, accompagnées d'une étiquette indiquant leur provenance. Des numéros individuels, de 1 à x, leur ont été attribués.

Une partie des pièces d'industrie osseuse avaient déjà été isolées avant notre intervention. En revanche, une part non négligeable du matériel osseux a été tamisée seulement à sec. Bien que nous comprenions tout à fait les raisons pratiques du choix de ce mode de tamisage, il a pour conséquence le fait que les objets sont encore couverts de sédiment et que leurs surfaces, dans bien des cas, ne sont pas lisibles. Il n'était pas envisageable de laver tout ce qui aurait dû l'être avec le temps dont nous disposions. Il est donc probable qu'une partie de l'industrie, en particulier certains éléments non façonnés (retouchoirs, os gravés, etc.), n'a pas été repérée lors de ce tri et se trouve encore parmi les vestiges de faune.

		Piette	Rotond e	Billette rie	Théâtre	autres	total
os	déchets double rainurage	2	1	1		1	5
	supports baguettes				1		1
	aiguilles à chas	1			6	1	8
	lisseurs	2			1		3
	retouchoirs	1		1	1		3
	os gravés	2	1		4		7
	os travaillés	2		1	3	2	8
bois de cervidé	déchets double rainurage	1	1				2
	déchets d'élague	1					1
	déchets de façonn. d'objet sur bag.				1		1
	supports baguettes	1	3		2		6
	objets sur baguette indéterminés	2			3	1	6
	pointes	1	1		3	1	6
	baguettes demi-rondes	2	2	1	1	1	7
	éclat				1		1
dent	percées				1		1
	sciées		5	1	9		15
indét.	perle				1		1
	pointe		1				1
total		18	15	5	38	7	83

tableau 9 : composition de l'industrie osseuse des fouilles 2011-2016 au Mas d'Azil, hors niveaux aurignaciens. Signification des secteurs : - Piette : bac A, Mas d'Azil 2012 Piette 2.2, secteurs 1, 2 et 3 ; - Rotonde : bac 3, Mas d'Azil 2014, SD3 Rotonde, US 0 remblai ; - Billetterie : bac 3, Mas d'Azil 2014, SD5 billetterie, remblais ; - Théâtre : bac 6, PT 2016 remblai Théâtre ; - autres : bac « à traiter » ; indications « 2016 SII-1 », « 2011 phase 2.1 au-dessus de la billetterie », « 2014 au-dessus de la billetterie », « Rotonde cheminement ».

Notons que le bac 1 ne contenait aucune pièce d'industrie osseuse, alors que des éléments provenant de ce contexte (« sondage 4 Pouech ») sont présentés pages 172-174 du rapport 2016. Manifestement conservés ailleurs, ces éléments devront être ajoutés au corpus en 2021.

Inventaire et état de conservation

Avec 83 pièces (tableau 9), le matériel est abondant et témoigne à nouveau, si besoin était, du fort potentiel des ensembles magdaléniens du Mas d'Azil dans ce domaine. En revanche, comme on pouvait s'y attendre au vu du contexte de découverte de l'essentiel du matériel – déblais de fouilles anciennes, sédiment remobilisé, etc. – la série est entièrement composée de pièces de petites dimensions et est marquée par une extrême fragmentation. De fait, à l'exception des dents travaillées (voir ci-dessous), aucune pièce n'est entière et les fractures post-dépositionnelles, parfois récentes, sont très fréquentes. Les raccords entre fragments ont été systématiquement recherchés mais très peu ont pu être effectués. Les patines sont assez variables, témoignage de la diversité des contextes d'enfouissement, et l'état de conservation des surfaces est globalement correct même si une partie du matériel a été altérée par la circulation de l'eau (cupules, desquamation, etc.).

Composition technotypologique

Le matériel est considéré ici dans sa globalité, tous secteurs et sondages confondus. L'industrie en os est la plus représentée, avec 35 pièces dont 8 aiguilles à chas et 6 éléments qui se rapportent vraisemblablement à la fabrication de ce type d'outil (un support baguette, et 5 déchets d'extraction de baguettes par double rainurage longitudinal). Outre 3 fragments de lissoir, le reste de l'industrie en os est composé d'éléments non façonnés : il s'agit d'éclats d'os qui présentent, soit des traces d'utilisation comme outil (3 retouchoirs), soit des traces de raclage et d'incision qui n'ont pas pu être rapportées à un schéma opératoire déterminé (8 pièces), soit des traces de gravure relevant potentiellement de l'art mobilier (7 pièces : à confirmer par un spécialiste).

Deuxième ensemble le plus abondant avec 30 pièces, l'industrie en bois de cervidé comprend quelques déchets (2 déchets d'extraction de baguette par double rainurage longitudinal, 1 déchet d'élagage par double rainurage opposé, 1 éclat, 1 déchet de façonnage d'objet sur baguette), 6 fragments de baguettes extraites par double rainurage et 6 fragments d'objets sur baguette indéterminés. Les objets finis typologiquement déterminés se rapportent tous à la sphère de l'armement : 6 pointes (dont une possible pointe à base pleine et une possible pointe à biseau double) et 7 baguettes demi-rondes, éléments d'armatures composites. Une de ces dernières, ainsi qu'un fragment d'objet indéterminé, portent un décor de « parenthèses et trèfles » connu dans les ensembles du Magdalénien moyen récent des Pyrénées (e.g., Lucas 2013).

Les dents modifiées sont au nombre de 16. À l'exception d'une dent dont la racine est en cours de percement, il s'agit toujours d'incisives présentant des traces de sciage transversal sur la face vestibulaire de la racine. Le mode d'obtention de ce type d'objet et l'opération technique dans laquelle il s'insère ont été décrits dans une publication restée célèbre (Poplin 1983) : ces pièces témoignent de l'extraction simultanée d'une rangée complète d'incisives, maintenues solidaires par le tissu gingival qui les entoure. La série comprend essentiellement des couronnes, quelques racines, et quelques dents complètes sur lesquelles le sciage n'est que partiel.

La série est complétée par une perle sphérique façonnée dans une matière osseuse indéterminée et un fragment distal de pointe qui pourrait, sans certitude, être en os de cétacé.

Discussion

Sur le plan chronoculturel, l'ensemble du matériel est compatible avec une attribution au Magdalénien moyen ou supérieur, au sens large. La fréquence des baguettes demi-rondes, la présence d'un fragment de pointe à base pleine, certains décors spécifiques (« parenthèses et trèfles ») suggèrent plus précisément une attribution au Magdalénien moyen récent, en accord avec les autres études et analyses réalisées. Seul un possible fragment de pointe à biseau double,

provenant des remblais du Théâtre, évoque le Magdalénien supérieur ; mais cet indice demanderait à être conforté par d'autres pour être considéré comme concluant.

Ce rapide inventaire met également en relief deux particularités de la série. Il s'agit d'une part de la fréquence de l'art mobilier – qu'il s'agisse des décors sur les objets utilitaires, ou des éclats d'os n'ayant d'autre rôle que celui de support de gravure. Ces derniers, dont la lecture devra bien sûr être confirmée, apparaissent relativement nombreux, a fortiori compte tenu du fait que leur détection n'était pas facilitée par l'état de lavage d'une partie du matériel osseux.

D'autre part, la fréquence des incisives sciées est également frappante. Ajoutées aux quatre identifiées lors des fouilles le long de la RD119 (Pétillon et Costamagno 2019), à l'individu supplémentaire découvert en contexte aurignacien (Pétillon 2016) et aux 12 pièces trouvées par F. Poplin dans la faune des fouilles Péquart (Poplin 1983, p. 60), les 15 pièces mentionnées ici portent à plus de trente le nombre d'objets de ce type provenant du Mas d'Azil. Les incisives sciées sont attestées tout au long du Magdalénien, et l'effectif de la série du Mas d'Azil reste modeste au regard de ceux d'autres sites, en particulier du Magdalénien supérieur (une quarantaine à Peyrazet, 83 à Santa Catalina, plus de 100 à Gönnersdorf et plus de 200 au Petersfels : Poplin 1983 p. 60-61 ; Berganza et Arribas 2010 ; Rigaud *et al.* 2019). Il donne cependant une idée du nombre de pièces de ce type qui ont dû passer inaperçues lors des fouilles anciennes et qui parsèment aujourd'hui les déblais à l'intérieur de la cavité.

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

Par Marc Jarry

L'évaluation des niveaux riches en faune de ce secteur n'a pas encore pu être engagée cette année. Une proposition méthodologique est en cours de préparation et devra être effective en 2021.

Action 3-E : évaluation des niveaux archéologiques de la galerie Principale / Rive Gauche de l'Arize (secteur I)

Rive Gauche - Le Cantonnement Maury

Par Marc Jarry, François Bon, Michel Barbaza, Bastien Chadelle, Sixtine Hoellinger, Philippe Marsac, Hélène Martin

Problématique

Les recherches archivistiques réalisées au cours des dernières années nous ont permis de restituer le déroulement des opérations dans le secteur de la Rive Gauche de la grotte du Mas d'Azil (cf. *supra* Axe 1 – Action 1-A). Avec l'aide, notamment, des archives Piette et de Maury, il nous est maintenant possible de proposer une localisation du secteur dans lequel ce dernier réalisa en 1888 les premiers sondages (cf. *supra* Axe 2 – Action 2-B). Ce secteur allait devenir, tandis que Piette s'adjugeait l'essentiel de la surface de la Rive Gauche, son « cantonnement », où il poursuivit ensuite ses recherches (figure 13).

Ce « Cantonnement Maury » est localisé à proximité de ce qui était pour lui l'entrée, à l'extrémité sud-est de la Terrasse (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Cette zone se présente

aujourd'hui comme un replat au sommet d'une succession de paliers, bordés à l'est (coté entrée) par un talus, au sud-ouest par un tas de remblais et au nord-ouest par l'excavation de la fouille Péquart (coupe principale sud-est) (figure 84 et figure 86).

Dans l'axe S-SE/N-NW, trois paliers, d'une longueur totale d'environ 10,40 m, viennent en contact de la paroi :

- le palier supérieur 1 correspond au sommet des limons, autrement dit à la base de l'Azilien, d'après les informations fournies par Piette, Maury puis les époux Péquart ;
- le palier intermédiaire 2, lui-même découpé en 3 sous-paliers, correspond à la base du niveau désigné A par les Péquart, et attribué par eux au Magdalénien le plus récent de la Rive Gauche ;
- le palier inférieur 3 correspond enfin à la base du niveau désigné B par les Péquart, et également attribué au Magdalénien.

Dans l'axe E-NE/W-SW, cette zone est bordée d'un côté par un talus dont la végétation qui la recouvre empêche de voir de quoi il est constitué. Sous réserve, il pourrait être coiffé par un tas de déblais d'une épaisseur de l'ordre de 0,90 à 1,50 m, recouvrant un dépôt dont nous ignorons la nature mais qui pourrait être en place. Il est intéressant de noter que ce talus semble n'avoir pas changé de configuration depuis la fin du 19^e siècle (cf. figure 85). De l'autre côté, un imposant tas de déblais s'est déversé pour une partie sur la bordure ouest du palier 1, envoyant plusieurs blocs dont nos travaux montreront qu'ils sont en place (blocs A, B et C), posés sur la base de ce qui apparaît comme la couche ayant vraisemblablement contenu l'Azilien, au contact des limons.

À quelles opérations antérieures correspond l'état actuel de cette zone ? D'après les photos prises par les Péquart à une étape déjà avancée de leurs recherches menées dans les années 1930, mais dont nous ignorons la date exacte, le palier 1 est déjà sous cette forme à cette époque. Celui-ci correspond à la base de l'Azilien qu'ils recherchaient si avidement, et dont ces mêmes clichés figurent d'ailleurs un des rares lambeaux qu'ils purent retrouver. Rappelons qu'ils précisent que ces derniers ont été préservés à la faveur de blocs volumineux les recouvrant. On peut dès lors être à peu près certains que le décaissage du palier 1 jusqu'à la base de l'Azilien est antérieur à l'intervention des Péquart et qu'il pourrait par conséquent parfaitement être dû à Maury, le seul dont nous savons par ses propres archives et celles de Piette qui soit intervenu dans ce secteur.

En revanche, les paliers 2 et 3 ne sont pas encore formés sur ces mêmes clichés ; le lambeau azilien signalé précédemment se trouve d'ailleurs au-dessus de ce qui est aujourd'hui à l'emplacement du palier 3, creusé par conséquent ultérieurement. La fouille de ces deux paliers dans le Magdalénien a très certainement été réalisée par les Péquart postérieurement à l'étape d'avancement des fouilles marquée par ces clichés, mais il est également possible qu'Alteirac soit lui aussi, à la fin des années 1960, intervenu à cet endroit. Ce dernier point devra être vérifié.

Quoi qu'il en soit, les recherches archivistiques nous conduisent à identifier le palier 1 comme la relique d'une portion de la surface correspondant au « cantonnement Maury », terme sous lequel nous le désignerons dans la suite du texte.

Quoiqu'il en soit, si l'on se concentre sur le palier 1, qui a donc toutes les chances de correspondre à un état issu des fouilles Maury, il est intéressant de noter que cette partie du pied de paroi est la seule qui ne soit pas recouverte d'imposants tas de déblais, tandis que plus à l'ouest les secteurs fouillés par Piette le sont. Maury a-t-il pris la peine de laisser son propre cantonnement dans cet état, afin d'y revenir le cas échéant ?

Notons enfin que la limite N-SW correspond à l'emplacement d'un très gros bloc calcaire détaché de la paroi que les fouilles anciennes n'ont que très partiellement attaqué afin de tenter de passer dessous (il a en effet été débité marginalement sur la tranche). Ce type de bloc n'aurait pas résisté à Piette, capable d'utiliser de gros moyens (dont des explosifs) afin de dégager le terrain, ce dont ne disposait pas Maury. Ici, le bloc que nous avons noté bloc A (cf. plan) est très volumineux et précisément situé à l'emplacement de la limite évoquée par Piette entre son secteur et le « Cantonnement Maury ».

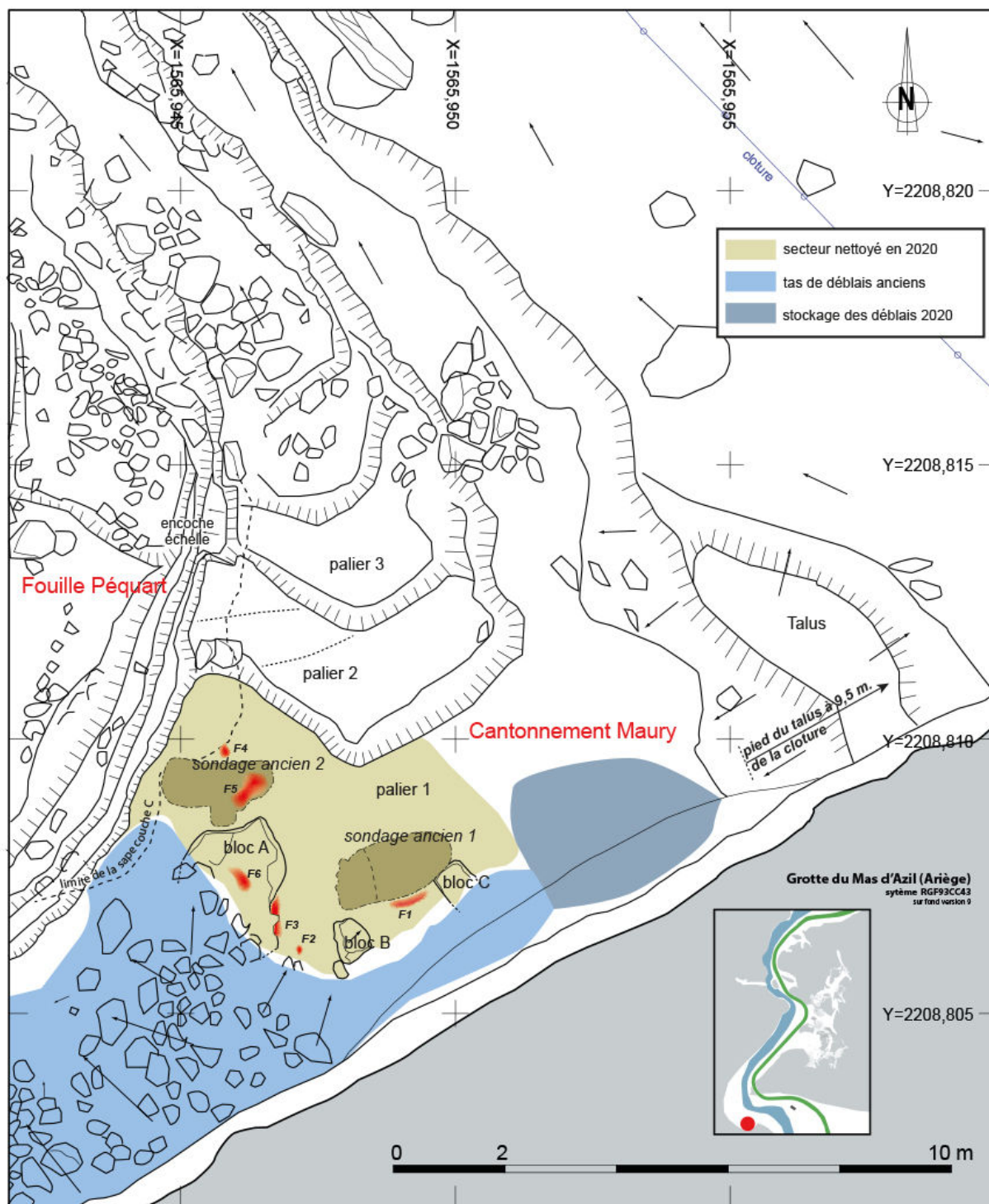


figure 84 : Rive Gauche, Cantonnement Maury, état 2020 et localisation des principaux éléments identifiés lors du nettoyage du secteur (dessin Marc Jarry / Inrap-Traces et François Bon / univ Toulouse-Traces, fond topo Marc Jarry / Inrap-Traces, Didier Cailhol / Inrap, Vincent Arrighi / Inrap et Bastien Chadelle / Univ. Toulouse-Traces)



figure 85 : Rive Gauche, vues depuis l'intérieur de la grotte montrant l'état de secteur du Cantonnement Maury. La photo de gauche, éditée en 1913 par *l'Ariège Pittoresque* et désignée selon les archives Simonnet comme ayant été prise par G. Baquié-Rambaud après les fouilles Piette-Bladier-Maury (soit après 1896), a été déformée pour correspondre au point de vue de la photographie de droite réalisée en 2020 (cliché de droite © Bastien Chadelle / Univ. Toulouse).



figure 86 : vue panoramique développée du Cantonnement Maury avant toute intervention début juillet 2020. À gauche : le talus E-NE ; à droite : le tas de déblais anciens recouvert le lierre au premier plan et s'effondrant sur le palier 1 du Cantonnement Maury au centre du cliché (clichés et montage Marc Jarry / Inrap-Traces).



figure 87 : Rive Gauche, Cantonnement Maury, évacuation des lierres (premier plan), déplacement d'une partie des déblais ennoyant les blocs apparents et nettoyage de la surface du palier 1 (© cliché Marc Jarry / Inrap-Traces).

Il était donc intéressant, et de moindre investissement, d'opérer un nettoyage superficiel de ce petit périmètre, afin de s'assurer du caractère « en place » de ce bloc et éventuellement d'autres à proximité. Le cas échéant, ces blocs pouvaient recouvrir des niveaux archéologiques. Il s'agirait alors des quelques rares vestiges de couches aziliennes encore en place, d'où leur grande importance, mais dont il faut souligner aussi la fragilité compte tenu de leur accessibilité, quasiment juste sous les lierres. Nous avons donc tenté d'évaluer l'état de ce secteur.

Protocole suivi

La première opération a consisté à retirer des déblais superficiels aux alentours des blocs A, B et C (figure 87), afin de vérifier qu'ils sont en place, ce qui s'est avéré être le cas, puis de s'assurer de la sorte de leur position stratigraphique. Ce faisant, nous avons pu mettre en évidence que le palier 1 correspond bien au sommet des limons, soit à la base de l'horizon ayant contenu l'Azilien (cf. datation de l'échantillon prélevé ici dans les résultats de l'axe 2 de ce rapport). Des traces sont d'ailleurs conservées sous la forme de plusieurs restes de foyer et/ou zones charbonneuses imprégnant le sommet des limons. Nous en avons découvert 4 (notés F1, F2, F3 et F4, cf. figure 84) :

- F1 et F4 sont des zones de rubéfaction rouges ;
- F2 et F3 sont des zones charbonneuses. F3 est particulièrement intéressante car, passant sous la partie conservée *in situ* du bloc A, elle montre que, sous ce dernier, dont les fouilleurs anciens se sont attardés à débiter des fragments pour tenter de passer dessous, le niveau archéologique se poursuit. Cette zone charbonneuse est associée à des fragments d'os enchâssés sous le bloc A, tandis qu'un prélèvement de charbon a permis d'obtenir une datation par la méthode du radiocarbone confirmant l'attribution de ce niveau à l'Azilien.

Cette opération a également permis de mettre en évidence deux sondages anciens (notés 1 et 2) ayant traversé le limon supérieur afin d'atteindre au moins le premier niveau magdalénien correspondant peu ou prou au niveau A des époux Péquart. C'est ce que nous avons pu vérifier en dégagant une partie du remblai comblant le sondage ancien 1 (cf. descriptif *infra*), ainsi que dans le sondage ancien 2. Chacun de ces sondages n'a été que partiellement vidé. Ainsi, dans le sondage 1, nous n'avons pratiqué qu'une excavation de 1 x 0,70 m à son extrémité sud-ouest

L'intégralité des sédiments prélevés dans les sondages a été conservée et leur provenance identifiée. L'ensemble prélevés dans ce que nous appelons le « sondage ancien 1 » et une partie de ceux issus du « sondage ancien 2 » a pu être tamisée à sec sur le terrain, avec un tamis d'une maille de 1,4 mm. Nous avons choisi de traiter prioritairement le sondage ancien 1 étant donnés les premiers indices visibles dès le terrain (faune, coquilles, silex), alors que le comblement du sondage ancien 2 semble beaucoup plus pauvre en mobilier. Un premier tri a été réalisé lors de ce tamisage, afin de repérer les éléments importants et d'enlever les blocs bruts. Les refus de tamis ont été conditionnés en sacs et repérés avec une étiquette afin de les transporter aisément jusqu'au dépôt du laboratoire Traces à la maison de la recherche à Toulouse. Le tri des refus de tamis a fait l'objet en octobre d'un stage pour les étudiants de master, encadré par des membres de l'équipe. Comme nous l'avons vu, la deuxième mise en confinement sanitaire est intervenue malheureusement cette semaine-là et seulement la moitié des sédiments du sondage ancien 1 a pu être triée, que nous avons pu ajouter aux éléments repérés sur le terrain. Mis à part les éléments colorés, le mobilier recueilli a été lavé, séché puis conditionné, marqué et inventorié. Nous présentons *infra* une étude préliminaire de ce mobilier. Celle-ci reste succincte, tournée vers la recherche d'éléments directeurs permettant d'envisager l'origine stratigraphique des sédiments. En effet, ces derniers ne sont que des remblais de fouilles anciennes et une analyse poussée n'aurait pas de sens. Nous avons l'habitude, au Mas d'Azil, de traiter des remblais. Cependant, comme pour le secteur du « sondage Pouech » en rive droite, où nous avons évoqué la notion de « remblais homogènes », nous avons la sensation ici que, certes l'origine stratigraphique n'est pas

unique, mais que leur constitution est quasiment synchrone de la réalisation du sondage, avec des sédiments plutôt « riches ». Il s'agissait donc pour nous d'estimer l'origine stratigraphique de ces sédiments qui n'ont sans doute plus été remobilisés depuis plus de 100 ans. Le reste des refus de tamis qui n'a pu être trié, ainsi que le petit lot de mobilier du sondage ancien 2, sera traité dès que possible. Les inventaires seront complétés ainsi que leur analyse et rejoindront une annexe à ajouter au présent rapport ultérieurement, ou, le cas échéant, un complément au rapport de programme de 2021.

Observations de terrain

Le sondage ancien 1 est une excavation de dimensions maximales de 2,2 x 1 m, et d'une profondeur minimale de 0,70 m. En effet, non seulement nous n'avons pas atteint le fond de ce sondage, mais nous ignorons si le sol à partir duquel il a débuté, soit actuellement le sommet des limons, correspond au sommet originel de cette excavation, ou bien si elle est partie de plus haut, et que le palier 1 a été créé ensuite. Le sondage ancien 1 contenait un déblai de sédiment blocailleux très riche en mobilier (cf. *infra*). Leur seule présence pourrait tendre à indiquer que le remblai correspond à une intervention très primitive, peut-être la première de Maury, tandis que l'Azilien n'est pas encore identifié ; il ne le sera qu'ensuite, lorsque Bladier agira au printemps 1888 pour le compte de Piette, ce dernier s'attribuant le mérite d'avoir, le premier, reconnu ce type de vestiges.

Dans la fenêtre que nous avons ouverte dans ce sondage, on voit que sous le limon apparaît un niveau charbonneux pouvant correspondre au niveau A des Péquart, et qui a ici été fouillé en sape lors de cette opération ancienne. Est-ce parce que, à ce moment-là, le sommet de ce sondage était au-dessus de l'actuel palier 1 ? En effet, un tel travail de sape alors qu'il n'y avait que 70 cm de limon, certes blocailleux, à enlever, est étonnant.

Le sondage ancien 2 est une excavation de forme plus irrégulière, dont nous n'avons touché le fond que dans son extrémité E-NE. Nous nous y sommes arrêtés sur un foyer laissé à l'évidence intentionnellement en place et recouvert de cendres blanches, correspondant là encore certainement au niveau A des Péquart. La qualité de conservation de ce foyer est remarquable (foyer noté F5). Le sondage ancien 2 était comblé de blocs et blocailles, tandis que la terre s'y est introduite de façon interstitielle. Ce volume de blocs et blocailles utilisés signe un comblement différent du sondage 1, qui ressemble davantage à un sondage que l'on se donne ainsi les moyens de rouvrir aisément.

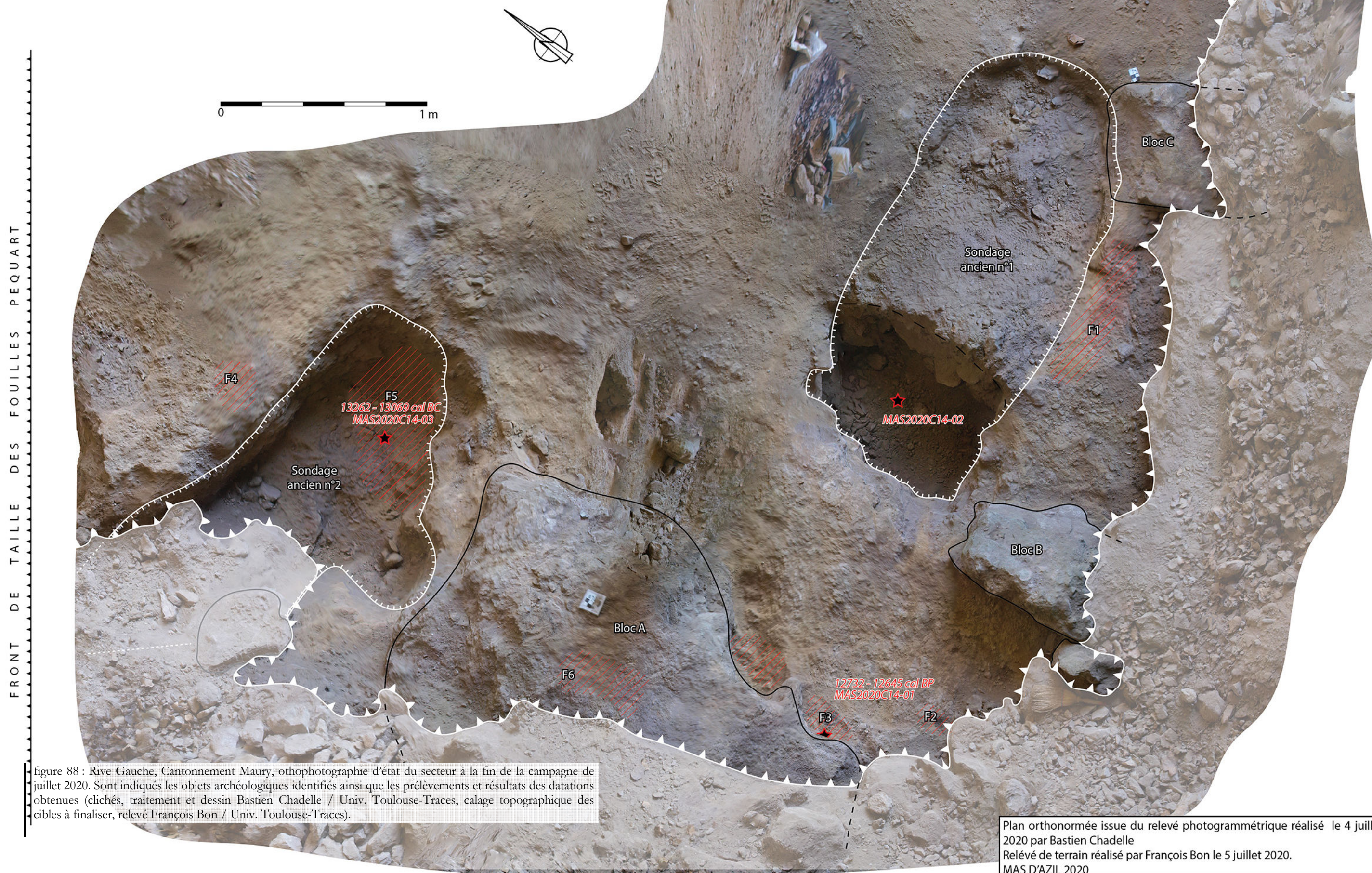
Dans le sondage ancien 2, la limite S-SE est rendue irrégulière par une encoche de 20x20 cm dans toute l'épaisseur des limons, s'arrêtant juste au-dessus du niveau de cendre magdalénien. Cette encoche ressemble fort à une colonne de prélèvement sédimentaire et, si tel bel et bien le cas, elle signe certainement une intervention de Piette, peut-être dans le cadre de ses calculs du nombre de lamines dans le limon entre le Magdalénien et l'Azilien. Des prélèvements de ce type existent en dépôt au Musée des Antiquités Nationales et ont fait l'objet d'une étude dans les années 1970 (Girard *et al.* 1979 et rapport inédit Moser 1976).

La sole rubéfiée F1 a été entamée par le sondage ancien 1. Telle que nous l'avons dégagée, elle mesure 50cm le long de cette coupe, ce qui correspond à son extension d'origine dans cet axe (l'autre étant donc tronqué), et environ 3 cm d'épaisseur conservée.

Au sommet du bloc A, des traces de cendres grises et quelques plages rosées pourraient traduire là aussi l'emplacement d'un fond de foyer/zone cendreuse (F6). Il pourrait appartenir à des niveaux archéologiques surmontant l'Azilien (Mésolithique ?).

Au sommet du bloc B, on note un rosissement du calcaire qui pourrait également correspondre à une rubéfaction par la chaleur (non noté sur le plan).

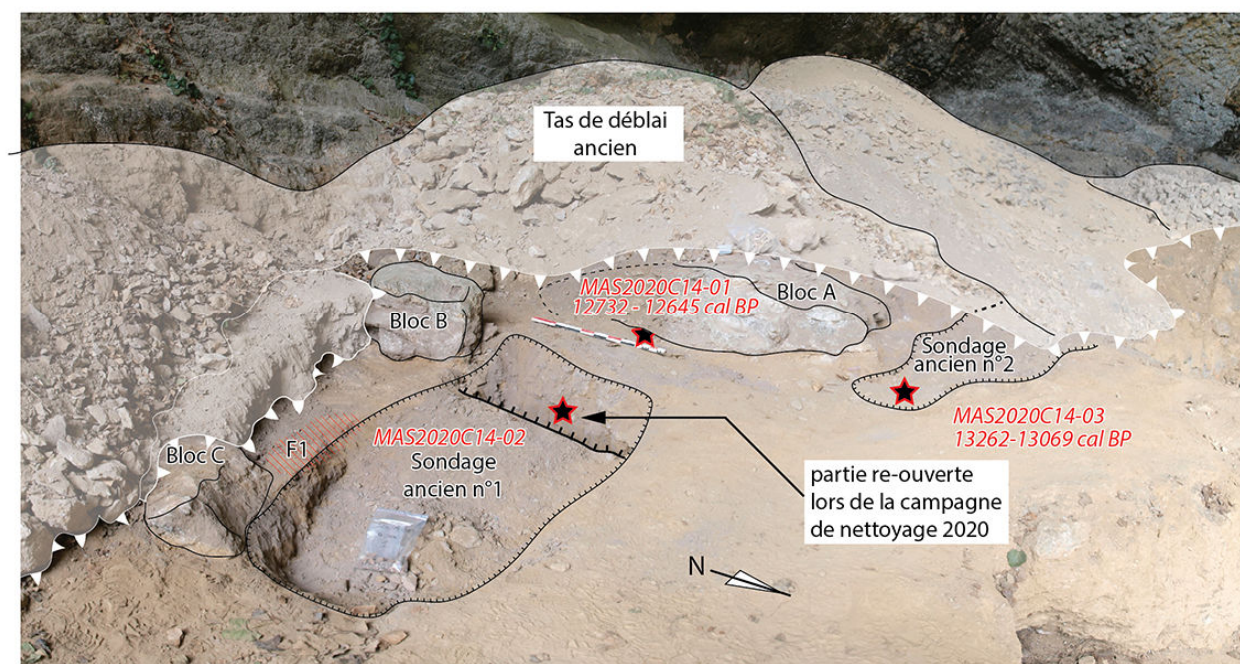
Description du sol d'occupation azilien et des sondages anciens de 1889 découverts lors du nettoyage de la campagne 2020 dans la partie sud de la rive gauche du porche du Mas d'Azil





Photographies du sol d'occupation azilien et des sondages anciens de 1889 découverts lors du nettoyage de la campagne 2020 dans la partie sud de la rive gauche du porche du Mas d'Azil

Photographies réalisées le 4 juillet 2020 par Bastien Chadelle
Relève de terrain réalisé par François Bon le 5 juillet 2020.



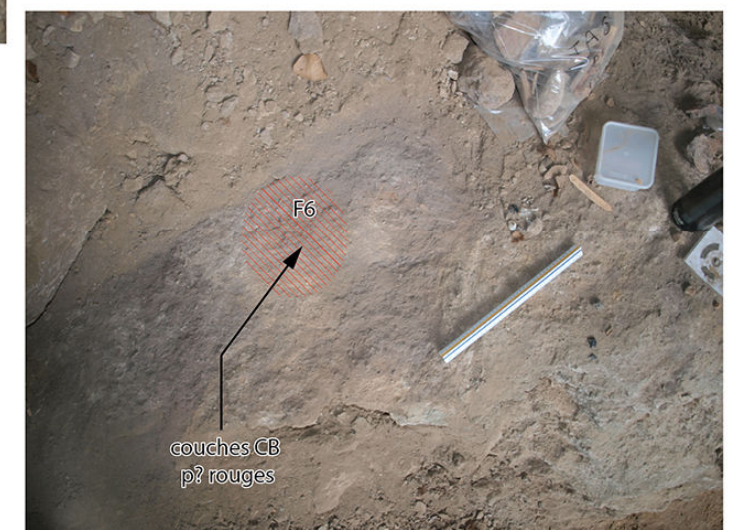
Bloc A



Foyer F3 sous le bloc calcaire A



Foyer F1



Rubéfactations au sommet du bloc calcaire A

Vue générale

figure 89 : Rive Gauche, Cantonnement Maury, vues du sol du palier 1 à l'issue de l'opération de terrain de juillet 2020 (clichés et dessin Bastien Chadelle / Univ. Toulouse-Traces).

Enfin, rappelons (cf. détails dans la partie datations et dans les inventaires des prélèvements en annexe), que trois prélèvements ont été réalisés dans ce secteur du Cantonnement Maury :

- MAS2020C14-01
- MAS2020C14-02
- MAS2020C14-03

Deux ont été envoyés en laboratoire et ont donné les résultats suivants, tout à fait conformes à ce qui pouvait être attendu :

- MAS2020C14-01 = 10783-10696 cal BC (12732-13069 cal BP) (résultat n° 33)
- MAS2020C14-03 = 11313-11120 cal BC (13262-13069 cal BP) (résultat n°34)

Le mobilier du sondage ancien n°1

Le mobilier céramique

Description

L'ensemble céramique récolté dans la partie ouest du sondage ancien numéro 1, au sein du secteur du « Cantonnement Maury » de la Rive Gauche de la grotte du Mas d'Azil lors de l'opération de 2020 (50% tamisé) est constitué de 33 tessons de céramique modelée. Les pâtes sont assez fines, à inclusions calcaires. Celles-ci sont de teintes variables, allant du noir au rouge brique. Les surfaces conservées sont généralement lissées et polies, à l'intérieur comme à l'extérieur.

figure 90 : Rive Gauche, sondage ancien 1, céramiques, formes (dessin Marc Jarry / Inrap-Traces).

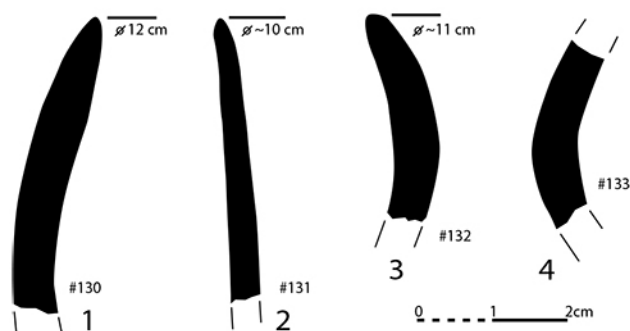


figure 91 : Rive Gauche, sondage ancien 1, céramiques, décors (dessin Marc Jarry / Inrap-Traces).



Parmi ces tessons, 6 éléments diagnostics ont pu être isolés, dont 3 bords, une rupture de pente douce et deux décors.

Les 3 bords correspondent à :

- une poterie à bord droit d'un petit bol de facture grossière (figure 90, n°2) ;
- un bord droit sur vase globuleux (figure 90, n°1) ;
- un bord très ouvert d'un vase à finition soignée. Sa pâte présente un cœur foncé et des surfaces plus claires rouge (figure 90, n°3).

Le fragment de rupture de pente (figure 90, n°4) ne présente pas de carène marquée et sa surface noire offre une finition soignée.

Les deux décors :

- un micro-tesson présente une incision par gravure après cuisson, sur un vase à finition polie (figure 90, n°2) ;
- un second tesson porte 5 incisions parallèles, réalisées avant cuisson (figure 90, n°1).

Diagnose

Ce petit lot de tessons de céramique rappelle les productions régionales du Néolithique moyen (Chasséen), notamment le décor gravé. Il n'est pas exclu dans ce lot, la présence de productions postérieures, comme le fragment de petit bol.

Ce que nous savons des fouilles d'Edouard Piette et de Marthes et Saint-Just Péquart concernant le Néolithique de la Rive Gauche de la Grotte, c'est qu'ils n'avaient pas opéré de subdivisions (Vaquer 1990). Jean Vaquer distingue, à partir du matériel accessible, des éléments attribuables au Chasséen et d'autres au Néolithique final – Chalcolithique (*op. cit.*). Il note pour le mobilier céramique Chasséen, outre des anses multilobées, des cordons multiforés, la présence d'un fragment de vase support avec "un décors rayé hachuré" (exposé au Musée du Mas d'Azil). Cette occurrence rappelle un de nos fragments décorés. Pour le Chalcolithique, il y inclut des tessons de poteries grossières et un "pot de fleurs" des Péquarts. Le petit lot recueilli en 2020 au sein du sondage ancien 1 ne dépareille pas dans ces attributions chronoculturelles.

La faune

Le matériel faunique, hors microfaune et malacofaune, rassemblé au sein des remblais du sondage ancien 1 de Rive Gauche du site du Mas d'Azil est constitué de 6706 restes (auxquels s'ajouterait le fragment d'os indéterminé portant de petites stries et le fragment de harpon présentés *infra*). L'ensemble est en général assez fragmenté et 6597 vestiges restent indéterminables, dont 5545 sont des vestiges inférieurs à 5 mm. Notons aussi que dans ces restes indéterminés, 457 sont des restes brûlés et 3 sont presque entièrement recouverts d'ocre.

Il reste un petit lot de 109 vestiges fauniques qui a pu être déterminé. D'une manière générale, ces ossements, ainsi que les dents (57 restes), étaient suffisamment bien conservés pour être déterminés anatomiquement et spécifiquement.

Cerf	Cervidés	Suidés	Caprinés	Indéterminés
60	13	31	5	6597

tableau 10 : Rive Gauche, Cantonement Maury, décompte général des déterminations fauniques.

Le spectre faunique identifié témoigne de la présence de Cervidés, de Caprinés et de Suidés (tableau 10).

En ce qui concerne les Cervidés, c'est le Cerf qui a été reconnu. Ce taxon est illustré par des éléments de crâne, du squelette axial, des dents, et des portions de pattes. Les restes dentaires sont particulièrement bien représentés ce qui est généralement le cas étant donné leur fort degré de conservation. Les vestiges reflètent la présence d'au moins un sujet mâle adulte et d'un animal immature pour l'ensemble du lot.

Pour ce qui concerne les Suidés, ce sont des fragments de crâne, des dents et des portions de pattes qui ont été déterminés. On note que ce sont des individus jeunes qui sont représentés et on observe la présence de restes de fœtus. Ces données attestent plus probablement l'hypothèse, pour ce taxon, de l'exploitation de la forme domestique plutôt que sauvage, mais il convient de rester prudent étant donné la faiblesse de l'échantillon. Mâle et femelle sont représentés.

Les Caprinés n'ont livré que quelques restes dentaires et un fragment d'hémi-mandibule.

Pour mémoire, rappelons que Piette signale pour les couches archéologiques présentes dans ce secteur, les cortèges fauniques suivants, hors microfaune et avifaune (Piette 1895, 1896a) :

- pour le Magdalénien (ses niveaux B et D) : renne, cerf élaphe, bœuf, bouquetin, renard, loup...
- pour l'Azilien (niveau F) : cerf élaphe, chevreuil, bouquetin, chamois, bœuf primitif, cheval, ours commun, sanglier, blaireau, chat sauvage, castor... Il note l'absence de Renne
- pour le Mésolithique (niveau G) : cerf élaphe, sanglier, bœuf, chèvre...
- pour le Néolithique (niveau H) : porc, bœuf, chèvre, mouton...

Ainsi, bien que très modeste et issu de déblais, ce petit lot traduit un spectre faunique qui n'est pas sans évoquer, par sa nature et sa composition, ce qui a pu être observé pour les niveaux néolithiques du site. Cependant, le propre des déblais étant de traduire un mélange de différents niveaux, on ne peut écarter l'éventualité que ce cortège faunique puisse tout aussi bien renvoyer aux niveaux mésolithiques et, au moins pour partie des vestiges, également à l'Azilien. Même le magdalénien n'échapperait pas à un rapprochement car le cerf y est toujours présent, mais nous noterons toutefois dans notre série l'absence du renne. On perçoit là, s'il était nécessaire de le rappeler, la délicatesse inhérente à ce type d'étude qui concerne un matériel issu de niveaux qui ne sont plus en place.

La microfaune

Le tamisage à maille fine de 1,4 mm et le tri ont permis d'isoler 1011 vestiges et fragments de microfaune. Ce qui peut être noté, à l'échelle de cet échantillon issu de déblais mélangés de fouilles anciennes, c'est que l'ichtyofaune est très abondante. En effet, vertèbres et arrêtes de poisson y sont très nombreuses. Dans sa publication de 1895, E. Piette ne fait référence aux poissons que pour son ensemble C (azilien) avec la truite, le brochet et le cyprin (Piette 1895).

La malacofaune

23 coquilles presque entières et 104 grammes (très fragmentés) de coquilles d'escargots ont pu être recueillis. Nous savons qu'E. Piette, en 1895, lorsqu'il affine sa stratigraphie de 1890, exclus l'amas coquiller des niveaux à céramique (Piette 1895, 1896a). Il associe alors les coquilles d'*Helix memorialis* (*cepeae memorialis*) à son ensemble B (Arisien) en vastes amas lenticulaires et à l'ensemble C où il les dit très abondants (assise à galets coloriés et à escargots). Cependant, dans son article de 1896 dans l'*Anthropologie*, E. Piette se contredit et exclut les escargots de la couche à galets coloriés (Piette 1896a et 1896c). Cette dernière version semble la plus probable (cf. Laplace-Jaureteche 1953) et correspondrait mieux à la datation par la méthode radiocarbone obtenue cette année dans le Dryas III au climat défavorable à ce type de mollusque. Donc, les coquilles récoltées en 2020 seraient à rattacher au niveau arisien (Mésolithique), même si des escargots peuvent être présents sporadiquement au Néolithique (cf. Vaquer 1990).

Le mobilier lithique

À l'issue des tamisages que nous avons pu réaliser, 609 pièces lithiques ont pu être récoltées, permettant un premier diagnostic du contenu du remblaiement ancien de ce sondage (tableau 11). Nous noterons en premier lieu, comme nous le verrons plus bas pour l'industrie osseuse, la faible présence de vestiges lithiques taillés, en proportion d'autres vestiges.

Les matières premières, que nous ne détaillerons pas étant donnée l'origine de l'échantillon, semble presque exclusivement locale et proche (Jurassique et Danien des Petites-Pyrénées). La qualité des roches exploitées est rarement bonne, le plus souvent médiocre. Par exemple, le silex du type d'Allières est assez présent. Cette observation générale est valable pour toutes les catégories de vestiges.

Désignation	nombre
Casson, débris	92
Petit éclat, esquille (« chips »)	381
Éclat	92
Lame, lamelle, entières ou fragmentées	22
Nucléus	7
Outil	5
Armature	9
« macro-outils »	1
Total	609

tableau 11 : Rive Gauche, sondage ancien 1. Décompte général les objets lithiques.

- Les éclats (n=92) :

Ils sont, à l'image des nucléus, de petite taille. Les talons sont presque toujours lisses et il n'y a généralement pas de résidu cortical.

- Les nucléus (n=7) :

Tous en silex pyrénéen tertiaire. Un est un nucléus à éclat, les autres à lamelles, sur plans de frappe lisses. Ils ont tous été abandonnés dans un état très avancé du débitage et avec des ratés (rebroussé, fracture, défaut de matières première). Les dimensions des nucléus sont, logiquement vu leur état d'exhaustion, de plutôt petits gabarits.

#182 – nucléus à lamelles sur éclat (28x28x16 mm)

#183 – nucléus à éclats unipolaire (25x30x8 mm)

#184 – nucléus à lamelles, évoluant vers la pièce esquillée (33x25x17 mm)

#185 – petit nucléus à lamelles (22x20x15 mm)

#186 – nucléus à lamelles (28x22x21 mm)

#187 – nucléus à lamelles sur éclat (32x22x16 mm)

#188 – nucléus à lamelles (32x24x19 mm)

- L'outillage retouché (n=5) :

#189 – petit grattoir sur éclats épais (25x22x14 mm)

#190 – pièce esquillée de petite dimensions (17x17x3 mm)

#191 – pièce esquillée sur fragment d'éclat très cortical (36x20x10 mm)

#192 – pièce esquillée (27x20x14 mm)

#193 – partie mésio-basale d'une lame 2 pans portant une retouche, faiblement denticulée, sur le bord gauche.

- Les armatures (n=9) :

La figure 92 illustre la totalité des armatures retrouvées dans la partie tamisée et triée du sondage ancien 1.

On notera particulièrement la pièce #200 qui est un triangle de Montclus et renvoie à la période mésolithique. Cette pièce, pour l'instant isolée, pourrait être assez importante puisqu'il s'agirait de la première montrant que l'Arisien de Piette serait finalement un Sauveterrien. Cela serait à préciser, mais il celui-ci serait vraisemblablement dans sa phase moyenne ou ancienne évolué. La pointe azilienne (#196) et le segment (#197) sont quant à eux bien dans la culture azilienne. Pointes à dos, grattoirs sur éclat court dont unguiformes et pièces esquillées constituent la triade de l'industrie azilienne des Pyrénées, à l'exclusion de tout triangle et de tout microlithe géométrique en général, les segments sont des pointes à dos asymétriques, rares. Les plus fréquentes sont symétriques comme celles que nous avons ici.

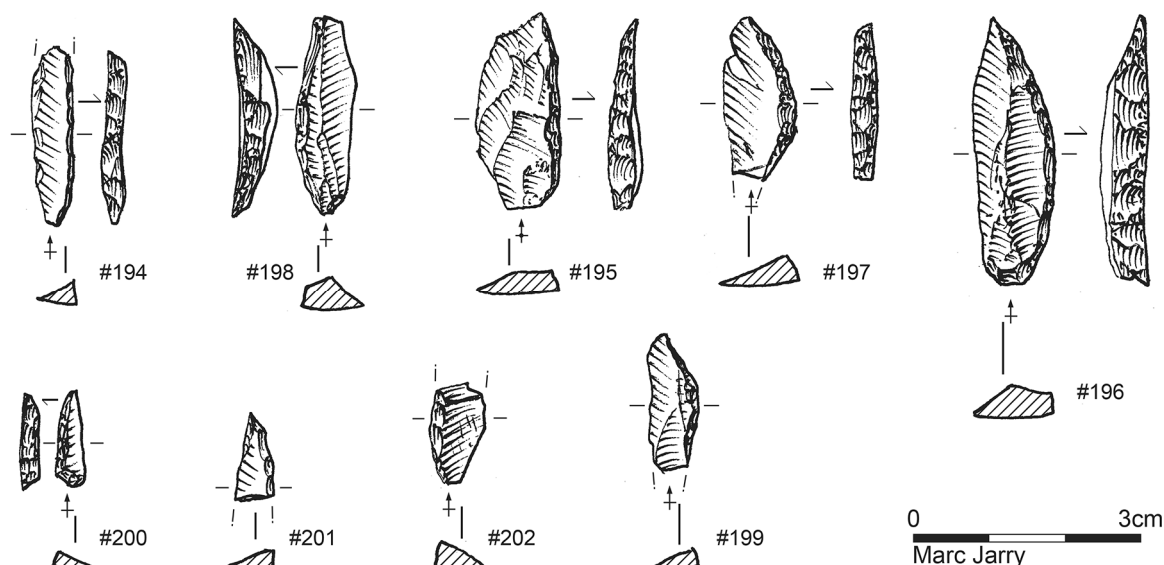


figure 92 : Rive Gauche, sondage ancien 1, armatures (dessin Marc Jarry/Inrap-Traces).

- Macro-outillage :

Un fragment de galet quartzitique fin, allongé et aplati (calotte de galet) porte à une extrémité des écrasements esquillés. Ce type d'objet est assez ubiquiste, mais ne départirait pas dans les séries néolithiques à matériel lithique « languedocien ». Rappelons que Piette signale, dans le niveau azilien (son ensemble C), la présence de « petits galets plats, usés par le frottement à l'une de leurs extrémités, et transformés ainsi en ciseaux et en tranchets » (Piette 1896a)

Le mobilier osseux

Seulement deux objets ont pu être récoltés. Le premier est un fragment d'os portant des stries sans organisation visible (figure 93 #165). Le second est très intéressant puisqu'il s'agit d'un fragment de harpon en bois de cervidé (figure 93 #166). Il est très fragmentaire, mais il est possible de reconnaître deux départs de barbelures et peut-être une troisième. Sa forme renverrait à l'Azilien, mais il faut noter qu'il existe aussi des pièces barbelées au Sauveterrien et au Néolithique ancien.

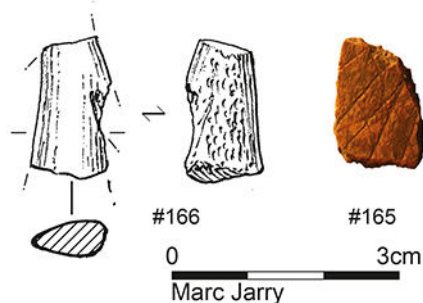


figure 93 : Rive Gauche, sondage ancien 1, mobilier osseux (dessin Marc Jarry/Inrap-Traces).

Les autres mobiliers

Perle

Une petite perle a pu être récoltée. Tubulaire, elle a un diamètre maximum de 3,5 mm, un diamètre intérieur de 2 mm et une hauteur de 2,5 mm. Elle est de couleur noire. Nous n'avons pas pu, dans le cadre de ce rapport, définir sa constitution et sa modalité de fabrication. Elle devra pour cela faire l'objet d'une expertise pour envisager son attribution.

Charbons

Les tamisages et tri réalisés ont permis de récolter 45 grammes de charbons de bois. Il n'est guère possible d'en dire plus ici car le reste des vestiges récoltés démontre bien le caractère mélangé de ce remblai de fouilles anciennes. Il ne serait donc pas étonnant d'y retrouver les taxons reconnus par E. Bazile-Robert dans les échantillons qu'il a pu étudier, provenant des sédiments prélevés par

E. Piette et conservés au Musée d'Archéologie Nationale (Bazile-Robert 1984). Pour mémoire, il y reconnaît les taxons qui marqueraient le Préboréal pour la couche F azilienne et le Boréal pour la couche G arisienne. La couche E (limons entre la Magdalénien et l'Azilien) indiquerait, assez logiquement, un paysage clairsemé du Tardiglaciaire. Nous avons vu cependant plus haut que la datation obtenue sur le niveau azilien le placerait dans le Dryas III plutôt que dans le Préboréal.

Restes carpologiques

On éte récoltés :

- 3 cerises percées ;
- 8 fragments de noisettes dont 7 brûlées ;
- 1 fragment de noix très frais ;
- 1 fragment indéterminé.

Piette décrit beaucoup de restes carpologiques provenant de ses fouilles (cf. Piette 1895, 1896a et 1896b). Il serait bien difficile avec notre maigre échantillon d'en tirer quelque conclusion, hormis le fait que nous nous rapprocherions de ce qui a pu être décrit pour les niveaux de l'Azilien au Néolithique. Notons que J. Vaquer exclu les cerises percées car l'origine en étant pour lui non anthropique (rongeur perçant coquille pour atteindre amande, Vaquer 1990). Notons aussi que E. Bazile-Robert note la présence de coquilles de noisettes dans la couche azilienne (Bazile-Robert 1984). Nous avons pu repérer sans surprise des fragments calcinés.

Colorants et objets colorés

Enfin, grâce au tamisage à sec, nous avons pu récolter 4 fragments d'ocre. Si trois sont très petits, un a une dimension maximale de 17 mm. Ces ocres sont rouges.

Premières conclusions et perspectives

L'abord de l'archéologie de la Rive Gauche n'est pas évident. L'état de celle-ci, avec ces amoncellements gigantesques de tas de déblais, est plutôt rebutant. Certes, à la faveur de la vaste excavation ménagée par les époux Péquart, des coupes sont encore visibles, nous l'avons vu *supra*, et permettent une première approche stratigraphique de cette terrasse de l'Arize, mais par où commencer ? En vertu des données archivistiques dont nous disposons, de l'importance historiographique de ce secteur comme enfin, bien sûr, de son accessibilité, nous avons fait le choix de commencer notre évaluation par le secteur du Cantonnement Maury et par un nettoyage limité de la surface. L'objectif principal était d'identifier d'éventuels reliquats des niveaux aziliens, mésolithiques ou supérieurs et le cas échéant, d'en réaliser une datation par la méthode du radiocarbone (cf. autorisation de prélèvements).

Sur ce point, l'opération s'est montrée très fructueuse, puisqu'un niveau a effectivement pu être révélé, sous la forme de reliques de sols rubéfiés, de restes cendreaux, ainsi que sous la forme d'un niveau conservé, sous des blocs, notamment sous l'imposant bloc A. Ce lambeau en place est très important puisqu'il s'agit là d'une des rares reliques encore en place de sol azilien (il faudrait encore vérifier le flanc est du cantonnement Maury et au niveau de la « forge »). La datation par la méthode du radiocarbone obtenue sur charbon de bois prélevé au sein de ce niveau a livré une date de 12732-12645 IntCal13 BP (Beta564376). Celle-ci est compatible avec un Azilien relativement ancien, à la limite avec le Magdalénien supérieur, comme à l'abri Dufaure 4sommet, la grotte Gazel couche 6 ou à la Balma Margineda couche 6base (Straus et Evin 1989).

Une autre découverte inattendue est celle de deux sondages anciens, comblés avec des remblais de fouilles, eux aussi anciens, sans doute pénécotemporains de l'ouverture des excavations au cours des années 1888-1889. Les deux sondages répondent à deux logiques de creusements et de comblements différentes, laissant penser que nous avons à faire à deux fouilleurs différents et/ou à une chronologie distincte (même si le laps de temps peut être court). Il pourrait s'agir de sondages anciens, en tous les cas parmi les premiers qui aient été fait en Rive Gauche, *a fortiori* le sondage ancien 1, tandis que le second comporte la marque des préoccupations géologiques de Piette.

Le sondage ancien 2, à l'est, traverse les limons supérieurs et laissent en place un foyer de la dernière couche magdalénienne. La datation par la méthode du radiocarbone confirme cette attribution avec une date de 13262-13069 IntCal13 BP (Beta564377), soit un Magdalénien très récent. Le comblement de gros blocs ne semble contenir que de rares vestiges magdaléniens (à vérifier, le tri ayant été stoppé par de confinement du laboratoire à cause de la crise sanitaire).

Le sondage ancien 1, exploré partiellement en surface et le fond n'ayant pas été atteint, traverse lui aussi la couche supérieure de limon, mais aussi le premier niveau magdalénien dans lequel un prélèvement en sape a été réalisé a été réalisé par les fouilleurs d'alors. Le tamisage des remblais issus de ce sondage ancien a livré un mobilier mêlant indices néolithiques, sans doute final-chalcolithique et/ou Chasséen (céramique) mais aussi Mésolithique (Sauveterrien ? : triangle de Montclus, escargotière...), Azilien (pointe, harpon...) et sans doute magdalénien, mais de façon plus discrète (quelques lamelles à dos, pas d'industrie osseuse, silex surtout locaux...). Son contenu correspond en tous les cas parfaitement à celui des horizons supérieurs décrits par Piette, depuis le Néolithique jusqu'à l'Azilien. Sa faune comprend notamment les espèces caractéristiques de la fin de la glaciation et du début de l'Holocène.

La découverte de ces sondages anciens dans le secteur du cantonnement Maury est très intéressante. Leur interprétation doit encore rester prudente, mais nous serions là aux origines de l'archéologie en Rive Gauche du Mas d'Azil, alors que l'Azilien n'est pas encore identifié officiellement, ou seulement en passe de l'être. Cette histoire doit encore être approfondie, à la lumière des archives disponibles et des témoins des recherches anciennes encore conservés sur le terrain.

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

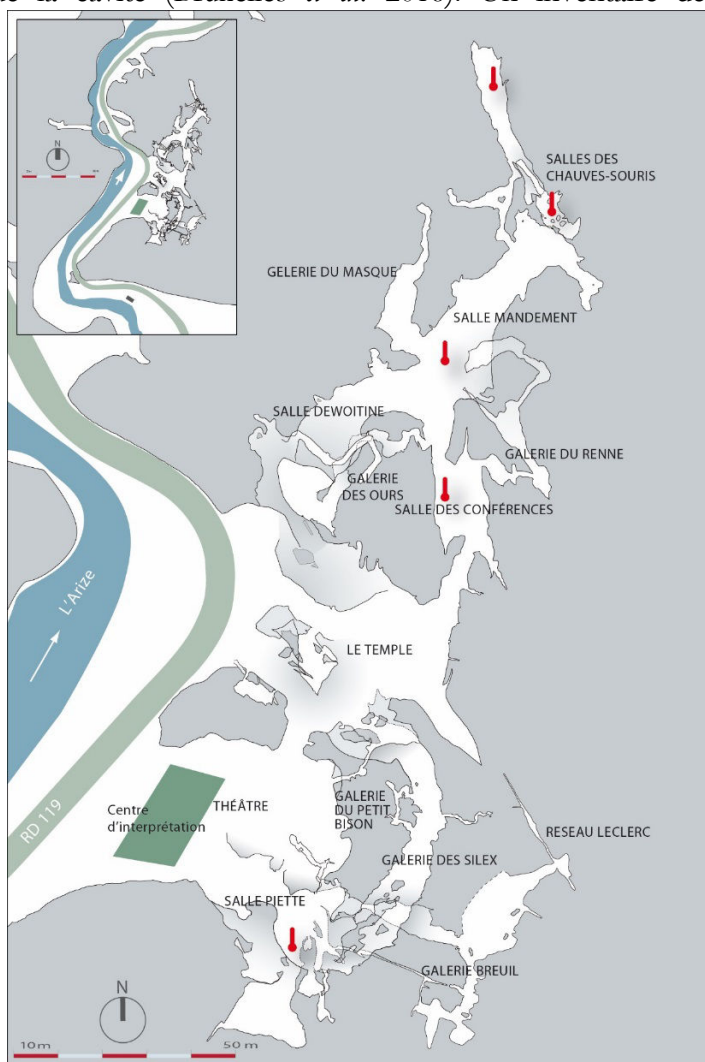
La compréhension des mécanismes en jeu dans les phénomènes de la biocorrosion : les apports des suivis de température à l'échelle du site

Par Didier Cailhol, Marc Jarry et Céline Pallier

L'importance des phénomènes de corrosion liés à la condensation dans les évolutions des morphologies des galeries des grottes fait l'objet d'une prise en compte de plus en plus importante dans les études de cavités. Cela est plus particulièrement le cas dans les contextes archéologiques, soit pour des questions liées à la taphonomie de l'art pariétal, soit pour l'approche de la conservation des contextes paléo environnementaux que les grottes ont enregistré. Ces aspects prennent une importance encore plus forte avec des fréquentations actuelles ou passées de colonies de chiroptères qui vont amplifier de manière parfois exponentielle les effets de la corrosion de condensation sur les morphologies de la grotte, que cela soit par le CO₂ et les variations de la température produits par leur présence en nombre dans certaines zones de la cavité, que par les productions des lixivias et des aérosols acides et de développements bactériens issues du guano et de sa décomposition (Audra *et al.* 2016, 2017, 2019 ; Bruxelles *et al.* 2016 ; Bruxelles 2019 ; Cailhol 2016, 2019 ; Cailhol et Vanara 2018 ; Gely *et al.* 2016 ; Pfendler *et al.* 2017).

À la grotte du Mas-d'Azil, la forte présence actuelle de colonies de chiroptères interroge sur les évolutions des morphologies advenues dans ces parties de la grotte et les présences/absences d'art pariétal dans certaines parties de la cavité (Bruxelles *et al.* 2016). Un inventaire des morphologies pariétales est réalisé dans le cadre des études archéologiques (Pallier *et al.* 2016), il se poursuit avec la documentation à haute définition des points remarquables. En parallèle, la documentation des flux aérologiques est entreprise pour améliorer la compréhension de la climatologie des différentes paries de la grotte. Pour cela, le suivi en continu des températures apporte des observations essentielles des phénomènes en jeu et permet un travail d'analyse et de modélisation des flux afin d'établir des profils thermodynamiques des parties de la grotte étudiées (Gabrovšek *et al.* 2010 ; Berthomé *et al.* 2020). Il a donc été installé 6 stations de mesure et d'enregistrement de la température dans la grotte.

figure 94 : localisation des points des stations de mesure de la température dans le réseau des galeries de la rive droite de l'Arize (dessin D. Cailhol / Inrap-Traces, fond topographique Jarry, Pallier / Inrap-Traces).



Le réseau de mesures

À partir des observations géomorphologiques des galeries de la grotte, 5 stations de mesures ont été implantées en rive droite, dans des salles ou des portions de galeries avec des indices forts d'évolution sous les effets de la bio corrosion ou avec une présence marquée de chauve-souris (figure 94).

Pour chaque station, il est installé deux ou trois sondes de mesure et d'enregistrement de la température. Une à proximité du sol, la seconde, le cas échéant, à mi-hauteur de la galerie et la dernière à proximité de la voûte. Dans cette partie de la grotte l'instrumentation a été fait avec des sondes TinyTag TGP 4017 pour la température et le modèle TGP 4500 qui mesure également l'hygrométrie. La station dans la salle Piette et la base de la salle des Conférence ont été instrumentés avec des sondes de température Niphargus. Toutes les sondes ont une précision de 0,05°C, leur temps de réponse est de 25 mn. Chacune d'entre elle possède un certificat d'étalonnage.

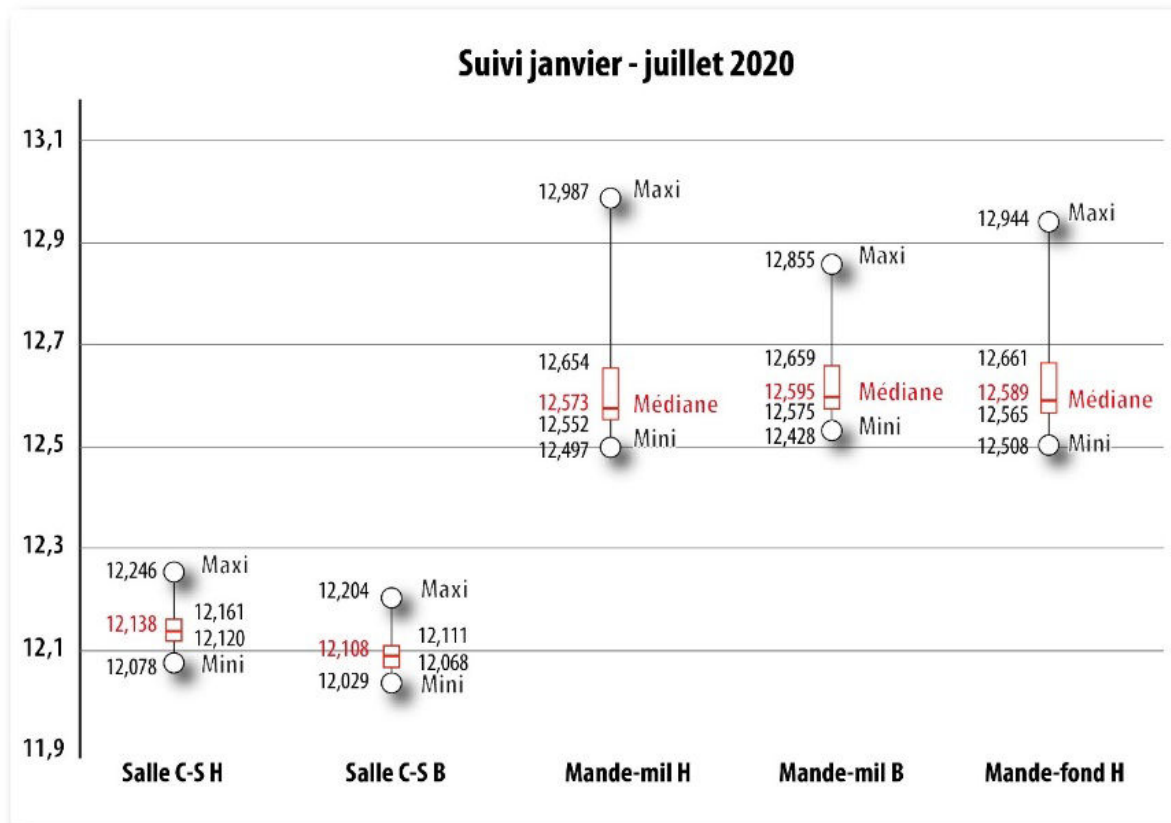


figure 95 : diagramme en barres des températures enregistrées dans la salle Mandement et la galerie des Chauve-souris.

Observations pour le premier semestre 2020.

Cette période a été marquée par l'arrêt de l'exploitation touristique de la grotte du fait du confinement. Le fonctionnement climatique naturel de la grotte a pu être ainsi mesuré sans les interférences des visites des groupes et les ouvertures et fermetures des portes qui en découlent.

Les gammes des médianes des températures se situent entre 12,1 et 12,6 °C

Les températures sont relativement stables. Aux différents points de mesure, les variations ont été inférieures à 0,1°C comme le montre les écarts interquartiles très resserrés. Les zones de la grotte autour de la salle des Conférences, la salle Mandement et les galeries des Chauve-souris et du Guano sont relativement confinées du fait systèmes de portes installées dans le cadre des mesures de conservation du site (figure 95).

Ces mesures montrent toutefois des variations saisonnières et des échanges entre les zones hautes et basses des galeries.

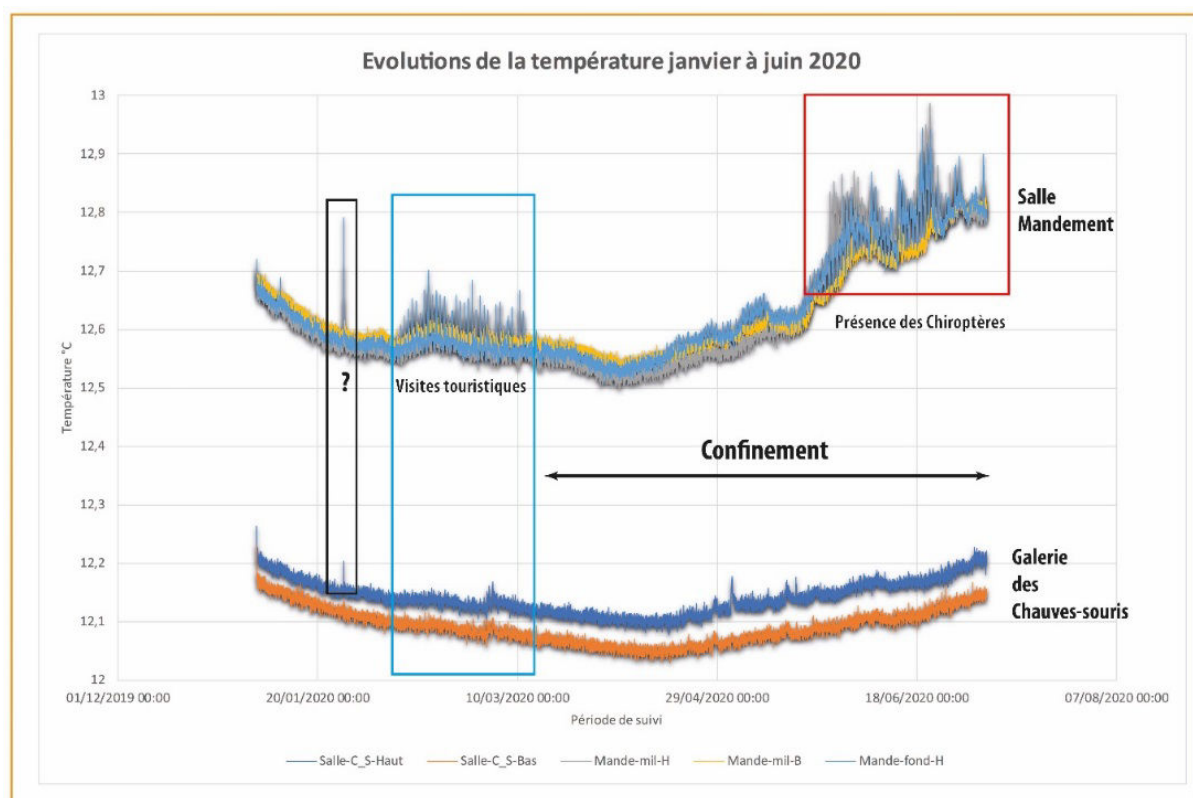


figure 96 : graphes des évolutions de température dans la salle Mandement et la galerie des Chauves-souris.

L'analyse des variations de températures sur la période met en évidence, dans la salle Mandement, l'influence des visites touristiques durant les vacances d'hiver au mois de février, avant la période de confinement du printemps (figure 96). Des pics de températures de l'ordre du dixième de degré mettent en évidence les apports thermiques des groupes lors des visites. Ces venues sont également à l'origine des petites oscillations de la température durant cette période de fin février et de début mars alors que la tendance générale est une baisse des températures qui arrivent à leur minima au milieu du mois d'avril. Ce cycle apparaît de manière similaire dans la galerie des Chauves-souris que cela soit aux points de mesure haut ou bas. Les variations sont là aussi de l'ordre du dixième de degré.

À partir de la fin du mois d'avril, les températures commencent à remonter de manière progressive et régulière dans la salle et les deux galeries adjacentes du fait des changements aérologiques dans le réseau de la grotte en lien avec le réchauffement printanier et l'augmentation de l'insolation qui en découle. La dynamique de réchauffement est de faible importance ($+0,1^{\circ}\text{C}$) mais suffisante pour témoigner des échanges existants et de leur continuité, indépendamment des cycles nycthémeraux.

À la date du 20 mai, l'augmentation de la température dans la salle Mandement s'accélère et présente des oscillations durant tout le mois de juin. Des pics journaliers sont nettement visibles et se callent sur les horaires de 22 heures et 6 heures, créneau horaire de sortie des chauves-souris. Les oscillations de la température correspondent également à des variations d'effectifs au sein de la colonie. Si les écarts de température sont faibles, la quantité de chaleur produite est à prendre en considération à l'échelle de la salle. En effet la sonde référencée Mandement milieu bas est située à plus de 7 m de distance et 4 m plus bas que les cloches occupées dans le plafond par les colonies. Elle enregistre de manière synchrone les oscillations de température des deux autres placées à proximité de la voûte. Ces évolutions de températures sont uniquement dues aux chauves-souris. La reprise des activités touristiques dans la grotte ne s'est faite qu'à partir du mois de juillet.

La comparaison avec la galerie des Chauves-souris qu'elles n'ont pas fréquentée comme en atteste l'absence de guano frais, l'accroissement saisonnier de la température s'est fait de manière régulière avec une augmentation très légère de moins de 0,1°C, durant cette période.

L'une des sondes de la salle Mandement enregistre l'hygrométrie relative. Elle s'est très rapidement saturée à 100% et n'a pas varié de cette valeur.

Conclusions

À partir du suivi et de l'enregistrement en continu, avec haute définition, de données concernant l'aérologie, il est possible de mettre en évidence des phases d'évolution de la grotte au regard de processus comme la corrosion de condensation et son amplification par la biocorrosion qui se sont exercés ou qui sont en cours dans les différentes parties du réseau spéléologique. Des compléments de données pour l'hydrologie, la biologie et la microbiologie permettent de compléter la compréhension des phénomènes.

Ainsi, la présence de colonies de Chiroptères, dans des situations de transit ou de mise-bas et d'élevage des juvéniles, a une incidence sur les morphologies pariétales. Les dynamiques aérologiques qui en découlent génèrent des processus de corrosion liés à la condensation. Associée aux fluides acides qui se forment avec la décomposition et la minéralisation du guano, la corrosion de condensation est amplifiée et contribue de manière importante au retrait des parois et à l'enrichissement chimique et microbiologique des sols en divers minéraux et bactéries.

Au Mas-d'Azil, l'approche à partir des températures permet d'évaluer l'impact lié à la présence de colonies de chiroptères et de les prendre en compte pour l'étude archéologiques ainsi que les changements environnementaux ou la pression anthropique qui affectent également la grotte. La poursuite des mesures sur plusieurs années amènera une meilleure définition des dynamiques de température ainsi que l'amélioration des connaissances de l'impact de colonies de chiroptères sur la cavité en fonction de leur fréquentation des différentes galeries.

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. Colloques et séminaires

► Colloques

RIK RAK (Rencontres Informelles de Karstologie Réunion des Amateurs du Karst) : 25 et 26 janvier au Mas d'Azil : « *La grotte du Mas d'Azil (Ariège) : un système à la croisée des paléoenvironnements et des occupations humaines* ». Cette manifestation, comprenant une journée de présentations et discussions à la salle multimédia et une visite privée de la grotte par plus d'une quarantaine de personnes.

Cinq communications ont été soumises à la discussion :

F. Bon F. *et al.* « La question des aménagements routiers et l'historique de la fréquentation de la grotte par les préhistoriques » ;

H. Camus *et al.* « Spéléogénèse du réseau et paléogéographie de la grotte du Mas d'Azil » ;

C. Pallier *et al.* « Taphonomie des vestiges dans la grotte et terrasses alluviales » ;

L. Bruxelles *et al.* « Impact de la biocorrosion sur la répartition différentielle des microformes de creusement et sur la préservation des œuvres pariétales de la grotte du Mas d'Azil » ;

D. Cailhol *et al.* « Les évolutions de parois : le suivi des températures comme outils de compréhension ».



figure 97 : RIK RAK 2020. Visite de la grotte du Mas d'Azil (clichés © Marc Jarry / Inrap-Traces).

4.2. Publications

À paraître

CAILHOL D., BON F., BIGOT J.-Y., BRUXELLES L., DANDURAND G., JARRY M., PALLIER C., VANARA N. – Influence de la condensation et de la corrosion biogénique sur les parois et les dépôts de grotte, l'exemple de la grotte du Mas d'Azil (Ariège, France). *Préhistoire et Cultures*, bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège, à paraître. **Cf. annexe 3**

BEAUVAIS P.-A., BUNDGEN B., CONSTANS G., COSTAMAGNO S., LACOMBE S., LELOUVIER L.-A., MARTIN H., POTIN Y., BRUXELLES L., PALLIER C., BON F., JARRY M. – Des collections J.-J. Pouech aux fouilles récentes dans la grotte du Mas d'Azil (Ariège, France) : nouveaux regards sur l'outillage lithique magdalénien. *Préhistoire et Cultures*, bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège, à paraître. **Cf. annexe 4**

JARRY M., BON F., POTIN Y., COMELONGUE M., RAMIS P., BRUXELLES L., LELOUVIER L.-A., PALLIER C. – La grotte du Mas d'Azil (Ariège, France), histoires anciennes et recherches récentes. *Préhistoire et Cultures*, bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège, à paraître. **Cf. annexe 5**

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.
2020

AZEMA J., JARRY M., PALLIER C., BRUXELLES L., BON F. – Les bouquetin de la grotte du Mas d'Azil I et II (Le Mas d'Azil, Ariège, France). In : *Le Bouquetin dans les Pyrénées de la Préhistoire à nos jours*. Volume 1. 2020 **Cf. annexe 2**

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.

4.3. Formation

► **Master en cours :**

Master 1 de Préhistoire de Sixtine Hoellinger. Sujet : ***"Les dépôts sédimentaires et les occupations humaines de la Rive Gauche de la grotte du Mas d'Azil. Etude du sondage Péquart"*** Université de Toulouse Jean Jaurès. Directeur de Master : Laurent Bruxelles.

► **Master en cours :**

Master 1 de Préhistoire de Maxime Olivo. Sujet : ***"Modalités d'occupation des grands sites magdaléniens ariégeois"*** Université de Toulouse Jean Jaurès. Directeur de Master : François Bon.

► **Master en cours :**

Master 1 de Préhistoire de Léo Bassuet. Sujet : ***"Étude des restes fauniques issus des fouilles menées par l'Inrap au bord de la RD119 sur la rive droite de la grotte du Mas d'Azil"*** Université de Toulouse Jean Jaurès. Directrice de Master : Sandrine Costamagno.

► **Master en cours :**

Master 1 de Préhistoire de Eugénie Thomas. Sujet : ***"Le mobilier osseux mésolithique de la grotte du Mas d'Azil dans collections Filhol du Muséum d'Histoire Naturelle de Toulouse"*** Université de Toulouse Jean Jaurès. Directeur de Master : Benjamin Marquiebielle et Jean-Marc Pétillon

Thèse soutenue

Thèse de Céline Pallier. Sujet : ***« Évolution morphosédimentaire de la grotte du Mas d'Azil (Ariège) au cours du Pléistocène : implications paléoenvironnementales, paléoclimatiques et géoarchéologiques »*** Université de Toulouse Jean Jaurès. Directeurs de thèse : François Bon et Laurent Bruxelles. 28 janvier 2021

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**

Nous l'avons déjà évoqué, même s'il a été interrompu par le deuxième confinement, nous avons organisé, avec l'équipe pédagogique du Master ASE2P de l'université de Toulouse Jean Jaurès, un stage « post-fouille » à l'attention des étudiants pour les initier à l'étude de mobiliers.

Le mardi 1^{er} décembre 2020, l'équipe a présenté une communication « Appréhender la présence humaine dans la grotte du Mas d'Azil : pas si facile ! » au séminaire de recherche du Master ASE2P de l'université de Toulouse Jean Jaurès. Ce séminaire, organisé par Camille Bourdier, avait comme thématique : « Fréquentation du milieu souterrain : apports de nouvelles études à la compréhension des sites d'art paléolithique ».

4.4. Communication/Valorisation

Par Pauline Ramis

Bilan 2020

► 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.

Malgré la crise, plusieurs actions et projets ponctuent l'année 2020. Bien naturellement, le numérique a fait une large entrée dans les activités : diffusion de vidéo en ligne, participation des interviews en live, création



de contenus... Le maintien du festival Festi'dolmen en septembre fut un vrai soulagement pour toutes et tous. L'équipe scientifique continue de mettre en œuvre des projets innovants et porteurs de sens en répondant à des problématiques actuelles : écologie et développement durable, alimentation sur un temps long, 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.

L'année du numérique...

► Arkéoflix

Cette année nous inaugurons un nouveau projet en partenariat avec le CERAC et l'ARKAM, financé par la Région et la DRAC Occitanie : Arkéoflix. Un projet alliant médiation de l'archéologie et éducation aux médias à destination des jeunes. Dans ce cadre, le premier reportage réalisé est un portrait de Céline Pallier dans la grotte du Mas d'Azil (figure 98).

Lien vers la vidéo :
<https://www.youtube.com/watch?v=ALqriAUKGYI>

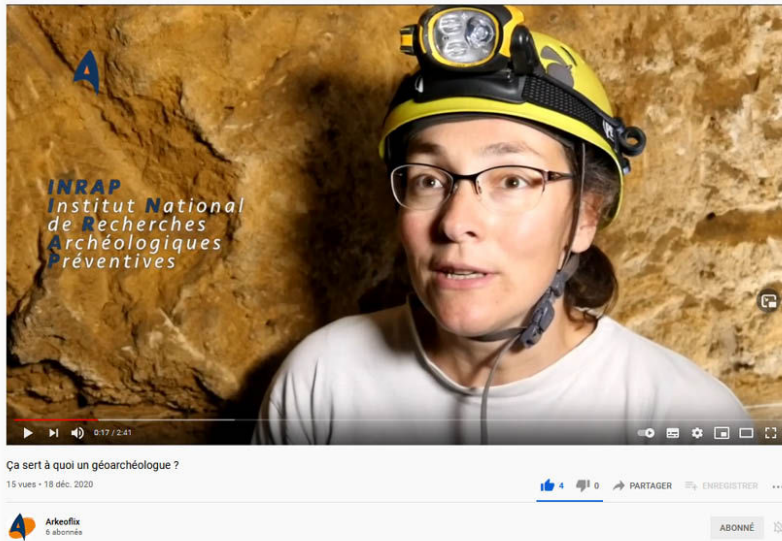


figure 98 : saisie d'écran du reportage réalisé dans le cadre d'Arkéoflix (©Arkéoflix).

► Journées Européennes de l'Archéologie : #ARCHEORAMA

Afin d'organiser au mieux les JEA dans un contexte particulier, l'Inrap a mis en place un site internet dédié à la diffusion de vidéos et autres supports numériques. L'association participe à l'initiative grâce un film et un reportage portant sur la grotte du Mas d'Azil et les fouilles archéologiques.

Liens vers les vidéos :

<https://journées-archeologie.fr/c-2020/fiche-initiative/9095/Court-metrage-Un-reve-inattendu>
<https://journées-archeologie.fr/c-2020/fiche-initiative/9239/Fouilles-archeologiques-dans-la-grotte-du-Mas-d-Azil>

► Table-ronde « Vivre dans les Pyrénées pendant la dernière glaciation »

En 2019, se tenait la table-ronde « Vivre dans les Pyrénées pendant la dernière glaciation » durant trois jours. Avec le concours de l'université de Toulouse Jean Jaurès, toutes les interventions ont été filmées. En 2020, Mathieu Lejay co-responsable de la table-ronde organise avec Canal U, la mise en ligne de cette rencontre. C'est une très bonne chose de faite !

Lien vers la vidéo :

[https://www.canal-](https://www.canal-u.tv/video/universite_toulouse_ii_le_mirail/vivre_pendant_la_derniere_glaciation_occupations_humaines_et_paleoenvironnements_quelles_specificites_dans_les_pyrénées_introduction_mathieu_lejay.57251)

[u.tv/video/universite_toulouse_ii_le_mirail/vivre_pendant_la_derniere_glaciation_occupations_humaines_et_paleoenvironnements_quelles_specificites_dans_les_pyrénées_introduction_mathieu_lejay.57251](https://www.canal-u.tv/video/universite_toulouse_ii_le_mirail/vivre_pendant_la_derniere_glaciation_occupations_humaines_et_paleoenvironnements_quelles_specificites_dans_les_pyrénées_introduction_mathieu_lejay.57251)

► Semaine Préhistoire

Durant le confinement, l'association Delires d'Encre, a proposé toutes les semaines des thématiques différentes. Mi-mai, la Préhistoire est à l'honneur. « Finalement vous n'avez pas pu partir dans l'espace... Mais la circulation est de nouveau permise ! Au détour d'un chemin vous découvrirez des ossements, des peaux de bêtes, ce qui ressemble à un dessin d'animal sur un mur. Mais que s'est-il passé ici ? » Marc Jarry participe au *live* de fin de semaine pour présenter son métier et ses recherches.

Lien vers la vidéo : <https://www.youtube.com/watch?v=dVwRBvK6muY>

Mais pas que !

► Carnets du Mas d'Azil

« Préhistoires » et « Géologies », les deux premiers ouvrages de la collection « Carnets du Mas d'Azil » sont toujours en vente dans plusieurs librairies, office du Tourisme et festivals de Science. Près de 90 exemplaires ont été vendus en 2020, malgré la fermeture des lieux culturels. Cette édition de vulgarisation répond bien à une demande du grand-public autour de la Science.

► Lettre scientifique 2020 du PNR : L'arize et le Mas d'Azil

Sur l'initiative du Parc Naturel Régional Pyrénées Ariégeoises, l'équipe fondatrice de l'association présente dans un court texte « Archéologie de la grotte du Mas d'Azil » (figure 99). Diffusée largement dans le département, cette lettre scientifique est une action de valorisation des recherches importantes sur le territoire en local. Nous sommes d'ailleurs associés à des partenaires réguliers comme Sarah Boscus et Florent Rivère d'Xplorla.

figure 99 : première page de la « Lettre du Conseil scientifique du Parc naturel régional », avec un texte sur le programme du PCR au Mas d'Azil.



REGARDS SUR SITE

L'ARIZE ET LE MAS D'AZIL

La lettre du Conseil scientifique du Parc naturel régional Automne 2020

L'Arize entre gorges et vallées

Née de multiples sources dans le massif humide et forestier qui porte son nom, l'Arize traverse tous les paysages du département pyrénéen. Son itinéraire de gorges et de vallées dans les collines trouve son couronnement dans la porée du Mas d'Azil. L'Arize serpente ensuite dans les plaines du Terfort, jusqu'à la Garonne. Cette rivière d'apparence modeste peut être très colérique : depuis 1875 elle a connu une douzaine de grandes crues !

Jean Paul Metallé, géographe

Archéologie de la grotte du Mas d'Azil

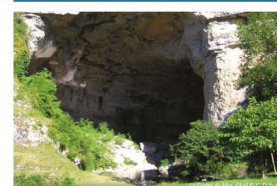
Dans la seconde moitié du 19^e siècle, la construction de la route le long du cours souterrain de la rivière Arize révèle de riches niveaux archéologiques. Ils sont fouillés au 19^e et au 20^e s. par des préhistoriens de renom. Les principales occupations préhistoriques sont attribuées au Magdalénien (env. 17 000 à 15 000 ans avant le présent), à l'Azilien (env. 12 000 à 9 600 ans avant le présent) et au Néolithique (env. 8 000 à 4 000 ans avant le présent). La grotte donne son nom à l'une de ces périodes. Elle comble le "hiatus" jusqu'alors constaté entre le Paléolithique des chasseurs-cueilleurs et le Néolithique des premiers agriculteurs-éleveurs. Pendant la première moitié du 20^e siècle, des découvertes majeures sont réalisées : art pariétal, gisements paléontologiques, art mobilier remarquable actuellement conservé au musée du Mas d'Azil.

Depuis 2011, un programme de recherches pluridisciplinaires a permis de révéler des occupations plus anciennes, notamment de l'Aurignacien (env. -39 000 à -35 000 ans). Les Aurignaciens sont nos premiers ancêtres (*Homo sapiens*) occupant l'Europe. Des indices indiquent aussi le passage de l'*Homo de Néandertal*. Au-delà de ces découvertes archéologiques, les études récentes portent sur l'évolution de la cavité, depuis sa formation jusqu'à nos jours. Elles montrent notamment que, pendant la dernière période glaciaire, juste après l'occupation aurignacienne, l'Arize a transporté une grande quantité de sédiments qui ont complètement obstrué la grotte. Un grand lac s'est alors formé en amont, empêchant l'accès à la cavité aux populations humaines qui ne pourront y revenir qu'à la faveur du réchauffement climatique qui suivra, il y a 25 000 ans.

Marc Jarry, Céline Paillet, Laurent Brunelles, François Bon, Olivier Cathuel et Pauline Ramis, archéologues



Géomorphologie et hydrogéologie



Le secteur du Mas d'Azil appartient au massif du Plantaurel, plissement d'avant-chaine orienté est-ouest entre les Pyrénées au Sud et le bassin aquitain au Nord. Les terrains (calcaires, grès, poudingues, marnes) sont issus de dépôts d'âge tertiaire dans des paléoenvironnements évolués de plateaux marins à des milieux lacustres et fluviaux, suite à la régression marine. Les grands plis kilométriques, la diversité des roches sédimentaires et leur érosion donnent leur morphologie aux chaînons du Plantaurel continu d'est en ouest et armés de crêtes.

Le Plantaurel fait obstacle à l'écoulement des rivières pyrénéennes. Ainsi, l'Arize entaille le crêt Thanétien (env. 59 à 56 millions d'années avant le présent) de l'entrée de la grotte du Mas d'Azil et revient en aval le crêt de Sabarot. Les rivières du Plantaurel sont karstifiées formant des réseaux hydrographiques souterrains qui redistribuent l'eau de pluie et dont les niveaux supérieurs, pénétrables depuis la préhistoire, hébergent plusieurs grottes ornées.

La grotte du Mas d'Azil est emblématique du Plantaurel : les 500 mètres de porée hydrologique de l'Arize dans de vastes volumes et les galeries latérales riches en vestiges archéologiques et en riches paléontologiques en font un objet naturel complexe en même temps qu'un site majeur de la préhistoire.

François Bourges et David Labat, hydrogéologues

► « Festi'Dolmen : arts préhistoriques »

Malgré la crise sanitaire, le festival a bien eu lieu du 25 au 26 septembre au Mas d'Azil. Comme l'année précédente, une vingtaine de partenaires locaux et régionaux, de l'archéologie, de la spéléologie ou de l'éducation populaire nous ont rejoint pour échanger et faire découvrir à petits et grands les arts préhistoriques : galets peints, parures, musiques, thaumatropes, peintures, gravures...

L'événement, pour sa deuxième édition a rassemblé près de 800 personnes dont beaucoup d'enfants et de familles. C'est aussi 70 bénévoles durant deux jours, un important effort bénévole de l'association et de l'équipe de recherches pour la valorisation scientifique en milieu rural. Ces journées s'ancrent dans ces valeurs d'éducation populaire, fondamentales dans le contexte actuel (figure 100, figure 101 et figure 102).



figure 100 : festival Festi'Dolmen 2020 sur la thématique des arts préhistoriques (© Grottes & Archéologies)

figure 101 : festival Festi'Dolmen. Initiation à la karstologie et à la spéléologie avec initiation aux manipulations de cordes au collège du Mas d'Azil (cliché © Marc Jarry Inrap-Traces).



figure 102 : festival Festi'Dolmen. Quelques animations et ateliers organisés sous la halle du Mas d'Azil (cliché © Pauline Ramis / Grottes & Archéologies).



Perspectives 2021

► « Journées de valorisation de la thèse de Céline Pallier »

Après la soutenance de thèse de Céline Pallier en janvier 2021, l'association souhaite proposer un événement de valorisation dédié au cours de l'année. Des interventions auprès des classes, une visite de la grotte, une conférence et des animations grand public sont à imaginer pour faire vivre l'actualité de la recherche en temps réel. Les journées nationales de l'archéologie pourraient être un moment privilégié de diffusion de ces travaux.

► « Festi'Dolmen : santé et soin »

Le festival « Festi'Dolmen » est reconduit en 2021 pour trois jours de manifestation autour de la santé et le soin à travers le temps, co-construites avec l'association Arize Loisirs Jeunesse (éducation populaire). Les 23 et 24 septembre prochains, les activités scolaires vont s'intensifier avec deux jours pour les scolaires : une journée collège et une journée primaire. Le 25, journée grand-public des conférences, des stands d'animations, des randonnées archéologiques seront proposés pour un large public.

► « Journées nationales de la Géologie »

L'association envisage fortement le développement de sa branche « Grottes ». Notre participation aux Journées Nationales de la Géologie passera nécessairement par une valorisation importante des axes de recherches du PCR consacrée à la grotte du Mas d'Azil. En 2020, Zoé Buliard, stagiaire de géologie, a développé des ateliers en lien avec les formations des montagnes et des grottes.

► 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 sont quasiment épuisés (figure 1). Il reste une centaine d'ouvrages. Nous réfléchissons à une réédition actualisée en fonction de l'avancée des recherches en archives (notamment sur la première partie du XX^e siècle) et sur le terrain du PCR (intégré la rive gauche).



figure 1 : 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

L'année 2020 voit la fin, matérialisée avec ce rapport, de la première triennale de notre programme collectif de recherches. Cette année a été spéciale, c'est le moins qu'on puisse dire. Cependant, cela ne nous a pas empêché d'avancer, certes de manière moins importante que nous l'avions prévu sur le terrain, mais nous avons pu mettre à profit le premier confinement pour réaliser trois publications que nous souhaitions, depuis longtemps, proposer à la revue de la société préhistorique Ariège-Pyrénées.

Autre élément important, si ce n'est l'évènement de notre année, est la livraison de la thèse de Céline Pallier (soutenance le 28 janvier 2021, nous la mettons donc au crédit de cette fin de triennale). Ce manuscrit, qui à terme sera publié sous forme d'articles thématiques, viendra aussi alimenter de très importantes parties de la monographie de nos travaux que nous commençons à envisager. Cette thèse fera date dans l'histoire des recherches dans la grotte du Mas d'Azil. C'est une somme documentaire et analytique totalement inédite. C'est une production essentielle d'un membre de notre équipe, nourrie par la dynamique du collectif, qui intègre les annales du monument.

Puisque nous évoquons, par cette thèse, les travaux universitaires, nous avons passé cette année un cap important dans notre investissement dans la formation des étudiants. En effet, si le stage de post-fouille des masters de l'université de Toulouse Jean Jaurès a malheureusement été stoppé par le deuxième confinement, nous avons accueilli dans notre équipe, cette année (2020/2021), quatre étudiants en master dont le sujet traite de la grotte du Mas d'Azil. Nous comptons bien continuer à développer ce côté « école » de notre programme de recherche.

Autre élément qui a marqué l'année 2020, c'est notre implantation sur la Rive Gauche. En 2019, nous n'avions qu'effleuré le sujet, cette année, nous avons réellement pu commencer à entrevoir ce qui peut être fait et dans quelles conditions. Nous annonçons dans le rapport 2019 que nous devons terminer nos travaux en 2020. Le « chantier » de la Rive Gauche est un des éléments qui nous ont poussé à déposer une nouvelle demande de triennale pour ce programme collectif de recherches. En effet, il reste plein de petites choses à faire un peu partout (notamment la galerie des Ours, ou encore le suivi de l'état des parois...), mais c'est avant tout la Rive Gauche qui nécessite encore que l'équipe investisse encore du temps et de l'énergie.

Dans le cadre de l'axe 1, « cartographie générale de la cavité », pour la partie « archives », la compilation des données concernant les fouilles anciennes réalisées en Rive Gauche a été amorcée en 2020. C'est un travail d'enquête de longue haleine, avec beaucoup de documents, mais aussi des hiatus et des lacunes. Des allers-retours sur le terrain seront encore nécessaires pour bien comprendre, à la fois la chronologie des interventions, mais surtout leurs implantations spatiales. Cependant, cette partie de la grotte, d'un premier abord déconcertant, commence à être un peu mieux cernée. Il reste pourtant encore beaucoup d'éléments à appréhender, ce qui sera poursuivi, notamment par l'analyse détaillée des photographies anciennes, mais aussi par la poursuite de l'acquisition fine des données topographiques.

De ce côté-là, 2020 a permis de constituer, enfin, la première base topographie calée et exploitable de la Rive Gauche, en même temps que nous avons poursuivi les relevés de la Galerie Principale. Cette base pourra, en 2021, recevoir le fond cartographique morphokarstique qui a été traité et préparé en 2020 pour être ensuite versé dans un SIG commun.

L'axe 2 (géomorphologie et géoarchéologie) est marqué cette année par la livraison (concomitante de la fin de la thèse de Doctorat de Céline Pallier), du catalogue de l'ensemble des mises au net et descriptions stratigraphiques des coupes disponibles dans la grotte du Mas d'Azil. Mis à part quelques détails à revoir en Rive Gauche, cet atelier peut maintenant être considéré comme terminé. Coté Rive Gauche justement, un premier travail d'étude des dépôts sédimentaires a pu être synthétisé à partir du mémoire de master en cours par Sixtine Hoellinger. Cette étude préliminaire propose notamment une étude critique (et historiographique) de l'imposante stratigraphie encore visible de la fouille Péquart.

Dans le cadre de cet axe, divers prélèvements ont pu être réalisés pour des datations par les méthodes du radiocarbone, des cosmonucléides et U/Th. Six échantillons ont déjà donné des résultats, surtout pour la stratigraphie de la Rive Gauche, mais aussi en rive droite pour l'Aurignacien de la salle du Théâtre et une date « Paléolithique moyen » pour la base du pilier limoneux de la salle du Temple.

Enfin, les réflexions sur la mise en place de la cavité (action 2D) bénéficient maintenant, toujours grâce au travail de thèse de Céline Pallier, d'une étude détaillée des terrasses et replats d'origines fluviales observables dans la vallée de l'Arize, en amont et en aval de la cavité. Ceux-ci, corrélés aux niveaux alluviaux déposés dans grotte, sont susceptibles de fournir des indications, malgré la difficulté de leur approche, sur les modes et périodes de mises en place des formations alluviales de la vallée.

L'axe 3 (archéologie), est marquée cette année par la poursuite de l'étude des mobiliers récoltés en rive droite et par une approche archéologique préliminaire de la Rive Gauche. Pour la rive droite, l'étude de la microfaune des niveaux aurignaciens livre quelques données environnementales, et surtout climatiques, qui sont intéressantes à approfondir. De même, un retour sur les vestiges osseux issus de nos investigations dans les remblais ou niveaux magdaléniens a permis d'isoler un certain nombre de pièces d'industrie osseuse. Leur étude détaillée sera réalisée en 2021.

En Rive Gauche, nous avons pu, sur la base des informations issues des archives et sur une topographie maintenant bien établie, commencer le nettoyage d'une petite zone, que nous pressentions comme potentiellement porteuse d'informations sur les origines de l'archéologie dans ce secteur de la grotte. Nous avons pu, en effet, identifier des niveaux aziliens en place, que nous avons pu échantillonner pour datation et surtout identifier, ce qui n'était pas prévu, deux sondages anciens. Une partie des remblais les comblant a peut-être tamisée et étudiée. Très riches pour le premier sondage, ils apportent quelques informations importantes sur les occupations de la fin de la séquence et surtout nous confortent dans l'idée qu'ils sont bien parmi les premières investigations en Rive Gauche, au sein de ce qui est appelé le « Cantonement Maury ».

Dans les années à venir, l'équipe de recherche s'attachera à terminer le programme d'acquisition et de traitement données (tableau 12), notamment par l'intégration de l'ensemble de celles-ci dans un SIG. Elle aura aussi à cœur de lancer son programme de valorisation, notamment, par la réalisation d'une monographie, à laquelle nous réfléchissons, sans doute sous la forme d'un Atlas. Ce projet et son étude de faisabilité sera au centre des préoccupations de la prochaine triennale...

Axe	Action	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
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 12 : état d'avancement du programme de prospection thématique et calendrier prévisionnel de réalisation. Jaune = débuté ; vert = en cours ; bleu = en voie d'achèvement.

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.

Alteirac et Simonnet 1976 : ALTEIRAC A., SIMONNET R. – La grotte du Mas d’Azil. In : Clottes J. (dir.) UISPP, IX Congrès, livret-guide excursion A5, Pyrénées Nizza, 1976, 99-102.

Audra et al. 2016 : AUDRA P., BARRIQUAND L., BIGOT J.-Y., CAILHOL D. et al. – L’impact méconnu des chauves-souris et du guano dans l’évolution morphologique tardive des cavernes. *Karstologia* n° 68, 2016, 1-20

Audra et al. 2017 : AUDRA P., BOSAK P., GASQUEZ F., CAILHOL D., SKALA R., LISA L., JONASOVA Š., FRUMKIN A., KNEZ M., SLABE T., ZUPAN HAJNA N., AL-FARRAJ A. - Bat Urea-Derived Minerals in Arid Environment. First identification of Allantoin, C₄H₆N₄O₃, in Kahf Kharrat Najem Cave, United Arab Emirates. *International Journal of Speleology*, 46 (1), 2017, 81-92. Tampa, FL (Usa) Issn 0392-6672

Audra et al. 2019 : AUDRA P., DE WAELE J., BENTALEB I., CHRONOKOVA A., KRISTUFEK V., D’ANGELI I.M., CARBONE C., MADONIA G., VATTANO M., SCOPELLITI G., CAILHOL D., VANARA N., TEMOVSKI M., BIGOT J.-Y., NOBECOURT J.-C., GALLI E., RULL F., SANZ-ARRANZ A. - Guano-related phosphate-rich minerals in European caves. *International Journal of Speleology*, 48 (1), 2019, 75-105. Tampa, FL (USA) ISSN 0392-6672 <https://doi.org/10.5038/1827-806X.48.1.2252>

Barbaza 1997 : BARBAZA M. - L’Azilien des Pyrénées dans le contexte des cultures de la fin du Tardiglaciaire entre France et Espagne. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 94, 1997, p. 315-318.

Barbaza 1999 : BARBAZA M. - *Les civilisations postglaciaires. La vie dans la grande forêt tempérée*. La Maison des roches éd. Paris. 1999, 128 p.

Barbaza 2009 : BARBAZA M. - L'Azilien classique pyrénéen. De la Méditerranée et d'ailleurs ... *Mélanges offerts à Jean Guilaine*. Archives d'Écologie Préhistorique. Toulouse, 2009, p. 31 - 48.

Barbaza 2011 : BARBAZA M. - Environmental changes and cultural dynamics along the northern slope of the Pyrenees during the Younger Dryas. *Quaternary International*, 2001, doi:10.1016/j.quaint.2011.03.012

Barbaza et Lacombe 2001 : BARBAZA M., LACOMBE S. - L'Azilien pyrénéen : une culture originale. In : Jaubert J. et Barbaza M. *Territoire, déplacements, mobilité, échanges durant la Préhistoire*. Congrès CTHS de Toulouse, 2001, p. 421 - 428.

Barrouquère et al. 1977 : BARROUQUERE G., ROUX L., PEYBERNES B., REY J., DEBROAS E.J., LAGASQUIE J., TERNET Y., BOIS J.P., BAMBIER A. – *Notice de la carte géologique de Saint-Girons*, n°1074, BRGM, Orléans.

Bassel 2017 : BASSEL L. – *Genèse de faciès calcitiques : mondmilch et coralloïdes : étude multiphysique des concrétions de la grotte laboratoire de Leye (Dordogne)*. Thèse de Doctorat en physique des archéomatériaux, Univ. Montaigne Bordeaux III, 2017, 338 p.

Bazile-Robert 1984 : BAZILE-ROBERT E. – Les charbons de bois du Mas d'Azil (Ariège) (collection Piette), étude Paléobotanique. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 81/4, 1984, 109-110.

Berganza et Arribas 2010 : BERGANZA E., ARRIBAS J.L. – Dientes de herbívoros serrados e incisivos de la cueva de Santa Catalina (Lekeitio, Bizkaia), *Munibe*, 61, 2010, p. 57-70.

Berthomé et al. 2020 : BERTHOMÉ E., BONNET L., ESCOURROU C., APRIN L., ARNAUD J., BAYLE S., CAILHOL D., DIZIER F., FRANQUET R., JAILLET J., JOHANNET A. – Underground air circulation modelling of the St-Marcel Cave (Ardèche, France), to adapt the opening system of the cave entrance to optimal habitat conditions for bats, (*in press*) (sciencesconf.org:uis2021:332748)

Billotte et al. 1988 : BILLOTTE M., CASTERAS M., PEYBERNÈS B., REY J., SOULA J.-C., TAILLEFER F. et coll. ROCHE J., TERNET Y. – *Notice de la carte géologique de Foix au 1/50000*, n°1075, BRGM, Orléans, 1988.

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.

Bruxelles et al. 2016 : BRUXELLES L., JARRY M., BON F., CAILHOL D., DANDURAND G., PALLIER C. - La biocorrosion, un nouveau paramètre à prendre en compte pour interpréter la répartition des oeuvres pariétales. *Karstologia*, n° 68, 2016, 21-30.

Bruxelles 2019 : BRUXELLES L. – L'apport des travaux de Paul Ambert dans la connaissance de l'évolution géodynamique du Languedoc et l'émergence de la géoarchéologie. In : « *Actes du colloque international en Hommage à Paul Ambert, Paysages pour l'Homme* » sous la direction de M. Laroche, L. Bruxelles, P. Galant et M. Ambert. P., 2019, 62-69.

Cailhol 2016 : CAILHOL D. - *Bilan du Suivi Climatologique a Grotte des Gorges Amange (39) 2011-2016*. [Rapport de recherche] EDYTEM, Université de Savoie Mont-Blanc, UMR 5204 CNRS. 2016. {hal-01838816}

Cailhol 2019 : CAILHOL D. – Les effets de la corrosion de condensation sur les parois de la grotte de Chenecey (Doubs, France). *Actes du 14ème Congrès national de spéléologie*, Sinterlaken 2019. pp : 173-178.

Cailhol et Vanara 2018 : CAILHOL D., VANARA N. -. Étude des processus de condensation corrosion et de biocorrosion dans la grotte d'Espalungue, karst de la vallée d'Ossau. *In : Projet Collectif de Recherches, Préhistoire ancienne de la Vallée d'Ossau, grotte d'Espalungue*, rapport 2018, p. 4-9.

Cailleux : CAILLEUX A. (s.d.). Notice sur le code des couleurs des sols. Boubée éd.

Cañaveras et al. 2006 : CANAVERAS J.C., CUEZA S., SANCHEZ-MORAL S., LARIO J., GONZALEZ J.M., SAIZ-JIMENEZ C. – On the origin of fiber calcite crystals in moonmilk deposits. *Naturwissenschaften*, 93, 2006, 27-32.

Carcenac-Suffert et al. 1969 : CARCENAC-SUFFERT C., SIMON-COINÇON R., TAILLEFER F. – Carte géologique du Mas d'Azil SE. Notice. *Revue géologique des Pyrénées et du Sud-Ouest Européen*, 40, 4, 1969, 329-351.

Cavaillé 1970 : CAVAILLÉ A. – *Notice géologique de la France au 1/50000, feuille de Saverdun*. N°1035, BRGM, Orléans, 1970.

Couraoud 1985 : COURAUD C. - *L'art azilien. Origine - Survivance*. XXème supplément à Gallia Préhistoire. Éditions du CNRS, 1985, 184 p., 40 pl. h-t.

Coye 2011 : COYE N. - Une discipline en reconstruction : la préhistoire française de la première moitié du XX^e siècle, *Le Seuil, Le genre humain* N°50, 2011, 199-220.

Delmas 2019 : DELMAS M. – Les Pyrénées quaternaires : archives fluviales, glaciaires et changements environnementaux. *Colloque de restitution du chantier Pyrénées du Référentiel Géologique de la France*, Juin 2019, Pau.

D'Errico et Possenti 1999 : D'ERRICO F., POSSENTI L. - L'art mobilier épipaléolithique de la Méditerranée occidentale : comparaisons thématiques et technologiques. *In* : D. Sacchi (dir.). *Les facies leptolithiques du Nord-Ouest méditerranéen : milieux naturels et culturels*. Actes du XXIV^e Congrès Préhistorique de France, Carcassonne 26-30 septembre 1994, 1999, p. 93-116.

Ferrier et al. 2014 : FERRIER C., DEBARD E., KERVAZO B., BRODARD A., GUIBERT P., BAFFIER D., FERUGLIO V., GÉLY B., GENESTE J.-M., MAKSDUD F. – Les parois chauffées de la grotte Chauvet-Pont d'Arc (Ardèche, France) : caractérisation et chronologie. *Paleo*, n°25, 2014, 59-78.

Gabrovšek et al. 2010 : GABROVŠEK F., DREYBRODT W., PERNE M. -. Physics of Condensation Corrosion in Caves. *In*: Andreo B., Carrasco F., Durán J., LaMoreaux J. (eds) *Advances in Research in Karst Media. Environmental Earth Sciences*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2010, p. 91-96.

Gely et al. 2016 : GELY B., CAILHOL D., CLOTEES J., LE GUILLOU, LASCU V., MEYSSONNIER M., PHILIPPE M., PLICHON V., PRUD'HOMME F., VALLADAS H. – *Pestera Coliboaia (Campani, Bihor) Grotte Ornee Aurignacienne De Roumanie. État D'avancement Des Etudes Pluridisciplinaires (2009-2014)*. Ifrao 2016

Girard et al. 1979 : GIRARD M., MOSER F., ORLIAC M. - Comparaison des gisements de la Tourasse (Haute-Garonne) et du Mas d'Azil (Ariège). In : D. de Sonneville-Bordes (dir.) *La Fin des temps glaciaires en Europe : chronostratigraphie et écologie des cultures du Paléolithique final*, Actes du colloque international, Talence, 24-28 mai 1977, colloques internationaux du CNRS, n° 271, 1979, p. 637-643, 4 fig.

Hernández Fernández 2001 : HERNANDEZ FERNANDEZ M. - Bioclimatic discriminant capacity of terrestrial mammal faunas. *Global Ecology & Biogeography*, 10 (2), 2001, 189-204.

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*. Prospection 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*. Prospection 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*. Prospection 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.

Jarry et al. 2019 : 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 2019, 2019, 173 p.

Jeannet 2010 : JEANNET M. - L'écologie quantifiée. Essai de description de l'environnement continental à l'aide des microvertébrés. *Préhistoires méditerranéennes*, 1, 2010, 1-26.

Kegler 2007 : KEGLER J.F. – *Das Azilein von Mas d'Azil. Des chronologische und Kulturelle Kontext der Rückenspitzengruppen in Südwesteuropa. Mit einem Beitrag*. Thèse de Doctorat de l'Université de Cologne, 2007, 337p + 82p.

Langlais 2020 : LANGLAIS M. - Des segments chronoculturels au modèle archéo-stratigraphique du Magdalénien dans le Sud-Ouest français (21 000-16 000 cal. BP), in L. G. Straus et M. Langlais (dir.), *Magdalenian Chrono-Stratigraphic Correlations and Cultural Connections between Cantabrian Spain and Southwest France...and Beyond*, actes du 18e Congrès de l'UISPP, Colloque XVII-2, Séance de la Société préhistorique française, 2020, pp. 109-135.

Laplace-Jaureteche 1953 : LAPLACE-JAURETCH G. - Les couches à escargots des cavernes pyrénéennes et le problème de l'Arisien de Piette. *Bulletin de la Société préhistorique de France*, tome 50, n°4, 1953. pp. 199-211.

Le Guillou 2013 : LE GUILLOU Y., 2013. Joseph Mandement, la grotte du Mas d'Azil, et la Société des Amis du Mas d'Azil, *Préhistoire, Art et Sociétés (Bull. de la Soc. Préhist. Ariège-Pyrénées)*, t. XVIII, p. 97-122.

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.

Lelouvier et al. 2019 : ARRIGHI V., BON V., BUNDGEN B., CLAUD E., CONSTANS G., COSTAMAGNO S., FRITZ C., JARRY M., LELOUVIER L.-A., PALLIER C., PETILLON J.-M., POISSONNIER B., POTIN Y., STOETZEL E. – *Grotte du Mas d'Azil, Parois le long de la RD119*. Rapport d'opération de fouille archéologique, 2019, 306p.

Leroi-Gourhan 1984 : LEROI-GOURHAN A. (dir.) – *L'art des Cavernes, Atlas des grottes ornées paléolithiques françaises*. La documentation Française, 1984, 675 p.

Lucas 2013 : LUCAS C. – Les décors géométriques du Magdalénien supérieur de la grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques) : une place à part dans l'équipement ? *Palethnologie*, 5, 2013, p. 1501-1521.

Mandement 1948 : MANDEMENT J. - Nouvelles découvertes dans la grotte du Mas d'Azil (Ariège). *Bulletin de la Société des Amis du Mas d'Azil*, 1948/1949, n°1, 45/46, 7-8.

Munsel 2000 : Munsell ® Soil Color Charts. 2000. Gretagmacbeth. New York.

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. 2016 : PALLIER C., JARRY M., BON F., CAMUS H., RABANIT M., BRUXELLES L. - Évolution karstique et occupations humaines de la grotte du Mas d'Azil (Ariège, France) ; *Karstologia*, n° 68, 2016. [hal-01871475](https://doi.org/10.1871/karstologia.68)

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 1928 : PÉQUART M., PÉQUART S.-J. – Technique de fouilles préhistoriques. *Revue des Musées et Collections archéologiques*, III, 14, 1928, pp. 1-19

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

Péquart et Péquart 1937b : 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. – Fouilles archéologiques et nouvelles découvertes au Mas d'Azil. *L'Anthropologie*, 49 (1939-1940), 1941, p.450-453.

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.

Pétillon 2016 : PÉTILLON J.-M. – L'industrie osseuse aurignacienne : présentation préliminaire. *In : La grotte du Mas d'Azil : cartographie archéologique et géoarchéologie, prospection thématique, rapport d'activité pour l'année 2016*, M. Jarry, C. Pallier, L. Bruxelles, F. Bon (dir.), Toulouse, SRA Occitanie, 2016, p. 165-170.

Pétillon et Costamagno 2019 : PÉTILLON J.-M., COSTAMAGNO S. – L'industrie osseuse. *In : Grotte du Mas d'Azil (Occitanie, Ariège, le mas d'Azil), paroi le long de la RD119, rapport de fouille archéologique*, L.-A. Lelouvier (dir.), Toulouse, SRA Occitanie, 2019, p. 157-161.

Pfendler et al. 2017 : PFENDLER S., EINHORN O., KARIMI B., BOUSTA F., CAILHOL D, ALAOUI SOSSÉ L., ALAOUI SOSSÉ B., ALEYA L. - UV-C as an efficient means to combat

biofilm formation in show caves: evidence from the La Glacière Cave France) and laboratory experiments. *Environ Sci Pollut Res* 2017, 24:24611–24623. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0143-7>

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 1891a : PIETTE E. - L'art pendant l'âge du renne; La question de la domestication du renne. Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques, 10. Session (1889), 1891, p.159-172.

Piette 1891b : PIETTE E. - L'époque de transition intermédiaire entre l'âge du renne et l'époque de la pierre polie. Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques, 10 Session (1889), 1891, p.203-213.

Piette 1892a : PIETTE E. - Les divers civilisations successives sur la rive gauche de l'Arize (Ariège). Association française pour l'avancement des sciences (AFAS), 21. Session. Pau. Band 1, 1892, p.266-267.

Piette 1892b : PIETTE E. - Phases successives de la civilisation pendant l'âge du renne, dans le midi de la France et notamment sur la rive gauche de l'Arize (Grotte du Mas d'Azil). Association française pour l'avancement des sciences (AFAS), 21 Session. Pau. Band 2, 1892, 649-654.

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 1896a : PIETTE E. – Etude d'ethnologie préhistorique I. *L'Anthropologie*, T. VII, 1896, 276-292.

Piette 1896b : PIETTE E. – Etude d'ethnologie préhistorique II plantes cultivées de la période de transition au Mas d'Azil. *L'Anthropologie*, T. VII, 1896, 1-17.

Piette 1896C : PIETTE E. – Etude d'ethnologie préhistorique II plantes cultivées de la période de transition au Mas d'Azil. *L'Anthropologie*, T. VII, 1896, 385-427.

Poplin 1983 : POPLIN F. – Incisives de renne sciées du Magdalénien d'Europe occidentale, in F. Poplin (dir.), *La Faune et l'homme préhistoriques*, Paris, Société préhistorique française, 1983, p. 55-67.

Py et al. 2012 : PY V., ANCEL B., MARCONNET C. – De l'usage minier du feu : sources et expérimentations. *Cahier d'Histoire des Techniques, Des outils, des machines et des Hommes*, 8, 2012, 133-153.

Rigaud et al. 2019 : RIGAUD S., COSTAMAGNO S., PÉTILLON J.-M., CHALARD P., LAROU LANDIE V., LANGLAIS M. (2019) – Settlement dynamic and beadwork: new insights on Late Upper Paleolithic craft activities. *PaleoAnthropology*, 2019, p. 137-155.

Souquet *et al.* 1979 : SOUQUET P., REY J., PEYBERNÈS B., BILLOTTE M. – *Notice de la carte géologique : Le Mas-d'azil, Volvestre – Plantaurel*, 1979, XX-46. BRGM, Orléans.

Straus et Evin 1989 : STRAUSS L.G., EVIN J. – Datations par le radiocarbone des couches aziliennes et magdaléniennes de l'abir Durfaur (Sordes-l'Abbaye, Les Landes). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, t. 86, n°5, 1989, p 146-155.

Vaquer 1990 : VAQUER J. – *Le Néolithique en Languedoc occidental*. Ed. du CNRS, 1990, 397 p.

Valentin *et al.* 2007 : VALENTIN B. (dir) - Marthe et Saint-Just Péquart, archéologues des îles. De Houat à Hoedi, 1923-1934. In: *Bulletin de la Société préhistorique française*, tome 104, n°4, 835-836.

Vallois et Felice 1977 : VALLOIS H.-V., FELICE S. – Les Mésolithiques de France. Étude anthropologique. *Archives de l'Institut de Paléontologie humaine*, mémoire 37, Masson, Paris, 1977, 194p.

ANNEXES



Annexe 1A - Datations par la méthode du radiocarbone (premier rapport)



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic Inc
4985 SW 74 Court
Miami, Florida 33155
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2005-Accredited Testing Laboratory

10 août 2020

Dr. Marc Jarry
INRAP
ZA des champs Pinsons
13 rue du Negoce
Saint Orens de Gameville, F-31650
France

RE : Résultats de datation au radiocarbone

Cher/Chère collègue

Veuillez trouver en pièce jointe le résultat de datation au radiocarbone pour l'échantillon récemment envoyé. Comme d'habitude, la méthode d'analyse est indiquée sur le rapport avec le résultat et les données de calibration sont fournies lorsqu'elles sont disponibles. L'âge radiocarbone conventionnel a été corrigé pour les effets de fractionnement et le cas échéant, la calibration a été effectuée en utilisant les bases de données de calibration 2013 (citées sur les pages du graphique).

Votre espace en ligne contient le tableau des résultats, une option de téléchargement PDF, des photos, une option de téléchargement au format .csv et un rapport d'assurance qualité indiquant les valeurs attendues par rapport aux valeurs mesurées pour 3-5 échantillons test analysés en même temps que vos échantillons.

Le résultat reporté est accrédité selon la norme ISO / IEC 17025:2005, PJLA # 59423 et tous les prétraitements et analyses ont été réalisés dans les accélérateurs de notre laboratoire. Beta n'étant pas un laboratoire dédié à l'enseignement, seuls des professionnels diplômés et formés à des protocoles stricts selon la norme ISO / IEC 17025:2005, programme PJLA # 59423 ont participé aux analyses.

Les âges radiocarbone conventionnels et les sigmas sont arrondis à la décennie la plus proche selon les conventions de la Conférence internationale sur le radiocarbone de 1977. Lorsque les statistiques de comptage produisent des sigmas inférieurs à +/- 30 ans, une valeur conservative de +/- 30 BP est citée pour le résultat. Le $\delta^{13}C$ indiqué a été mesuré séparément dans un IRMS (spectromètre de masse de rapport isotopique). Le $\delta^{13}C$ obtenu par AMS ne comprend pas les effets de fractionnement naturels, chimiques et induits par l'AMS.

Lors de l'interprétation du résultat, merci de prendre en compte tous les échanges que vous avez eus avec notre équipe au sujet de vos échantillons. N'hésitez pas à nous contacter pour toute éventuelle question ou tout complément d'informations concernant vos analyses.

Nous vous remercions pour le prépaiement de l'analyse. N'hésitez pas à nous contacter pour toute éventuelle question ou tout complément d'informations concernant vos résultats.

Cordialement,

Digital signature on file

Chris Patrick
Vice President of Laboratory Operations



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic Inc
4985 SW 74 Court
Miami, Florida 33155
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2005-Accredited Testing Laboratory

RAPPORT D'ANALYSE DE DATATION AU RADIOCARBONE

Marc Jarry

Date du rapport : 10 août 2020

INRAP

Matériau reçu le : 27 juillet 2020

Informations et données
échantillon

Code échantillon

Age radiocarbone conventionnel (BP) ou
Pourcentage de carbone moderne (pMC) & Isotopes stables
Résultats calendaires calibrés : 95,4 % de probabilité
Méthode de densité de probabilité élevée (HPD)

Beta - 564374

MAS2018C14-01B

38220 +/- 360 BP

IRMS $\delta^{13}C$: -26.4 o/oo

(95.4%) 40913 - 39924 cal BC(42862 - 41873 cal BP)

Matériau envoyé par le client : Charcoal
Prétraitement : (sédiment organique) rinçages acides
Matériau analysé : Sédiment organique
Service d'analyse : Livraison AMS-STANDARD
% de carbone moderne : 0.86 +/- 0.04 pMC
Fraction de carbone moderne : 0.0086 +/- 0.0004
D14C: -991.42 +/- 0.38 o/oo
 $\Delta^{14}C$: -991.49 +/- 0.38 o/oo(1950:2020)
Age radiocarbone mesuré : (sans correction d13C): 38240 +/- 360 BP
Calibration : BetaCal3.21: HPD method: INTCAL13

Les résultats sont certifiés ISO / IEC-17025: 2005. Nous n'avons eu recours à aucune sous-traitance et aucun travail étudiant. Toutes les analyses ont été réalisées par Beta dans ses 4 spectromètres de masse par accélérateur NEC et 4 spectromètres de masse de rapport isotopique (IRMS) Thermo. L'« âge radiocarbone conventionnel » a été calculé à l'aide de la demi-vie de Libby (5568 ans) ; il est corrigé pour le fractionnement isotopique total et est utilisé pour la calibration, le cas échéant. L'âge est arrondi à la décennie la plus proche et est reporté en années radiocarbone « avant le présent » (BP), où le « présent » = 1950 AD. Les résultats supérieurs à la référence moderne sont reportés comme pourcentage de carbone moderne (pMC). La norme de référence moderne correspond à 95% de la signature C14 du NIST SRM-4990C (acide oxalique). Les erreurs citées correspondent à des statistiques de comptage à 1 sigma. Les sigmas calculés inférieurs à 30 BP sur l'âge radiocarbone conventionnel sont arrondis de façon conservatrice à 30. Les valeurs d13C correspondent au matériau en lui-même (et non à la valeur d13C de l'AMS). Les valeurs d13C et d15N sont relatives à VPDB-1. Les références pour les calibrations sont citées en bas des pages contenant les graphiques de calibration.

BetaCal 3.21

Âge radiocarbone calibré en années calendaires

(Fourchettes de probabilité les plus élevées : INTCAL13)

(Variables: $\delta^{13}\text{C} = -26.4$ o/oo)

Code laboratoire **Beta-564374**

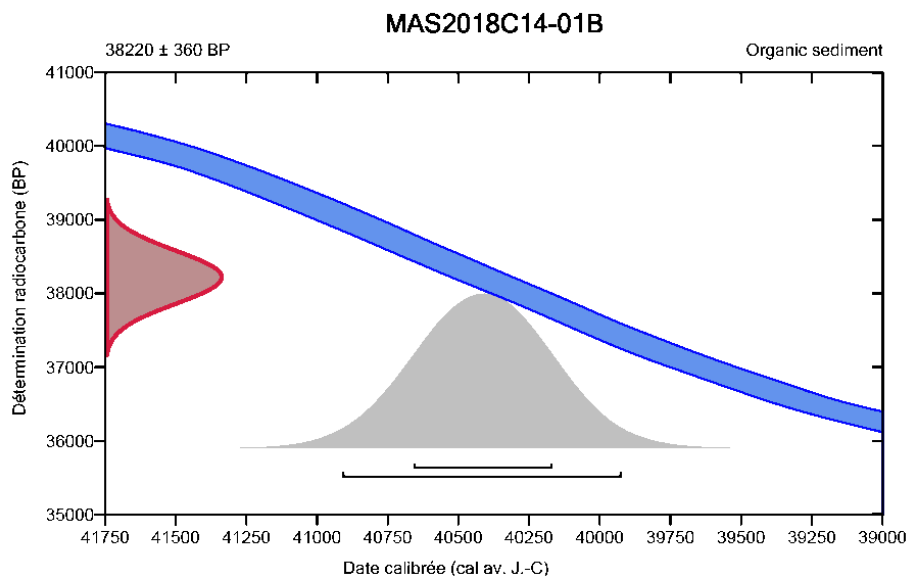
Âge radiocarbone conventionnel **38220 $\pm$ 360 BP**

95.4% probabilité

(95.4%) 40913 - 39924 cal av. J.- (42862 - 41873 cal BP)

68.2% probabilité

(68.2%) 40661 - 40169 cal av. J.- (42610 - 42118 cal BP)



Base de données utilisée

INTCAL13

Références

Références à la méthode de probabilité

Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.

Références à la base de données INTCAL13

Reimer, et al., 2013, Radiocarbon55(4).

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • Email: beta@radiocarbon.com

Page 3 of 3



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic Inc
4985 SW 74 Court
Miami, Florida 33155
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2005-Accredited Testing Laboratory

Quality Assurance Report

This report provides the results of reference materials used to validate radiocarbon analyses prior to reporting. Known-value reference materials were analyzed quasi-simultaneously with the unknowns. Results are reported as expected values vs measured values. Reported values are calculated relative to NIST SRM-4990B and corrected for isotopic fractionation. Results are reported using the direct analytical measure percent modern carbon (pMC) with one relative standard deviation. Agreement between expected and measured values is taken as being within 2 sigma agreement (error x 2) to account for total laboratory error.

Report Date: August 10, 2020
Submitter: Dr. Marc Jarry

QA MEASUREMENTS

Reference 1

Expected Value: 0.45 +/- 0.04 pMC

Measured Value: 0.45 +/- 0.03 pMC

Agreement: Accepted

Reference 2

Expected Value: 96.69 +/- 0.50 pMC

Measured Value: 97.29 +/- 0.30 pMC

Agreement: Accepted

Reference 3

Expected Value: 129.41 +/- 0.06 pMC

Measured Value: 129.40 +/- 0.37 pMC

Agreement: Accepted

COMMENT: All measurements passed acceptance tests.

Validation:

Chris Patrick
Digital signature on file

Date: August 10, 2020

Annexe 1A - Datations par la méthode du radiocarbone (premier rapport)



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic Inc
4985 SW 74 Court
Miami, Florida 33155
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2005-Accredited Testing Laboratory

13 août 2020

Dr. Marc Jarry
INRAP
ZA des champs Pinsons
13 rue du Negoce
Saint Orens de Gameville, F-31650
France

RE : Résultats de datation au radiocarbone

Cher/Chère collègue

Veuillez trouver en pièce jointe les résultats de datation au radiocarbone pour les cinq échantillons récemment envoyés. Comme d'habitude, la méthode d'analyse est indiquée sur le rapport avec les résultats et les données de calibration sont fournies lorsqu'elles sont disponibles. Les âges radiocarbone conventionnels ont tous été corrigés pour les effets de fractionnement total et le cas échéant, la calibration a été effectuée en utilisant les bases de données de calibration 2013 (citées sur les pages du graphique).

Votre espace en ligne contient le tableau des résultats, une option de téléchargement PDF, des photos, une option de téléchargement au format .csv et un rapport d'assurance qualité indiquant les valeurs attendues par rapport aux valeurs mesurées pour 3-5 échantillons test analysés en même temps que vos échantillons.

Les résultats reportés sont accrédités selon la norme ISO / IEC 17025:2005, PJLA # 59423 et toutes les analyses ont été réalisées dans les accélérateurs de notre laboratoire. Beta n'étant pas un laboratoire dédié à l'enseignement, seuls des professionnels diplômés et formés à des protocoles stricts selon la norme ISO / IEC 17025:2005, programme PJLA # 59423 ont participé aux analyses.

Les âges radiocarbone conventionnels et les sigmas sont arrondis à la décennie la plus proche selon les conventions de la Conférence internationale sur le radiocarbone de 1977. Lorsque les statistiques de comptage produisent des sigmas inférieurs à +/- 30 ans, une valeur conservatrice de +/- 30 BP est citée pour le résultat. Les valeurs d13C indiquées ont été mesurées séparément dans un IRMS (spectromètre de masse de rapport isotopique). Les valeurs d13C obtenues par AMS ne comprennent pas les effets de fractionnement naturels, chimiques et induits par l'AMS.

Lors de l'interprétation des résultats, merci de prendre en compte tous les échanges que vous avez eus avec notre équipe au sujet de vos échantillons.

Nous vous remercions pour le prépaiement des analyses. N'hésitez pas à nous contacter pour toute éventuelle question ou tout complément d'informations concernant vos résultats.

Cordialement,

Digital signature on file

Chris Patrick
Vice President of Laboratory Operations



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic Inc
4985 SW 74 Court
Miami, Florida 33155
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2005-Accredited Testing Laboratory

RAPPORT D'ANALYSE DE DATATION AU RADIOCARBONE

Marc Jarry

Date du rapport : 13 août 2020

INRAP

Matériau reçu le : 27 juillet 2020

Informations et données
échantillon

Code échantillon

Age radiocarbone conventionnel (BP) ou
Pourcentage de carbone moderne (pMC) & Isotopes stables
Résultats calendaires calibrés : 95,4 % de probabilité
Méthode de densité de probabilité élevée (HPD)

Beta - 564376

MAS2020C14-01

10740 +/- 30 BP

IRMS $\delta^{13}C$: -26.9 o/oo

(95.4%) 10783 - 10696 cal BC(12732 - 12645 cal BP)

Matériau envoyé par le client : Charcoal
Prétraitement : (matériau carbonisé) acide/alcali/acide
Matériau analysé : Matériau carbonisé
Service d'analyse : Livraison AMS-STANDARD
% de carbone moderne : 26.26 +/- 0.10 pMC
Fraction de carbone moderne : 0.2626 +/- 0.0010
D14C: -737.37 +/- 0.98 o/oo
 $\Delta^{14}C$: -739.58 +/- 0.98 o/oo(1950:2020)
Age radiocarbone mesuré : (sans correction d13C): 10770 +/- 30 BP
Calibration : BetaCal3.21: HPD method: INTCAL13

Les résultats sont certifiés ISO / IEC-17025: 2005. Nous n'avons eu recours à aucune sous-traitance et aucun travail étudiant. Toutes les analyses ont été réalisées par Beta dans ses 4 spectromètres de masse par accélérateur NEC et 4 spectromètres de masse de rapport isotopique (IRMS) Thermo. L'« âge radiocarbone conventionnel » a été calculé à l'aide de la demi-vie de Libby (5568 ans) ; il est corrigé pour le fractionnement isotopique total et est utilisé pour la calibration, le cas échéant. L'âge est arrondi à la décennie la plus proche et est reporté en années radiocarbone « avant le présent » (BP), où le « présent » = 1950 AD. Les résultats supérieurs à la référence moderne sont reportés comme pourcentage de carbone moderne (pMC). La norme de référence moderne correspond à 95% de la signature C14 du NIST SRM-4990C (acide oxalique). Les erreurs citées correspondent à des statistiques de comptage à 1 sigma. Les sigmas calculés inférieurs à 30 BP sur l'âge radiocarbone conventionnel sont arrondis de façon conservatrice à 30. Les valeurs d13C correspondent au matériau en lui-même (et non à la valeur d13C de l'AMS). Les valeurs d13C et d15N sont relatives à VPDB-1. Les références pour les calibrations sont citées en bas des pages contenant les graphiques de calibration.



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic Inc
4985 SW 74 Court
Miami, Florida 33155
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2005-Accredited Testing Laboratory

RAPPORT D'ANALYSE DE DATATION AU RADIOCARBONE

Marc Jarry

Date du rapport : 13 août 2020

INRAP

Matériau reçu le : 27 juillet 2020

Informations et données
échantillon

Code échantillon

Age radiocarbone conventionnel (BP) ou
Pourcentage de carbone moderne (pMC) & Isotopes stables
Résultats calendaires calibrés : 95,4 % de probabilité
Méthode de densité de probabilité élevée (HPD)

Beta - 564377

MAS2020C14-03

11300 +/- 50 BP

IRMS $\delta^{13}C$: -25.0 o/oo

(95.4%) 11313 - 11120 cal BC(13262 - 13069 cal BP)

Matériau envoyé par le client : Charcoal
Prétraitement : (matériau carbonisé) acide/alcali/acide
Matériau analysé : Matériau carbonisé
Service d'analyse : Livraison AMS-STANDARD
% de carbone moderne : 24.49 +/- 0.15 pMC
Fraction de carbone moderne : 0.2449 +/- 0.0015
D14C: -755.05 +/- 1.52 o/oo
 $\Delta^{14}C$: -757.12 +/- 1.52 o/oo(1950:2020)
Age radiocarbone mesuré : (sans correction d13C): 11300 +/- 50 BP
Calibration : BetaCal3.21: HPD method: INTCAL13

Les résultats sont certifiés ISO / IEC-17025: 2005. Nous n'avons eu recours à aucune sous-traitance et aucun travail étudiant. Toutes les analyses ont été réalisées par Beta dans ses 4 spectromètres de masse par accélérateur NEC et 4 spectromètres de masse de rapport isotopique (IRMS) Thermo. L'« âge radiocarbone conventionnel » a été calculé à l'aide de la demi-vie de Libby (5568 ans) ; il est corrigé pour le fractionnement isotopique total et est utilisé pour la calibration, le cas échéant. L'âge est arrondi à la décennie la plus proche et est reporté en années radiocarbone « avant le présent » (BP), où le « présent » = 1950 AD. Les résultats supérieurs à la référence moderne sont reportés comme pourcentage de carbone moderne (pMC). La norme de référence moderne correspond à 95% de la signature C14 du NIST SRM-4990C (acide oxalique). Les erreurs citées correspondent à des statistiques de comptage à 1 sigma. Les sigmas calculés inférieurs à 30 BP sur l'âge radiocarbone conventionnel sont arrondis de façon conservatrice à 30. Les valeurs d13C correspondent au matériau en lui-même (et non à la valeur d13C de l'AMS). Les valeurs d13C et d15N sont relatives à VPDB-1. Les références pour les calibrations sont citées en bas des pages contenant les graphiques de calibration.



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic Inc
4985 SW 74 Court
Miami, Florida 33155
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2005-Accredited Testing Laboratory

RAPPORT D'ANALYSE DE DATATION AU RADIOCARBONE

Marc Jarry

Date du rapport : 13 août 2020

INRAP

Matériau reçu le : 27 juillet 2020

Informations et données
échantillon

Code échantillon

Age radiocarbone conventionnel (BP) ou
Pourcentage de carbone moderne (pMC) & Isotopes stables
Résultats calendaires calibrés : 95,4 % de probabilité
Méthode de densité de probabilité élevée (HPD)

Beta - 564378

MAS2020C14-04

13100 +/- 40 BP

IRMS $\delta^{13}C$: -26.5 o/oo

(95.4%) 13991 - 13556 cal BC(15940 - 15505 cal BP)

Matériau envoyé par le client : Charcoal
Prétraitement : (matériau carbonisé) acide/alcali/acide
Matériau analysé : Matériau carbonisé
Service d'analyse : Livraison AMS-STANDARD
% de carbone moderne : 19.58 +/- 0.10 pMC
Fraction de carbone moderne : 0.1958 +/- 0.0010
D14C: -804.22 +/- 0.97 o/oo
 $\Delta^{14}C$: -805.88 +/- 0.97 o/oo(1950:2020)
Age radiocarbone mesuré : (sans correction d13C): 13120 +/- 40 BP
Calibration : BetaCal3.21: HPD method: INTCAL13

Les résultats sont certifiés ISO / IEC-17025: 2005. Nous n'avons eu recours à aucune sous-traitance et aucun travail étudiant. Toutes les analyses ont été réalisées par Beta dans ses 4 spectromètres de masse par accélérateur NEC et 4 spectromètres de masse de rapport isotopique (IRMS) Thermo. L'« âge radiocarbone conventionnel » a été calculé à l'aide de la demi-vie de Libby (5568 ans) ; il est corrigé pour le fractionnement isotopique total et est utilisé pour la calibration, le cas échéant. L'âge est arrondi à la décennie la plus proche et est reporté en années radiocarbone « avant le présent » (BP), où le « présent » = 1950 AD. Les résultats supérieurs à la référence moderne sont reportés comme pourcentage de carbone moderne (pMC). La norme de référence moderne correspond à 95% de la signature C14 du NIST SRM-4990C (acide oxalique). Les erreurs citées correspondent à des statistiques de comptage à 1 sigma. Les sigmas calculés inférieurs à 30 BP sur l'âge radiocarbone conventionnel sont arrondis de façon conservatrice à 30. Les valeurs d13C correspondent au matériau en lui-même (et non à la valeur d13C de l'AMS). Les valeurs d13C et d15N sont relatives à VPDB-1. Les références pour les calibrations sont citées en bas des pages contenant les graphiques de calibration.



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic Inc
4985 SW 74 Court
Miami, Florida 33155
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2005-Accredited Testing Laboratory

RAPPORT D'ANALYSE DE DATATION AU RADIOCARBONE

Marc Jarry

Date du rapport : 13 août 2020

INRAP

Matériau reçu le : 27 juillet 2020

Informations et données
échantillon

Code échantillon

Age radiocarbone conventionnel (BP) ou
Pourcentage de carbone moderne (pMC) & Isotopes stables
Résultats calendaires calibrés : 95,4 % de probabilité
Méthode de densité de probabilité élevée (HPD)

Beta - 564379

MAS2020C14-05

14780 +/- 50 BP

IRMS $\delta^{13}C$: -23.4 ‰

(95.4%) 16209 - 15866 cal BC(18158 - 17815 cal BP)

Matériau envoyé par le client : Charcoal
Prétraitement : (matériau carbonisé) acide/alcali/acide
Matériau analysé : Matériau carbonisé
Service d'analyse : Livraison AMS-STANDARD
% de carbone moderne : 15.88 +/- 0.10 pMC
Fraction de carbone moderne : 0.1588 +/- 0.0010
D14C: -841.17 +/- 0.99 ‰
 $\Delta^{14}C$: -842.51 +/- 0.99 ‰(1950:2020)
Age radiocarbone mesuré : (sans correction d13C): 14750 +/- 50 BP
Calibration : BetaCal3.21: HPD method: INTCAL13

Les résultats sont certifiés ISO / IEC-17025: 2005. Nous n'avons eu recours à aucune sous-traitance et aucun travail étudiant. Toutes les analyses ont été réalisées par Beta dans ses 4 spectromètres de masse par accélérateur NEC et 4 spectromètres de masse de rapport isotopique (IRMS) Thermo. L'« âge radiocarbone conventionnel » a été calculé à l'aide de la demi-vie de Libby (5568 ans) ; il est corrigé pour le fractionnement isotopique total et est utilisé pour la calibration, le cas échéant. L'âge est arrondi à la décennie la plus proche et est reporté en années radiocarbone « avant le présent » (BP), où le « présent » = 1950 AD. Les résultats supérieurs à la référence moderne sont reportés comme pourcentage de carbone moderne (pMC). La norme de référence moderne correspond à 95% de la signature C14 du NIST SRM-4990C (acide oxalique). Les erreurs citées correspondent à des statistiques de comptage à 1 sigma. Les sigmas calculés inférieurs à 30 BP sur l'âge radiocarbone conventionnel sont arrondis de façon conservatrice à 30. Les valeurs d13C correspondent au matériau en lui-même (et non à la valeur d13C de l'AMS). Les valeurs d13C et d15N sont relatives à VPDB-1. Les références pour les calibrations sont citées en bas des pages contenant les graphiques de calibration.



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic Inc
4985 SW 74 Court
Miami, Florida 33155
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2005-Accredited Testing Laboratory

RAPPORT D'ANALYSE DE DATATION AU RADIOCARBONE

Marc Jarry

Date du rapport : 13 août 2020

INRAP

Matériau reçu le : 27 juillet 2020

Informations et données
échantillon

Code échantillon

Age radiocarbone conventionnel (BP) ou
Pourcentage de carbone moderne (pMC) & Isotopes stables
Résultats calendaires calibrés : 95,4 % de probabilité
Méthode de densité de probabilité élevée (HPD)

Beta - 564380

MAS2020C14-06

31910 +/- 180 BP

IRMS $\delta^{13}C$: -19.7 ‰

IRMS $\delta^{15}N$: +5.7 ‰

(95.4%) 34284 - 33421 cal BC(36233 - 35370 cal BP)

Matériau envoyé par le client : Bone (Non-heated)

Prétraitement : (collagène de l'os) extraction de collagène avec
alcali

Matériau analysé : Collagène de l'os

Service d'analyse : Livraison AMS-STANDARD

% de carbone moderne : 1.88 +/- 0.04 pMC

Fraction de carbone moderne : 0.0188 +/- 0.0004

$\delta^{14}C$: -981.17 +/- 0.42 ‰

$\Delta^{14}C$: -981.33 +/- 0.42 ‰(1950:2020)

Age radiocarbone mesuré : (sans correction $\delta^{13}C$): 31820 +/- 180 BP

Calibration : BetaCal3.21: HPD method: INTCAL13

Carbone / Azote : CN : 3.3 %C: 34.02 %N: 12.10

Les résultats sont certifiés ISO / IEC-17025: 2005. Nous n'avons eu recours à aucune sous-traitance et aucun travail étudiant. Toutes les analyses ont été réalisées par Beta dans ses 4 spectromètres de masse par accélérateur NEC et 4 spectromètres de masse de rapport isotopique (IRMS) Thermo. L'« âge radiocarbone conventionnel » a été calculé à l'aide de la demi-vie de Libby (5568 ans) ; il est corrigé pour le fractionnement isotopique total et est utilisé pour la calibration, le cas échéant. L'âge est arrondi à la décennie la plus proche et est reporté en années radiocarbone « avant le présent » (BP), où le « présent » = 1950 AD. Les résultats supérieurs à la référence moderne sont reportés comme pourcentage de carbone moderne (pMC). La norme de référence moderne correspond à 95% de la signature C14 du NIST SRM-4990C (acide oxalique). Les erreurs citées correspondent à des statistiques de comptage à 1 sigma. Les sigmas calculés inférieurs à 30 BP sur l'âge radiocarbone conventionnel sont arrondis de façon conservatrice à 30. Les valeurs $\delta^{13}C$ correspondent au matériau en lui-même (et non à la valeur $\delta^{13}C$ de l'AMS). Les valeurs $\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$ sont relatives à VPDB-1. Les références pour les calibrations sont citées en bas des pages contenant les graphiques de calibration.

BetaCal 3.21

Âge radiocarbone calibré en années calendaires

(Fourchettes de probabilité les plus élevées : INTCAL13)

(Variables: $\delta^{13}\text{C} = -26.9$ o/oo)

Code laboratoire **Beta-564376**

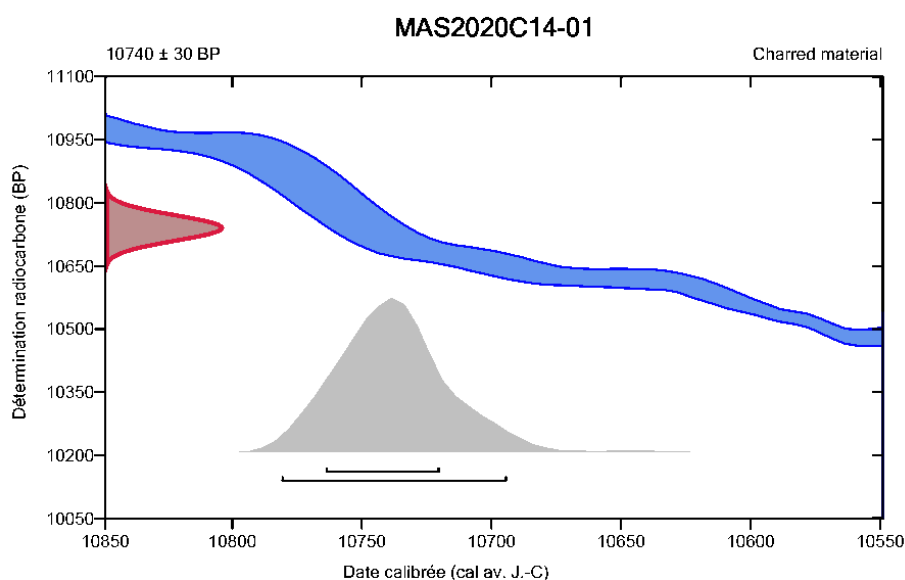
Âge radiocarbone conventionnel **10740 $\pm$ 30 BP**

95.4% probabilité

(95.4%) 10783 - 10696 cal av. J.- (12732 - 12645 cal BP)

68.2% probabilité

(68.2%) 10766 - 10722 cal av. J.- (12715 - 12671 cal BP)



Base de données utilisée

INTCAL13

Références

Références à la méthode de probabilité

Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.

Références à la base de données INTCAL13

Reimer, et al., 2013, Radiocarbon55(4).

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • Email: beta@radiocarbon.com

Page 7 of 11

BetaCal 3.21

Âge radiocarbone calibré en années calendaires

(Fourchettes de probabilité les plus élevées : INTCAL13)

(Variables: $\delta^{13}\text{C} = -25.0$ o/oo)

Code laboratoire **Beta-564377**

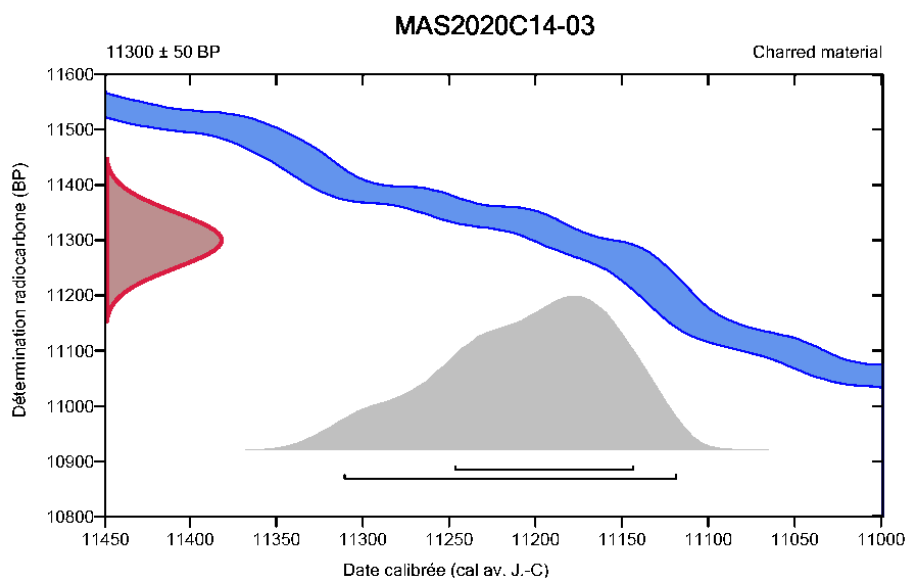
Âge radiocarbone conventionnel **11300 $\pm$ 50 BP**

95.4% probabilité

(95.4%) 11313 - 11120 cal av. J.- (13262 - 13069 cal BP)

68.2% probabilité

(68.2%) 11249 - 11145 cal av. J.- (13198 - 13094 cal BP)



Base de données utilisée

INTCAL13

Références

Références à la méthode de probabilité

Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.

Références à la base de données INTCAL13

Reimer, et al., 2013, Radiocarbon55(4).

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • Email: beta@radiocarbon.com

Page 8 of 11

BetaCal 3.21

Âge radiocarbone calibré en années calendaires

(Fourchettes de probabilité les plus élevées : INTCAL13)

(Variables: $\delta^{13}\text{C} = -26.5$ o/oo)

Code laboratoire **Beta-564378**

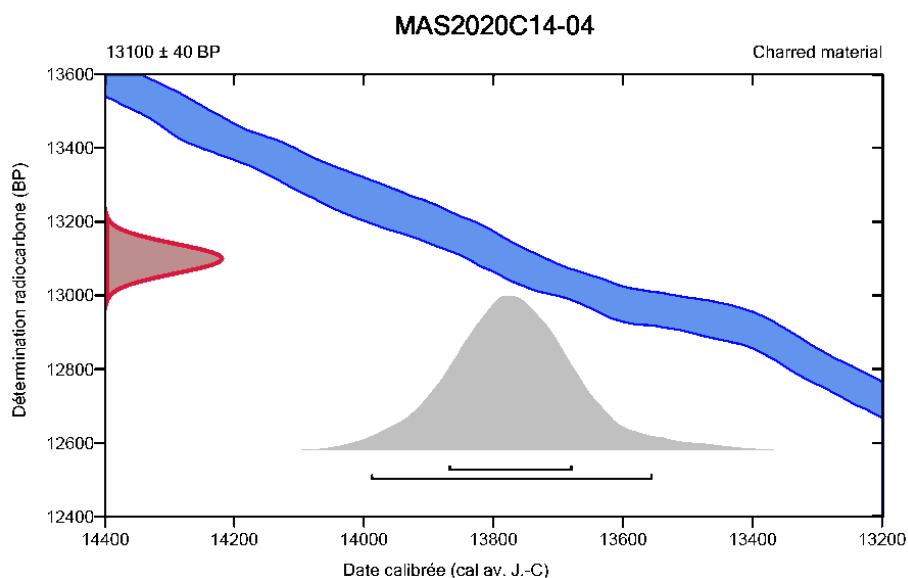
Âge radiocarbone conventionnel **13100 $\pm$ 40 BP**

95.4% probabilité

(95.4%) 13991 - 13556 cal av. J.- (15940 - 15505 cal BP)

68.2% probabilité

(68.2%) 13871 - 13680 cal av. J.- (15820 - 15629 cal BP)



Base de données utilisée

INTCAL13

Références

Références à la méthode de probabilité

Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.

Références à la base de données INTCAL13

Reimer, et al., 2013, Radiocarbon55(4).

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • Email: beta@radiocarbon.com

Page 9 of 11

BetaCal 3.21

Âge radiocarbone calibré en années calendaires

(Fourchettes de probabilité les plus élevées : INTCAL13)

(Variables: $\delta^{13}\text{C} = -23.4$ o/oo)

Code laboratoire **Beta-564379**

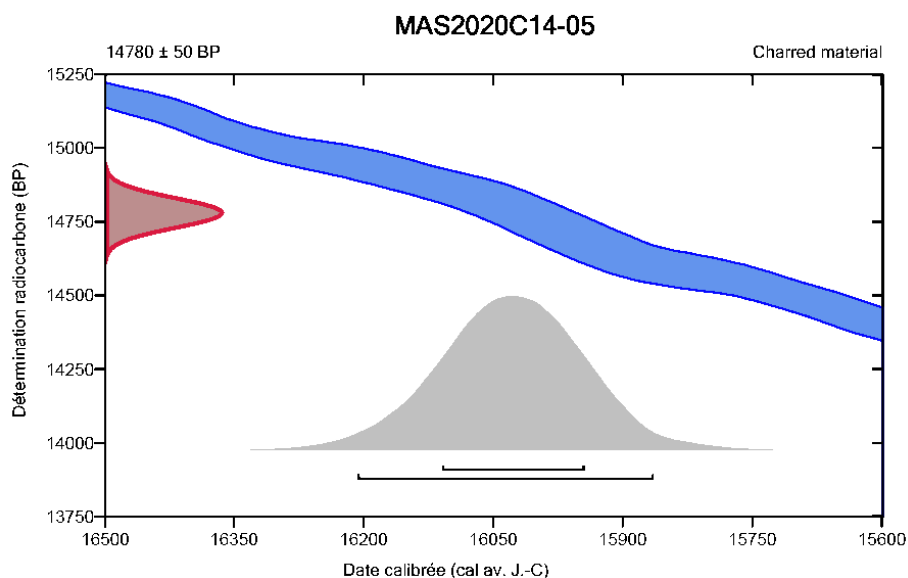
Âge radiocarbone conventionnel **14780 $\pm$ 50 BP**

95.4% probabilité

(95.4%) 16209 - 15866 cal av. J.- (18158 - 17815 cal BP)

68.2% probabilité

(68.2%) 16111 - 15946 cal av. J.- (18060 - 17895 cal BP)



Base de données utilisée

INTCAL13

Références

Références à la méthode de probabilité

Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.

Références à la base de données INTCAL13

Reimer, et al., 2013, Radiocarbon55(4).

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • Email: beta@radiocarbon.com

Page 10 of 11

BetaCal 3.21

Âge radiocarbone calibré en années calendaires

(Fourchettes de probabilité les plus élevées : INTCAL13)

(Variables: $\delta^{13}\text{C} = -19.7$ o/oo)

Code laboratoire **Beta-564380**

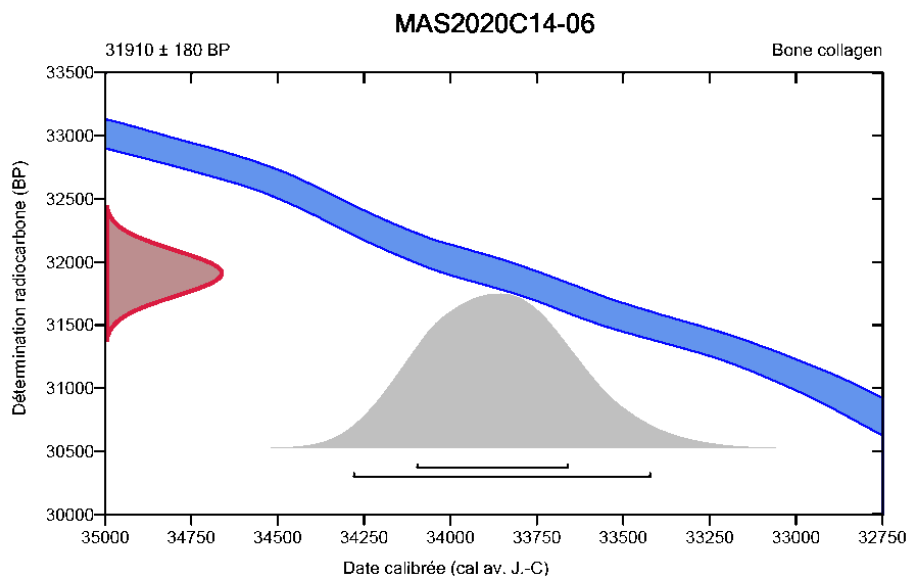
Âge radiocarbone conventionnel **31910 $\pm$ 180 BP**

95.4% probabilité

(95.4%) 34284 - 33421 cal av. J.- (36233 - 35370 cal BP)

68.2% probabilité

(68.2%) 34101 - 33659 cal av. J.- (36050 - 35608 cal BP)



Base de données utilisée

INTCAL13

Références

Références à la méthode de probabilité

Bronk Ramsey, C. (2009). Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.

Références à la base de données INTCAL13

Reimer, et al., 2013, Radiocarbon55(4).

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • Email: beta@radiocarbon.com

Page 11 of 11



Beta Analytic
TESTING LABORATORY

Beta Analytic Inc
4985 SW 74 Court
Miami, Florida 33155
Tel: 305-667-5167
Fax: 305-663-0964
info@betalabservices.com

ISO/IEC 17025:2005-Accredited Testing Laboratory

Quality Assurance Report

This report provides the results of reference materials used to validate radiocarbon analyses prior to reporting. Known-value reference materials were analyzed quasi-simultaneously with the unknowns. Results are reported as expected values vs measured values. Reported values are calculated relative to NIST SRM-4990B and corrected for isotopic fractionation. Results are reported using the direct analytical measure percent modern carbon (pMC) with one relative standard deviation. Agreement between expected and measured values is taken as being within 2 sigma agreement (error x 2) to account for total laboratory error.

Report Date: August 10, 2020
Submitter: Dr. Marc Jarry

QA MEASUREMENTS

Reference 1

Expected Value: 96.69 +/- 0.50 pMC

Measured Value: 96.93 +/- 0.29 pMC

Agreement: Accepted

Reference 2

Expected Value: 129.41 +/- 0.06 pMC

Measured Value: 129.36 +/- 0.39 pMC

Agreement: Accepted

Reference 3

Expected Value: 0.45 +/- 0.04 pMC

Measured Value: 0.45 +/- 0.03 pMC

Agreement: Accepted

COMMENT: All measurements passed acceptance tests.

Validation:


Digital signature on file

Date: August 10, 2020

Annexe 2 – Article à paraître – Azema *et al.*



Les bouquetins du Mas d'Azil I et II (Ariège, France)

Jacques Azema, Marc Jarry, Céline Pallier, Laurent Bruxelles et François Bon

Le site

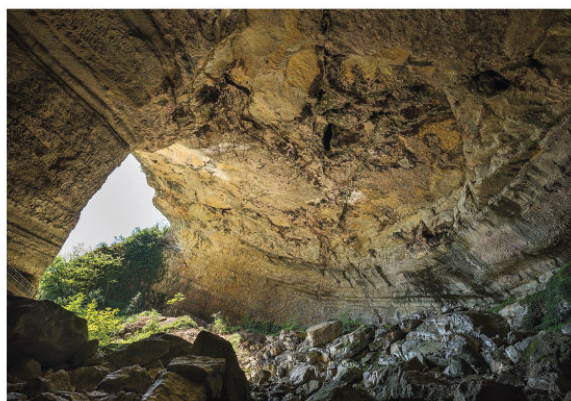
La grotte du Mas-d'Azil, traversée par la rivière Arize, est localisée dans le piémont nord des Pyrénées, à une trentaine de kilomètres au nord-est de Foix.

Fréquenté aux époques néolithiques et protohistoriques, ce gisement archéologique exploité depuis le milieu du XIX^e siècle est surtout célèbre en tant que site éponyme de l'Azilien, culture de la fin des temps glaciaires (Piette 1889, 1895). Il est également une référence européenne majeure pour la culture qui la précède, le Magdalénien, phases moyenne et supérieure (Delporte 1979). Les fouilles successives, au premier rang desquelles celles de É. Piette à la fin des années 1880, ont en effet permis de réunir une remarquable collection qui compte plusieurs chefs-d'œuvre de l'art mobilier de cette période (Piette 1907, Péquart & Péquart 1960, 1961a, 1961b, Clottes *et al.* 1981, Schwab 2008). L'Aurignacien – culture plus ancienne du début du Paléolithique récent – y a également été identifié (Péquart & Péquart 1960: 161-166, Simonnet 1973) et récemment confirmé (Jarry *et al.* 2017).

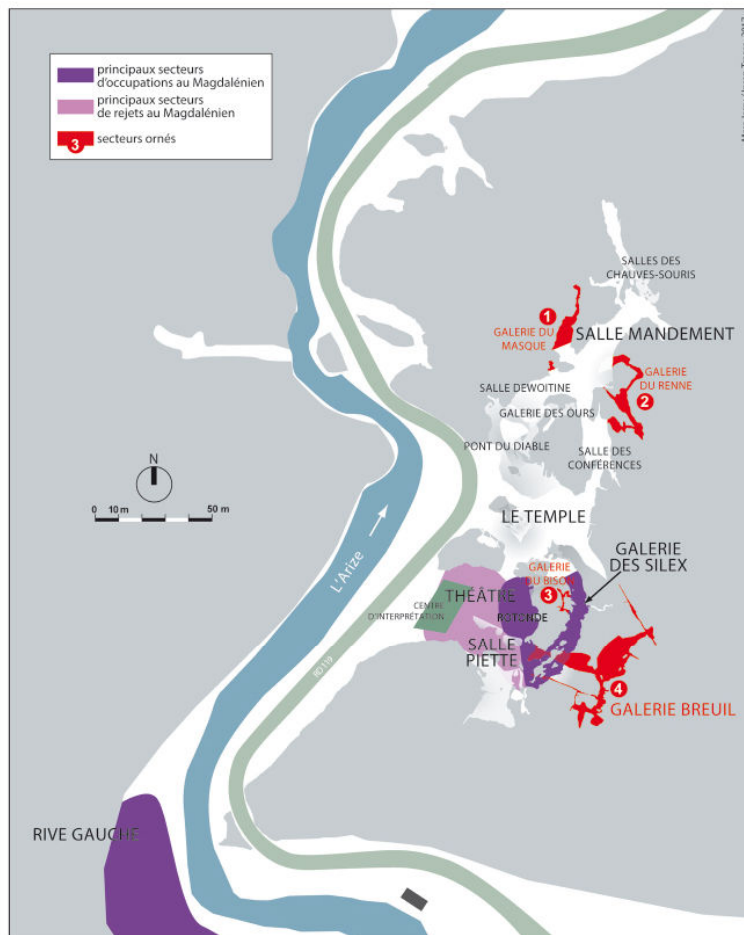
Le Magdalénien fournit les occupations les mieux documentées. La rive gauche, large terrasse abritée par le porche sud, a livré de riches niveaux d'habitats magdaléniens. En rive droite, les observations récentes (Jarry *et al.* à paraître) confirment que si les aires de séjour se développent dans les étages supérieurs (Ronde, galerie des Silex, plus accessibles et à l'abri des courants d'air froid), les étages inférieurs (salle Piette, galerie Rouzaud) apparaissent comme des zones de rejets. Des galeries profondes – la plupart d'accès difficile – ont permis la conservation d'œuvres pariétales. Leur fréquentation ne pouvait se confondre avec une activité du quotidien, au sein d'une grotte considérée comme un vaste site d'agrégation où se réunissaient, de manière saisonnière, différents groupes humains à fin d'échanges (Conkey 1992).



1a. Vue du porche d'entrée de la grotte du Mas-d'Azil (Mas d'Azil, Ariège, France). Photos D. Glikman/Inrap.



1b. Vue de l'intérieur du porche d'entrée de la grotte du Mas-d'Azil (Mas d'Azil, Ariège, France). Photos D. Glikman/Inrap.



2. Plan général de la grotte du Mas-d'Azil (Mas d'Azil, Ariège, France) avec indication des principales zones d'occupation (violet), de rejets (rose), et localisation des secteurs ornés (rouge). Dessin M. Jarry/Inrap-Traces sur fond d'après archives DRAC Occitanie/F. Rouzaud, X. Leclerc, Spéléoclub de l'Ariège, complétées in Jarry *et al.* 2015b et levés V. Arrighi/Inrap 2016, mise au net M. Jarry/Inrap-Traces et P. Ramis/Grottes & Archéologies.

que, en 1937, désobstruant un passage bas, J. Mandement a débouché dans une galerie alors inconnue, ornée de nombreuses gravures et de quelques peintures qui deviendra ultérieurement la galerie Breuil (Vialou 1987: 233). Les relevés n'en ont été réalisés que dans les années 1980 (Alteirac & Vialou 1980, 1984, Vialou 1987). Auparavant, la découverte par J. Mandement d'une autre galerie localisée celle-ci dans les étages supérieurs et connue aujourd'hui sous le nom de galerie des Silex, a conduit à la découverte d'un étroit boyau orné, la galerie du Bison.

Concernant le principal secteur orné constitué par la galerie Breuil, rappelons que son secteur A et les peintures rouges (plus rarement noires), ainsi que quelques gravures, ne sont pas directement datés ; toutefois, l'ensemble des spécialistes conclut qu'elles diffèrent par leur style des œuvres du reste de la galerie Breuil (Leroi-Gourhan 1971, Vialou 1987). On accède donc ensuite au

secteur B en passant le passage bas désobstrué (voir *supra*). C'est dans cette partie de la galerie que se trouve l'essentiel des gravures et peintures (une trentaine parmi lesquelles plusieurs bisons, des chevaux, un cervidé, un félin, des poissons...), attribuables sans équivoque au Magdalénien moyen (Alteirac & Vialou 1980, 1984).

Mais l'art pariétal est remarquablement complété par un art mobilier exceptionnel et riche sur différents supports provenant pour l'essentiel des fouilles anciennes. La collection Piette est à ce titre la plus célèbre (Piette 1907, Péquart & Péquart 1960, 1961a, 1961b, Clottes *et al.* 1981, Schwab 2008).

Enfin, on ne saurait omettre les nombreux galets peints abstraits, issus des niveaux du Paléolithique final et dénommés à juste titre galets aziliens.

L'art préhistorique du Mas-d'Azil

Les premières découvertes d'art pariétal coïncident avec l'essor des recherches en ce domaine du début du xx^e siècle. Alors qu'il poursuit les fouilles d'É. Piette, l'abbé H. Breuil identifie les premières gravures dès 1902 (Breuil 1903), avant qu'É. Cartailhac ne note d'autres œuvres pariétales (Bégouën & Breuil 1912-1913), elles aussi localisées dans le réseau supérieur de la grotte (secteurs de la galerie du Renne et du Masque, anciennement dite salle du Four par Breuil et Bégouën, publiée sous le nom de galerie du Masque par Y. Le Guillou (2017: 6) dans un récent inventaire de l'art pariétal du Mas-d'Azil pour éviter erreurs ou amalgames). En 1912, H. Bégouën, ses fils et l'abbé H. Breuil découvrent les œuvres pariétales au fond d'une petite salle du niveau inférieur (*op. cit.*). C'est en effet là

Les représentations de bouquetin

La majorité des représentations de bouquetins relève de l'art mobilier. Si la dispersion des collections rend difficile une étude exhaustive de cet art et de ses thématiques, on peut néanmoins constater que le bouquetin semble statistiquement bien moins représenté que le bison, le cheval ou encore les poissons. Les caprinés gravés ou sculptés sur le matériel du Mas-d'Azil sont généralement pourvus de nombreux détails anatomiques et présentent tous une grande maîtrise technique, notamment l'intégration des compositions aux différents supports.

En revanche, l'art pariétal du Mas-d'Azil ne fournit qu'une seule représentation de bouquetin, malgré la présence d'un bestiaire diversifié. Cette figure se trouve au fond de la galerie du Masque, petite galerie au plafond bas située dans les parties supérieures de la grotte. L'utilisation des reliefs naturels étant constante dans l'art pariétal du Mas-d'Azil – comme dans d'autres sites pyrénéens –, cette figure n'échappe pas à la règle. Une forme naturelle, semblable à une corne, a attiré l'attention du graveur qui, partant de celle-ci, a incisé le cou, la tête et l'œil de l'animal, ainsi que les anneaux de croissance de ladite corne. L'utilisation du relief de la roche produit l'illusion d'une sculpture à l'aide de la seule gravure. Cette magnifique tête de capriné est tournée

vers la droite et n'est associée directement à aucune autre figuration animale, elle se trouve néanmoins proche du célèbre masque humain qui a donné son nom à cette galerie (Mas-d'Azil f.1).

Les bouquetins emblématiques du site

D'évidence, les bouquetins sculptés en bas-relief sur dent de cachalot sont les premières représentations emblématiques du site (fig. 2). L'un d'eux prend place sur une face, sur l'axe longitudinal, tête en haut, et l'autre, sur la face opposée, est transversal, tourné vers la droite (Mas-d'Azil f.11 et 12 et Poplin vol. 1, cet ouvrage). Cette pièce est exceptionnelle par la maîtrise de l'intégration des formes des bouquetins au support, comme par l'origine de ce dernier, les restes de cachalot – comme d'autres cétacés – étant rares en zone franco-cantabrique (Thiault & Roy 1996).

Une autre représentation peut être considérée comme emblématique du site, celle d'un protomé de bouquetin, sculpté de face sur le fût d'un propulseur (Chollot 1964). Malgré la place réduite dont il disposait, le sculpteur a parfaitement rendu nombre de détails anatomiques, notamment les oreilles, les naseaux, les yeux et la barbiche pour la tête (Mas-d'Azil f.8).



3. Grotte du Mas-d'Azil (Mas-d'Azil, Ariège, France). Les deux bouquetins emblématiques sculptés sur les faces opposées d'une dent de cachalot (MAN 47257). Photo et montage V. Feruglio.

Annexe 3 – Article à paraître – Cailhol *et al.*

À paraître en 2021 dans la revue « Préhistoire, Art et Sociétés » de la Société préhistorique de l'Ariège

Influences de la corrosion de condensation et de la corrosion biogénique sur les parois et les dépôts de grotte, l'exemple de la grotte du Mas d'Azil (Ariège, France)

Didier CAILHOL (Inrap, Edytem), François BON (Université Jean Jaurès Toulouse, Traces), Jean-Yves BIGOT (AFK), Laurent BRUXELLES (Traces et Inrap), Grégory DANDURAND (Inrap, Traces), Marc JARRY (Inrap, Traces), Céline PALLIER (Inrap, Traces), Nathalie VANARA (Université Paris I – Panthéon-Sorbonne, Traces).

Résumé :

Les grottes et les réseaux spéléologiques sont des milieux très importants pour l'archéologie préhistorique et plus particulièrement paléolithique. Ce sont des objets naturels, résultats des évolutions environnementales à l'échelle d'un massif ou d'une région. Les interactions et les dynamiques en jeu sont issues des processus géologiques, climatiques et écosystémiques qui s'exercent au fil du temps sur un bassin d'alimentation et des systèmes hydrologiques installés en fonction des variations des niveaux de base. Il en ressort à différentes échelles, des structurations, des morphologies et des dépôts qui constituent des mémoires ou des archives des processus et des indicateurs de paléo environnements. Loin d'être des objets géologiques fossiles, les grottes ont été et sont toujours affectées par des évolutions environnementales, notamment climatologiques mais aussi biologiques, qu'il faut impérativement prendre en compte pour comprendre les relations présence/absence de vestiges d'occupations anciennes. La grotte du Mas d'Azil en Ariège, site préhistorique majeur de la Préhistoire et phénomène karstique remarquable, n'échappe pas à ces phénomènes bien présents également dans d'autres cavités importantes du piémont pyrénéen.

Introduction

En matière d'archéologie, les grottes constituent des milieux naturels essentiels pour la connaissance des sociétés et des cultures de la Préhistoire et des évolutions environnementales qui se sont produites au cours du Pléistocène et de l'Holocène. Si une partie du patrimoine archéologique se trouve enfouie dans les sédiments des grottes, l'art pariétal est le plus souvent observable dans des portions de galeries ou des salles, plus ou moins affectées par les évolutions environnementales. Ainsi, les vestiges d'art préhistorique parvenus jusqu'à nous ont bénéficié de conditions très particulières qui ont présidé à leur conservation. De ce fait, ces grottes sont le plus souvent décrites comme des cavités d'origine karstique réputées fossiles. Outre les phénomènes bien connus de recouvrement par des voiles calcitiques, qui témoignent d'un fonctionnement actif de la cavité postérieurement aux exécutions pariétales, les recherches récentes en matière de

karstologie montrent l'importance de phénomènes temporaires de corrosion du calcaire liés à la condensation sur des zones des parois des cavités qui présentent pourtant toutes les conditions nécessaires à leur conservation. Grâce à l'approche systémique du karst, développée au cours des dernières décennies, la prise en compte des processus environnementaux, avec la climatologie de la grotte, l'identification des écosystèmes présents et passés, le rôle des facteurs biotiques à l'origine de phénomènes géochimiques met en évidence des dynamiques et des niveaux d'énergie conséquents dans l'évolution des morphologies d'une grotte. Ainsi, les différentes méthodologies d'études appliquées au karst permettent une approche plus précise pour la description des paysages souterrains et des évolutions à l'échelle du massif, de la grotte, de la galerie et de la paroi.

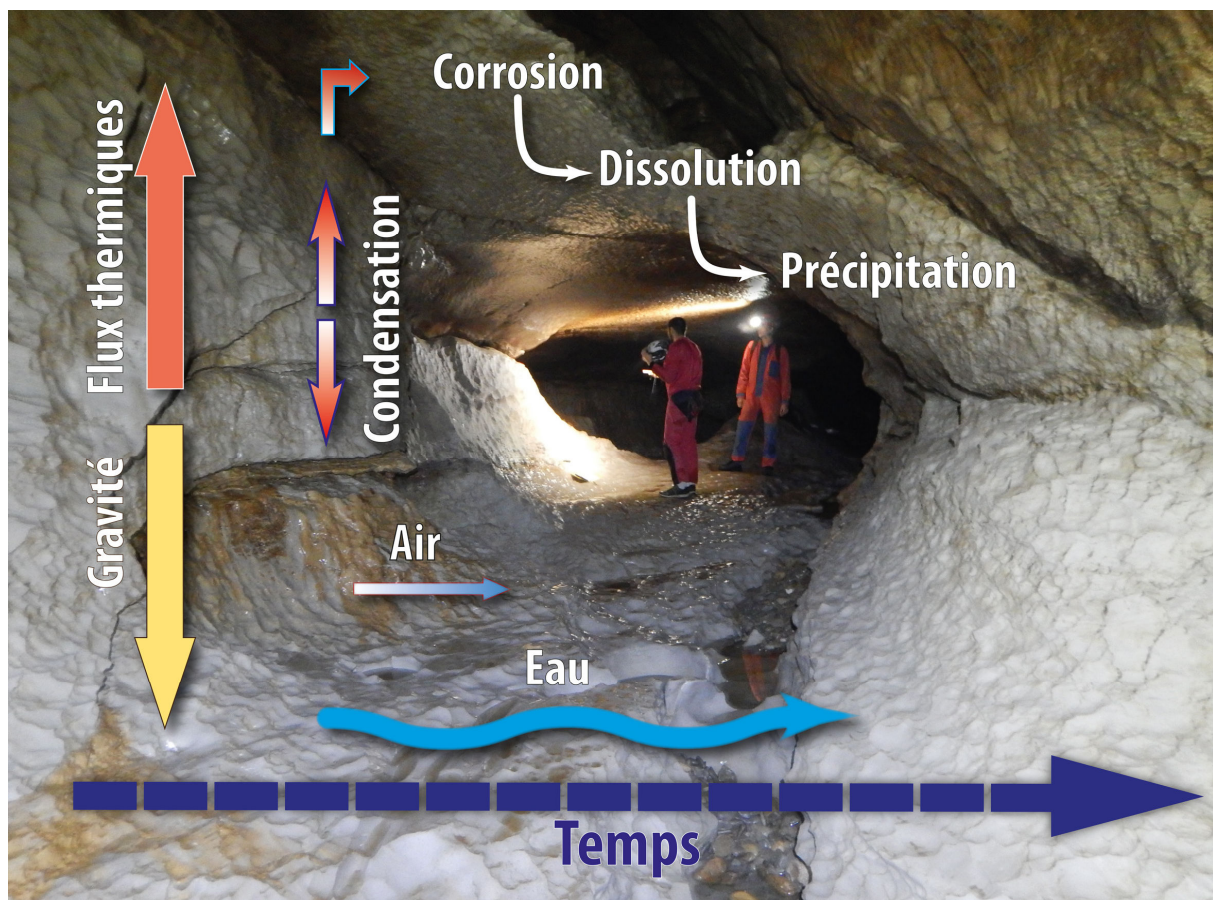


Figure 1 : les différents facteurs impliqués dans la karstification et l'évolution d'une galerie de grotte (infographie et cliché © Didier Cailhol).

Au cas particulier de l'archéologie, ces démarches offrent un angle de vue différent et portent un regard nouveau sur l'étude et la conservation des grottes ornées. Les apports de la géomorphologie et de la karstologie sont essentiels pour identifier et comprendre les paysages souterrains, l'évolution des morphologies pariétales et la conservation des remplissages. Ainsi, la description méthodologique des paysages souterrains des grottes et la compréhension de leurs composantes permettent de replacer les galeries d'intérêt archéologique dans l'ensemble du réseau et du massif karstique. Les études des processus physico-chimiques, biologiques et environnementaux impliqués dans l'évolution géomorphologique d'une galerie ou d'une cavité naturelle apportent des éléments essentiels

pour reconstituer des chronologies, des intensités et des interactions (figure 1). À partir de l'utilisation de modèles numériques et de l'analyse 3D et 4D de morphologies et des espaces, ainsi que des dynamiques en jeu à différentes échelles de temps, il est alors possible de proposer des scénarii d'évolution et de mesurer l'impact des changements environnementaux dans l'évolution du site.

Les approches multidisciplinaires d'étude des grottes dans le contexte de l'archéologie

Les études multidisciplinaires concertées et collaboratives abordent la grotte avec une approche systémique, à partir de disciplines comme la géologie, la géomorphologie, l'hydrogéologie, la biologie et la microbiologie, et la climatologie, afin de compléter et aider à la contextualisation des recherches archéologiques. Ce type d'approche développée notamment par Paul Ambert (Bruxelles, 2019) apporte une contextualisation des données archéologiques à partir des dynamiques spatiales à l'échelle du site, du territoire et des évolutions environnementales qui se sont succédées.

Cette documentation du milieu souterrain prend en compte les flux et les sources d'énergie en jeu dans un système spéléologique (figure 1), ainsi que les mécanismes et processus impliqués dans la spéléogénèse :

- Le temps
- L'énergie (la gravité, les flux thermiques et les échanges géochimiques)
- Des vecteurs : l'eau, l'air
- Des processus physico-chimiques

Cela s'appuie sur l'installation de réseaux de mesures à haute résolution des paramètres physiques qui combinent des acquisitions automatiques et programmées à pas de temps serrés, de la cartographie et les descriptions de formes et de structures des portions de galeries ou d'objets naturels pour rendre compte du fonctionnement du système karstique. Il est alors nécessaire de définir une stratégie de mesures et d'acquisition de données pour choisir les emplacements, les équipements, les niveaux d'échelle et de précision qui répondent aux objectifs fixés.

Mesures et acquisition des données

Le suivi de la climatologie joue un rôle important dans cette approche du fait de son influence sur le système spéléologique. Il est installé à partir d'un réseau de mesures dans la grotte et de surface. Les paramètres suivis concernent la température de l'air et/ou de l'eau, le dioxyde de carbone, le dioxyde d'oxygène, l'hygrométrie, la dynamique des films d'eau.

La documentation des structures du karst comprend des inventaires et les descriptions des morphologies de galeries, des parois, des dépôts chimiques, fluviaux et anthropiques et de la microbiologie avec des analyses génomiques et la cartographie des biofilms de paroi.

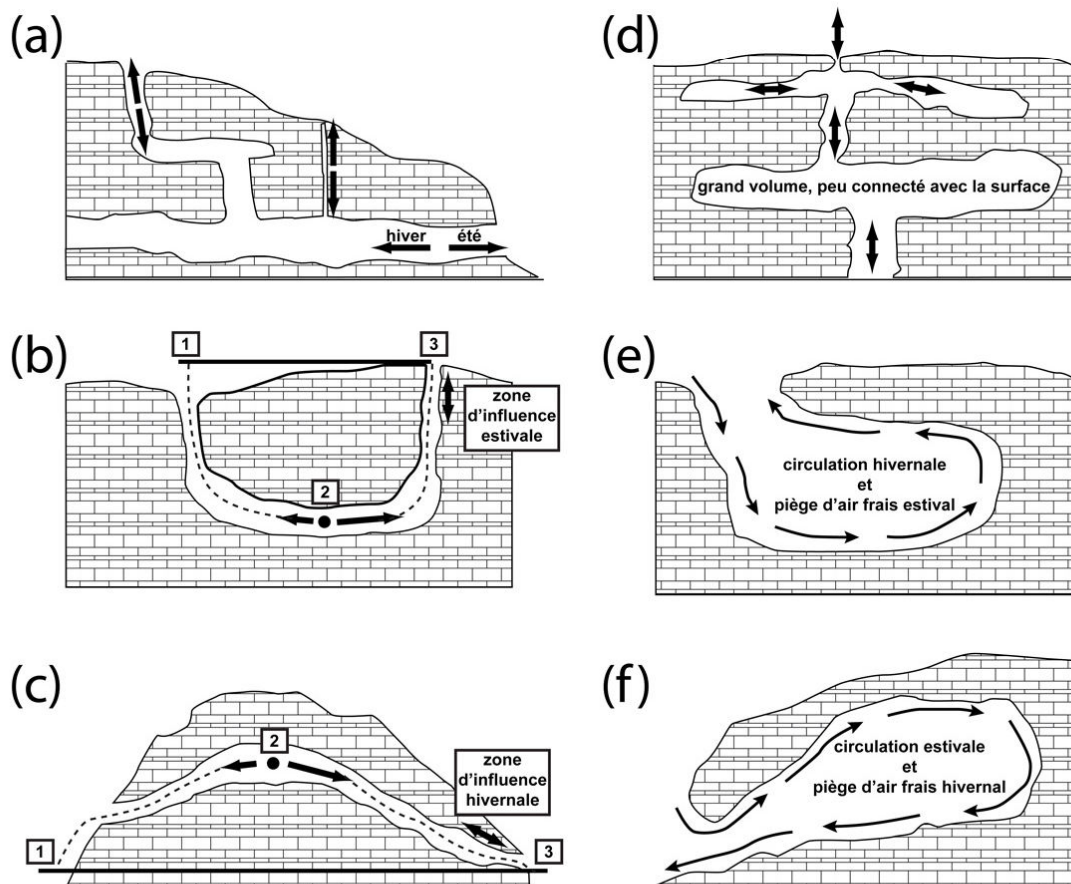
La base de données et la cartographie numérique à très haute résolution sous-entend l'acquisition et la gestion de données s'appuyant sur des protocoles et des équipements de mesure fiables et calibrés, sur l'utilisation des modèles 3D obtenus à partir de la photogrammétrie et de la lasergrammétrie, de systèmes d'information géographique (SIG) pour le stockage des données et leur traitement spatialisé. Cette démarche amène la

production de cartographies haute résolution des différentes thématiques et des analyses spatialisées de leurs influences sur le système karstique et spéléologique.

Aérologie des systèmes spéléologiques

Les processus physiques impliqués dans l'aérologie :

- Les circulations par effet cheminée,
- Les circulations de convection,
- Les circulations barométriques,
- Les circulations créées par les écoulements d'eau,
- Les circulations liées aux changements de volumes de la grotte et des conduits lors des crues,
- Les circulations liées aux vents en surface.



- (a) effet cheminée ;
 (b) effet cheminée en fonction de la saison ;
 (c) effet cheminée en fonction de la géométrie de la grotte ;
 (d) flux d'air barométrique ;
 (e) et (f) cellules de convection saisonnières dépendant de la géométrie de la grotte.

(d'après Covington et Perne 2015)

Figure 2 : dynamiques aérologiques en jeux en fonction de l'organisation des systèmes spéléologiques (d'après Covington et Perne 2015).

Les effets de l'aérologie dans les réseaux spéléologiques

Dans un système karstique, des circulations d'air ont lieu entre la surface et le milieu souterrain. Ces flux de circulation dépendent des conditions environnementales, de la géométrie des galeries, leur taille, l'interconnexion des réseaux de conduits ainsi que du nombre et de la position topographique des entrées. Les modalités et les dynamiques qui les contrôlent, sont propres à chaque réseau spéléologique (figure 2). L'intensité et le sens des flux sont diversement influencés au sein du réseau spéléologique par les cycles nycthéméraux (jour-nuit), la saisonnalité et les variations météorologiques de très courtes périodes (semaine, jour).

Les dynamiques aérologiques obéissent à des lois physiques bien connues et identifiées (Covington et Perne 2015).

- L'effet cheminée dû à des entrées hautes et basses dans le système spéléologique
- Les variations barométriques dans les systèmes spéléologiques confinés par des couvertures géologiques de type caprock (niveaux géologiques plus ou moins imperméables situés au-dessus d'un système karstique).
- Des cellules de convection.

La corrosion de condensation

La corrosion liée à la condensation sur les parois des grottes est un processus physico-chimique qui intervient dans certaines parties et portions de galeries qui dépend de l'aérologie locale (géométrie de la cavité, orifices ouverts ou fermés, etc.). Ce phénomène est complètement lié aux évolutions climatiques qui interviennent dans des zones localisées des galeries, en fonction de la structure du système spéléologique. À certaines périodes, la température de certaines portions de parois est plus froide que la température de l'air à cet endroit. Il se produit alors sur ces surfaces des phénomènes de condensation. Du fait de l'hygrométrie relative élevée dans les grottes, la température du point de rosée se trouve très proche de celle de la paroi. De très faibles variations de température de l'air conduisent alors à la formation d'eau de condensation sur des portions de parois. Un film d'eau se crée en équilibre chimique avec la pression partielle de dioxyde de carbone présente à cet endroit. La solution légèrement acide obtenue va corroder le calcaire et dissoudre les carbonates. C'est ce processus qui est appelé la corrosion de condensation (condensation corrosion en anglais) (Gabrovšek et al. 2010 ; D'Angelli et al. 2018).

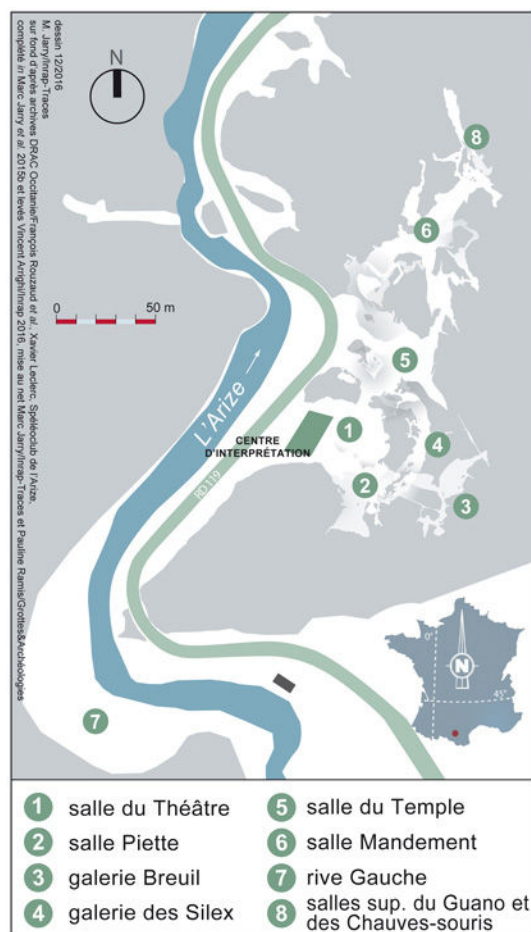
D'un point de vue systémique, en termes de thermodynamique, l'aquifère du système karstique et les réseaux de galeries qui ont contribué à l'installation de ces processus sont considérés comme un cas très particulier, où la chaleur est avant tout transportée par advection plutôt que par convection comme c'est le cas dans les autres systèmes géologiques et hydrogéologiques. La corrosion de condensation est donc un processus physico-chimique dont l'intensité dépend de la géométrie, de la taille du système spéléologique, du contexte géologique et environnemental du système karstique. Ces phénomènes se répartissent dans la galerie en fonction des dynamiques climatiques et des morphologies à différentes échelles. Cela affecte les parois et les dépôts dans des zones spécifiques des grottes, avec des actions plus ou moins importantes sur les formes anciennes pour les modifier ou les faire disparaître.

Ces phénomènes sont largement exprimés dans les grottes du Front nord pyrénéen. Ils contribuent aux évolutions des paysages des cavités et à l'évolution des morphologies des galeries et des remplissages. La grotte du Mas d'Azil et le réseau de Niaux-Lombrive-Sabart, présentent des contextes favorables à l'action de ces processus et des expressions remarquables de leurs effets sur les morphologies des galeries.

Figure 3 : localisation et topographie générale de la grotte du Mas d'Azil en Ariège, France (Marc Jarry / Inrap-Traces d'après Jarry et al. cf. crédit dans la figure).

Les processus de corrosion de condensation et d'origine biogénique dans la grotte du Mas d'Azil (Ariège).

La grotte du Mas d'Azil est une des traversées spéléologiques emblématiques des grottes françaises (figure 3). La rivière l'Arize emprunte actuellement ses galeries monumentales issues de la percée hydrologique de l'extrémité de l'anticlinal. La géométrie du réseau de la grotte du Mas d'Azil résulte des évolutions paléogéographiques de la zone pré-pyrénéenne du massif de l'Arize. Les formes pariétales et les remplissages sédimentaires constituent les principaux témoignages des phases d'évolution plio-quaternaires de la rivière qui a évolué en capture karstique (Pallier *et al.* 2018). Cependant, l'observation fine des paysages souterrains, des morphologies des galeries et des salles adjacentes apporte des informations sur des évolutions spéléogénétiques beaucoup plus



récentes. Cette spéléogénèse est directement liée aux dynamiques climatologiques et biologiques qui accompagnent les évolutions environnementales régionales. En effet, les rôles des processus liés à la corrosion de condensation (Gabrovšek *et al.* 2010) et à la corrosion d'origine biologique (Bigot 2014), due à la présence dans la durée de colonies de chiroptères, ont été relevés dans plusieurs parties de la cavité (Bruxelles *et al.* 2018).

Ces phénomènes spéléogéniques, attribués à l'Holocène, sont observables dans les parties hautes de la grotte, notamment dans les salles des Conférences, Mandement et Nord (salles supérieures du Guano et des Chauves-souris) ; (figure 3). Il s'agit des parties les plus chaudes et les plus stables en température de la grotte ; elles sont donc particulièrement propices à l'installation de colonies de chauves-souris. Ces parties hautes de la grotte ont été préservées des alternances gel-dégel et n'ont pas été affectées par les phénomènes de desquamation des parois qui ont largement affecté la galerie principale où coule l'Arize et les grandes salles adjacentes. Une cartographie précise a été établie à partir des inventaires des morphologies et l'utilisation de la photogrammétrie, pour localiser, sérier et hiérarchiser les différents processus corrosifs et érosifs dans la cavité. Ce travail de reconnaissance des formes et processus a permis de les replacer dans une dynamique d'évolution de la cavité

s'appuyant à la fois sur la stratigraphie des remplissages et la géométrie des conduits (Bruxelles *et al.* 2018, Pallier *et al.* 2018).

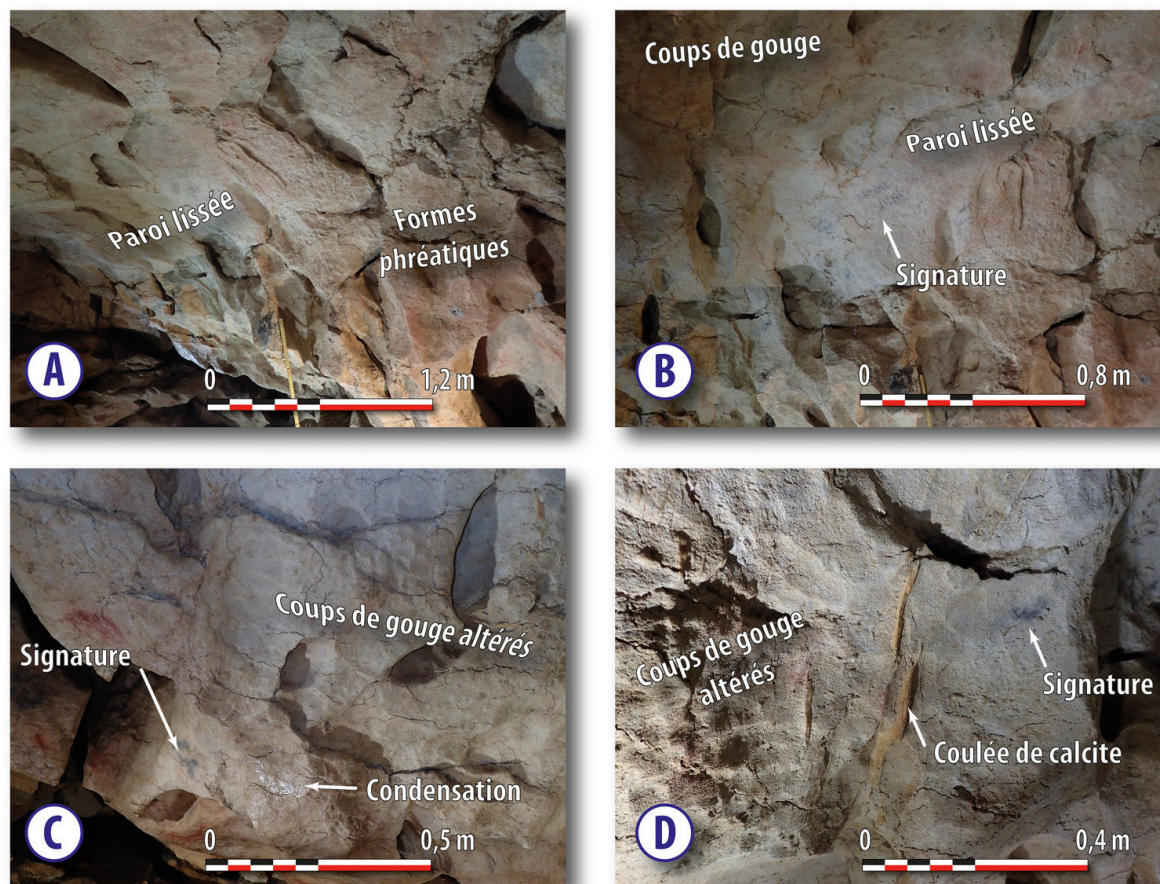


Figure 4 : effets de la corrosion liés à la condensation sur les parois à proximité de la Salle Piette. 4A : atténuation des formes phréatiques anciennes. 4B : effacement des coups de gouges, des inscriptions et signatures, et des coulées de calcite. 4C : zone de condensation sur la paroi et effacement des signatures. 4D : altération des formes de paroi et des concrétions (infographie et clichés © Didier Cailhol).

Les formes liées à la corrosion de condensation

Avec une géométrie compliquée et des morphologies de galeries d'une grande variété, l'aérogologie s'exerce de manière complexe et différenciée en fonction des zones de la grotte et des conditions climatiques extérieures et hydrologiques de la rivière. Dans les galeries, des emplacements très localisés se trouvent ainsi exposés à des phénomènes de condensation et l'installation d'un film d'eau sur les surfaces impactées par ces conditions thermiques. Il en découle des processus de corrosion des parois calcaires bien visibles avec l'altération des formes phréatiques héritées des circulations d'eau anciennes dans ces conduits (figure 4 A et B). Cela affecte également des coulées de calcite qui se trouvent, au fil du temps, presque complètement corrodées, ou avec la disparition plus ou moins marquée des signatures faites au crayon à mine depuis le 19^{ème} siècle (figure 4 C et D). Les zones de condensation vont changer en fonction de la saison, des variations thermiques et d'intensité des courants d'air en circulation dans la grotte. Les secteurs à proximité des grandes galeries vont être plus particulièrement sensibles du fait des interactions marquées avec les conditions extérieures. Ceci est particulièrement visible dans le secteur de la salle Piette, à proximité de l'entrée de la galerie Breuil, du fait des dimensions de la galerie et de la proximité avec la galerie principale (figure 4).

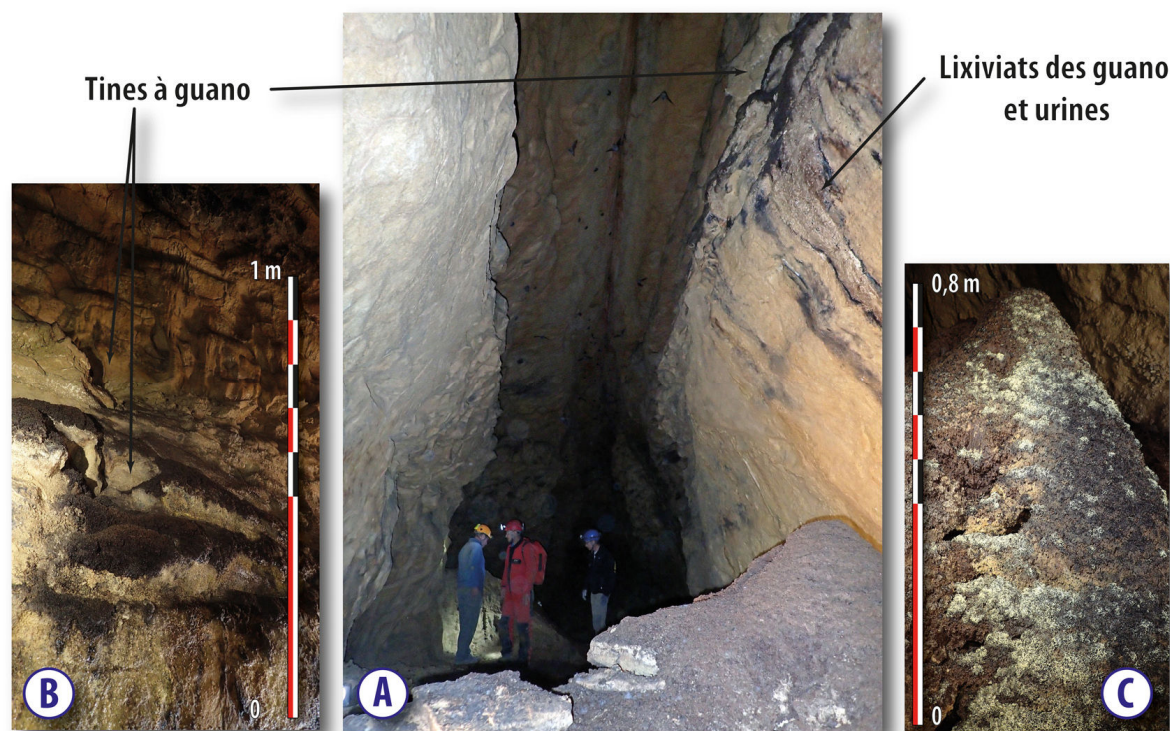


Figure 5 : impacts de la présence des chiroptères dans la galerie des Chauves-Souris. 5A : localisation des dépôts de guano au sol et sur les parois. 5B : dépôts sur les parois et les tines associées. 5C : dépôt de guano au sol et aspects des évolutions du fait des développements bactériens. (Infographie et clichés © Didier Cailhol).

Les morphologies issues de la présence des chiroptères

La présence de chiroptères dans une cavité va entraîner des changements importants dans ses écosystèmes et sur les morphologies des galeries et les remplissages (King-Webster et Kenny 1958, Lundberg et McFarlane 2009). En fonction des espèces, de la densité des colonies et de la durée des occupations dans une galerie de grotte, des effets conséquents vont se faire ressentir sur l'évolution post-spéléogénique des paysages souterrains. Cela s'accompagne de l'altération des parois, des remplissages (concrétions, dépôts fluviatiles, gravitaires ou climatiques), de changements des morphologies des galeries, des biotopes et de la climatologie souterraine (Lundberg et McFarlane 2009 ; Audra *et al.* 2017, 2018, 2019 ; Bruxelles *et al.* 2018).

Différentes marques de la présence des chauves-souris se retrouvent dans les galeries et sur les parois (figure 5). Aux plafonds et sur les parties hautes des parois, des taches de couleur sombre, sont régulièrement observées. Diverses espèces de chiroptères produisent des signaux olfactifs marqueurs de différentes phases de leur vie sociale (identification du groupe, des juvéniles, sexualité, territoire) ou à des fins comportementales (mâle dominant vis-à-vis de groupe de femelles et de mâles subordonnés). Pour cela, elles produisent des sécrétions grasses et olfactives à partir de glandes de la gorge ou des aisselles, qu'elles projettent ensuite en fonction des situations sociales. Cette signature olfactive permet ainsi aux individus de s'identifier et de se reconnaître tant en vol qu'au repos. Des analyses par chromatographie gazeuse ont mis en évidence plus de 372 composants lipidiques qui se distinguent entre les mâles et les femelles ainsi que des groupes différents au sein d'un même site (Brooke et Decker 1996, Altringham et Fenton 2003). Il est également observé des exsudats gras qui recouvrent les membranes des ailes et le corps. Ils ont pour fonction

de maintenir la souplesse de la membrane qui relie l'extrémité des ailes au corps, le patagium, et d'éviter qu'il ne se dessèche. Les chiroptères l'enduisent d'une sécrétion produite à la commissure des lèvres (Dietz et Kiefer 2015). Ces différentes sécrétions glandulaires laissent des marques d'une couleur brun-noir sur les parois des emplacements occupés par les colonies (figure 8A).

Le guano issu de leurs déjections constitue également des marqueurs importants de la vie et des espèces présentes. Si les chiroptères défèquent en vol lors des phases de transit, elles le font également lors des périodes de repos ou de l'élevage des juvéniles, pendant les périodes où ils sont suspendus par les membres antérieurs dans les plafonds ou les surplombs dans les parois. Ainsi, pour les espèces qui se regroupent en colonies importantes, notamment lors des périodes de mise bas et d'élevage des juvéniles, les accumulations au sol peuvent être importantes. Celles-ci se retrouvent également sur les replats des parois dans des accumulations moindres du fait de la dispersion par les écoulements des lixiviats provenant des urines et du ruissellement lié à la condensation.

Le guano des chauves-souris insectivores comprend un pourcentage de 53 à 65 % de matière organique. Il est composé principalement de chitine et de traces de phyllosilicates. On trouve également de la brushite en microcristal qui se forme par réaction authigène. Le pH du guano frais est légèrement acide et contient un pourcentage de 25 à 57 % de phosphate ainsi qu'une proportion plus faible de sulfate d'ammonium.

Au cours de sa dégradation, le guano prend une couleur grise avec la dégradation de la matière organique. Son évolution sur des cycles pluri-annuels va produire des composés carbonés, phosphorés et sulfurés de manière massive, du fait des processus biologiques et chimiques et aboutir à des minéralisations caractéristiques (Audra *et al.* 2017, 2018, 2019 ; Queffelec *et al.* 2017).

Les effets associés

Avec la présence importante de colonies de chiroptères, différentes espèces parasites se développent dans leur environnement. Il s'agit principalement de diptères de la famille des *Nycteribiidae* et *Streblidae* qui sont des ectoparasites exclusifs des chauves-souris (figure 6). Ces diptères ont un mode de reproduction larvaire qui se caractérise par le fait que l'œuf et la larve se développent dans l'utérus de la femelle. Le développement comprend 3 stades larvaires, qui sont nourris par une glande à lait. Les femelles ne déposent donc pas des œufs, mais directement une larve au dernier stade qui se transforme immédiatement en puppe sur la paroi. Ce stade peut durer de 16 à 55 jours. La puppe est plus ou moins transparente au début et devient ensuite de couleur plus sombre. L'émergence des adultes est stimulée par la présence des colonies qu'elles vont ensuite parasiter à leur tour (Baker 1967 ; Beaucournu *et al.* 1985 ; Beaucournu et Noblet 1996 ; Duvallet et Baldacchino 2017). Les puppes qui ne sont pas arrivées à leur terme et les restes de celles écloses, restent accrochées à la paroi pendant plusieurs décennies comme il est possible de le voir dans l'extrémité de la salle Mandement (figure 6). Cette durabilité dans le temps est à rechercher dans les interactions chimiques qui se produisent entre la chitine qui compose leur enveloppe et le carbonate de calcium. Par ailleurs, les puppes non viables constituent des supports pour le développement de communautés de bactéries chimiolithotrophes qui vont contribuer à la dégradation de la matière organique présente ici. La surface de la paroi subit alors une modification marquée à partir de l'ensemble de ces réactions.

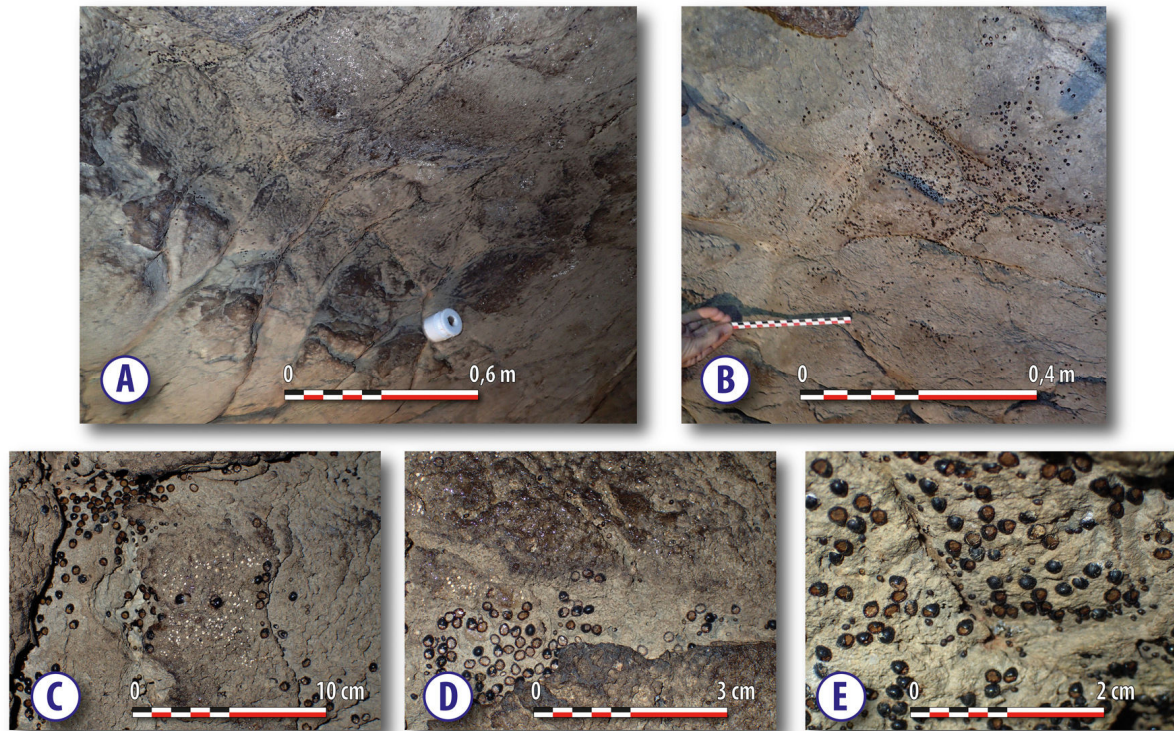


Figure 6 : grotte du Mas d'Azil. Localisation des pupes de Nycteribiidae et Streblidae et des colonies bactériennes associées sur les parois au fond de la salle Mandement. 6A : surfaces couvertes. 6B : localisation et densité des colonies. 6C : associations des pupes et des biofilms bactériens. 6D : détails des restes de pupes sur la paroi. 6E : altération des parois par l'accroche des pupes et les réactions biochimiques associées (clichés © Didier Cailhol).

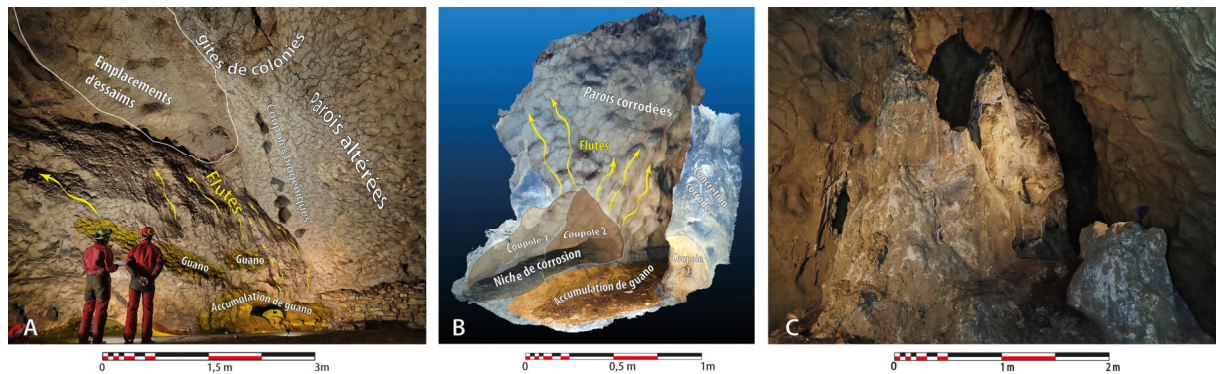


Figure 7 : grotte du Mas d'Azil. Impacts des processus de corrosion liés à la présence des chiroptères sur les parois des galeries et les massifs de concrétions. 7A : coupoles liées à la présence des chiroptères sur les voûtes et flûtes de corrosion sur les parois du fait du guano. 7B : actions des aérosols acides liés à la décomposition du guano sur les parois et les concrétions. 7c : corrosion et dissolution d'un massif de concrétions par les lixiviats et les dépôts de guano (clichés et infographie © Didier Cailhol).

Les morphologies et les effets

La présence en nombre des chiroptères dans les salles ou les galeries de la grotte du Mas d'Azil va laisser un impact marqué sur l'évolution des parois et les morphologies de galeries (Bruxelles *et al.*, 2018). Par l'importance des colonies et leur présence active, elles vont contribuer à la modification du contexte climatique de la grotte avec des augmentations locales de température, de l'humidité relative et des émissions de CO₂ (Audra *et al.* 2018 ; Cailhol et Vanara 2018). Ainsi, les zones qu'elles fréquentent, dans les voutes et les parties

hautes des parois vont se transformer avec la formation de coupoles à partir des irrégularités dans la roche (figures 7A, 8A). En effet, leur présence en nombre dans ces parties au cours de périodes pluri-décennales va installer ou amplifier les processus de corrosion liés à la condensation dans ces parties de la grotte ou de la galerie (figure 7A). Ces formes se rapprochent des coupoles d'origine phréatique que l'on retrouve principalement dans les zones épinoyées des grottes. Si le processus de formation est identique - la corrosion de condensation - leur géométrie et leur disposition sont différentes (Bigot in Audra *et al.*, 2018). Les déjections forment des accumulations localisées de matière organiques, de dimensions parfois importantes (figure 5C). Avec la production de carbone, de sulfates et de nitrates au cours de leur dégradation, il va s'écouler des lixiviats acides qui s'accompagnent de corrosion et de dissolution des carbonates au sol et en pied de parois, des massifs de concrétions et la formation de minéralisations bien spécifiques (Audra *et al.*, 2019). Ces décompositions mettent en œuvre des processus bactériens et chimiques avec des dégazages qui se retrouvent emmenés en aérosols par les processus aérologiques en cours dans la galerie. Ceux-ci vont contribuer à les disperser dans le conduit et renforcent ainsi les processus de corrosion liés à la condensation qui s'exercent sur des portions de parois.

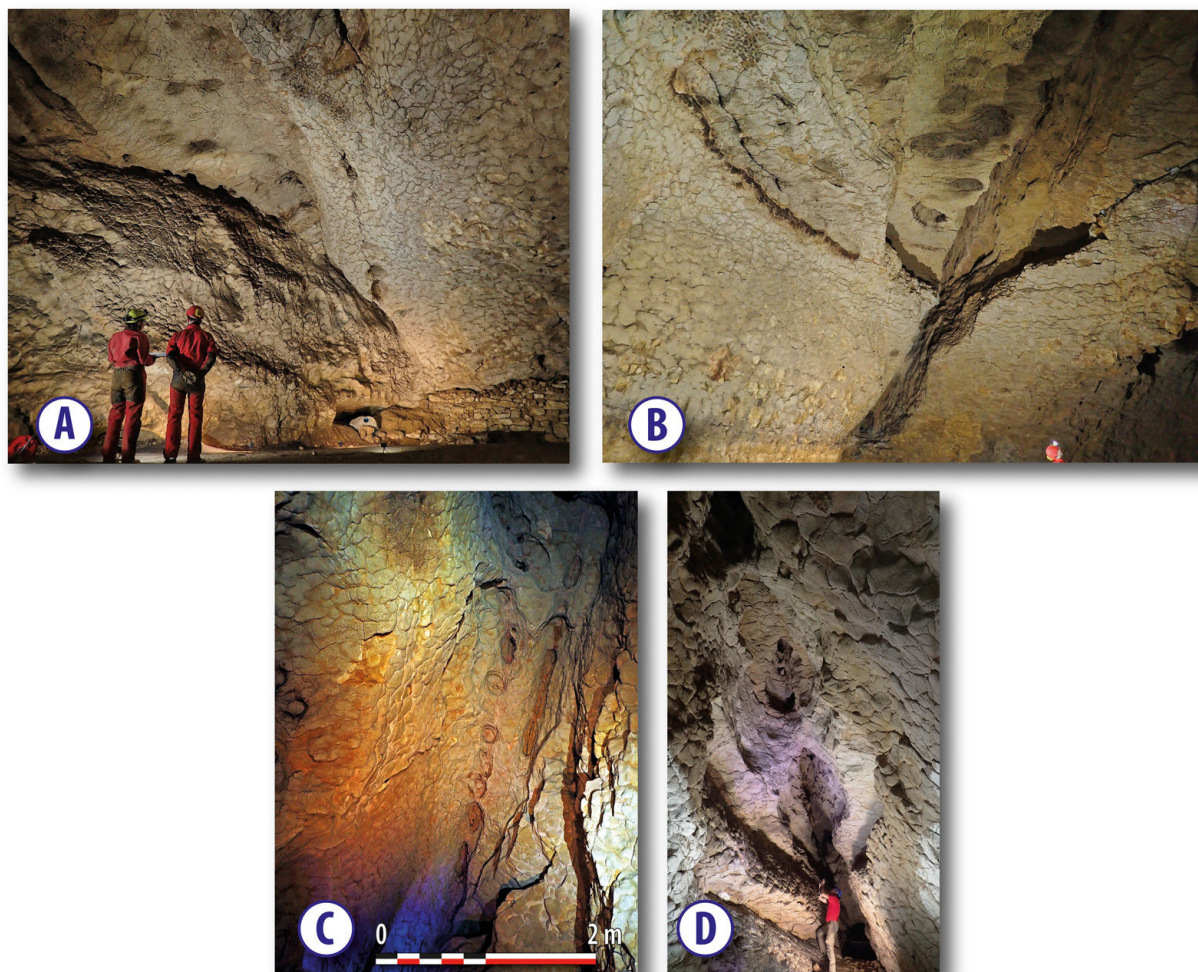


Figure 8 : grotte du Mas d'Azil. 8 A et B : vues des parois et plafonds impactés par la fréquentation des Chiroptères dans la Salle Mandement. 9 C et D : vues des parois et plafonds impactés par la fréquentation ancienne des Chiroptères dans la Salle des Conférences (clichés © : Didier Cailhol).

Dans la salle Mandement et la salle des Conférences, les coupoles en place dans les plafonds témoignent de cette fréquentation par des colonies importantes. Les coupoles sont bien visibles dans la strate relativement horizontale qui forme la partie supérieure de la galerie. Elles se retrouvent également installées dans les fractures qui traversent la galerie où elles vont se surimposer à la forme initiale. Toutes sont marquées par des taches sombres avec, à l'aplomb, des restes minéralisés de guano bien visibles. Il s'agit de croûtes d'hydroxyapatite issues de la décomposition et la minéralisation des phosphates (Audra *et al.*, 2019).

À l'échelle de la paroi, comme c'est le cas dans les salles supérieures du Guano et des Chauves-souris, la corrosion de condensation est importante malgré le relatif confinement de cette partie de la cavité. Les mesures de vitesse de courant d'air réalisées avec un anémomètre à fil ont montré à l'occasion de différentes campagnes, des valeurs relativement faibles, comprises entre 0,02 et 0,08 m/s. La présence des chauves-souris influe directement sur l'installation de phénomènes de condensation sur les parois en faisant varier de quelques dixièmes de degrés la température de l'air. Dans un contexte d'humidité relative élevée, cette faible variation de température suffit à installer les conditions de condensation de la vapeur d'eau de l'air, sur certaines parties de la paroi. Avec les aérosols acides liés aux cycles biologiques des chiroptères et à la décomposition des tas de guano, la corrosion des parois calcaires se trouvent fortement activée par endroits. Des corrosions d'épaisseur millimétrique sont observées dans les parties médianes de la salle supérieure des Chauves-souris. Les calcaires présentent des surfaces avec une corrosion marquée qui fait ressortir les éléments sparitiques avec une structure cristalline plus résistante que les parties micritiques dissoutes et exportées en solution par le film d'eau.

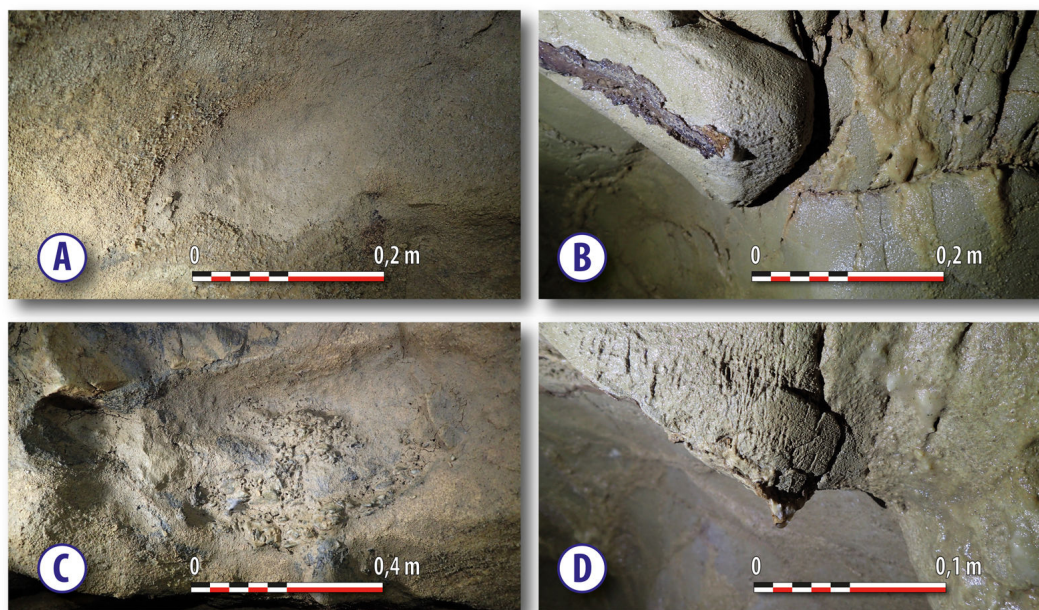


Figure 9 : état des parois dans la galerie des Chauves-Souris. 9A : encroutement de calcite formé à partir des films d'eau issus de la condensation. 9B : corrosion de la paroi calcaire et des voiles de calcite sous l'action de la condensation. L'hydroxyapatite insoluble reste en surépaisseur et se détache du calcaire en cours de dissolution. 9C : voile de calcite qui vient en recouvrement sur un placage d'un reste de remplissage fluvatile. 9D : corrosion d'un pendant de la paroi. Les structures sparitiques du calcaire ont une moindre dissolution que la calcite. L'accroche des chauves-souris sur la paroi provoque également une érosion mécanique (clichés © : Didier Cailhol).

Lors de son écoulement sur la paroi le film d'eau voit son épaisseur varier en fonction du relief et la rugosité des états de surface. Ces variations vont entraîner des modifications de la pression partielle dans le film et le dégazage du CO_2 . Ce changement de l'équilibre chimique conduit à la précipitation des carbonates sous forme de fins dépôts de calcite et des petites concrétions.

Lorsque les processus liés à la condensation se font sur des surfaces plus importantes, il se forme alors des voiles de calcite et des concrétions dans les parties basses ou en encorbellement des zones affectées par le ruissellement des films d'eau. Le concrétionnement peut être important avec des croûtes de calcite d'épaisseur centimétrique et des densités assez fortes de stalactites dont la taille peut être décimétrique. Cet encroûtement présente une faible cohérence avec la paroi. Les dépôts de guano ou l'altération du calcaire qui en découle ne permettent pas une bonne accroche de la calcite. Avec les biofilms présents, des altérations peuvent également se produire sous l'action des bactéries. Des dépôts laiteux et gluants se forment alors (Pfendler *et al.* 2017).

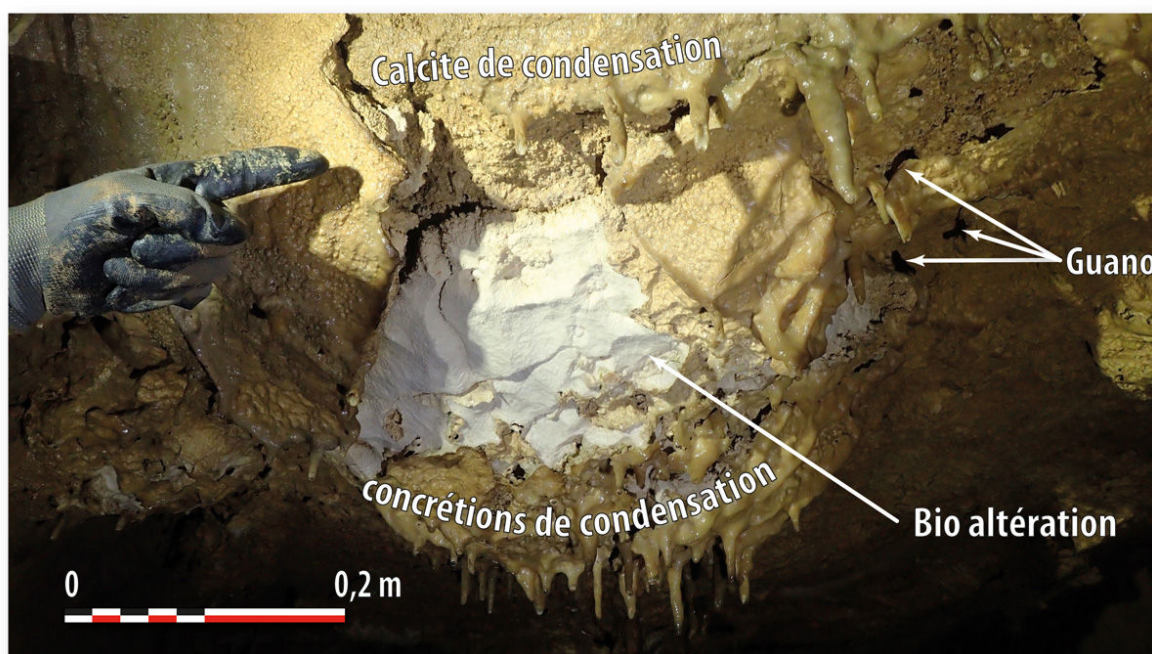


Figure 10 : vue des concrétions et des voiles de calcite liés au processus de corrosion liés à la condensation et aux ruissellements des films d'eau qui en découlent dans la salle supérieure du Guano. La matière organique issue du guano et les processus bactériens associés entraînent des formations de bio altération (cliché © Didier Cailhol).

Conclusions

La morphologie des galeries dans les grottes est le résultat des interactions entre le contexte géologique et les évolutions environnementales de la région en fonction des changements climatiques. Celles-ci se trouvent enregistrées dans les formes, tailles et textures des parois et des remplissages du fait des niveaux d'intensité des processus qui ont contribué à la création et à leur évolution. Les phénomènes physico-chimiques et les interactions biologiques vont évoluer en fonction des niveaux d'énergie qui vont interagir avec le contexte

géologique local et régional, la géométrie et la taille du système spéléologique et le développement du système karstique.

L'étude de ces phénomènes est nécessaire pour comprendre les dynamiques d'installation et d'évolution de la grotte tant dans le contexte du massif qu'au niveau de la galerie ou de la paroi. Une approche holistique permet d'identifier et de quantifier les processus en jeu, leur niveau d'intensité et les conséquences sur les différents éléments ou structures de la grotte. À partir du suivi et de l'enregistrement en continu, parfois à haute résolution, de données concernant l'aérogologie, l'hydrologie, la biologie et la microbiologie, il est alors possible de mettre en évidence les différentes phases d'évolution de la grotte et plus particulièrement ce qui relève de processus comme la corrosion de condensation, les changements environnementaux ou de la pression anthropique qui se sont exercés ou qui sont en cours dans les différentes parties du réseau spéléologique.

Ainsi, la présence de colonies de Chiroptères, dans des situations de transit ou de mise-bas et d'élevage des juvéniles, a une incidence sur les morphologies pariétales. Les dynamiques aérogologiques qui en découlent génèrent des processus de corrosion de condensation. Associée aux fluides acides liés à la décomposition et la minéralisation du guano, la corrosion de condensation contribue au retrait des parois et à l'enrichissement chimique des sols en divers minéraux. L'impact lié à la présence de colonies de chiroptères, comme au Mas d'Azil, est un facteur important à prendre en compte pour l'étude des grottes archéologiques, la conservation des vestiges et justifie la mise en œuvre de méthodologies spécifiques et adaptées pour les études du contexte archéologique à partir d'un nouveau prisme pour l'interprétation génétique des morphologies pariétales mais aussi l'interprétation des grottes ornées avec pour les archéologues, une meilleure compréhension des pratiques artistiques des hommes du Paléolithique. En l'occurrence, notre étude de la grotte du Mas d'Azil abouti à la conclusion selon laquelle le caractère « caché » ou « périphérique » des témoignages pariétaux recensés dans ses parties profondes (à l'exemple de la modeste Galerie du masque débouchant dans la Salle Mandement), est peut-être le fait d'une conservation différentielle explicable par les processus que nous avons décrits.

Bibliographie

- ALTRINGHAM J.D., FENTTON M.B., 2003. Sensory Ecology and Communication in the Chiroptera. In: Kunz TH, Fenton MB, editors. *Bat Ecology*. The University of Chicago Press. pp. 90–127.
- AUDRA P., BARRIQUAND L., BIGOT J.-Y., CAILHOL D., CAILLAUD H., VANARA N., NOBÉCOURT J.-C., 2018 - L'impact méconnu des chauves-souris et du guano dans l'évolution morphologique des cavernes. *Karstologia*, 68, 2016 : 1-20.
- AUDRA P., BOSÁK P., GÁZQUEZ F., CAILHOL D., SKÁLA R., LENKA L., JONÁŠOVÁ Š., FRUMKIN A., KNEZ M., SLABE T., ZUPAN-HAJNA N., AL-FARRAJ AL-KITBI A., 2017. Bat urea minerals in arid environment. New cave mineral (Allantoin) from Kahf Kharrat Najem Cave, United Arab Emirates. *International Journal of Speleology*, vol. 46, n° 1, p. 81-92. <https://doi.org/10.5038/1827-806X.46.1.2001>
- AUDRA P., DE WAELE J., BENTALEB I., CHROŇÁKOVÁ A., KRISTŮFEK V., D'ANGELI I.M., CARBONE C., MADONIA G., VATTANO M., SCOPELLITI G., CAILHOL D., VANARA N., TEMOVSKI M., BIGOT J.-Y., NOBÉCOURT J.-C., GALLI E., RULL F., SANZ-ARRANZ A., 2019. Guano-related phosphate-rich minerals in European caves. *International Journal of Speleology*, 48 (1), 75-105. Tampa, FL (USA) ISSN 0392-6672 <https://doi.org/10.5038/1827-806X.48.1.2252>
- BAKER J.R., 1967. A review of the role played by the Hippoboscidae (Diptera) as vectors of endoparasites. *Journal of Parasitology*, 53 : 412-418.
- BEAUCOURNU J.-C., BEAUCOURNU-SAGUEZ F., GUIGUEN C., 1985. Nouvelles données sur les Diptères pupipares (Hippoboscidae et Streblidae) de la sous-région Méditerranéenne occidentale. *Annales de Parasitologie humaine comparée*, 60 : 311-327.
- BEAUCOURNU J.-C., NOBLET J.-F., 1996. Les diptères pupipares parasites de chauves-souris dans les Alpes et les Préalpes françaises (Diptera, Streblidae et Nycteribiidae). *Bulletin de la Société entomologique de France*, tome 101 (3), p. 235-240. https://www.persee.fr/doc/bsef_0037-928x_1996_num_101_3_17245
- BIGOT J.-Y., 2014. La corrosion pariétale des grottes par les aérosols d'origine animale. Actes de la 23ème Rencontre d'Octobre - Le Châtelard 2013, p. 14 – 21.
- BRUXELLES L., JARRY M., BON F., CAILHOL D., DANDURAND G., PALLIER C., 2018. La biocorrosion, un nouveau paramètre à prendre en compte pour interpréter la répartition des œuvres pariétales. *Karstologia* n° 68, 2016 : 21-30. hal-01838098
- BROOKE A.P., DECKER D.M., 1996. Lipid compounds in secretions of fishing bat, *Noctilio leporinus*. *Journal of Chemical Ecology* (1996) 22: 1411. <https://doi.org/10.1007/BF02027721>

- BRUXELLES L., 2019. L'apport des travaux de Paul Ambert dans la connaissance de l'évolution géodynamique du Languedoc et l'émergence de la géoarchéologie. In : « Actes du colloque international en Hommage à Paul Ambert, Paysages pour l'Homme » sous la direction de M. Laroche, L. Bruxelles, P. Galant et M. Ambert. P. 62-69.
- CAILHOL D., VANARA N., 2018. Étude des processus de condensation corrosion et de biocorrosion dans la grotte d'Espalungue, karst de la vallée d'Ossau. In : *Projet Collectif de Recherches, Préhistoire ancienne de la Vallée d'Ossau, grotte d'Espalungue, rapport 2018*, p. 4-9.
- COVINGTON M.-D., PERNE M., 2015. Consider a cylindrical cave: A physicist's view of cave and karst science. *Acta Carsologica* 44/3, 363–380, Postojna 2015
- D'ANGELI I., SANTAGATA T., TOGNINI P., FOIANINI I., AUDRA P., CAILHOL D., VALME J., MILLER A., SAIZ-JIMENEZ C., DE WAELE J., 2018. Late stage condensation-corrosion in high mountain marble cave (Val di Scerscen, Bernina Massif, Valtellina, Italy). *EGU 2018*, Vienna.
- DIETZ C. et KIEFER A., 2015. Chauves-souris d'Europe, connaître, identifier, protéger. *Guide Delachaux et Niestlé*, Paris, 399 p.
- DUVAL M., 2010. *Réflexions introductives : À la recherche de l'acceptation sociale. Entre conflits, processus participatifs et enjeux territoriaux dans les espaces protégés*. Coordinateurs : Lionel Laslaz, Christophe Gauchon, Mélanie Duval-Massaloux et Stéphane Héritier. *Espaces protégés, acceptation sociale et conflits environnementaux*, Collection EDYTEM, pp.9-19, 2010, Collection Edytem n°10, 978-2-918435-02-0. halsde-00504980
- DUVALLET G., BALDACCHINO F., 2017. Hippoboscidae, Nycteribiidae et Streblidae (Diptera). In : *Entomologie médicale et vétérinaire sous la direction de Vincent Robert*, IRD Edition. Chap. 3. pp : 405-411.
- GABROVŠEK F., DREYBRODT W., PERNE M., 2010. Physics of Condensation Corrosion in Caves. In: Andreo B., Carrasco F., Durán J., LaMoreaux J. (eds) *Advances in Research in Karst Media*. Environmental Earth Sciences. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 91-96.
- KING-WEBSTER W.A., KENNY J.S., 1958. Bat erosion as a factor in cave formation. *Nature* 181, 1813.
- LUNDBERG J., McFARLANE D.A., 2009. Bats and bell holes: The microclimatic impact of bat roosting, using a case study from Runaway Bay Caves, Jamaica, *Geomorphology*, Volume 106, Issues 1–2, 1 May 2009, Pages 78-85, ISSN 0169-555X, <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.09.022>.
- PALLIER C., Jarry M., Bon F., Camus H., Rabanit M. et Bruxelles, L., 2018 - *Évolution karstique et occupations humaines de la grotte du Mas d'Azil (Ariège, France)* ; *Karstologia*, n° 68, 2016. hal-01871475
- PFENDLER S., EINHORN O., KARIMI B., BOUSTA F., CAILHOL D., ALAOUI-SOSSÉ L., ALAOUI-SOSSÉ B., ALEYA L., 2017. UV-C as an efficient means to combat biofilm formation in show caves: evidence from the La Glacière Cave (France) and laboratory experiments. *Environ Sci Pollut Res* 24:24611–24623. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0143-7>
- QUEFFELEC A., BERTRAN P., BOS T., LEMÉE L., 2017. Mineralogical and organic study of bat and chough guano: implications for guano identification in ancient context. *Journal of Cave and Karst Studies*, v. 80, no. 2, p. 1-17. DOI: 10.4311/2017ES0102

Annexe 4 – Article à paraître – Beauvais *et al.*

À paraître dans la revue « Préhistoire, Art et Sociétés » de la Société préhistorique de l'Ariège

Des collections J.-J. Pouech aux fouilles récentes dans la grotte du Mas d'Azil (Ariège, France) : nouveaux regards sur l'outillage lithique magdalénien

Par Pierre-Antoine Beauvais(1)(2), Blanche Bundgen(3), Guilhem Constans(1)(2)(4), Sandrine Costamagno(2)(5), Sébastien Lacombe(2)(6), Laure-Amélie Lelouvier(2)(3), Hélène Martin (2)(3), Y. Potin(7), Laurent Bruxelles(2)(3)(8), Céline Pallier(2)(3), François Bon(1)(2), Marc Jarry(2)(3)

1) Université de Toulouse Jean Jaurès ; 2) Traces ; 3) Inrap ; 4) Grottes&Archéologies, 5) Cnrs, 6) Binghamton University, NY, USA ; 7) Archives Nationales ; 8) University of the Witwatersrand, JB, Afrique du Sud. Contact : pantoinebeauvais@hotmail.fr

Résumé :

Les niveaux archéologiques stratifiés du Mas d'Azil attribués au Magdalénien, tant en rive droite qu'en rive gauche, sont connus pour avoir livré un mobilier archéologique considérable, réuni au fil de recherches débutées dans ce site dès le milieu du 19^e siècle, et dont celles de Piette puis des époux Péquart constituent le point d'orgue. Toutefois, leurs études ont surtout mis l'accent sur les vestiges osseux et, en particulier, sur le mobilier orné issu de ces fouilles successives. Réciproquement, les ensembles lithiques qui leur étaient associés, issus de ces diverses opérations archéologiques, ont peu fait l'objet d'une analyse poussée, encore moins par des méthodes modernes, à l'exception du travail de l'un d'entre nous (SL). Nous présentons ici les résultats d'une étude réalisée sur deux ensembles lithiques distincts de la grotte du Mas d'Azil. Ce travail, mené sur les collections réunies par l'abbé J.-J. Pouech lors de ses fouilles en rive droite du Mas d'Azil durant les années 1860 ainsi que sur le matériel lithique issu de remblais de fouilles anciennes de ce même secteur dit de la salle du Théâtre, mis au jour lors d'opérations archéologiques récentes, apporte de nouveaux éclairages sur les occupations magdaléniennes de la cavité. Ces deux lots montrent des affinités qui les rendent, tout en conservant certaines réserves, conjointement attribuables à la phase moyenne de cette culture, et offrent de nouveaux éléments de comparaison avec des ensembles similaires à l'échelle régionale. Ces éléments, associés aux premiers résultats des recherches récentes conduites dans d'autres *loci* du site, renouvellent l'approche spatiale des occupations humaines attribuées au Magdalénien moyen dans la grotte du Mas d'Azil.

Mots clés : Pyrénées, Magdalénien, Industrie lithique, Historiographie.

Introduction

Les fouilles archéologiques qui jalonnent l'histoire de la cavité ont permis la découverte, depuis plus d'un siècle et demi, d'une quantité importante de vestiges archéologiques attribués au Magdalénien *lato sensu* (Garrigou, 1867 ; Regnault, 1876-1877 ; Cartailhac, 1891 ; Piette, 1895 et 1907 ; Breuil, 1902 et 1903 ; Péquart, M. et S.-J., 1941 et 1942 ;

Delporte, 1979 ; Bayle des Hermens (de) et Vialou, 1979 ; Alteirac et Vialou 1984). De fait, l'identification et la description du Magdalénien au Mas d'Azil suit historiquement la reconnaissance même de cette entité chrono-culturelle : depuis la période de l'« âge du Renne » associée par les précurseurs de la discipline aux couches archéologiques de l'une puis des deux rives (Garrigou, 1867 ; Cartailhac, 1891 ; Piette, 1907), deux phases majeures du Magdalénien, elles-mêmes subdivisées en plusieurs faciès chronologiques, ont été reconnues dans la cavité (Breuil, 1902 et 1903 ; Piette, 1907). Pour les niveaux archéologiques situés en rive droite, les différences observées sur le mobilier osseux décoré ont rapidement permis de distinguer deux principales phases culturelles (*ibid.*). Celles-ci sont par la suite rapprochées des phases IV à VI du Magdalénien telles que définies dans la nomenclature chronologique fixée par H. Breuil (Breuil, 1913 et 1937). En particulier, la mise en évidence d'éléments de culture matérielle exceptionnels, tant dans l'industrie osseuse et lithique que dans le mobilier décoré, a permis la reconnaissance d'un Magdalénien moyen aux spécificités techniques et stylistiques à une échelle macro-régionale (Delporte, 1979 ; Simonnet, 1982 ; Lacombe et Conkey, 2001 ; Fritz *et al.*, 2007 ; Bégouën *et al.*, 2009 et 2019 ; Langlais *et al.*, 2014 et 2016). Cette attribution culturelle correspond actuellement à une phase chronologique située autour de 18 000-16 000 cal. BP dans le Sud-Ouest français et les Cantabres (Costamagno *et al.*, 2016 ; Barshay-Szmidt *et al.*, 2016). Les éléments d'industrie lithique issus des fouilles anciennes n'ont cependant, jusqu'à présent, pas fait l'objet d'études complètes sur la base de méthodes actuelles. À la suite des premières fouilles de la cavité, le matériel lithique fut le plus souvent renvoyé à une simple typologie d'outils de facture magdalénienne établie à partir de sites régionaux (Cartailhac, 1891), elle-même comparée à l'outillage lithique de la Madeleine et de Laugerie-Basse (Breuil, 1903 ; Piette, 1907). À la suite des fouilles de M. et S.-J. Péquart dans la Galerie des Silex (Péquart M. et S.-J., 1941 et 1942), une première étude typologique de l'outillage retouché a été effectuée (Bayle des Hermens (de) et Vialou, 1979). Il faut également signaler que plusieurs auteurs ont souligné la découverte de grandes lames dissimulées dans un diverticule ou fichées dans le sol de cette galerie de la rive droite du Mas d'Azil, à l'instar de ce qui a été reconnu dans plusieurs autres sites pyrénéens attribués au Magdalénien moyen (Glory *et al.*, 1947 ; Simonnet, 1982 et 1996 ; Lacombe, 1998 ; Langlais, 2007 ; Angevin et Langlais, 2009 ; Langlais et Pétillon, 2019) ; la présence de ces éléments constitue un fait remarquable pour la phase récente du Magdalénien moyen (Langlais, 2020).

Dans le cadre du programme de recherches actuel sur la cavité (M. Jarry, C. Pallier, L. Bruxelles et F. Bon dir., Jarry *et al.*, 2015, 2019 et ce volume ; Pallier *et al.*, 2018), plusieurs diagnostics et études d'industries lithiques ont été initiés sur du matériel soit issu d'échantillons et de collections archéologiques provenant des fouilles anciennes, soit rassemblé lors des prospections récentes dans différents secteurs en rive droite (figure 1 ; Beauvais, 2016 ; Jarry *et al.*, 2013a, 2016 et 2017a ; Rigolin, 2019). Les études technotypologiques des industries lithiques n'ont principalement concerné jusqu'à présent que des ensembles réduits issus des fouilles anciennes réalisées en rive droite de la cavité (Lacombe, 1998), auxquelles s'ajoutent les découvertes issues d'une fouille préventive récente s'étant déroulée également en rive droite entre 2016 et 2018 et qui à son tour a permis de renouveler les connaissances relatives aux fréquentations magdaléniennes dans la cavité (Lelouvier *et al.*, 2016, 2018 et 2019). Pour notre part, nous présentons ici la révision de deux ensembles lithiques attribués au Magdalénien, le premier provenant des recherches de l'abbé J.-J. Pouech dans la salle qui sera plus tard dénommée « du Théâtre »

et le second provenant des déblais vraisemblablement attribués à cette opération (Jarry *et al.*, 2014 et 2016). Ce retour historiographique sur les travaux de l'abbé Pouech, via l'étude d'un ensemble lithique issu de ses propres fouilles, intervient également dans le cadre d'un récolement effectué sur les « collections Pouech » conservées au Collège Jean XXIII de Pamiers.

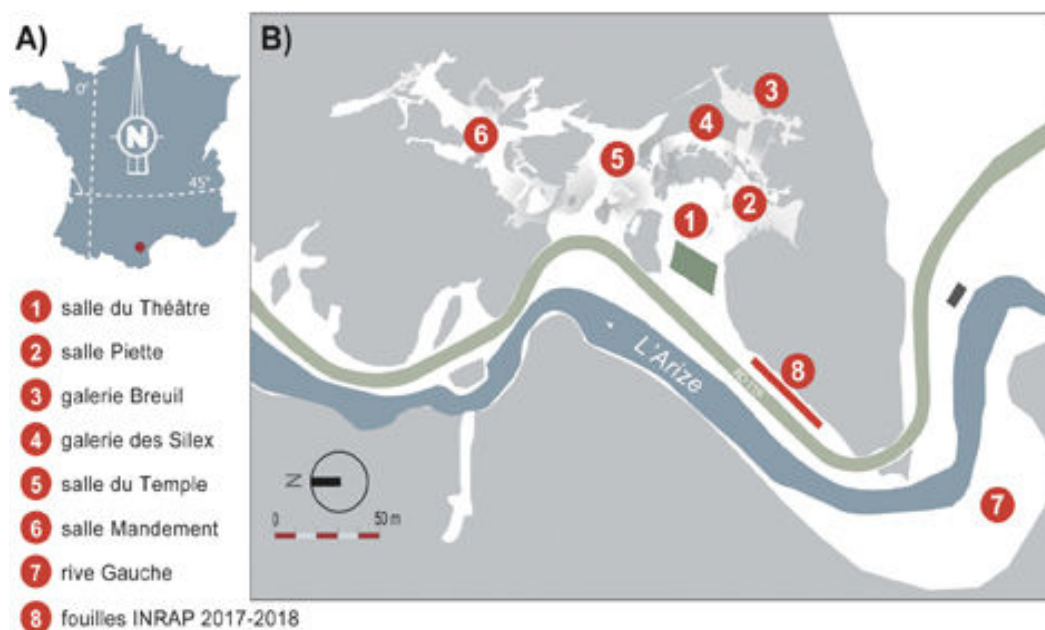


Figure 1 : localisation générale des secteurs de la grotte du Mas d'Azil mentionnés dans le texte (© M. Jarry / Inrap-Traces).

Les fouilles archéologiques de J.-J. Pouech au Mas d'Azil

Un retour sur les activités de l'abbé Pouech au Mas d'Azil à travers ses archives rend compte de l'histoire récente de la cavité (Simonnet, 1986 et 1992 ; Bon, Potin et Comelongue, *in* Jarry *et al.*, 2014). Ses carnets constituent une source fournissant des repères essentiels pour décrire les premières découvertes archéologiques qu'il effectue dans la grotte. La topographie de la grotte évolue fortement au cours des années 1850-1860 : la construction de la route menant de Carcassonne à Saint-Girons est réalisée sur la base d'un plan dressé en 1857 par l'ingénieur des Ponts et Chaussées Richey (Evrard, 1863 ; Bon, Potin et Comelongue, *in* Jarry *et al.*, 2014). Les travaux de décaissement qui s'ensuivent vont provoquer le déplacement d'une quantité considérable de sédiments issus de l'érosion de la cavité et des dépôts fluviaux de l'Arize au cours de la dernière période glaciaire (Pallier *et al.*, 2018). Des vestiges archéologiques apparaissent alors en rive droite dans la zone des sédiments excavés utilisés pour rehausser la route (Garrigou, 1867). Dans les années 1860, la grotte est l'objet de visites et de fouilles sporadiques de la part de préhistoriens et de personnages locaux, notamment dans la salle du Théâtre, alors appelée du « *Grand Emprunt* » par J.-J. Pouech, précisément parce que c'est de là qu'a été retirée la plus grande part des matériaux (Bon, Potin et Comelongue, *in* Jarry *et al.*, 2014). On peut par exemple mentionner des relevés effectués hâtivement par F. Garrigou en 1862, ainsi que la fréquentation de la grotte par H. Filhol entre 1862 et 1863 (Garrigou, 1867). Les activités de l'abbé Pouech, jusqu'alors cantonnées à la paléontologie et la géologie, évoluent : après une campagne de relevés topographiques destinés à dresser un plan de la cavité, il effectue des observations sporadiques sur les coupes et commence à s'intéresser aux vestiges

archéologiques (Jarry *et al.*, 2014). Aidé de collaborateurs occasionnels, il réalise plusieurs sondages à différents endroits de la grotte, datés du 1^{er} mars de l'année 1866 et, plus tard, entre octobre et novembre de cette même année, dans la salle du Théâtre. Deux relevés de coupe sont effectués le 1^{er} mars de cette année et du matériel lithique est prélevé. Le premier sondage effectué alors dans la pente du *Grand Emprunt* (future salle du Théâtre) est illustré par un relevé stratigraphique en plusieurs unités, ainsi que par des observations manuscrites dans le carnet 32 (figure 2, A) :

« Au Gd Emprunt sur le talus en avant immédiatement sur ce limon dur sous une couche poudreuse couverte elle-même de blocs de pierre et de tas de terre lessivée pour le salpêtre couche de 80 à 90 cm d'épaisseur de couleur brune terre (brunifiable ?) empâtant cailloux calcaire, plaque de grès et psammite comme à Enlène et Massat et surtout prodigieuse quantité d'os brisés de renne de bœuf, de cheval et silex en éclats (...). Enfin 60 éclats de silex dont quelques-uns de forme convenable. »

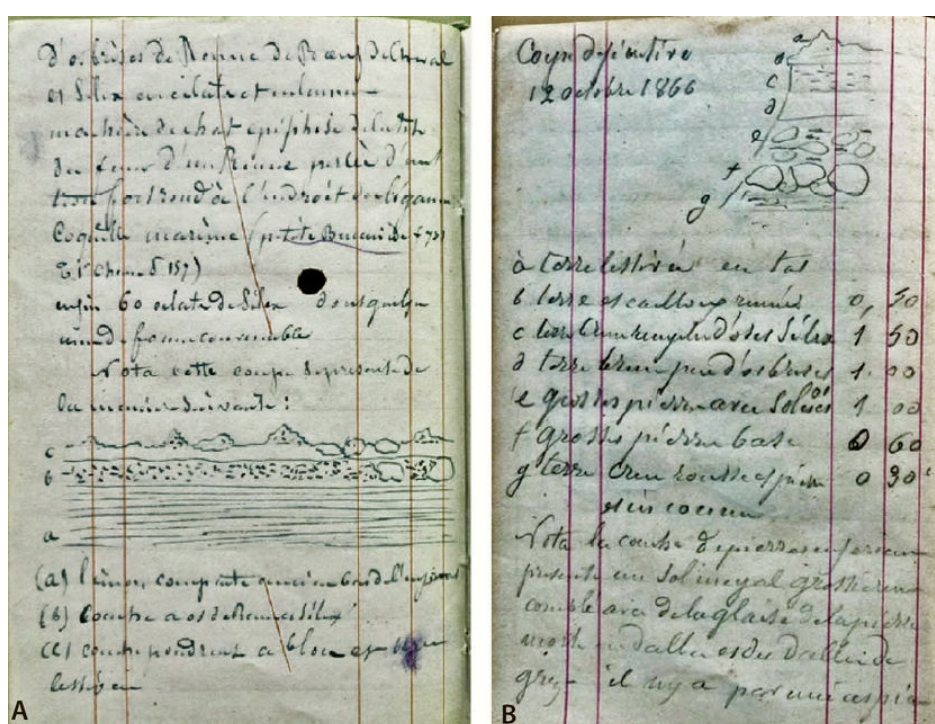


Figure 2 : manuscrits des carnets de l'abbé J.-J. Pouech, Collections J.-J. Pouech, Collège Jean XXIII de Pamiers (photo F. Bon). A - log stratigraphique du sondage pratiqué le 1^{er} mars 1866, carnet 32 ; B – relevé stratigraphique au carnet 33. (cliché © F. Bon / Univ. Toulouse Jean Jaurès-Traces).

Une seconde coupe est dressée le 12 octobre 1866 lors d'un sondage effectué dans un autre secteur du *Grand Emprunt*, là où certains de ses contemporains ont déjà creusé une tranchée (Jarry *et al.*, 2014). Ce relevé, assorti de vues cavalières (carnet 33 ; ici, figure 2, B), offre une stratigraphie plus complète de l'étendue des niveaux archéologiques par rapport aux limons (Jarry *et al.*, 2014). Plusieurs ramassages de matériel lithique et osseux sont réalisés au cours de ces activités : il s'agit en particulier de lots importants de dents de renne, associés à quelques ensembles lithiques portant parfois mention de la date de ramassage, le tout conservé au Collège Jean XXIII de Pamiers.



Figure 3 – Collections J.-J. Pouech, collège Jean XXIII de Pamiers : A – meuble de classement des collections J.-J. Pouech ; B – boîte 47, matériel lithique et osseux issu de ramassage au Mas d'Azil (octobre 1866) ; C – planche de présentation d'outils, provenance du Mas d'Azil (cliché © F. Bon / Univ. Toulouse Jean Jaurès-Traces).

Des fouilles anciennes aux collections

Les Collections J.-J. Pouech conservées au collège Jean XXIII de Pamiers, anciennement Petit Séminaire, rassemblent plusieurs lots de mobilier archéologique ainsi que des notes scientifiques de l'abbé Pouech sous forme de carnets (Simonnet, 1986 et 1992 ; Jarry *et al.*, 2014 ; Bégouën *et al.*, 2019). Le contenu hétéroclite de ces collections, évoquant celui d'un cabinet de curiosités, est partagé entre plusieurs ensembles naturalistes et archéologiques, parmi lesquels plusieurs lots d'objets préhistoriques proviennent des ramassages et collectes effectués par l'abbé Pouech dans plusieurs sites ariégeois, notamment au Mas d'Azil (Jarry *et al.*, 2014 ; Bégouën *et al.*, 2019). Ces pièces archéologiques, conservées durant plusieurs années par M. A. Fabre au collège Jean XXIII, ont fait récemment l'objet d'inventaires dans un but de conservation (figure 3). Les industries lithiques, qui portent le plus souvent la mention du site de provenance, sont issues des ramassages de J.-J. Pouech ou d'apports postérieurs, et couvrent une attribution chrono-culturelle allant du Paléolithique ancien au Néolithique, en France comme en Afrique du nord. Les ensembles d'industrie lithique provenant du Mas d'Azil proviennent de collectes réalisées par l'abbé Pouech en rive droite de la grotte (Jarry *et al.*, 2014). Trois ensembles lithiques associés à des restes fauniques ont été pris en compte pour former le "lot 2" étudié ci-après. Notons qu'un ensemble de vestiges de provenance incertaine, ramassés par J.-J. Pouech autour des années 1860-1880 (*ibid.*) et dans lequel plusieurs pièces aurignaciennes ont été diagnostiquées (Simonnet, com. pers. ; Jarry *et al.*, 2017a), a été écarté de la

présente étude. Les ensembles retenus ici sont associés à des étiquettes portant mention de la date et de l'emplacement de la collecte, même si des mélanges ne sont pas exclus. La réévaluation de ces collections a permis de tenter un rapprochement entre les informations de collectes et les décomptes de mobilier archéologique dans les carnets (Jarry *et al.*, 2014). Il est difficile de mettre en correspondance le matériel lithique avec le contenu des carnets tant les biais de collecte et de conservation peuvent être nombreux. Deux passages des carnets indiquent un ramassage de pièces lithiques en 1866. Soixante pièces sont mentionnées au Carnet 32 à la suite de la description d'un log stratigraphique lors d'une fouille effectuée dans la salle du Théâtre et un second inventaire sommaire est dressé au carnet 77 : « *Grotte du Grand emprunt Silex, grattoirs 7. Couteaux 7. (2 mots indéchiffrés) 5. dards 7. pointes de flèche 8.* » La description des pièces renvoie à un vocabulaire typologique majoritairement inusité (Brézillon, 1968), qui peut difficilement se rapprocher d'une lecture techno-typologique actuelle.

Le matériel archéologique des collections Pouech concernant le Mas d'Azil semble correspondre à des ramassages réalisés à des dates différentes. L'intégrité de ces ensembles est discutable, notamment en l'absence de mention signalant la date et la localisation de la collecte. La première collecte paraît avoir été effectuée lors du sondage du 1^{er} mars 1866 ; en effet, un ensemble de fragments d'os présent dans les vitrines du collège Jean XXIII est associé à une étiquette portant la mention « *Mas d'Azil Grotte 1^{er} mars 1866 Grd Emprunt Couche à rennes* ». Un ensemble réduit d'éléments osseux provient d'un ramassage daté du 1^{er} mars 1866 (boîte 115) ; tandis que les boîtes 47, 111 et 115, divisées en compartiments (figure 3, B), contiennent du matériel lithique et osseux ramassé entre octobre et novembre 1866 ; ces ramassages peuvent coïncider avec le deuxième sondage réalisé en octobre 1866, dont il fait mention dans le carnet 33 (Jarry *et al.*, 2014). Pour la boîte 75, une étiquette portant la mention « *Mas d'Azil, Gd Emprunt, 7br 1866* » indique un retour sur le terrain dès septembre 1866. Si un nombre réduit de vestiges fauniques est en effet rattachable à l'opération du 1^{er} mars 1866 décrite au sein du carnet 32, les deux ensembles de pièces lithiques des boîtes 47 et 75 ne portent aucune indication permettant de les attribuer aux épisodes de collecte et d'inventaire d'objets mentionnés au carnets 32 et 77. Un autre ensemble de 24 pièces d'outillage magdalénien, fixées sur un carton par des fils de laiton et associées à un poinçon en os, est disposé dans la même vitrine portant la mention « *Grotte du Mas d'Azil, Ariège* » (*ibid.* ; ici, figure 3, C). Ce montage sélectif de pièces typiques (burins, outils doubles et lamelles à dos) dans un but d'exposition est difficilement attribuable à un épisode de collecte précis. Plusieurs ensembles de matériel archéologique aux boîtes 1, 47, 50, 76, 111 et 115, dominés par des dents de renne, sont conservés dans un meuble de classement de géologue, avec plusieurs mentions de provenance (figure 3, A). Ces éléments squelettiques sont méticuleusement emballés, parfois accompagnés de date et localisation de la collecte, et classés anatomiquement par J.-J. Pouech. L'inventaire et l'observation préliminaire de ces ensembles montre clairement quel fut l'objectif de l'abbé : reconstituer des mâchoires de rennes en vue d'un dénombrement des individus potentiellement présents. Pour cela, il s'est fondé sur des exemplaires de mandibules entières provenant d'Enlène, qui lui ont servi d'échantillon de référence. L'examen de ces rangées dentaires réalisé par l'une d'entre nous, laisse entrevoir de nombreuses incohérences dans la latéralisation et l'identification des dents. Pour reconstituer les rangées, l'abbé Pouech s'est basé sur la taille des dents sans tenir compte du rang de la dent et des usures des couronnes.



Figure 4 – Localisation et stratigraphie du sondage 4 : A – Localisation du sondage, salle du Théâtre (Dessin © M. Jarry /Inrap-Traces sur fond Rouzaud *et al.* 1983 modifié 2013 et 2014 V. Arrighi / Inrap) ; B – Sondage 4 ; C – Détail de la stratigraphie, (photos M. Jarry).

Nouvelles découvertes dans la salle du Théâtre

La reprise des opérations de terrain au Mas d'Azil depuis 2012 a permis de rafraîchir le contexte historique des fouilles anciennes dans la cavité (Jarry *et al.*, 2016). Il s'agissait d'évaluer le potentiel archéologique de la cavité en prenant appui sur un travail archivistique mené parallèlement à un retour sur le terrain (Jarry *et al.*, 2013b, 2014, 2015, 2016 et 2017a ; Pallier *et al.*, 2018). Les opérations menées depuis 2013 dans le cadre de prospections thématiques et du PCR Mas d'Azil ont permis d'identifier plusieurs locus archéologiques attribuables au Magdalénien, en particulier dans le secteur du Théâtre (sondage 4 ; ici, figure 4, A), de la Rotonde et de la salle Piette (Jarry *et al.*, 2013a, 2014 et 2016 ; Pallier *et al.*, 2018). Des échantillons de matériel archéologique ont été prélevés lors de ces interventions, et des niveaux archéologiques en place ont été datés par la méthode du radiocarbone (Pallier *et al.*, 2018). Le nettoyage du secteur du Théâtre au cours de la campagne 2014 a permis de retrouver un sondage ancien recoupant un niveau archéologique stratifié (Jarry *et al.*, 2014). Cette fenêtre, appelée sondage 4, se décompose en plusieurs unités (figure 4, B et C) : au sommet du log stratigraphique, un niveau superficiel de remblais hétérogène repose sur une couche de sédiment aéré remobilisant du matériel lithique et osseux. Cette

dernière, appelée remblais « homogène », de coloration brune, à matrice limoneuse plus compacte et enrichie en argile, mêle du matériel lithique et osseux fragmenté, associé à des plaquettes de grès fracturées ainsi que des résidus de matière colorante et des charbons. Le matériel lithique est attribué au Magdalénien *lato sensu* et l'industrie osseuse n'a pas encore été étudiée en détail. L'unité sédimentaire du remblai « homogène » se trouve directement au contact d'une nappe de vestiges archéologiques tronquée latéralement par un creusement anthropique récent. Ce niveau archéologique riche en matériel lithique et osseux repose sur une brèche de blocs calcaires comblant un soutirage dans les limons sous-jacents (Pallier *et al.*, 2018). Le mobilier archéologique associé à ce niveau est attribué au Magdalénien *lato sensu* sur la base d'éléments techno-typologiques observés sur l'industrie lithique, ainsi que sur un élément de parure en lignite (*ibid.*). La concordance entre l'ancien sondage mis au jour et celui effectué par J.-J. Pouech le 1^{er} mars 1866 semble possible : les mesures topographiques indiquées entre la paroi et l'emplacement de son premier sondage semblent coïncider avec la localisation actuelle du creusement identifié au sein du sondage 4 ; tandis que les informations de lecture des dépôts sédimentaires et des ensembles archéologiques corroborent cette hypothèse (Jarry *et al.*, 2014) : la description stratigraphique fournie par J.-J. Pouech au carnet 32 fait état d'une micro-stratigraphie similaire à celle du sondage 4, où la couche de terre « brunifiable » correspond au niveau archéologique en place et contient les mêmes éléments de matériel archéologique (cf. description *supra*). En conséquence, l'ensemble du matériel archéologique du remblai homogène peut être interprété comme appartenant aux remblais d'une fouille ancienne, pratiquée par Pouech. L'industrie lithique (nommée « lot 1 » ci-après) paraît homogène en termes d'attribution culturelle (cf. *infra*) ; il s'agit alors de comparer ces éléments avec ceux issus d'un diagnostic effectué sur le matériel des fouilles Pouech conservé dans les collections du collège Jean XXIII de Pamiers. Cette première lecture globale menée sur plusieurs ensembles lithiques alimente l'approche globale des modalités d'occupation des populations magdaléniennes dans la cavité.

Matériel et méthodes

Le corpus retenu, étudié et présenté ici correspond donc à 2 lots de pièces lithiques provenant du Mas d'Azil, sélectionnés à partir du matériel issu 1) du remblai homogène du sondage 4 prélevé lors de la fouille 2014 et 2) des collections Pouech du collège Jean XXIII de Pamiers. Le matériel lithique du sondage 4 rassemble 1052 pièces lithiques collectées lors de la fouille ou récupérées à l'occasion du tamisage à l'eau des sédiments (maille de 4 mm). Les plus grosses pièces ont été positionnées sur une surface équivalente à 2 m², correspondant à l'emprise du sondage. Un diagnostic de provenance des matériaux siliceux a été effectué pour le matériel lithique du sondage 4 : un tri macroscopique (texture, coloration) a été effectué et une observation microscopique, à grossissement x20 à x40, a été faite pour chaque pièce. Le matériel lithique conservé dans les collections Pouech, réparti entre les boîtes 47 et 75, a été inventorié et étudié dans un second temps au collège Jean XXIII. Les lots issus de la fouille récente et des collections anciennes ont fait l'objet

d'une étude techno-typologique à partir des méthodes classiques d'analyse des ensembles lithiques et des référentiels typologiques développées pour l'outillage retouché¹.

Détermination	<i>effectifs ensemble 1</i>
<i>Éclat ordinaire</i>	109
<i>Tablette</i>	1
<i>Éclat d'entretien surf. de débitage</i>	3
<i>Éclat de mise en forme</i>	3
<i>Fragment d'éclat</i>	19
<i>Casson</i>	34
<i>Esquille/Débris</i>	560
<i>Nucléus lamino-lamellaire</i>	1
<i>Nucléus lamellaire prismatique</i>	2
<i>Nucléus sur tranche d'éclat</i>	1
<i>Éclat laminaire brut</i>	6
<i>Laminaire brute (indifférencié)</i>	41
<i>Lame/lle à crête</i>	1
<i>Lamelle à néo-crête</i>	3
<i>Lamelle brute (indifférencié)</i>	170
<i>Lamelle sur tr. Éclat</i>	23
<i>Lamelle à pan revers</i>	5
<i>Lamelle sur tr. à prep. latérale</i>	2
<i>Chute de burin à prep. latérale</i>	7
<i>Chute/ Recoupe</i>	7
<i>Lamelle à ret margin./appointée</i>	7
<i>Lame retouchée</i>	3
<i>Grattoir</i>	5
<i>Burin d'angle sur cassure</i>	1
<i>Burin dièdre axe</i>	3
<i>Burin sur troncature</i>	1
<i>Lamelle à bord abattu</i>	34
Total effectifs	1052

Tableau 1 – Tableau général d'effectif des pièces de l'ensemble 1 (sondage 4) ; classement techno-typologique.

Résultats

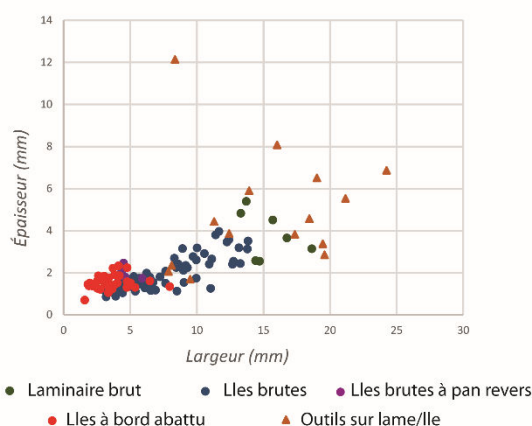
Lot 1 : matériel lithique du sondage 4

Le matériel lithique du remblai homogène (sondage 4) est composé de 451 pièces de morphologie lamino-lamellaire et de 549 éléments issus de la fraction fine récupérée au tamisage. Les vestiges sont très fragmentés, en particulier les produits lamino-lamellaires ; tandis qu'environ 80% des pièces sont affectées par une patine blanche partielle à totale. Le

¹ Le vocabulaire employé est décrit notamment dans certains travaux récents (Langlais, 2007 et 2010 ; Sécher, 2017), et renvoie majoritairement aux études technologiques générales d'industries lithiques attribués au Magdalénien dans le sud-Ouest français et les Pyrénées.

nombre important d'esquilles et débris infra-centimétriques plaide d'emblée pour un biais de conservation. Les séquences de débitage identifiées sont partiellement représentées : faible proportion de nucléus et de déchets associés (tableau 1). L'outillage retouché dit du fonds commun (grattoir, burin, outils variés) est réalisé sur des produits laminaire dont les modalités de débitage ne sont pas documentées dans l'ensemble étudié. Les armatures, composées exclusivement de fragments de lamelles à bord abattu étroites, à dos simple, ont été réalisées sur des produits lamellaires issus de nucléus unipolaires prismatiques ou bien sur tranche d'éclats. La différenciation entre les lames et lamelles s'effectue sur des données morphométriques lacunaires : le taux de fragmentation est très élevé et l'échantillon restreint. On constate néanmoins un regroupement des valeurs entre 0,2 et 1,4 cm de largeur pour 0,15 à 0,4 cm d'épaisseur qui correspond à l'ensemble des produits lamellaires tandis que les éléments d'orientation laminaire correspondent aux gabarits les plus grands (figure 5).

Figure 5 – Projection des mesures morpho-métriques des produits lamino-lamellaires bruts et retouchés : largeur vs. épaisseur.



Nous avons essayé d'appliquer une analyse de provenance à partir d'un diagnostic pétro-archéologique et tenter de dégager plusieurs tendances d'approvisionnement depuis un domaine local, régional ou lointain. Les matériaux les plus représentés se rattachent au groupe des silex dano-montiens du Paléogène des Pré-Pyrénées (Simonnet, 1981 ; Lacombe, 1998, 1999, 2005 ; Lacombe *et al.*, 2015). L'origine de la collecte de ces types de silex *lato sensu* reste imprécise puisque ces matériaux sont disponibles depuis les environs du Mas d'Azil jusqu'en rive gauche de la Garonne. Une large part de matériaux indéterminables en raison de la patine semble se rapprocher de ce type de faciès. Le calcaire silicifié d'origine jurassique du Pliensbachien d'Allières est reconnu à partir de sa coloration gris-noir (Lacombe et Conkey, 2010), et de sa texture variable, à grain plus ou moins grossier : nous distinguons deux microfaciès correspondant l'un grain très grossier, d'aspect chailleux et l'autre à grain très fin. Un ensemble de pièces caractérisées comme des silex du Crétacé supérieur renvoie à des faciès locaux ou allochtones : la reconnaissance et l'abondance de foraminifères *orbitoides media* et *lepidorbitoides l.s.*, ainsi que des observations liées à la coloration et à la texture des pièces, semblent correspondre à des tendances observées dans les silex maestrichtiens de Montsaunès-Ausseing, dont les sources sont disponibles à 40 kilomètres du site (Simonnet, 1999 ; Seronie-Vivien *et al.*, 2006 ; Chalard *et al.*, 2010 ; Foucher, 2013). Différents matériaux présents en petite quantité suggèrent une provenance dont les sources peuvent s'étaler depuis le Gers jusqu'au Pyrénées-Atlantiques. C'est notamment le cas pour plusieurs pièces d'aspect moucheté qui rappellent le silex Maestrichtien du Paillon (Simonnet, 1996 ; Foucher, 2013).

et une pièce qui rappelle les silex du Flysch (Barragué *et al.*, 2001 ; Normand, 2002). Plusieurs pièces pour lesquelles est reconnue la présence de *lepidorbitoides sp* peuvent renvoyer aux faciès maestrichtiens de Chalosse (Normand, 1986 ; Bon *et al.*, 1996 ; Bon, 2002 ; Séronie-Vivien *et al.*, 2006 ; Chalard *et al.*, 2010 ; Colonge *et al.*, 2011) ; la reconnaissance de foraminifères benthiques *lepidorbitoides* dans le cortège micropaléontologique de ces silex peut cependant recouper plusieurs origines génétiques à gîtologiques locales à régionales (Simonnet, 1999 ; Foucher, 2013). Plusieurs types de matériaux d'origine lointaine, récurrents dans les ensembles lithiques pyrénéens (Simonnet, 1999), sont également présents : le silex sénonien « Grain de mil » de Charente (Simonnet, 1999 ; Caux, 2015 ; Caux et Bordes, 2016), à texture bioclastique (N=15), le silex Turonien bleu dit du Fumélois (Morala, 1983 ; Turq et Morala, 2013 ; Morala, 2018), et le jaspéroïde de l'Infralias de Corrèze (Demars, 1998). La composition bioclastique et l'aspect de certains silex rappellent des faciès Sénonien d'Aquitaine à coloration macroscopique gris-noir, et quelques pièces présentent des affinités avec les faciès du Bergeracois *lato sensu*, notamment en raison d'une abondance en foraminifères *orbitoides media*. La présence du silex du Verdier (Mouline, 1983 ; Grubert *et al.*, 2017) est également suspectée et une part importante de ces matériaux n'a pu être déterminée. Ce spectre de provenance correspond aux tendances régulièrement observées dans les sites pyrénéens magdaléniens en matière d'approvisionnement en silex aquitain (Simonnet, 1996, 1998, 1999 et 2003a ; Lacombe, 1998, 1999, 2005 ; Bégouën *et al.*, 2009, 2014, 2019 ; Langlais, 2010 ; Lacombe *et al.*, 2015 ; Langlais *et al.*, 2016 ; Sécher, 2017), notamment en ce qui concerne des « grands traceurs » (Simonnet, 1999).

Les matériaux siliceux se partagent donc en trois groupes de provenance suivant une origine locale, régionale et lointaine, dont la distinction nous guidera dans la présentation qui suit.

Séquences de débitage et segmentation des chaînes opératoires

Un biais de conservation est constaté notamment en ce qui concerne la surreprésentation d'éléments fragmentés lamellaires et la faible abondance d'outils et pièces techniques (figure 8) ; cette tendance générale confirme l'hypothèse d'un rejet de fouille ancienne pour le contenu archéologique du remblai homogène. Les éléments laminaires transformés en outils domestiques et les fragments bruts sont peu informatifs sur la présence d'un débitage laminaire. Toutefois, la présence concomitante de pièces techniques et d'éléments laminaires bruts et retouchés suggère qu'une partie des chaînes de production laminaire ont pu se dérouler sur le site. Ces pièces techniques, telles que des fragments de lame à crête et une tablette d'avivage, ne permettent pas de préciser davantage les modalités d'une production laminaire, que ce soit une production à partir de supports introduits déjà débités ou une production *in situ*. Signalons tout de même qu'un nombre réduit d'éléments laminaires à talon facetté et préparation en éperon suggère l'usage du percuteur organique dans les séquences de débitage lamino-lamellaire ; pour la majorité des produits lamellaires très souvent fragmentés, les stigmates sont plus équivoques : les talons fréquemment facettés sont de morphologie convexe, à bulbe diffus et lèvre parfois marquée. Ces éléments peuvent renvoyer à l'usage d'un percuteur minéral tendre ou organique (Pelegri, 2000). En ce qui concerne les matières premières impliquées, les produits laminaires bruts et retouchés semblent représentés en quantité égales par les silex marins d'origine lointaine et des matériaux daniens. Signalons enfin la présence d'un nucléus et de quelques produits de

gabarit épais en silex local d'Allières qui attestent aussi d'un débitage d'orientation laminaire pour ce type de matériau (figure 6, n°1). L'échantillon demeure cependant trop faible pour identifier des choix et des récurrences dans l'apport des matériaux lointains vis-à-vis des silex locaux ou régionaux dans la production laminaire.

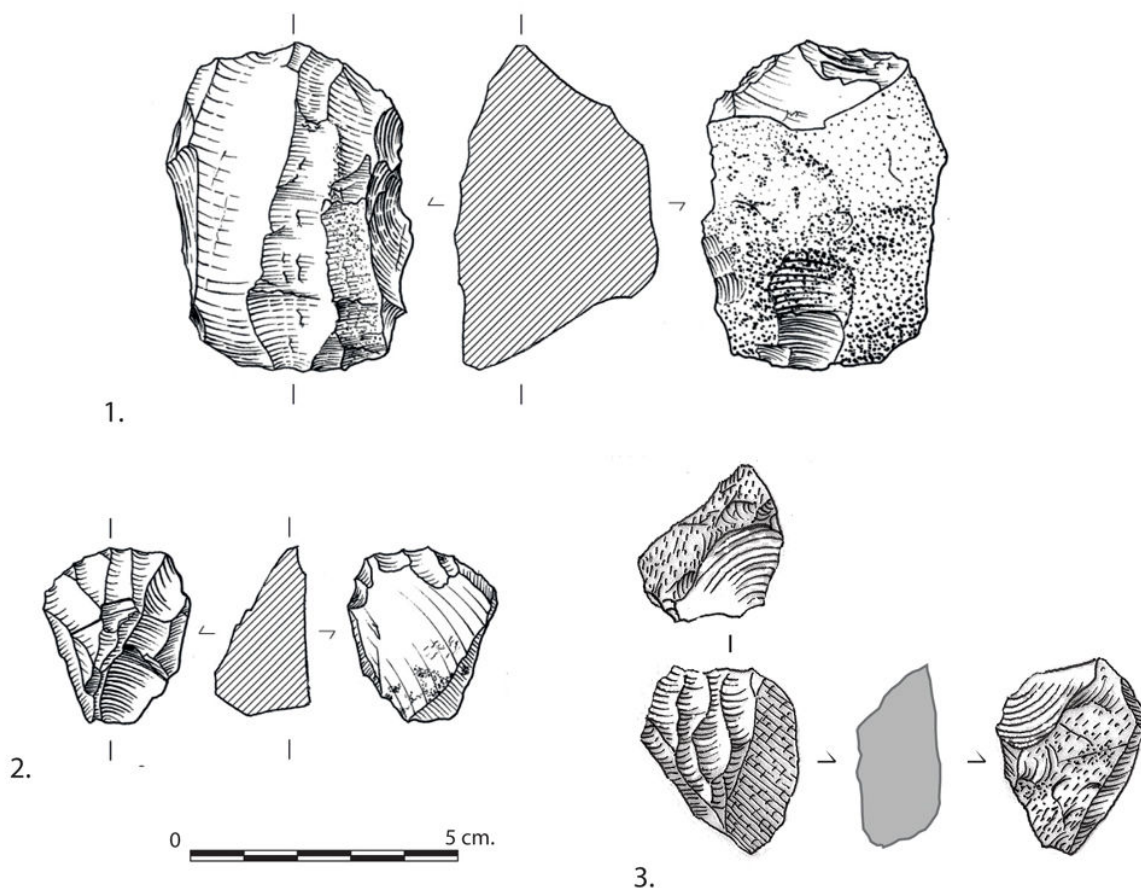


Figure 6 – Matériel lithique issu de du remblai homogène (lot 1) : 1 – Nucléus lamino-lamellaire en silex d'Allières (dessin M. Le Plat-Soubira) ; 2 et 3 – Nucléus lamellaires en silex danien (dessins M. Le Plat-Soubira ; P.-A. Beauvais).

Les éléments les plus représentés de l'ensemble concernent donc le débitage lamellaire. Deux types de débitage sont identifiés : le premier, réalisé sur des nodules diaclasés en silex local du Danien, est attesté par la présence de 2 nucléus (figure 6, n°2 et 3). Le débitage unipolaire de type semi-enveloppant s'effectue selon une progression frontale. Il peut être constaté une forte angulation entre le plan de frappe et la surface de débitage ; l'entretien des convexités s'effectue par correction distale, par enlèvements centraux de type néo-crête, et enlèvements débordants. Un second type de débitage correspond à une exploitation sur tranche d'éclat. Notons toutefois que les nucléus sur tranche d'éclat sont sous-représentés alors que plusieurs lamelles témoignent bel et bien de cette modalité de production (tabl. 2). Il s'agit de lamelles étroites à pan abrupt ou pan revers correspondant à la face inférieure ou supérieure du support débité (Langlais, 2010). D'autres lamelles à pan abrupt et section quadrangulaire présentent une néo-crête en partie distale. La différenciation entre recoupe de burin et sous-produits de débitage sur tranche n'est pas toujours claire et ces éléments sont parfois regroupés dans la même catégorie : toutefois, la présence de deux pans

abrupts, d'une délinéation régulière et d'un profil rectiligne avec absence fréquente du talon sur certains produits, semble correspondre à un ravivage de burin ; *a contrario*, certains produits à pan abrupt et pan débordant, à profil torse et préparation du talon, peuvent correspondre à des produits de débitage sur tranche destinés à la fabrication d'armatures à bord abattu. Ce type de débitage est attesté sur différents type de matériaux excepté pour les matériaux jurassiques d'Allières, qui sont absents des deux types de débitage lamellaire. L'unique nucléus sur tranche d'éclat évoque un silex sénonien d'Aquitaine. La présence de sous-produits lamellaires en matériaux régionaux et allochtones plaide pour une introduction de supports allochtones de type éclats dans la production lamellaire.

	M. daniens <i>lato</i> <i>sensu</i>	M. orig. locale/régionale (Mtnès, Aill., Paill.)	M. lacustre (non det.)	M. allochtone (Berg, Séno., Verd., Fum., Chalosse)	M. marin crétacé sup. (non det.)	M. indéterminables	Total effectifs
Débitage lamellaire, séquence 1							
<i>Nucléus prismatique</i>	2						2
<i>Éclat d'entretien surf. de débitage/flancs</i>	8	1	2		2		13
<i>Tablette</i>					1		1
<i>Lamelle à crête/ sous-crête</i>					1		1
<i>Lamelle à néo-crête</i>						1	1
<i>Lamelle régulière débordante/plein débitage</i>	22	3	55	13	9	29	131
<i>Lamelle sous-produit</i>	3	1	12	15	3	3	37
<i>Lamellaire (fragmentaire)</i>	3		5	2	5	1	16
	38	5	74	30	21	34	202
Débitage sur tr. d'éclat, séquence 2							
<i>Support de débitage</i>					1		1
<i>Lamelle sur tr./recoupe (entiers, sub-ent.)</i>	2	1	4	2	4	2	15
<i>Lamelle sur tr. néo-crête</i>			1			1	2
<i>Lamelle à pan revers</i>				3		2	5
<i>Lamelle sur tr./ recoupe (frgmts mes./dist)</i>			2	2	1	3	8
<i>Chute à prep. latérale</i>			4	1	1	1	7
<i>Chute/recoupe</i>			2	2	2	1	7
	2	1	13	10	9	10	45
Total	40	6	87	40	30	44	247

Tableau 2 : effectif des produits du débitage lamino-lamellaire classés par type de matières premières : Matériaux daniens ; origine locale/régionale : Montsaunès, Aillères, Paillon ; origine lacustre non déterminée ; origine allochtone, Chalosse, Bergeracois, Sénonien d'Aquitaine, Verdier, Fumélois, Grain de Mil, Jaspéroïde ; origine crétacé sup. non déterminée ; origine indéterminable.

Outillage retouché

Les outils dits de fond commun (N=20) regroupent 5 burins, 5 grattoirs et 10 produits lamino-lamellaires retouchés ; parmi eux, les supports lamino-lamellaires sont dominants. Les grattoirs montrent des fronts convexes aménagés en partie distale ou mésiale de lame ou forte lamelle (figure 7, n°1 à 3), par retouche variant de marginale à semi-abrupte. Les

burins, dièdres d'axe, sur angle ou sur troncature, sont réalisés sur tronçons de lames épaisses (figure 7, n°5 à 7). La catégorie des lames et lamelles retouchées correspond à des fragments proximaux et mésio-distaux de lames/lamelles à retouche latérale marginale et souvent irrégulière ; une part de ces « retouches » doit être mise sur le compte de processus post-dépositionnels qui peuvent être dus au contexte remanié des fouilles anciennes. Dans ces trois catégories d'outils, les matériaux régionaux ou lointains sont majoritaires. Les éléments laminaires en silex allochtones interrogent sur la présence de supports bruts ou retouchés introduits *in situ*.

Le groupe des armatures retouchées est défini typologiquement par la présence de lamelles à bord abattu, étroites, traditionnellement reconnues comme des armatures composites de projectiles. Les éléments sont très fragmentés avec peu d'éléments entiers ou sub-entiers (N=2). Les lamelles destinées à la fabrication d'armatures correspondent à des produits issus des deux types de débitages lamellaires identifiés : en particulier, la présence d'un pan abrupt correspondant au bord retouché ou d'un pan revers en bord opposé à la retouche signale des produits issus du débitage sur tranche d'éclat (figure 7). Ces lamelles à dos étroites s'apparentent à des supports et gabarits observés dans plusieurs sites pyrénéens attribués au Magdalénien moyen (Lacombe 1998, 1999, 2005 ; Langlais, 2010 ; Langlais *et al.*, 2016). Les retouches appliquées sont le plus souvent directes et parfois inverses, de types semi-abrupt et abrupt. Une retouche complémentaire en partie proximale, opposée au dos principal et partielle, est parfois visible. L'observation des fractures, notamment le recoupement entre le pan de fracture et la retouche, signale une quasi-absence de fracturation antérieure à la retouche. Il s'agit majoritairement de cassures nettes non diagnostiques postérieures à la retouche. La fragmentation postérieure peut s'effectuer dans le cadre d'une utilisation comme armature de projectile, en fracturation intentionnelle, ou être due à des phénomènes post-dépositionnels. Aucune cassure accidentelle à la retouche, de type *krukowski*, ni aucun *spin off* ou autre stigmatisme lié à la fracturation balistique n'est identifié. Nous proposons d'attribuer cette fracturation à des raisons taphonomiques liées à des phénomènes post-dépositionnels.

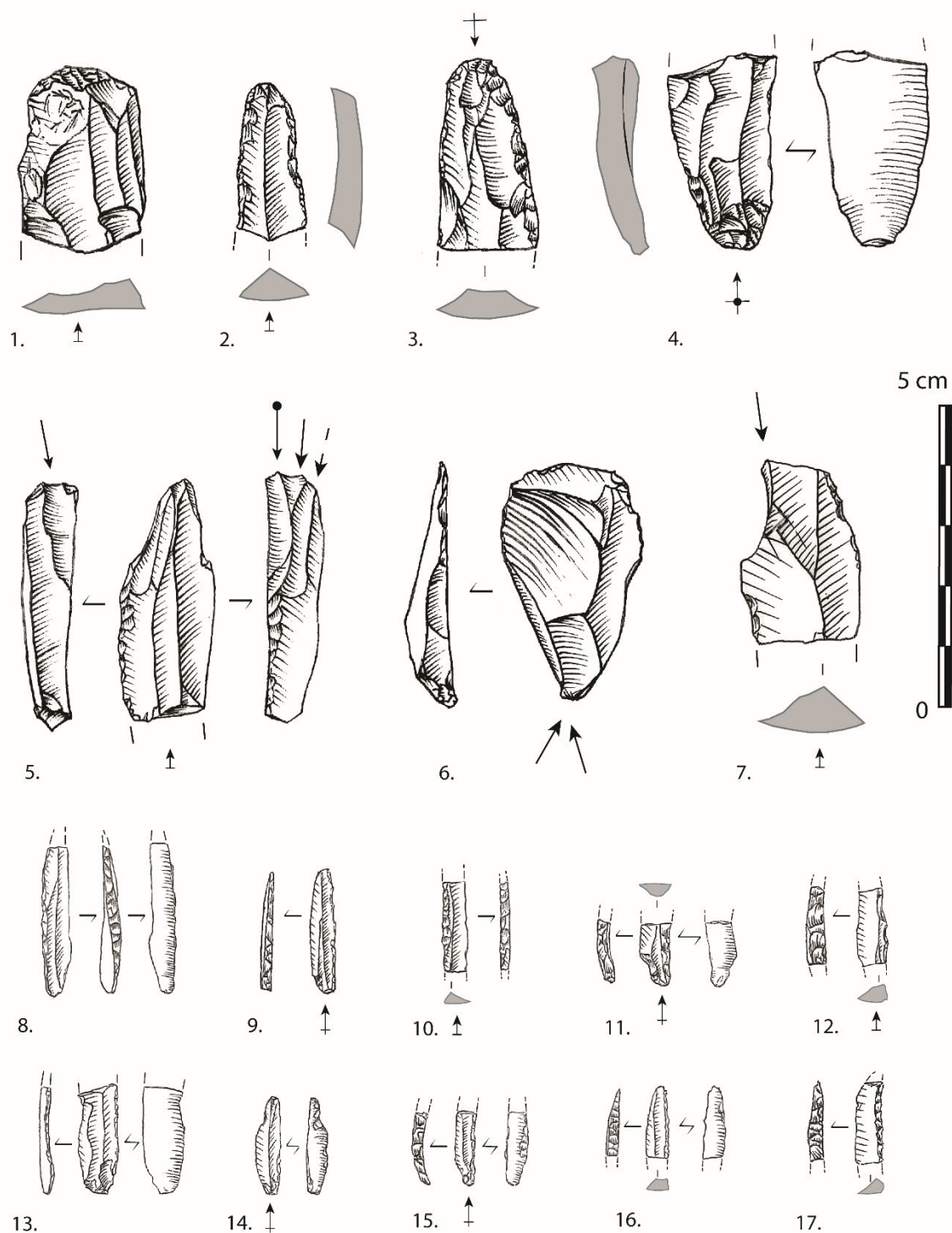


Figure 7 – Outillage retouché du lot 1 : 1 à 3 - grattoir sur lame et lamelle ; 4 – lame retouchée ; 5 et 6 - burin dièdre sur lamelle et éclat ; 7 – burin sur cassure; 8 – lamelle à bord abattu, support à pan revers ; 9 – lamelle à bord abattu étroite ; 10 et 12 – lamelles à bord abattu, fragments mésiaux ; 11 et 15 – fragments proximaux ; 13 – lamelle à bord abattu, retouche marginale ; 14 – lamelle à bord abattu discontinu ; 16 et 17 – lamelle à bord abattu, fragments distaux (dessins P.- A. Beauvais).

L'ensemble lithique issu du remblai homogène du sondage 4 présente des chaînes opératoires de productions partagées entre produits laminaires, pour l'outillage de fonds commun, et débitage lamellaire suivant plusieurs modalités techniques, destiné à produire des lamelles à dos. L'utilisation des matériaux issus du domaine local et allochtone rappelle des constantes observées dans les ensembles du Magdalénien moyen, notamment l'introduction de supports laminaires d'origine allochtone pouvant correspondre à une production disjointe lames-lamelles (Simonnet 1982, 1996 ; Simonnet *et al.*, 1990 ; ; Lacombe 1998, 1999, 2005 ; Lesage, 2008 ; Bégouën *et al.*, 2009 ; 2014 ; Langlais, 2010 ; Lacombe *et al.*, 2015 ; Langlais *et al.*, 2016 ; Sécher, 2017) ; cette attribution est confirmée par les caractères typologiques des armatures à dos simple et des quelques outils retouchés présents.

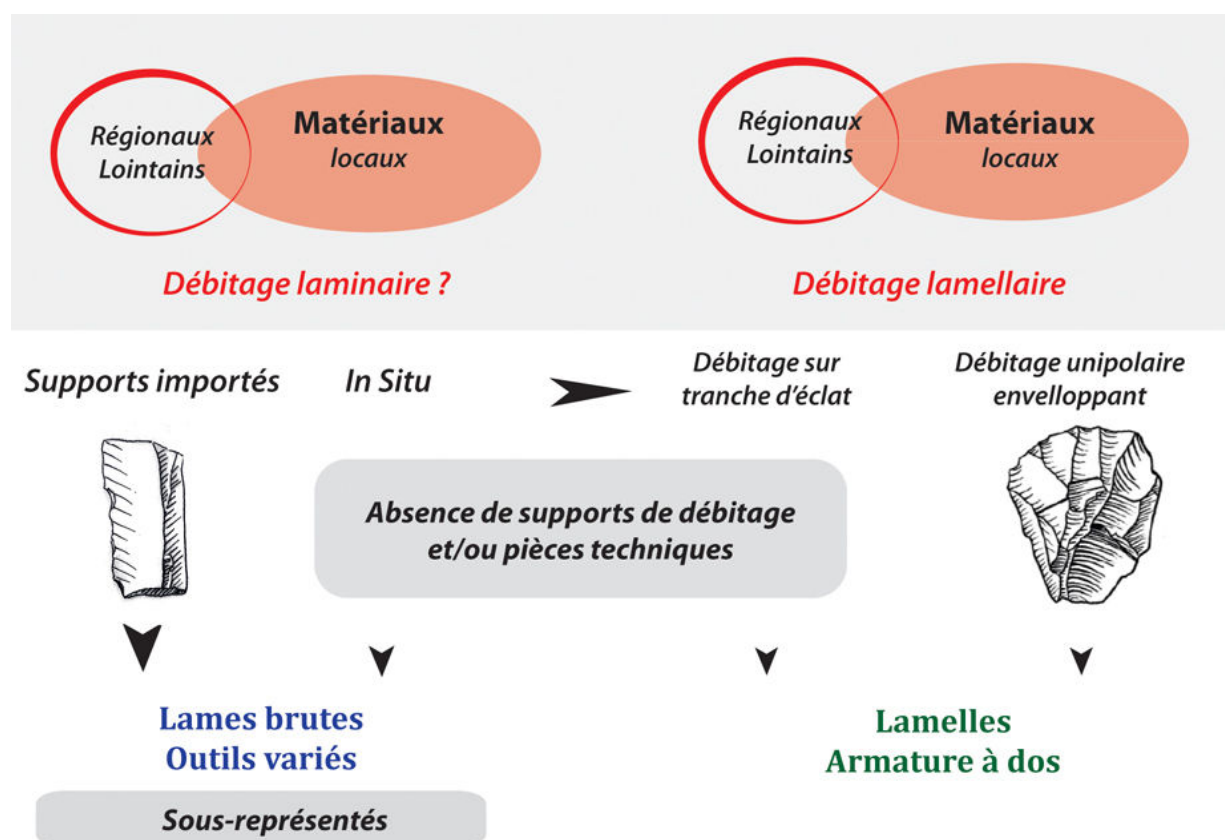


Figure 8 : schéma interprétatif des éléments de chaîne opératoire du lot 1. (dessin M. Le Plat-Soubira ; D.A.O P.-A. Beauvais).

Lot 2 : matériel lithique des Collections J.-J. Pouech.

L'étude de l'industrie lithique des collections J.-J. Pouech propose, de manière analogue, un regard critique sur les collections de fouilles anciennes. Le matériel des boîtes 47 et 75, issu des fouilles et ramassages de J.-J. Pouech en 1866 dans la salle du Théâtre, rassemble 151 pièces. Les deux ensembles montrent un panel varié d'outils et éléments bruts, de dimensions supérieures à 2 cm. Ils contiennent une assez forte proportion d'outils (N=21), associés à des supports de débitage (N=7) et d'éléments bruts, lames et lamelles, éclats et cassons (tableau 3). Les outils comprennent des catégories typologiques déjà observées dans l'ensemble 1 dont 4 grattoirs, 8 burins, 4 outils doubles, et 3 lames/lamelles retouchées

ainsi que 2 pièces esquillées. Ces deux séries présentent à première vue un ramassage sélectif des plus grosses pièces, comparable à celui de certains ensembles issus de collections anciennes. La fraction fine est en revanche absente, et les éléments d'armatures microlithiques sous-représentés. Les matériaux siliceux reconnus dans ces deux ensembles sont comparables à ceux identifiés dans le lot 1 : un bref diagnostic limité à une simple observation macroscopique a permis de reconnaître des silex danien et jurassique d'Allières pour une partie de ces pièces, tandis qu'une part importante de produits laminaires, de supports de débitage et d'éclats correspondent probablement à des silex d'origine allochtones tels que sénonien gris-noir d'Aquitaine, Grain de mil de Charente et Bergeracois *lato sensu*.

Détermination technologique		Effectifs boîtes 47, 75
Éclat ordinaire		55
Éclat de plan de frappe/ tablette		4
Éclat de mise en forme		11
Casson		8
Esquille		3
Nucléus lamellaire prismatique		2
Nucléus sur tranche d'éclat		4
Nucléus sur tranche d'éclat à encoches.		1
Lame brute (indifférencié)		21
Lame/lle à crête		5
Lamelle brute (indifférencié)		4
Lamelle sur tr. éclat		4
Lamelle sur tr. à prep. latérale		8
Lame/lle retouchée (indifférencié)		3
Pièce esquillée		2
Grattoir sur L/lle		4
Outil double (grattoir/burin)		4
Burin dièdre axe/angle		7
Burin sur troncature		1
Armature à dos		—
Total effectifs		151

Tableau 3 : tableau général d'effectifs de l'ensemble lithique des collections Pouech (boîtes 47 et 75).

Nous avons tenté d'appliquer une lecture technologique à ce lot 2 : l'ensemble des produits bruts, majoritaires, correspond à trois types de débitage lamino-lamellaires. Les éclats sont dominés par des éléments ordinaires bruts, des éclats corticaux à semi-corticaux de mise en forme et des éclats de plan de frappe issus des deux premiers types identifiés. Le premier comprend des produits d'orientation laminaire, bruts ou retouchés. Sa mise en œuvre *in situ* est signalée par la présence de pièces techniques de type lame à crête et lame sous-crête (figure 9, n°1), de fragments laminaires débordants. Des produits laminaires à délinéation régulière et nervures parallèles évoquent une séquence de production laminaire de plein

débitage pour l'obtention de supports réguliers (figure 9, n°2). Le deuxième type de production d'orientation lamellaire souligne des caractères communs avec l'ensemble 1 : il s'agit d'une production lamellaire sur nucléus unipolaire prismatique selon un débitage semi-enveloppant. Les lamelles qui correspondent à cette séquence de débitage sont peu représentées dans les collections Pouech ; cette sous-représentation des éléments lamellaires est probablement liée au ramassage sélectif effectué en faveur des plus grosses pièces. Le troisième type identifié correspond à un segment de production lamellaire représenté par un débitage sur tranche d'éclat : cette modalité est illustrée par la présence de plusieurs éclats débités sur tranche longitudinale ou transversale, parfois avec préparation à l'aide d'encoches, ainsi que des « burins nucléiformes » (figure 9, n°7 et 8). Pour cette dernière catégorie, l'envahissement progressif de la face supérieure ou inférieure du support par lamelles débordantes « à pan revers » (Langlais, 2010 ; Sécher, 2017) justifie la qualification de nucléus, ce qui n'exclut pas une utilisation comme outil. Des déchets liés à la préparation du plan de frappe et de la surface de débitage (comme des lamelles sur tranche à crête latérale) sont présents. Ce procédé technique évoque le débitage sur tranche mentionné pour l'ensemble du lot 1, précédemment décrit.

L'outillage dit de fonds commun est réalisé sur supports laminaires épais et sur éclats. L'investissement de la retouche est variable sur les grattoirs ; et les outils sont fréquemment doubles.

Le lot de pièces issues des boîtes 47 et 75 semble homogène d'un point de vue technotypologique : l'outillage de fonds commun sur lame et les éléments de chaîne opératoire liés au débitage lamellaire confirment leurs caractères magdaléniens. Nous proposons une attribution culturelle correspondant au Magdalénien *lato sensu*. Les éléments technotypologiques rappellent des tendances observées pour le Magdalénien moyen et supérieur mais le nombre limité des échantillons et l'absence d'éléments d'armatures souvent diagnostiques empêche de caractériser plus finement ces ensembles. On peut cependant souligner que la présence de nucléus sur tranche d'éclat à encoches est souvent observée dans des sites attribués au Magdalénien moyen (Baills, 1998 ; Dachary, 2002 ; Langlais, 2008 et 2010 ; Lesage, 2008 ; ici, fig. 9), quoique ces modalités de débitage soient aussi documentées pour des contextes attribués au Magdalénien supérieur (Onoradini, 1982).

Discussion

Les deux lots sont complémentaires en ce qui concerne les éléments typologiques et les séquences de débitage identifiés. Aucune discordance technotypologique par mélange, ni aucune pièce intrusive n'a été identifiée pour le lot 1. Le matériel lithique des boîtes 47 et 75 est un cas typique d'un ramassage sélectif issu de fouilles anciennes sur un ou plusieurs niveaux archéologiques et constitue un témoignage historique vis-à-vis des premières fouilles pratiquées par Pouech dans la salle du Théâtre. À l'inverse, l'exemple de la planche de présentation d'outils des collections J.-J. Pouech (figure 3), qui rassemble des éléments sélectionnés sans date et potentiellement issus de plusieurs contextes archéologiques, invite à la prudence (poinçon en os de capriné éminemment intrusif, surreprésentation des éléments retouchés avec une grande diversité – notamment la présence de burin de Lacan associé à plusieurs autres types d'outils).

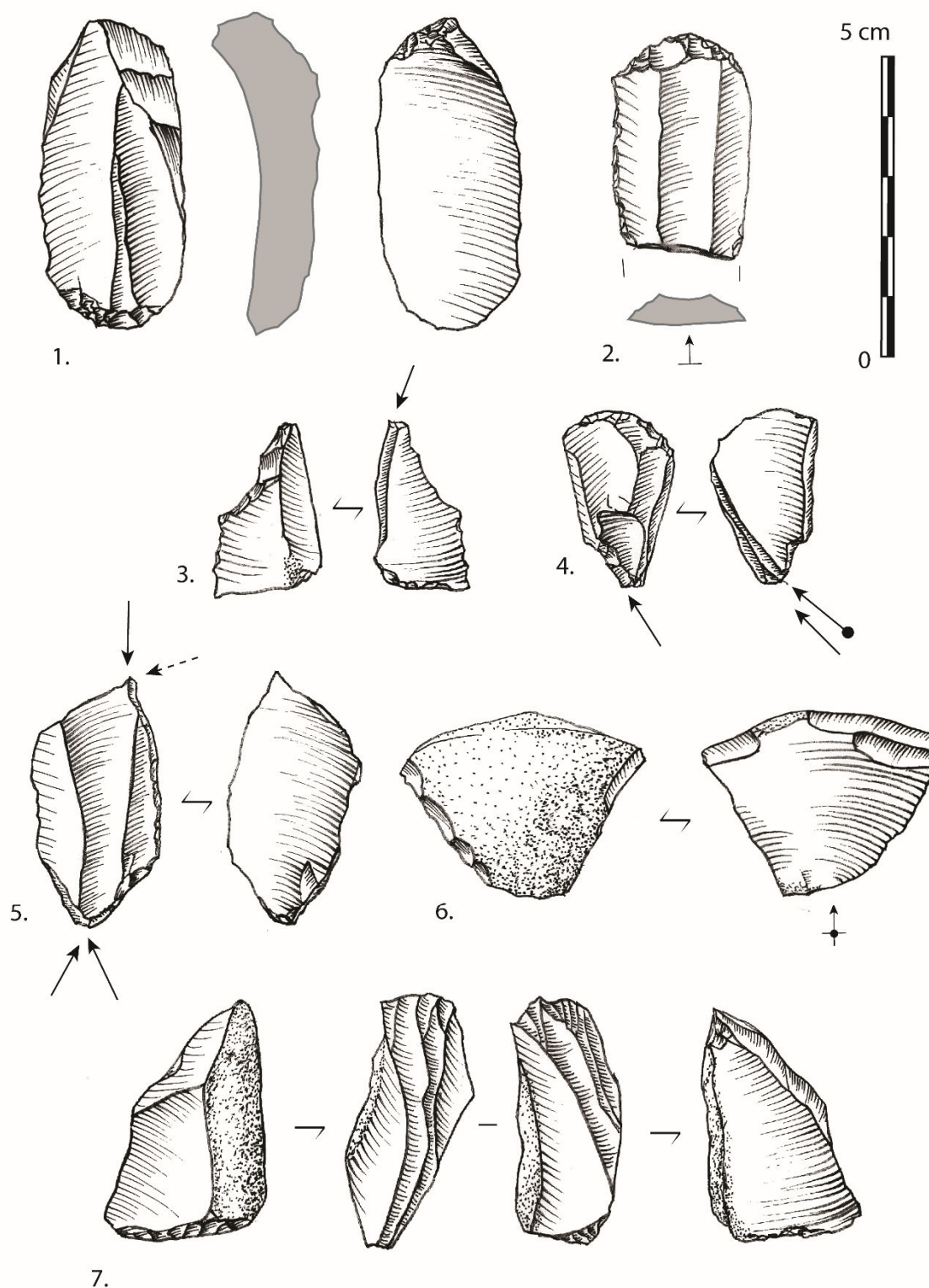


Figure 9 – ensemble lithique des collections Pouech (boîte 47 et 75) : 1 – Grattoir double sur lame ; 2 - grattoir sur lame retouchée ; 3 – burin sur troncature ; 4 – grattoir-burin ; 5 – burin double ; 6 – nucléus sur tranche d'éclat à encoche ; 7 – nucléus lamellaire sur tranche d'éclat, grattoir (dessins P.-A. Beauvais).

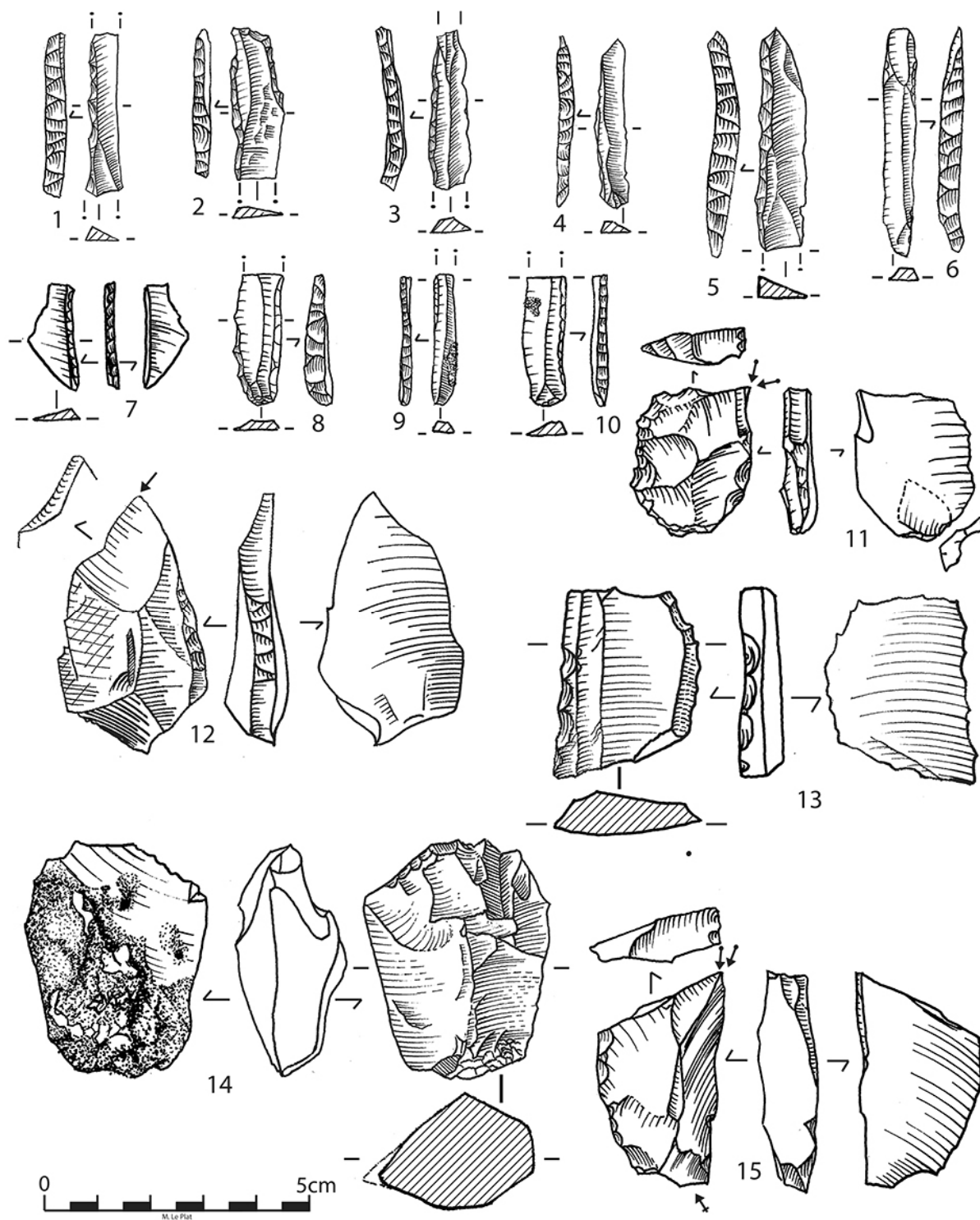


Figure 10 : salle Piette, échantillon de l'ensemble lithique récolté en 2012 (Jarry *et al.* 2017, dessins Marie Le Plat).

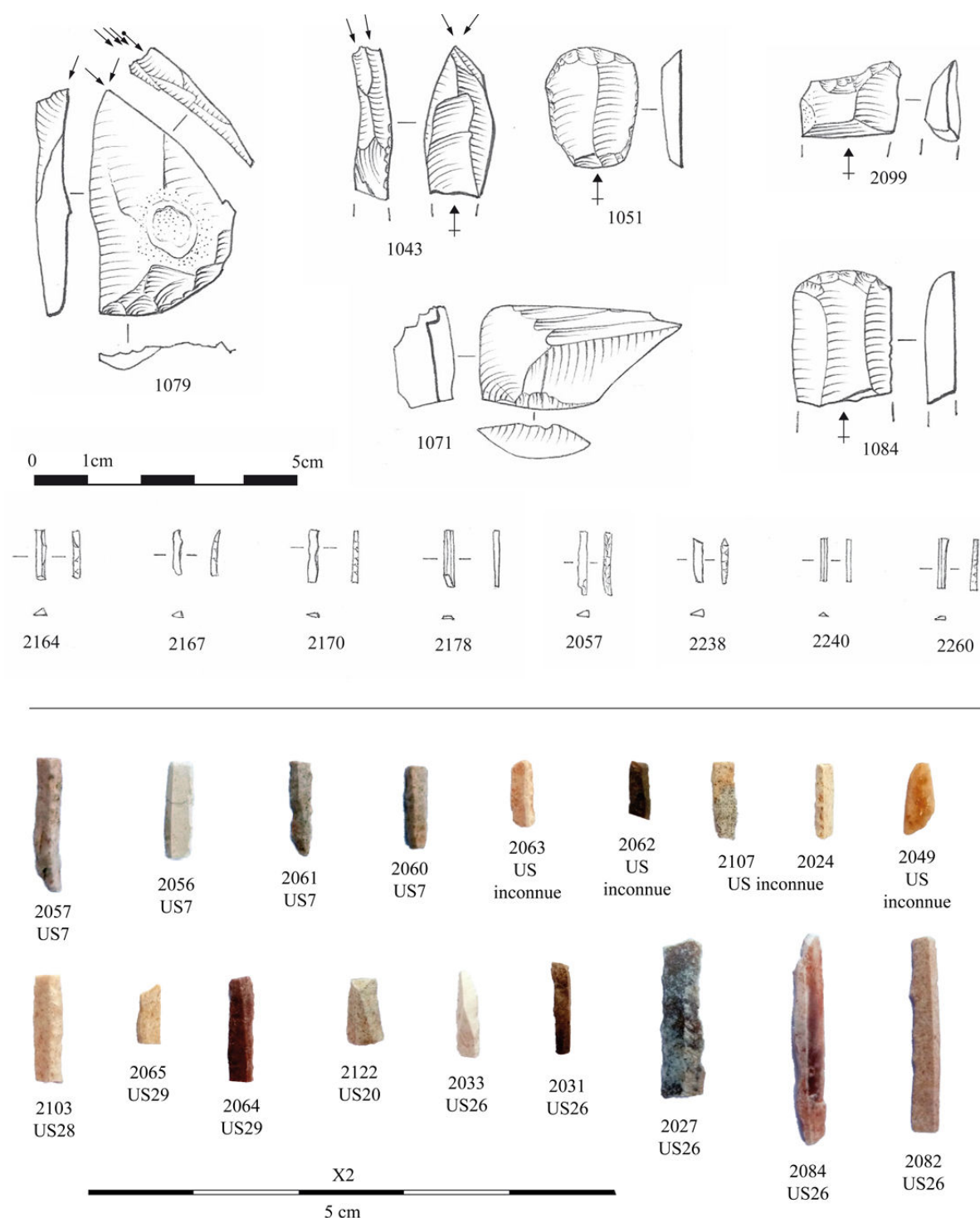


Figure 11 : paroi le long de la RD119, opération 2019, échantillon de l'ensemble lithique (Lelouvier *et al.* 2019, dessins P. Rouzo, clichés B. Bundgen).

Même si nous avons choisi de demeurer prudent sur l'attribution précise de ces ensembles au sein de la séquence magdalénienne, les deux lots étudiés évoquent volontiers un Magdalénien moyen comparable à plusieurs ensembles régionaux, eux-mêmes réunis au sein d'un même courant culturel couvrant une vaste zone du Sud-Ouest français aux Cantabres (Bégouën *et al.*, 2009, 2014, 2019 ; Lacombe, 1998, 1999, 2005 ; Lacombe et Conkey, 2010 ; Lacombe *et al.*, 2015 ; Langlais, 2010 et 2020 ; Langlais *et al.*, 2014 et 2016). Malgré la portée limitée des échantillons, on observe des tendances

d'approvisionnement sur une large échelle qui rappellent les choix économiques régulièrement observés dans plusieurs ensembles lithiques régionaux attribués au Magdalénien moyen et supérieur (Simonnet, 1985, 1996, 1999, 2002, 2003b ; Simonnet *et al.*, 1990 ; Lacombe, 1998, 1999, 2005 ; Langlais, 2007 et 2010 ; Bégouën *et al.*, 2009, 2014, 2019 ; Lacombe et Conkey, 2010 ; Sterling 2014, 2016 ; Lacombe *et al.*, 2015 ; Langlais *et al.*, 2016). Il s'agit alors de questionner la part d'investissement de chaque matériau siliceux depuis un domaine lointain, régional ou local, de manière à identifier des récurrences notamment vis-à-vis de la segmentation des produits en silex allochtones au sein de la chaîne opératoire ; ces choix particuliers, qui ont pu être mis en évidence dans certains sites régionaux, notamment à l'égard des productions laminaires en silex du Bergeracois (Lacombe et Conkey, 2010) pourraient permettre de discuter plus finement des implications culturelles (Langlais et Pétilion, 2019). Quelques exemples succincts à partir des lots 1 et 2 permettent d'introduire ces perspectives : dans le lot 1, on observe une sélection de matériaux allochtones dévolus à l'outillage et à un débitage lamellaire spécifique, associée à une gestion d'appoint des matériaux locaux. Ces éléments ont été identifiés par exemple à la grotte d'Enlène pour le Magdalénien moyen (Lacombe, 1998, 1999, 2005 ; Bégouën *et al.*, 2019) ou, comme nous l'avons déjà évoqué, à Labastide par Robert Simonnet et Tiffany Lesage.

Le débitage lamellaire, illustré par la présence de nucléus sur tranche longitudinale d'éclat à encoches dans plusieurs contextes du Magdalénien moyen, par exemple au Portel, à Isturitz et Duruthy (Baills, 1998 ; Dachary, 2002 ; Langlais, 2008 et 2010 ; Lesage, 2008), est ici reconnu dans les collections J.-J. Pouech. Certains ensembles lithiques du Magdalénien moyen dans sa phase récente à lamelles à dos étroites et parfois appointées se distinguent de ceux à triangles scalènes dans le Sud-Ouest français et les Cantabres (Langlais, 2010 et 2020). Ce type de lamelles à dos étroites semble ainsi documenté dans le lot 1. Le schéma opératoire de production de ces armatures étroites sur tranche d'éclat est ainsi documenté à Montespan, Isturitz, Enlène, Labastide, et au Tuc d'Audoubert (Lacombe, 1998, Langlais, 2007, 2008, 2010 ; Langlais et Lacombe *in* Bégouën *et al.*, 2009 ; Sterling, 2009). La caractérisation des lots 1 et 2 montre une relative correspondance des signaux techno-typologiques avec un Magdalénien moyen de phase récente, soit entre 16 000 et 18 000 cal. BP² à l'échelle macro-régionale (Langlais *et al.*, 2016).

Ces indices tenus d'attribution culturelle sont à pondérer au regard de l'intégrité des ensembles archéologiques ; rappelons que l'ensemble lithique du lot 1 est associé à un niveau de remblai dont l'homogénéité culturelle est discutable. Cela pourrait indiquer un probable mélange lors de remaniements post-dépositionnels. D'autre part, les collections Pouech regroupe deux échantillons de collecte biaisés dont l'origine stratigraphique est incertaine et dont l'attribution culturelle oscille entre Magdalénien moyen et supérieur. Rappelons ici que les restes tenus d'un niveau archéologique surmontant les couches du Magdalénien moyen ont été identifiés dans le sondage 3 en 2014 (cf. localisation figure 4).

² Chronologie relative appliquée sur un modèle global de développement des faciès culturels du Magdalénien moyen dans le sud-ouest franco-cantabrique, sur la base de datations radiocarbone d'ensembles archéologiques et de révisions d'archéo-séquences, d'étude des cortèges fauniques, de données techno-typologiques et stylistiques d'industrie lithique/osseuse/parure, et d'analyses de provenance des matières premières ; *in* MAGDATIS project, Costamagno *et al.*, 2016 ; Barshay-Szmidt *et al.*, 2016. Rappelons ici les dates anciennement obtenues au Mas d'Azil, dans la galerie des Silex : 13 400 +/- 1000 BP (Gif-5679), 13 200 ± 100 BP (Gif-5680) et dans la salle Piette : 13640 ± 110 BP (Gif-5522) (Alteirac et Bahn 1982), ce qui nous situerait entre 17 000 et 16 000 BP en années calibrées.

Une datation radiocarbone confirme la présence de vestiges plus récents (Beta-322955 : 11620 ± 50 conventionnel BP, soit 13580-13360 intcal09 BP à 2 sigma, Jarry *et al.*, 2013), conformément d'ailleurs à la séquence relevée par Piette puis par Breuil à proximité immédiate. En l'absence de stratigraphie, ils pourraient avoir été mélangés aux couches sous-jacentes dans les collections anciennes et bien sûr dans les remblais.

Pour le niveau anthropique du sondage 4, le Magdalénien moyen est reconnu par la présence d'une perle en lignite (Jarry *et al.*, 2014 et 2016). De tels éléments ont en effet été signalés dans l'horizon magdalénien de base en rive droite correspondant au Magdalénien moyen (Breuil, 1903 ; Péquart M. et S.-J., 1942), tandis que ces éléments sont très présents dans les contextes pyrénéens magdaléniens comme à Marsoulas et Enlène (Peschaux C. et Ranlett S. D., *in* Bégouën *et al.*, 2019) où ils constituent aussi un marqueur du Magdalénien moyen. Des plaquettes de grès, déjà mentionnées par J.-J. Pouech et ses contemporains, sont observées dans le remblai homogène et le niveau anthropique du sondage 4 (Jarry *et al.*, 2016) ; ces éléments observés de manière récurrente au Mas d'Azil se retrouvent dans plusieurs contextes pyrénéens attribués au Magdalénien moyen, où ils renvoient parfois à des espaces structurés, comme à Enlène et Peyre-Blanque (Lacombe *et al.*, 2015 ; Bégouën *et al.*, 2019). Quoi qu'il en soit, seule la fouille d'un tel niveau archéologique « en place » dans la salle du Théâtre pourrait permettre d'apporter de nouveaux éléments de discussion.

Des recherches à poursuivre...

Dans le cadre de la reprise des recherches dans la grotte du Mas d'Azil, les travaux réalisés notamment dans le secteur du Théâtre en rive droite ont été l'occasion d'effectuer un retour sur les collections et les archives de J.-J. Pouech conservées à Pamiers. C'est une opportunité d'analyser les sélections opérées anciennement, et donc de préciser les biais affectant les séries anciennes. Au-delà de cette étude test, c'est l'occasion de présenter une série inédite provenant de la grotte du Mas d'Azil. Les recherches actuelles ont permis de revenir sur des secteurs anciennement fouillés, notamment par F. Garrigou, F. Régnault, E. Piette, H. Breuil, J. Mandement, M. et S.-J. Péquart et A. Alteirac. Ainsi notamment, la reconnaissance de restes de niveaux archéologiques attribués au Magdalénien dans le sondage 3 du secteur de la Rotonde, dans la salle Stérile au sortir de la galerie des Silex, ou encore dans la salle Piette le long de la tranchée exploratoire des fouilles A. Alteirac, pourrait déboucher sur la possibilité d'étudier de nouveaux échantillons.

Ainsi, un prélèvement a pu être opéré en 2012 dans le secteur de la salle Piette, à partir des sédiments issus du démantèlement de la brèche présente au sud-ouest de la salle ou de niveaux archéologiques qui ruissellent depuis les galeries supérieures (Jarry *et al.*, 2017b, figure 10). Une quinzaine de seaux de sédiments ont pu être tamisés ; et le matériel, comprenant 2089 pièces lithiques et 3983 vestiges osseux, est encore en cours d'étude. Avec les réserves nécessaires quant à l'homogénéité de la série, l'étude préliminaire permet de l'attribuer au Magdalénien *sensu lato*. Dans le détail, les approches archéopétrographiques et typologiques autorisent une attribution resserrée au Magdalénien moyen classique (Lacombe *in* Jarry *et al.* 2017b). En effet, ces caractéristiques de l'industrie sont très convergentes avec celles des industries de la salle du Fond d'Enlène (Lacombe, 1998). Notons ici la datation inédite de deux échantillons provenant de la salle Piette au sein de deux niveaux archéologiques en place dans la partie sud de la coupe ouest de la tranchée Alteirac, et qui cadrerait très bien avec cette interprétation (Jarry *et al.*, 2017b) : $13\,340 \pm 50$ BP (Beta-322958), et $13\,750 \pm 50$ BP (Beta-322957) soit respectivement

16 750-16 540 et 16 970-16 850 intcal09 BP. Si ces résultats donnent une fourchette en accord avec les données chronologiques contemporaines du Magdalénien moyen de phase récente à l'échelle macro-régionale (Langlais *et al.*, 2016), il pourra être cependant discuté de la contemporanéité des niveaux archéologiques de remplissage de la salle Piette vis-à-vis de ceux reconnus dans la salle du Théâtre, par exemple au sondage 4.

Un autre point de comparaison sera à rechercher avec les résultats des fouilles réalisées récemment le long de la paroi de la route RD119 entre le porche d'entrée sud et la salle du Théâtre. En effet, une fouille réalisée par l'INRAP dans le cadre de travaux d'aménagement en bordure de route le long de la paroi a mis au jour de nouveaux éléments archéologiques attribués au Magdalénien. Ces nouvelles données sont très importantes afin de comprendre l'implantation de ces groupes préhistoriques au sein de la grotte et notamment en rive droite (Lelouvier *et al.*, 2016, 2018 et 2019, Jarry *et al.*, 2019). Lors de cette intervention, un niveau archéologique stratifié à structure de combustion comprenant du matériel lithique et osseux, des éléments de parure, des restes fauniques ainsi que des matières colorantes a pu être attribué au Magdalénien moyen (figure 11). Le mobilier archéologique tend à montrer une correspondance avec une industrie de phase récente du Magdalénien moyen, et les datations radiocarbone à venir appuieront probablement cette hypothèse. L'industrie lithique comporte des éléments propices à un rapprochement techno-typologique avec d'autres ensembles, tels que le matériel du sondage 4 (Beauvais, 2016) et le matériel lithique de la salle Piette (cf. *supra*). Celle-ci, homogène et cohérente, est composée d'une production lamino-lamellaire réalisée avec une nette économie des matières premières, à partir de matériaux variés et issus parfois de régions lointaines (Dordogne, Charente...). Ainsi, les silex d'origines lointaines sont souvent introduits sous forme d'outils, notamment des armatures microlithiques mais aussi des burins ou grattoirs, ou sous forme de grandes lames, tandis que l'outillage peu élaboré est produit à partir de silex d'origine locale ou régionale. L'étude du matériel lithique, sur lequel il faudra revenir, souligne donc des stratégies d'acquisition de matériaux assez complexes, et qui ne manquent pas de rappeler celles déjà décrites pour des industries notamment de la phase moyenne du Magdalénien (Simonnet, 1996, 2002 ; Simonnet *et al.*, 1990 ; Lacombe, 1998, 1999, 2005 ; Bégouën *et al.*, 2009, 2014 et 2019 ; Langlais, 2010 ; Sterling, 2016).

Cependant, si des similitudes fortes existent, des différences entre le lot 1 (sondage 4) et le matériel lithique de ces fouilles récentes sont intéressantes à noter, notamment en ce qui concerne la variabilité technologique des armatures microlithiques. En effet, les lamelles à dos étroites sont exclusives dans le lot 1, alors que le matériel lithique des fouilles préventives montre l'association de morphotypes à triangles scalènes et à lamelles à dos étroites (Bungden *in* Lelouvier *et al.*, 2019). L'usage des triangles scalènes et des lamelles à dos étroites se rencontre de manière synchrone et marque une certaine spécificité par leur association dans plusieurs sites contemporains attribués au Magdalénien de phase récente (Langlais, 2008 et 2020 ; Langlais *et al.*, 2016 ; Langlais et Pétillon, 2019) depuis le Lot jusqu'aux Cantabres. Ces éléments typologiques se retrouvent dans plusieurs contextes régionaux notamment à Peyre Blanque en abondance (Lacombe *et al.*, 2015) et dans les Pyrénées-Atlantiques dans la grotte Tastet (Langlais et Pétillon, 2019). L'usage des morphotypes scalènes peut aussi être perçu comme une continuité technique entre le Magdalénien moyen et le Magdalénien supérieur malgré les différences d'investissement dans la retouche entre grandes lamelles scalènes et triangles, puisque le type « scalène » se retrouve sur une tranche chronologique large.

Ces éléments reflètent des choix techniques variés dans le domaine des équipements de chasse et constituent un élément de réflexion qui demande à être approfondi ; à cette fin, on ne peut que regretter que le matériel lithique des lots 1 et 2 soit issu d'ensembles archéologiques aux biais multiples, demeurant donc difficile à appréhender de manière isolée pour discuter des choix techno-économiques adoptés par les Magdaléniens du Mas d'Azil. Discuter de l'attribution chrono-culturelle de ces ensembles apporte cependant de nouveaux éléments de comparaison avec des analyses réalisées sur des ensembles similaires et provenant de fouilles anciennes et récentes. Il s'agit également de confronter ces éléments de caractérisation du matériel lithique avec d'autres éléments de mobilier archéologique, notamment les registres graphiques de cette phase. La comparaison des éléments technologiques de l'industrie lithique avec leurs homologues de l'industrie osseuse et de la parure pourra à l'avenir être discutée en bénéficiant de nouvelles données primaires. Cette perspective, déjà initiée à l'échelle macro-régionale (Bahn, 1984 ; Clottes, 1989 ; Bégouën *et al.*, 2009, 2014 et 2019 ; Langlais et Pétillon, 2019 ; Langlais, 2020), devrait offrir une base de comparaison renouvelée pour les traditions culturelles du Magdalénien moyen à l'échelle pyrénéenne. En cela, les données issues des recherches récentes menées dans la grotte du Mas d'Azil, ainsi que le retour raisonné sur les collections anciennes, apporteront des informations qui ne manqueront pas d'enrichir le débat.

Remerciements : Une partie de ce travail s'inscrit dans le cadre d'un mémoire universitaire de Master I réalisé à l'Université Toulouse Jean-Jaurès par l'un d'entre nous en 2016 (P.-A. B.). Nous adressons nos remerciements à M. Fabre pour l'accès gracieux aux collections Pouech du collège Jean XXIII. Cette étude intervient également suite à une communication réalisée lors du colloque « l'abbé J.-J. Pouech et les débuts de la Préhistoire en Ariège » le 29/06/2019 à Pamiers sous la direction de B. Marquebielle (TRACES-UMR 5608) et I. Leduc (Musée départemental de l'Ariège) et grâce à la bienveillance du Diocèse de Pamiers. Tous nos remerciements vont également à Mathieu Langlais et à Jean-Marc Pétillon pour leurs conseils.

Bibliographie

- ANGEVIN R., LANGLAIS M., 2009. Où sont les lames ? Enquête sur les « caches » et « dépôts » de lames du Magdalénien moyen (15 000-13 500 BP), in Bonnardin S., Hamon C., Lauwers M., et Quilliec B. (dir.), *Du matériel au spirituel : réalités archéologiques et historiques des « dépôts » de la Préhistoire à nos jours*, 30e Rencontres internationales d'Archéologie et d'Histoire (Antibes-Juan-les-Pins, 16-18 octobre 2008), APDCA, pp. 223-242.
- ALTEIRAC A. & VIALOU D., 1984. La grotte du Mas d'Azil, in *L'art des cavernes, Atlas des grottes ornées paléolithiques françaises*, Paris, Imprimerie nationale, Atlas archéologique de la France, pp. 389-394.
- BAHN, P., 1984. *Pyrenean Prehistory: A Palaeoeconomic Survey of the French Sites*. Aris and Phillips, Ltd., Wiltshire.
- BAILLS H., 1998. Approche statistique des industries de la grotte ornée du Portel (Loubens-Ariège). *L'Anthropologie* 102, p. 265-292.
- BARRAGUÉ J., BARRAGUÉ E., JARRY M., FOUCHER P., SIMONNET R., 2001. Le silex du Flysch de Montgaillard et son exploitation sur les ateliers du Paléolithique supérieur à Hibarette (Hautes-Pyrénées), *Paléo*, 13, pp. 29-52.
- BARSHAY-SZMIDT C., PETILLON J.-M., COSTAMAGNO S., LAROUANDIE V., LANGLAIS M., MALLYE J.-B., HENRY-GAMBIER D., BOUDADI-MALIGNE M., KUNTZ D., 2016. New Extensive Focused AMS ¹⁴C Dating of the Middle and Late Magdalenian in the Western Aquitaine/Pyrenean Region of France (ca. 19-14 Ky cal. BP). Goals, Methodology and Overall Trends Regarding Chronology in the MAGDATIS project, *Quaternary International*, 414, pp. 62-91.
- BAYLE des HERMENS (de) R. et VIALOU D., 1979. Étude d'une série magdalénienne inédite du Mas d'Azil (Ariège), *L'Anthropologie*, Paris, t. 83, n°4, pp. 556-583.
- BEAUVAIS P.-A., 2016. *Étude d'un assemblage lithique du Magdalénien moyen; Le sondage Pouech du Mas d'Azil*, mémoire de Master I, Université Toulouse-Jean-Jaurès, 110 p.
- BÉGOUËN R., FRITZ C., TOSELLO G., CLOTTES J., PASTOORS A., FAIST F. (dir.), avec la collab. de BOURGES F., FOSSE Ph., LACOMBE S. et LANGLAIS M., 2009. *Le sanctuaire secret des Bisons. Il y a 14 000 ans dans la caverne du Tuc d'Audoubert*, Montesquieu-Avantès, Association Louis Bégouën – Paris, Somogy, 415 p.
- BÉGOUËN R. (dir.), CLOTTES J., FERUGLIO V., PASTOORS A., LACOMBE S., HANSEN J., BERKE H., van KOLFSCHOTEN T., EASTHAM A., KEHL M., PLISSON H., LESCAT M.-P., BOURGES F., DAVID R., BÉGOUËN E. et BÉGOUËN M.-B., 2014. *La caverne des Trois Frères. Anthologie d'un exceptionnel sanctuaire préhistorique*, Somogy Editions d'Art, Paris, 247 p.
- BÉGOUËN R., PASTOORS A., CLOTTES J. (dir.), avec la collab. De AVERBOUH A., BÉGOUËN E., BERKE H., BERTRAND A., BIROUSTE C., BLUMENRÖTHER J., BOURDIER C., BOUGARD E., BOURGES F., COSTAMAGNO C., DUBREUCQ E., DUCASSE S.,

- ELALOUF J.-M., FERUGLIO V., FOUCHER P., HANSEN J., MARSOULIER-KERGOAT M.-C., MAKSDUD F., O'HARA J., PESCHAU C., RANLETT S., SAN-JUAN-FOUCHER C., UTGE J., TAFELMAIER Y., et ULRICH W., 2019. *La grotte d'Enlène, immersion dans un habitat magdalénien*, Association Louis Bégouën – Paris, Somogy, 455 p.
- BON F., avec la collab. de CHAUVAUD D., DARTIGUEPEYROU S., GERDERE P., KLARIC L. et MENSAN R., 2002. Les ressources en silex de la Chalosse centrale : gîtes et ateliers du dôme diapir de Bastennes-Gaujacq et de l'anticlinal d'Audignon. In : *Comportements techniques et économiques des sociétés du Paléolithique supérieur dans le contexte pyrénéen. Les ressources minérales en contexte pyrénéen*, Rapport du Projet Collectif de Recherche (N. Cazals, resp.), pp. 47-58.
- BON F., CHAUVAUD D., DARTIGUEPEYROU S., GARDERE P., MENSAN R., 1996. La caractérisation du silex de Chalosse, *Antiquités Nationales*, n° 28, p. 33-38.
- BREUIL H., 1902. Rapport sur les fouilles de la grotte du Mas d'Azil (Ariège), *Bulletin archéologique du Comité des travaux historiques et scientifiques*, pp. 3-27.
- BREUIL H. 1903. Rapport sur les fouilles de la grotte du Mas d'Azil (Ariège), *Bulletin archéologique du Comité des travaux historiques et scientifiques*, pp. 421-438.
- BREUIL H., 1913. Les subdivisions du Paléolithique supérieur et leur signification. In *Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistoriques*, Compte Rendu de la 14e Session, Genève, 1912, 1. Kündig, Genève, pp. 165-238.
- BREUIL H., 1937. Les subdivisions du Paléolithique supérieur et leur signification, compte rendu de la 14e Session du Congrès international d'Anthropologie et d'Archéologie préhistoriques, Genève, 1912, Albert Kündig, pp. 165-238.
- BRÉZILLON M., 1968. *La Dénomination des objets de pierre taillée : matériaux pour un vocabulaire des préhistoriens de langue française*, Éditions du Centre national de la recherche scientifique, Paris, 411 p.
- CARTAILHAC E., 1892. Les fouilles de M. Ed. Piette dans la Grotte du Mas d'Azil (Ariège). *Bulletin de la Société des Arts et Lettres de l'Ariège*, vol. 4, n°9, pp. 231-239.
- CAUX S., 2015. *Du territoire d'approvisionnement au territoire culturel. Pétroarchéologie et techno-économie du silex Grain de mil durant l'Aurignacien dans le Sud-ouest de la France*, thèse de doctorat, université de Bordeaux, 250 p.
- CAUX S., BORDES J.-G., 2016. Le silex Grain de mil, ressource clé du Sud-Ouest de la France au Paléolithique : caractérisation pétroarchéologique et clé de détermination en contexte archéologique, *Paléo*, 27, pp. 105-131.
- CHALARD P., BON F., BRUXELLES L., DUCASSE S., TEYSSANDIER N., RENARD C., GARDÈRE P., GUILLERMIN P., LACOMBE S., LANGLAIS M., MENSAN R., NORMAND C., SIMONNET R., et TARRIÑO A., 2010. Chalusse type flint: exploitation and distribution of lithologic marker during the Upper Paleolithic, Southern France, in Brewer-Laporta M., Burke A. L. et Field D. (dir.), *Prehistoric Mines and Quarries: a Transatlantic Perspective*, Actes des sessions posters présentées au colloque de la SAA, Porto-Rico, avril 2006, Oxford, Oxbow Books, pp. 13-22.
- CLOTTE J., 1989. Le Magdalénien des Pyrénées, in : *Le Magdalénien en Europe. Actes du Colloque de Mayence*, 1987, pp. 281-360. Liège, Université de Liège. E.R.A.U.L. 38.
- COLONGE D., CHALARD P., BILOTTE M., DUCASSE S., PLATEL J.-P., 2011. Nouvelle découverte d'un gîte à silex à Lepidorbitoides dans le Sud-Ouest de la France (Saint-Aubin, Gers) et implications archéologiques, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 108, 3, pp. 561-563.
- COSTAMAGNO S., BARSHAY-SZMIDT C., KUNTZ D., LAROUANDIE V., PÉTILLON J.-M., BOUDADI-MALIGNE M., LANGLAIS M., MALLIE J.-B., CHEVALLIER A., 2016. Reexamining the Timing of Reindeer Disappearance in Southwestern France in the Larger Context of the Late Glacial Faunal Turnover, *Quaternary International*, 414, pp. 34-61.
- DACHARY M., 2002. *Le Magdalénien des Pyrénées occidentales (Ph. Dissertation)*. Université Paris X-Nanterre, 314 p.
- DELPORTE H., 1979. Le Mas d'Azil : ses industries d'après la collection Piette. Étude préliminaire, in Sonnevile-Bordes de D. (dir.), *La fin des temps glaciaires en Europe. Chronostratigraphie et écologie des cultures du Paléolithique final*, Colloque de Talence, 1977. Paris, CNRS, pp. 615-621.
- DEMARS P.-Y., 1998. Circulation des silex dans le nord de l'Aquitaine au Paléolithique supérieur : l'occupation de l'espace par les derniers chasseurs-cueilleurs, *Gallia préhistoire*, 40, pp. 1-28.
- EVARD 1863. 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*, t. VI, 4ème série, 2ème semestre, pp. 37-48.
- FOUCHER P., 2013. L'économie du silex dans les Pyrénées : panorama général des sources de matières premières siliceuses et leur exploitation dans le Gravettien pyrénéen, *Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées*, t. LXVIII, 2013, pp. 57-72.
- FRITZ C., TOSELLO G., SAUVET G., 2007. Groupes ethniques, territoires, échanges: la « notion de frontière » dans l'art magdalénien, in CAZALS N, GONZÁLEZ URQUIJO J., et TERRADAS X., *Frontières naturelles et frontières culturelles dans les Pyrénées préhistoriques*, actes de la Table-ronde, Tarascon-sur-Ariège, mars 2004, Monographías del IIPC, Publican editiones, Santander, pp. 164-181.
- GARRIGOU F., 1867. Etude stratigraphique de la caverne du Mas d'Azil et ses cavernes des divers âges dans la vallée de Tarascon (Ariège), *Bulletin de la Société Géologique de France*, 24, 1867, pp. 492-497.
- GLORY A., SIMONNET R., SIMONNET G., 1947. Une cachette magdalénienne de grandes lames en silex dans les Hautes-Pyrénées (Grotte de Labastide), *Bulletin de la Société préhistorique de France*, 44, n°5-6, pp. 174-178.
- GRUBERT M. (coord.), CONSTANS G., COSTAMAGNO S., LADIER E., MENSAN R., PÉTILLON J.-M., 2017. *Nouveaux regards sur le Magdalénien moyen et supérieur de la vallée de l'Aveyron, Rapport d'opération archéologique, Prospection thématique (PRT)*, SRA Toulouse, 116 p.
- JARRY M., 2015. Le Mas d'Azil, grotte : cartographie archéologique et géoarchéologie, prospection thématique. *Bilan Scientifique de la Région Midi-Pyrénées*, 2014, Ministère de la Culture et de la Communication, D.R.A.C, S.R.A. de Midi-Pyrénées, p. 37-41.
- JARRY M., BRUXELLES L., FRITZ C., MARTIN H., RABANIT M., ARRIGHI V., CALLEDE F., et SALGUES T., 2012. *Grotte du Mas d'Azil, Tranche 1 – traversée de la route*. Rapport d'opération, diagnostic archéologique, INRAP GSO, 2012, 98 p.
- JARRY M., BON F., BRUXELLES L., FRITZ C., LACOMBE S., LELOUVIER L.-A., MARTIN H., RABANIT M., SIMONNET R., WATTEZ J., 2013a. *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 M., BON F., BRUXELLES L. (dir.), 2013b. *La grotte du Mas d'Azil, cartographie archéologique et géoarchéologie*. Prospection thématique, rapport d'activités pour l'année 2013, 2013, 148 p.
- JARRY M., BON F., BRUXELLES L., PALLIER C. (dir.), 2014. *La grotte du Mas d'Azil, Cartographie archéologique et géoarchéologie*. Prospection thématique, rapport d'activités pour l'année 2014, 206 p.
- JARRY M., PALLIER C., BRUXELLES L., BON F. (dir.), 2015. *La grotte du Mas d'Azil, Cartographie archéologique et géoarchéologie*. Prospection thématique, rapport d'activités pour l'année 2015, 266 p.
- JARRY M., BON F., BRUXELLES L. (dir.), 2016. *La grotte du Mas d'Azil, Cartographie archéologique et géoarchéologie*. Prospection thématique, rapport d'activités pour l'année 2016, 257 p.
- 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., 2017a. L'Aurignacien de la grotte du Mas d'Azil, résultats des opérations 2011-2015, *Actualités scientifiques, Bulletin de la Société Préhistorique Française*, pp. 575-579.
- JARRY M., PALLIER C., BRUXELLES L., LACOMBE S., MARTIN H., LE PLAT M., 2017b. *Grotte du Mas d'Azil, Le Mas d'Azil, Ariège, Tranche 2.2 : parcours de visite*. Rapport final d'opération, diagnostic archéologique, Inrap Grand-Sud-Ouest, 2017, 124p.
- JARRY M., BON F., BRUXELLES L., PALLIER C. (dir.), 2019. *La grotte du Mas d'Azil, Cartographie archéologique et géoarchéologie*. Prospection thématique, rapport d'activités pour l'année 2019, 140 p.
- LACOMBE S., 1998. *Préhistoire des groupes culturels au Tardiglaciaire dans les Pyrénées centrales. Apports de la technologie lithique*, Thèse de doctorat, université de Toulouse-Le Mirail, France, 385 p.
- LACOMBE S., 1999. Stratégies d'approvisionnement en silex au Tardiglaciaire. L'exemple des Pyrénées Centrales françaises. *Préhistoire ariégeoise, Bulletin de la Société préhistorique Ariège-Pyrénées*, 1998, 53, pp. 223-266.
- LACOMBE S., 2005. Territoires d'approvisionnement en matières premières lithiques au Tardiglaciaire. Remarques à propos de quelques ensembles pyrénéens, in Jaubert, J., Barbaza, M. (dir.), *Territoires, déplacements, mobilité, échanges durant la Préhistoire*, 126e Congrès du CTHS, Toulouse, 2001. Ed. CTHS, Paris, pp. 329-353.
- LACOMBE S., CONKEY M., 2010. Séjours pérennes entre les grottes : une archéologie de répartition et du paysage dans la région Midi-Pyrénées (France). *Bulletin de la Société Ariège-Pyrénées*, T.LXIII (Actes du Colloque International : *Art Rupestre et Communication. Espaces symboliques et territoires culturels*, Toulouse, June 2005), pp. 93-108.
- LACOMBE S., STERLING K., CONKEY M. W., et DIETRICH W., 2015. Le site de plein air de Peyre Blanque (Fabas, Ariège) : un jalon original du Magdalénien dans le Sud-Ouest de la France, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 112, n°2, pp. 235-268.
- LANGLAIS M., 2007. *Dynamiques culturelles des sociétés magdaléniennes dans leurs cadres environnementaux. Enquête sur 7 000 ans d'évolution de leurs industries lithiques entre Rhône et Ebre*, thèse de doctorat, co-tutelle des universités de Toulouse-Le Mirail et Barcelone, 550 p.
- LANGLAIS M., 2008. Chronologie et territoires au Magdalénien entre le Rhône et l'Ebre : l'exemple des armatures lithiques, in J.-M. Pétillon, M. H. Dias-Merino, P. Cattelain, M. Honegger, C. Normand et N. Valdeyron (dir.), *Recherches sur les armatures de projectile du Paléolithique supérieur au Néolithique*, actes du Colloque 83, 15e Congrès de l'IUSPP (Lisbonne, 4-9 septembre 2006), P@lethnologie, 1, pp. 220-249.
- LANGLAIS M., 2010. *Les sociétés magdaléniennes de l'isthme pyrénéen*, Paris, CTHS (Documents Préhistoriques, 26), 337 p.
- LANGLAIS M., 2020. Des segments chronoculturels au modèle archéo-stratigraphique du Magdalénien dans le Sud-Ouest français (21 000-16 000 cal. BP), in L. G. Straus et M. Langlais (dir.), *Magdalenian Chrono-Stratigraphic Correlations and Cultural Connections between Cantabrian Spain and Southwest France...and Beyond*, actes du 18e Congrès de l'UISPP, Colloque XVII-2, Séance de la Société préhistorique française, pp. 109-135.
- LANGLAIS M., et PETILLON J.-M., 2019. Les Pyrénées, une frontière pré-historiographique pour le Magdalénien ? Réflexions à partir du Magdalénien moyen de la Grotte Tastet (Sainte-Colome, Pyrénées-Atlantiques), in DESCHAMPS M., COSTAMAGNO S., RENARD C. et VALDEYRON N. (dir.), *actes du 142e Colloque du CTHS, Circulations montagnardes, circulations européennes* (Pau, 24-28 avril 2017), Paris, CTHS.
- LANGLAIS M., LAROUANDIE V., PÉTILLON J.-M., MALLYE J.-B., et COSTAMAGNO S., 2014. Évolution des sociétés magdaléniennes dans le sud-ouest de la France entre 18 500 et 14 000 cal. BP : reconstitution des environnements, reconfiguration des équipements, in CRETIN C., CASTEL J.-C. et Ferullo O. (dir.), session F, in J. Jaubert, N. Fourment, P. Depaepe (dir.), *Transitions, ruptures et continuités en Préhistoire*, 2, Paléolithique et Mésolithique, actes du 27e Congrès préhistorique de France (Bordeaux-Les Eyzies, 31 mai-5 juin 2010), Paris, Société Préhistorique Française, vol. 2, pp. 417-430.
- LANGLAIS M., SÉCHER A., CAUX S., DELVIGNE V., GOURC L., NORMAND C., SANCHEZ de la TORRE M., 2016. Lithic Tool Kits: A Metronome of the Evolution of the Magdalenian in Southwest France (19,000-14,000 cal. BP), *Quaternary International*, 414, pp. 92-107.
- LELOUVIER L.-A., PALLIER C., DAUSSY A., 2016. *La grotte du Mas d'Azil, Tranche 4 : paroi le long de la RD119*, Rapport d'opération, diagnostic archéologique, INRAP GSO, 80 p.
- LELOUVIER L.-A., PALLIER C., ARRIGHI V., MASSAN P., PUECH S., SANCHEZ V., 2018. *La grotte du Mas d'Azil, paroi le long de la RD119*, Compte-rendu (tranche ferme), INRAP GSO, 92 p.
- LELOUVIER L.-A. (dir.), ARRIGHI V., BON F., BUNDGEN B., CLAUD E., CONSTANS G., COSTAMAGNO S., FRITZ C., JARRY M., PALLIER C., PETILLON J.-M., POISSONNIER B., POTIN Y., STOETZEL E., 2019. *Grotte du Mas d'Azil, Paroi le long de la RD119*. Rapport d'opération de fouille archéologique, 2019, 306 p.
- LESAGE T., 2008. *Une production lithique d'individus du Magdalénien moyen en contexte de grotte profonde ornée : l'exemple de la grotte de Labastide (Hautes-Pyrénées)*, mémoire de master 1, université Toulouse II – Le Mirail.
- MORALA A., 1983. A propos des matières premières lithiques en Haut-Agenais, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 80, 6, p. 169.
- MORALA A., 2018. Les silicifications des bassins versants de la Dordogne et de la Vézère : évaluation des ressources lithologiques et implications archéologiques, *Paléo*, n° spé., MNP MCC, 105 p.
- MOULINE M.-P., 1983. Les accidents siliceux dans les calcaires lacustres du Castrais et de l'Albigeois, *Bulletin de la Société Géologique de la France*, 25 (1), pp. 51-56.
- NORMAND C., 1986. Inventaire des gîtes à silex de la Chalosse (1984-1985). Recherches de Préhistoire dans les Landes en 1985, *Bulletin de la Société de Borda*, 402, pp.133-140.
- NORMAND C., 2002. Les ressources en matières premières siliceuses dans la basse vallée de l'Adour et de ses affluents. Quelques données sur leur utilisation au Paléolithique supérieur, in Cazals (dir.), *Comportements techniques et économiques des sociétés du Paléolithique supérieur dans le contexte pyrénéen*, PCR, pp. 26-47.
- ONORATINI G., 1982. *Préhistoire, Sédiments, Climats du Würm III à l'Holocène dans le Sud-Est de la France*, Ed. CNRS, Paris.
- PALLIER C., JARRY M., BON F., CAMUS H., RABANIT M., BRUXELLES L., 2018. Evolution karstique, enregistrement sédimentaires et occupations humaines de la grotte du Mas d'Azil (Ariège, France), *Karstologia*, 68, pp. 31-38.
- PELEGRIEN J., 2000. Les techniques de débitage laminaire au Tardiglaciaire: critères de diagnose et quelques réflexions, in B. VALENTIN, P. BODU et M. CHRISTENSEN (dir.), *L'Europe centrale et septentrionale au Tardiglaciaire*, Table Ronde de Nemours, 1997, Mémoires du musée de Préhistoire d'Ile de France, t.7, pp. 73-86.
- PÉQUART M., PÉQUART S.-J., 1941. Nouvelles fouilles au Mas d'Azil (Ariège). *Préhistoire*, 8, 1941, pp. 7-42.
- PÉQUART M., et PÉQUART S.-J., 1942. Nouvelles découvertes dans la grotte du Mas d'Azil. *Bulletin de la Société Anthropologique de Paris*, t. II, IXème série, 1941, 1942, pp. 128-130.
- PIETTE E., 1895. Hiatus et lacune. Vestiges de la période de transition dans la grotte du Mas-d'Azil, *Bulletin de la Société d'anthropologie de Paris*, IV° Série. Tome 6, 1895. pp. 235-267.
- PIETTE E., 1907. *L'art pendant l'âge du renne*, Paris, Masson, 112 p. et 100 planches.
- REGNAULT F., 1876-1877. Grotte du Mas d'Azil, (Ariège), *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse*, pp. 128-133.

- RIGOLIN G., 2019. *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*, mémoire de Master II, université de Toulouse – université de Ferrare, inédit.
- SÉCHER A., 2017. *Traditions techniques et paléogéographie du Magdalénien moyen ancien dans le Sud-Ouest de la France (19 000-17 500 cal. BP). Des groupes humains à plusieurs visages ?* Thèse de doctorat, université de Bordeaux, Talence, 368 p.
- SÉRONIE-VIVIEN M., SÉRONIE-VIVIEN M.-R., et FOUCHER P., 2006. L'économie du silex au Paléolithique supérieur dans le Bassin d'Aquitaine. Le cas des silex à Lepidorbitoides des Pyrénées centrales. Caractérisation et implications méthodologiques, *Paléo*, 18, pp. 193-216.
- SIMONNET R., 1980. Emergence de la Préhistoire en Pays Ariégeois. Aperçu critique d'un siècle de recherches. *Bulletin de la Société Ariégeoise Sciences, Lettres et Arts*, Tome XXV, pp. 5-80.
- SIMONNET R., 1981. Carte des gîtes à silex des Pré-Pyrénées. In : *Préhistoire du Quercy dans le contexte Midi-Pyrénées*, XXIème Congrès Préhistorique de France, Montauban-Cahors, sept. 79., Vol.1, pp. 308-323.
- SIMONNET R., 1982. Grandes lames de silex dans le Paléolithique supérieur des Pyrénées centrales, *Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège*, t. XXXVII, pp. 61-106.
- SIMONNET R., 1985. Le silex du Magdalénien final de la grotte des Églises dans le bassin de Tarascon-sur-Ariège. *Préhistoire ariégeoise, Bulletin de la Société préhistorique Ariège-Pyrénées*, 40, pp. 71-97.
- SIMONNET R., 1992. Le chanoine Pouech, préhistorien de la première heure. In : *Jean-Jacques Pouech*, actes du colloque, Pamiers 16-17 octobre 1992, 1992, p. 55-63.
- SIMONNET R., 1996. Approvisionnement en silex au Paléolithique supérieur ; déplacements et caractéristiques physiologiques des paysages, l'exemple des Pyrénées centrales, *Pyrénées préhistoriques. Arts et sociétés*. Editions du CTHS, actes du 118ème colloque, Pau 1993, pp. 117-128, 10 fig.
- SIMONNET R., 1998. Le silex et la fin du Paléolithique supérieur dans le bassin de Tarascon-sur-Ariège, *Préhistoire Ariégeoise, Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège*, vol 53.
- SIMONNET R., 1999. De la géologie à la Préhistoire : le silex des Pré-pyrénées, résultats et réflexions sur les perspectives et les limites de l'étude des matières premières lithiques, *Paleo*, n°11, décembre, pp. 71-88.
- SIMONNET R., 2002. De la lithothèque à la grotte ornée. Espace réel et espace imaginaire, *Bulletin de la Société préhistorique Ariège-Pyrénées*, 2001, 56: 73-77.
- SIMONNET R., 2003a. Le silex dans le bassin sous-pyrénéen de la Garonne. Compléments, *Bulletin de la Société préhistorique Ariège-Pyrénées*, 2002, 57, pp. 113-170.
- SIMONNET R., 2003b. Le silex du Magdalénien de la grotte de La Vache, in *La grotte de La Vache*, (Clottes, J. & Delporte, H., Eds.), Vol. 1, Ministère de la Culture, 142-150.
- SIMONNET G., SIMONNET L. et SIMONNET R., 1990. Art mobilier et art pariétal à Labastide, in *L'art des objets au Paléolithique. L'art mobilier et son contexte*. Tome 1: *L'art mobilier et son contexte*, Actes du premier colloque international sur l'art mobilier paléolithique, Foix-Mas d'Azil, nov. 1987, pp. 173-187.
- SONNEVILLE-BORDES D., (de) 1953. Le Paléolithique supérieur du Plateau Baillard à Gavaudun, Lot-et-Garonne, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 50, 5-6, pp. 356-364.
- STERLING K., 2009. *Learning and Stone Tool Production: A Case from the Magdalenian French Pyrénées*. VDM Verlag, Saarbrücken, Germany.
- STERLING K., 2014. Social Landscapes of the Late Palaeolithic: Marking Meaning in the Magdalenian. *European Journal of Archaeology*. 18 :3, pp. 380-401.
- STERLING K., 2016. De la géographie sociale en archéologie paléolithique : Concepts et apports du Magdalénien des Pyrénées. *L'Anthropologie* 120(5), pp. 441-463.
- TURQ A., MORALA A., 2013. Inventaire des silicifications du Quercy, de ses marges et des marqueurs lithologiques du nord-est aquitain : synthèse des données, *Paléo*, suppl. 4, pp. 159-180.

Annexe 5 – Article à paraître – Jarry *et al.*

À paraître dans la revue « Préhistoire, Art et Sociétés » de la Société préhistorique de l'Ariège

La grotte du Mas d'Azil (Ariège, France), histoires anciennes et recherches récentes

Par Marc Jarry(1)(2), François Bon(2)(3), Yann Potin(4), Marc Comelongue(5), Pauline Ramis(6), Laurent Bruxelles(1)(2)(7), Laure-Amélie Lelouvier (1)(2) et Céline Pallier(1)(2)

1) Inrap ; 2) Traces UMR5608 ; 3) Université de Toulouse Jean Jaurès ; 4) Archives Nationales ; 5) Toulouse Métropole ; 6) Grottes & Archéologies ; 7) Cnrs. Contact : marc.jarry@inrap.fr

Résumé :

Nous proposons ici une synthèse historiographique de la grotte du Mas d'Azil, en Ariège, dans les Pyrénées françaises, des premiers témoignages jusqu'à la présentation du programme de recherches pluridisciplinaire en cours. Cette cavité, est un haut lieu de la Préhistoire, célèbre pour sa contribution à la connaissance des périodes récentes du Paléolithique, mais pas seulement. Les recherches menées en son sein au XIXe siècle participent à la naissance même de la science préhistorique. Elles se poursuivent aujourd'hui, aussi bien en archéologie programmée qu'en archéologie préventive. Avant cette histoire somme toute très récente du monument, celle où les regards de divers scientifiques, d'ingénieurs des ponts et chaussées puis de touristes se sont superposés sur lui, qu'en était-il ? Nous disposons de quelques traces archivistiques, mais elles sont malheureusement rares, pour l'instant, au regard de la monumentalité de cet objet naturel.

Mots clés : Pyrénées, Archéologie, Karstologie, Recherche, Historiographie.

Pour une introduction à une histoire de la grotte

Les mentions anciennes de la grotte du Mas d'Azil (Ariège, France) sont, à notre connaissance, relativement rares. Une enquête archivistique approfondie serait nécessaire pour rechercher les éventuels documents d'époque médiévale et surtout moderne faisant référence à la cavité. Elle a sûrement dû marquer les esprits des populations locales ; souvent les anecdotes ne manquent pas autour de sites naturels exceptionnels. De nos jours, elle est d'ailleurs un fort marqueur patrimonial naturel et culturel pour les habitants de la région (figure 1). Il est donc envisageable qu'il y ait eu des témoignages anciens d'interactions entre l'imposant monument naturel et les populations environnantes. Si tel est le cas, espérons que les textes subsistent encore et que le temps ne les ait pas détruits...

Ainsi, quelle est la place de la grotte dans le paysage de l'ancienne bastide de la paroisse de *Mansus azilius*, fondée par l'abbaye Saint-Etienne, sur un paréage de 1247 accordé par le Comte Roger IV de Foix à l'abbaye ?

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 de cette période sont rares, à l'image d'un tesson d'amphore italique découvert lors de sondages en 2012 devant son entrée sud (Jarry *et al.* 2015), ou de quelques

monnaies romaines par les époux Péquart lors de leurs opérations en rive gauche (Péquart et Péquart, 1941, p. 16). Ajoutons que, à ces rares témoignages de fréquentation, ne peuvent être associés aucun aménagement antique non plus qu'au cours du Moyen-âge, période elle aussi attestée seulement par des découvertes sporadiques, notamment là encore sous la forme de quelques tessons et de quelques monnaies (Péquart et Péquart, *op. cit.*).



Figure 1 : La grotte du Mas d'Azil en Ariège, un phénomène naturel marquant dans le paysage. En haut le porche sud. En bas une vue panoramique de la perte. En pointillé le parcours souterrain de l'Arize (clichés © Denis Gliksman / Inrap).

Plus récemment, durant le XVI^e siècle, la grotte est mentionnée lors des événements conflictuels opposant protestants et catholiques. Les protestants arrivent au Mas d'Azil autour de 1540 et s'y implantent fortement. La grotte serait fortifiée une vingtaine d'année

plus tard par une muraille à la demande de la reine de Navarre Jeanne d'Albret (Castillon d'Aspet 1852). Certains arguments topographiques militent pour indiquer que, si l'accès de la grotte par le nord a en effet été barré par une muraille, celle-ci a pu être fort modeste. En effet, le seul accès nord se faisait alors par une petite galerie latérale au conduit principal, lui-même inaccessible car ennoyé par la rivière. Il aurait suffi alors de fermer cette petite galerie pour condamner l'accès coté village. 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. À ce jour, nos travaux n'ont pas permis d'identifier les vestiges matériels de tels événements et occupations, dont il reste à départager la réalité de la légende.

En revanche, à partir du XVI^e siècle et jusqu'au XIX^e, de nombreuses mentions font état d'une exploitation du salpêtre dans la grotte du Mas d'Azil (Cabanel *et al.* 2004 ; Péquart et Péquart, *op. cit.*, p. 18) qui, elle, laissa de nombreuses traces tangibles. C'est ainsi que l'abbé Jean-Jacques Pouech, lorsqu'il fréquente la grotte à compter des années 1840, précise que « les tas de terres lessivées » issues de cette exploitation étaient visibles « partout dans ce vaste souterrain » :

« non seulement dans cette poche du grand emprunt [actuellement salle du Théâtre] mais encore sur tout le flanc rocheux qui s'étendait jusqu'à l'ouverture d'amont massif tranché depuis par la route. On en trouvait sur le bord de l'Arize partout au dessus des hautes eaux, on en trouvait dans le vestibule des grandes cavernes dans les corridors dans les salles et jusque dans cette chambre des ours, la partie la plus reculée de la grotte la plus éloignée de la rivière et la plus élevée au dessus de son niveau [actuellement salle Mandement]. Ces terres avaient été lessivées pour la fabrication du salpêtre. L'exploitation en fut fort ancienne à ce qu'il paraît elle se pratiquait déjà au temps des abbés. Elle fut active surtout à l'époque des protestants qui avaient leur principal centre de résistance au Mas d'Azil et qui fabriquaient là leur poudre de guerre. Enfin elle fut reprise à l'époque républicaine de 1792 à 1800. Nous avons-nous même entendu les récits faits à ce sujet. C'est là qu'on allait travailler le dimanche selon la prescription du calendrier républicain pour le service de la patrie. On accourait en foule à la grotte et on y travaillait à la lessivage de ces terres nitreuses avec autant d'ardeur que d'allégresse au chant de la marseillaise et du ça ira entremêlé à celui de psaumes de Marot, qu'au souvenir des exploits des anciens entonnaient avec ferveur la dévote de la (1 mot illisible) » (Pouech, carnet 87, p. 62-63 : voir Bon, Potin et Comelongue *in* Jarry *et al.*, 2014).

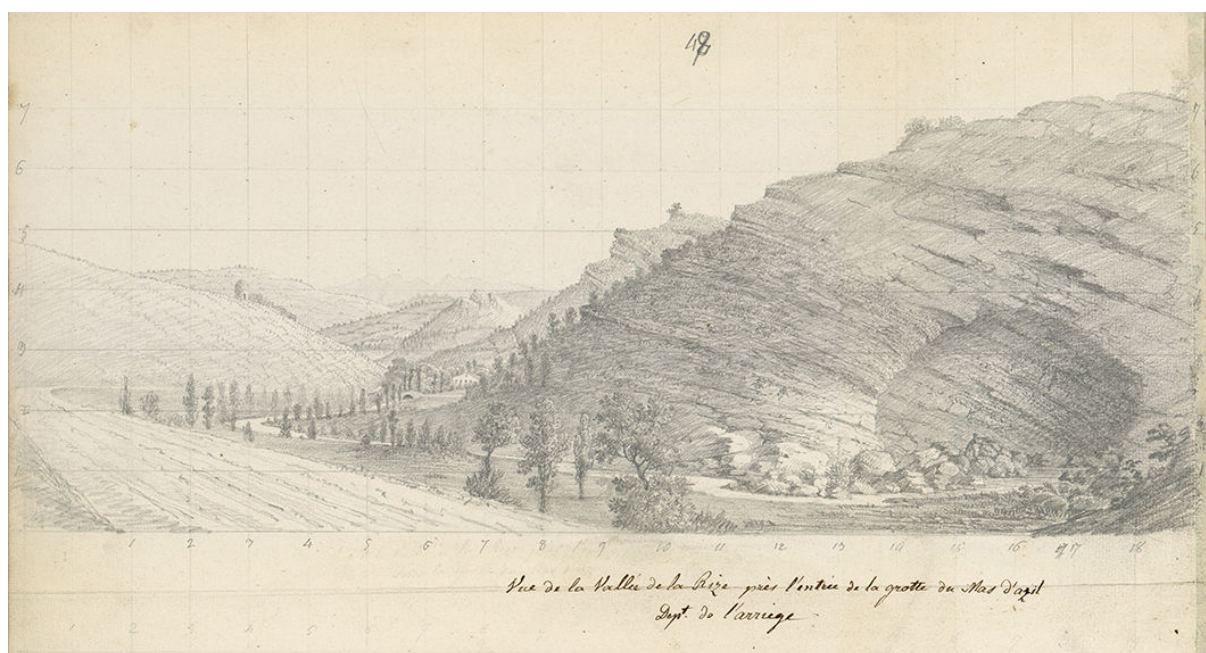


Figure 2 : dessin crayonné de M. Melling 1826-30 (archive Bibliothèque municipale de Toulouse).

Quelques années plus tard, à la fin des années 1880, de telles observations sont corroborées par Maury et Piette, cette fois-ci pour la rive gauche, où l'un et l'autre décrivent des bouleversements et des épandages de terres lessivées imputables à une intense activité des salpêtriers (voir Bon, Potin et Comelongue *in* Jarry *et al.* 2016).

En ce qui concerne la description de la grotte proprement dite et l'intérêt naissant de son caractère pittoresque, il faut attendre 1826 pour bénéficier enfin d'une représentation de celle-ci avec le dessin crayonné de M. Melling (figure 2). Celui-ci, réalisé lors d'un des voyages d'exploration en 1819, 1821, 1822 et 1826, sert à la réalisation d'une gravure (M. Peringer *fecit.*) illustrant un célèbre récit de voyage de J.-A. Cervini (Cervini 1826-30) (figure 3). 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. 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 détaillant 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 flancs 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'Arize, 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 ».

C'est une description de l'accessibilité de la grotte tout à fait différente que produira quelques années plus tard Jean-Jacques Pouech (voir Bon, Potin et Comelongue *in* Jarry *et al.* 2019). Ce dernier commence à fréquenter le site au cours des années 1840 et, quarante ans plus tard, au soir de sa vie, il reviendra dans ses carnets sur la topographie des lieux telle qu'elle était avant la construction de la route. Seul témoin oculaire de cet état ancien du site à avoir livré une telle description, Pouech insiste au contraire sur les difficultés de cheminement de part en part de la cavité, certains passages au bord de l'Arize et les escalades rendues nécessaires à plusieurs endroits à flanc de paroi lui ayant paru bien peu commodes, sans parler des problèmes d'éclairages. Mais le plus important est ailleurs : avec lui, la grotte du Mas d'Azil devient un véritable objet scientifique, d'abord géologique puis bientôt paléontologique et, enfin, archéologique (Simonnet 1992). Cependant, si les choses se précipitent, c'est que l'on assiste alors à la rencontre entre ce premier regard scientifique et celui des ingénieurs des ponts et chaussées venus, avec leurs terrassiers, transformer radicalement les lieux.



Figure 3 : 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.



Figure 4 : plaques stéréophotographiques montrant le porche sud de la grotte du Mas d'Azil avec la première version de la route (clichés Eugène Trutat, non datés, Bibliothèque municipale de Toulouse, cote TRU B 232).

XIX^e siècle : les grands travaux ouvrent la grotte à la préhistoire...

Un événement déterminant dans l'histoire de la grotte est en effet la construction de la route impériale n°119 de Saint-Girons à Carcassonne survenue au cours des années 1850. Peu après, 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 (Faraguet 1866 ; voir aussi : Evrard, 1863). C'est cet état du site que conserve 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 que la crue de 1875 ne l'emporte (figure 4). L'aménagement de la voie offre ainsi aux géologues et pionniers de l'archéologie préhistorique, au moment même où la Préhistoire en tant que période et en tant que savoir s'invente, 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. Pouech le premier avait auparavant commencé à récolter quelques échantillons paléontologiques au cours de ses excursions mues, essentiellement, par ses travaux de géologue et de topographe. À présent, les travaux de terrassement livrent à l'observation d'Édouard Filhol, de Félix Garrigou et de bien d'autres, des monceaux des terres remuées, en particulier depuis le secteur de la salle du Théâtre alors baptisée du grand emprunt, car c'est de là que sont tirés des matériaux servant à supporter la route. Plusieurs de ces savants, ne se contentèrent pas de scruter ces déblais et ils firent aussi quelques fouilles et sondages, mais de faible ampleur. Plus précisément, il revient à Félix Garrigou, médecin thermaliste à Tarascon, qui s'est penché très tôt sur l'ancienneté de l'Homme et a déjà exploré de nombreuses grottes pyrénéennes, de réaliser un sondage en 1862, dont il publiera les résultats cinq ans plus tard. Son texte devient le premier article sur la nature archéologique du site du Mas d'Azil. 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. Notons au passage que c'est également à l'occasion de la construction de la route, ou plutôt de sa réfection en 1876 suite à l'inondation survenue l'année précédente, que les gisements de la Rive Gauche sont signalés par Félix Régnault (Chollot 1964), qui y guidera quelques années plus tard Edouard Piette.

La grotte du Mas d'Azil dispose d'une grande quantité d'écrits due notamment à la concurrence qui règne alors entre les chercheurs qui gravitent autour du monument. Parmi les notables locaux, Tibulle Ladevèze, juge de paix au Mas d'Azil, qui ne peut fouiller lui-même, mais fait travailler ses métayers, accumule une petite collection qu'il lègue à la commune. Maury, pâtissier du village, sera aussi très actif, en étant le premier à faire des recherches sur la rive gauche. On pourrait encore citer les noms de Maurette ou Miquel... 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 ses 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, avec le soutien de la préfecture, s'implanter au Mas d'Azil à partir de 1887, tentant de préserver ses « concessions » dans la grotte. Il s'intéresse tout d'abord à la salle du Théâtre, dont il explore la Rotonde et le « fourneau », qui porte aujourd'hui son nom (salle Piette), puis dès 1888 à la vaste terrasse de la rive gauche de l'Arize. Il y applique une méthode d'observation stratigraphique rigoureuse et examine minutieusement les objets découverts. Il contribue ainsi à l'établissement d'une chronologie pour la Préhistoire reposant, en premier lieu, sur l'évolution des productions artistiques. Il va aussi, avec les fouilles de la rive gauche, définir ce qui deviendra l'Azilien, contribuant ainsi à combler le hiatus qui séparait encore les derniers chasseurs-cueilleurs nomades des premiers groupes d'agro-pasteurs sédentaires

du Néolithique. Face à l'ampleur de telles découvertes et à la portée de ses interprétations, auxquelles il assure un grand rayonnement grâce à une importante politique de publication, Piette s'impose comme le principal fouilleur du site du Mas d'Azil (Piette 1888, 1889, 1895, 1902, 1904, 1907).

Émile Cartailhac ou Marcellin Boule, préhistorien et anthropologue de renom, contribuent aussi à asseoir la célébrité du Mas d'Azil. L'un et l'autre sont venus dans la grotte à l'invitation de Piette, comme c'est le cas de Cartailhac en 1890 (Cartailhac 1891) ou encore du jeune Boule qui dresse à sa demande un profil de la rive gauche en 1889 ; il n'oubliera pas, lorsqu'il publiera son plus célèbre ouvrage, de s'appuyer sur ce « stratotype » dont il avait été associé à la description trente ans auparavant, celui d'une séquence ayant servi à raccorder définitivement le Paléolithique et le Néolithique (Boule, 1921, p. 332).

Mais celui qui assurera plus encore l'héritage de Piette est Henri Breuil. Vers la fin de sa vie, Piette encouragera en effet le jeune homme à travailler dans la grotte, où il n'est plus pour sa part en état de se rendre. Soulignons au passage que 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). Breuil s'inscrit alors dans la poursuite des recherches de son mentor, Piette, mais il va néanmoins faire des découvertes complétant significativement la connaissance du site. C'est en effet à cette occasion que, outre ses observations stratigraphiques sur les deux rives, Breuil exécute les premières prospections des parois qui l'amèneront, peu de temps après avoir participé aux découvertes de Font-de-Gaume et des Combarelles, à identifier au Mas d'Azil de premières œuvres pariétales (dans la galerie aujourd'hui dite du Masque). Celles-ci se limitent toutefois encore à quelques gravures relativement mal conservées et c'est un peu plus tard, en 1912, que l'abbé-préhistorien conduit avec Henri Bégouën l'exploration de ce qui deviendra la première partie d'une galerie portant un décor beaucoup plus significatif, et qui finira par porter son nom. Ces découvertes contribuent à l'importance de l'art pariétal pyrénéen, déjà richement illustré par plusieurs sites majeurs découverts entre temps (Bégouën et Breuil 1912-13).

Le XX^e siècle : une activité scientifique intermittente mais une montée en puissance du tourisme

Entre les travaux de Breuil et les débuts de l'entre-deux guerres, l'activité archéologique se fait moins vivace. Elle reprend à partir du milieu des années 1930, avec le travail concomitant des époux Péquart et de Joseph Mandement, le tout sous le contrôle plus ou moins étroit du comte Henri Bégouën, délégué par l'administration des Monuments historiques pour « surveiller » les opérations, et les directives d'Henri Breuil.

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 1935 ; mais ils seront rapidement déçus car seuls de faibles lambeaux de la couche azilienne auraient échappé aux amateurs de galets peints et fouilleurs précédents. En revanche, les couches magdaléniennes, scellées par une forte épaisseur de limons, y sont encore largement conservées. Les Péquart se consacrent à leur dégagement pendant plusieurs années, mettant en évidence trois couches magdaléniennes principales (A, B, C), séparées par des niveaux stériles. Ils les fouillent sur environ 60 m², au fil d'une stratigraphie de près de 5 m d'épaisseur. Mais leurs travaux se déporteront bientôt de la rive gauche vers la rive droite. En effet, entre 1938 et 1942, sur la demande express de Breuil, ils explorent 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) met en communication la salle du Temple et celle du Théâtre. Cependant, à l'époque de son occupation par les Magdaléniens, l'une des entrées, la plus spacieuse, celle tournée vers la salle du Temple, était obturée par un bouchon sédimentaire, 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. Les fouilleurs en déduisent que les premiers arrivants circulaient dans leur habitat en se courbant (1 m à 1,20 m seulement entre la voûte et le niveau de sol), et les derniers Magdaléniens devaient être fréquemment à genoux ou accroupis (Péquart et Péquart 1937a, 1937b, 1941, 1942a, 1942b, 1960). L'ensemble du matériel archéologique issu des fouilles Péquart, l'art mobilier compris, fut légué à la commune du Mas d'Azil qui en assura la présentation au public dans le Musée de Préhistoire à partir de 1981, sous la houlette de son premier conservateur, André Alteirac.

En parallèle, Joseph Mandement, autodidacte passionné entre autres de Préhistoire va, durant plus de 20 ans (de 1937 à 1958), explorer et désobstruer en rive droite des galeries et cavités inédites (Le Guillou, 2013). On retiendra la découverte de la deuxième partie de la galerie Breuil en 1937, la galerie des Ours et enfin, nous venons de l'évoquer, celle des Silex. Mandement travaille cependant sans beaucoup de méthode, 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 supposé et il creusait alors des tranchées et tunnels pour l'atteindre (mais toujours en vain) (Clottes *et al.* 1981). Mais son rôle ne se limite pas à cela. À la faveur de l'afflux de vacanciers, suscité par les premiers congés payés mis en place avant-guerre par le Front Populaire, 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, y compris les noms attribués à différents espaces du site, en accord avec la réactivation de certaines légendes (exemple : salle du Temple).

Après sa disparition, André Alteirac, pharmacien du Mas d'Azil, est nommé « conservateur » de la grotte par Louis Méroc, nouveau responsable de la circonscription des Antiquités préhistoriques. Il reprend alors des fouilles méticuleuses, notamment à l'extrémité sud de la galerie des Silex comme dans la galerie du Crâne (mise au jour par Mandement). Au cours de ces travaux, qui demeurent très largement inédits, il découvre « des sédiments riches en matériel provenant des anciennes fouilles effectuées par Piette dans le secteur » (Alteirac et Bahn 1982 : 108).

De son côté, l'art pariétal du Mas d'Azil a été l'objet de plusieurs campagnes à différentes reprises. Henri Breuil y découvrit les premières gravures dès 1902, puis Émile Cartailhac en signala d'autres en 1908 mais il s'agissait de petits ensembles isolés (dans le secteur de la galerie du Masque, notamment). 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, avec l'aide de Xavier Leclercq (Alteirac et Bahn 1982). Signalons encore, à la faveur de la découverte de la galerie des Silex, celle de la galerie du petit bison.

Dans les années 80, François Rouzaud, archéologue et spéléologue, dirige pour le compte du Ministère de la Culture une opération de relevé topographique de la grotte. Ce travail

restera inédit, au même titre que l'avait été une tentative de reprise des fouilles en rive gauche quelques années auparavant par André Alteirac et Robert Simonnet, stoppée par des risques importants de chutes de pierres de la voûte.



Figure 5 : en 2012, dans le secteur "Théâtre", avant la construction du centre d'interprétation, une équipe Inrap évalue l'impact que pourrait avoir celui-ci sur d'éventuels niveaux archéologiques en place. Il faudra alors légèrement modifier l'implantation de l'architecture pour éviter de toucher des lambeaux de sols inédits datés de l'Aurignacien (cliché © Olivier Dayrens / Inrap).

XXI^e siècle : un nouveau programme de recherche pour la grotte

Il faut attendre les travaux d'aménagement du circuit touristique entre 2011 et 2013 pour que l'activité archéologique reprenne dans la grotte (Chalard et Jarry 2014, figure 5). À cette occasion, une série de sept opérations d'archéologie préventive est réalisée (M. Jarry et C. Pallier dir, Inrap). Ces interventions restent très ciblées spatialement, mais elles sont à l'origine de la découverte de niveaux aurignaciens inédits, dans le secteur du Théâtre (Jarry *et al.* 2017, figure 6). Ces ensembles, rapportables aux phases ancienne et récente de cette culture, sont un nouveau jalon pour la zone centrale des Pyrénées et contribuent à réviser notre perception de l'occupation des territoires par les groupes humains de cette période.

Au-delà des éléments inédits mis au jour lors de ces interventions, cela permet à l'équipe de recherche alors mobilisée de prendre contact avec le monument, d'évaluer les lacunes documentaires, notamment dans le domaine karstologique et de percevoir le potentiel archéologique et plus largement scientifique du gisement. Ainsi, il apparaît 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. 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 était justement celui de la faible résolution de la cartographie géologique et

archéologique de cette cavité, dont la topographie n'était d'ailleurs pas disponible, voire non encore établie pour certains secteurs. Il a été proposé un nouveau projet de recherche interdisciplinaire afin de réaliser un état des lieux complet de ce site majeur.

Ce programme se poursuit depuis lors (Marc Jarry, Céline Pallier, Laurent Bruxelles et François Bon dir.). Celui-ci est bien "sur" la grotte du Mas d'Azil, et non "dans" puisqu'il apparaît comme essentiel de considérer le monument dans son ensemble³. Le monument a pour ainsi dire presque toujours été abordé sous un angle très précis, pour une thématique particulière, oubliant presque "l'objet" karstique lui-même. Cette étude globale est certes un programme de recherche scientifique, mais aussi une opportunité pour la connaissance de ce monument et donc de sa conservation. C'est un patrimoine fragile qu'il faut connaître pour en maîtriser la conservation.

La problématique de ce programme se développe en trois axes, évitant au maximum de se laisser tenter par une thématique ciblée 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 de la problématique, trois axes de recherches sont proposés, déclinés eux-mêmes en actions (ou ateliers).

Axe 1 – Cartographie générale de la cavité

Cet axe se compose de 6 thématiques autour de la topographie et de la cartographie :

- A - des données anciennes
- B - des données topographiques complémentaires
- C - de la base topographique principale
- D - de toutes les formations de la grotte
- E et F - de la surface

³ Nous tenons ici à remercier sincèrement les propriétaires et responsables de ce site pour leur accueil dans le monument. Ce programme a commencé en 2013. Il est toujours actif en 2021 (sous la direction de Marc Jarry, Céline Pallier, Laurent Bruxelles et François Bon). Il a, de 2013 à 2017, pris la forme d'une prospection thématique : "La grotte du Mas d'Azil, cartographie archéologique et géoarchéologique". Depuis 2018, il est devenu un programme collectif de recherche "Archives d'une grotte, des archives paléoenvironnementales et archéologiques paléolithiques aux archives de fouilles". Équipe de recherche : Vincent Arrighi, Lars Anderson, Pierre-Antoine Beauvais, Jean-Yves Bigot, Sarah Boscus, Blanche Bundgen, Didier Cailhol, Fabien Callède, Pierre Camps, Hubert Camus, Christian Camerlynck, Bastien Chadelle, Emmanuel Chapron, Jean-Pierre Claria, Marc Commelongue, Guilhem Constans, Sandrine Costamagno, Grégory Dandurand, Olivier Dayrens, Nicolas Florsch, Philippe Fosse, Carole Fritz, Bassam Ghaleb, Denis Gliksman, Guillaume Guérin, Sixtine Hoellinger, Guillaume Hulin, Sébastien Lacombe, Oswald Malcles, Benjamin Lans, Loïc Lebreton, Mathieu Lejay, Laure-Amélie Lelouvier, Philippe Marsac, Hélène Martin, Loïc Martin, Patrick Massan, Norbert Mercier, Jean-Marc Pétillon, Magali Philippe, Yann Potin, Manon Rabanit, Pauline Ramis, Giulia Rigolin, Florent Rivère, Sidney Roussel, Emmanuelle Stoetzel, Philippe Vernant, Marion Vigreux, Julia Watzet, Inrap.

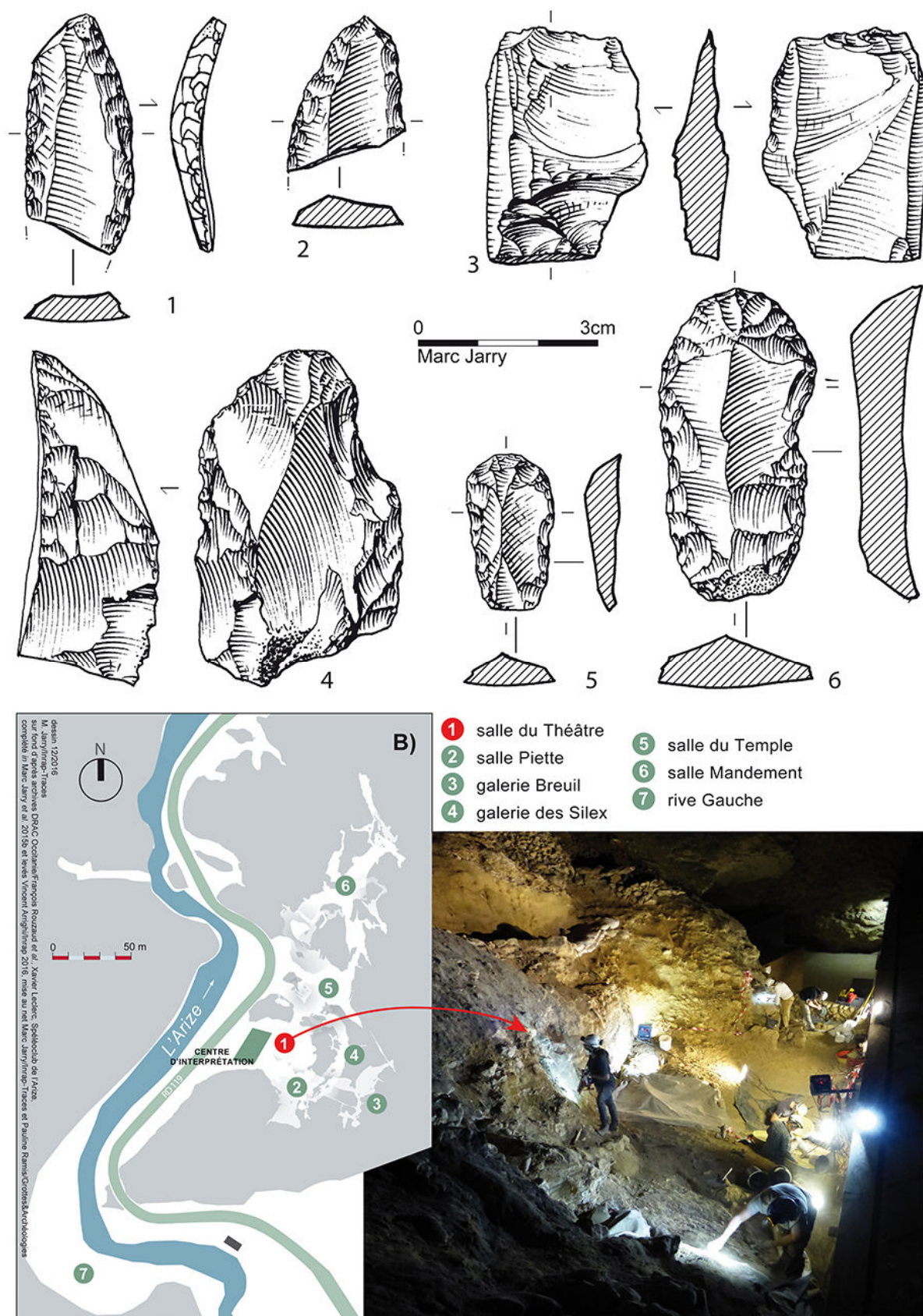


Figure 6 : la reconnaissance dès 2011 de niveaux aurignaciens et leur datation à la période ancienne (en haut, dessins 1 à 4) et récente (en haut, dessins 5 et 6) de l'Aurignacien ont entraîné une série d'évaluations archéologiques complémentaires dans le secteur "Théâtre", contre le nouveau centre d'interprétation. Ces niveaux ont été miraculeusement conservés sous d'épais niveaux fluviaux puis lacustres. Ces derniers sont visibles sur le cliché en ocre jaune en haut à gauche (dessins lithique et cliché © Marc Jarry / Inrap-Traces, plan Marc Jarry / Inrap-Traces d'après Jarry et al. cf. crédit dans la figure).

A : acquisition et contextualisation des données anciennes

L'objectif est de traiter les données anciennes, de les vérifier et, au besoin, de les recalculer précisément. Ces données sont des topographies anciennes, notamment celle réalisée dans les années 80 par une équipe dirigée par F. Rouzaud mais non publiée. Notons que jusqu'à présent la topographie publiée la plus complète de la grotte est celle de 1984 (Mandement et Rouzaud *in* Leroi-Gourhan 1984 : 392). Il s'agit aussi d'intégrer les données acquises lors des opérations d'archéologie préventive de 2011 et 2012, au même titre que les données topographiques 3D récentes. Cette partie représente un travail important, mais la part la plus conséquente de cette action est celle réalisée sur les archives anciennes, la documentation de fouilleurs et les correspondances diverses d'un siècle et demi de fréquentation de la grotte. Ainsi, à ce jour, les archives de l'abbé Pouech, de Régnault, de Piette, de l'abbé Breuil et d'Alteirac, entre autres, ont pu être au moins partiellement dépouillées, répertoriées et analysées. Elles permettent de mieux comprendre les fouilles anciennes, de contextualiser les données et les collections qui en sont issues, mais aussi de chercher à reconstituer l'état de la grotte à différentes étapes de son histoire récente, comme par exemple avant les travaux routiers du milieu du XIX^e siècle, grâce en l'occurrence aux archives Pouech.

B : collecte de données topographiques complémentaires

Des contrôles sur le terrain et des compléments de mesures sont réalisés notamment au tachéomètre électro-optique, afin de partir sur une base topographique plus précise, notamment en altitude. Des scans 3D, des modélisations 3D ou des photogrammétries complémentaires permettent une vision de la cavité dans l'espace et de la positionner par rapport à la surface (figure 7/C).

C : constitution de la base topographique principale

À partir des données acquises, une base topographique (graphique) est constituée, permettant l'enregistrement de l'ensemble des données de l'opération. Cette base, comprenant la vectorisation des topographies anciennes, a comme vocation, à terme, de servir de base à un système d'information géographique (figure 7/A).

D : cartographie morphokarstique de la grotte

À partir du plan topographique ainsi constitué, une cartographie détaillée de toutes les formations (naturelles ou archéologiques) est réalisée. Ce travail important nécessite la participation de tous les intervenants de l'équipe (Figure 7/B et figure 7/D). À terme, cette cartographie sera confrontée avec les données issues des archives et publications anciennes.

E et F : topographie et cartographie de la surface

La topographie de l'extérieur de la grotte est menée, afin de replacer précisément les cavités présentes dans le paysage. Elle est accompagnée par la réalisation d'une cartographie détaillée des formes du paysage et des formations superficielles sédimentaires est réalisé. Ces informations permettent de comprendre les connexions entre la grotte du Mas d'Azil et la surface du plateau (puisque l'on soupçonne fortement que certains vestiges paléontologiques ne sont pas venus par l'entrée actuelle) ou de modéliser les passages possiblement empruntés par l'Arize lorsque la grotte était colmatée. Cette cartographie, avec une résolution adaptée, nous amène ainsi en amont de la grotte jusqu'au massif dit "de l'Arize" et en aval, jusqu'à la confluence de l'Arize avec la Garonne (figure 7/E).

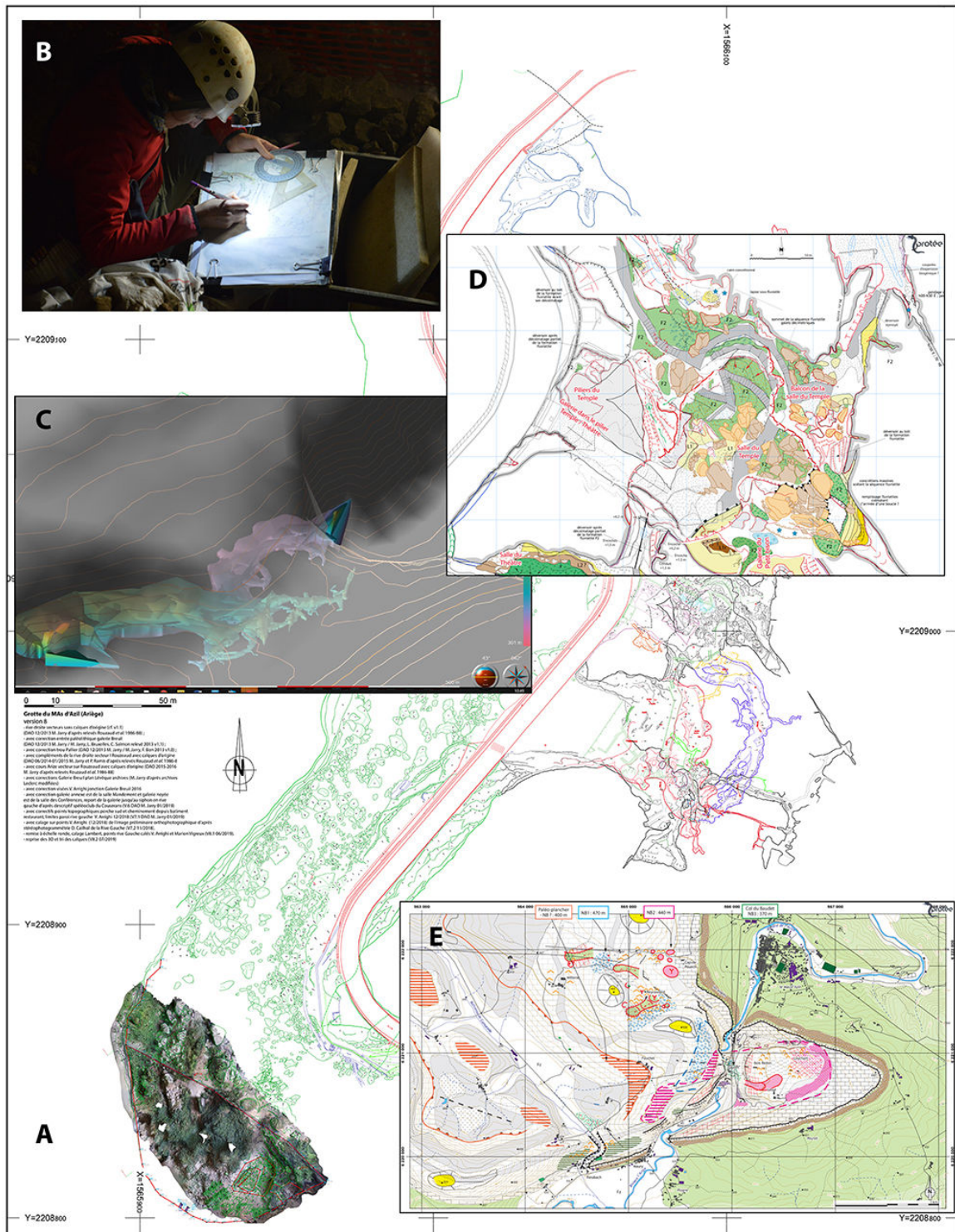


Figure 7 : topographies et cartographie morphokarstique. A) Constitution du plan topographique de référence, ici version 8.2 calée Lambert III ; B) phase terrain, relevé morphokarstique ; C) modèle 3D de base, visualisation sous le modèle numérique de terrain de surface ; D) cartographie morphokarstique, détail de la salle du Temple ; E) cartographie morphokarstique à l'échelle du massif (crédits : A = dessin Marc Jarry / Inrap-Traces et al., détails dans la figure, notamment F. Rouzeaud, Y. le Guillou, L. Bruxelles, C. Salmon, F. Lévêque, V. Arrighi, P. Ramis, D. Cailhol, M. Vigreux ; B = cliché © Marc Jarry / Inrap-Traces ; C) dessin Philippe Vernant / Univ. Montpellier avec coll. L. Bruxelles et C. Pallier ; D = Hubert Camus / Protée, Manon Rabanit / Protée et al. programme, sur fond cf. A ; E = Hubert Camus / Protée, Manon Rabanit / Protée et al. programme, sur fond B. Lans / Traces).

Axe 2 – Géomorphologie et géoarchéologie

Cet axe se divise en 4 thématiques autour de la géomorphologie et de la géoarchéologie :

- A - de l'ensemble de la grotte
- B - des remplissages de la grotte
- C - des dépôts de la grotte
- D - de la mise en place de la grotte

A : Description morphokarstique de la grotte

La géométrie du réseau est complexe. Cependant, l'étude de la géométrie des indices morphologiques et sédimentaires témoignent du mode de genèse et de l'évolution de la grotte. Sur la base de la topographie et de la cartographie géomorphologique de la cavité, il est ainsi possible de disposer du phasage de l'histoire de sa formation.

B : Les remplissages karstiques et leurs interprétations

Il existe un lien direct entre le fonctionnement de l'Arize, les variations de sa dynamique au cours du Quaternaire, et le creusement ou le colmatage de la grotte. En effet, lors de périodes froides, l'Arize apporte une grande quantité de sédiments qui obstruent la grotte. Lorsque les conditions sont plus clémentes, elle évacue une partie du matériel qu'elle a auparavant déposé. Ainsi, la nature et la disposition des différents remplissages témoignent de l'évolution de la grotte en fonction des conditions paléoclimatiques à l'extérieur. Le relevé systématique des stratigraphies, leur analyse et leur interprétation constituent donc un élément majeur pour déterminer la chronologie des dépôts, mais aussi pour discuter de l'accessibilité de la grotte aux différents groupes humains pendant le Paléolithique (figure 8).

C : chronologie relative et datation des dépôts

Les relations géométriques entre les remplissages fournissent un premier canevas de l'histoire de la cavité. La réalisation de datations permet de caler chronologiquement cette évolution. Le piégeage des dépôts dans la grotte permet des datations précises par une combinaison de méthodes (radiocarbone, U/Th, radionucléides cosmogéniques et OSL). Une trentaine de datations est à ce jour réalisée, révélant des stratigraphies couvrant toute la dernière glaciation, mais aussi des événements antérieurs.

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 peuvent être extrapolés à l'évolution géomorphologique de la vallée. Des corrélations géométriques peuvent être réalisées entre les remplissages de la grotte et les niveaux de terrasses alluviales par exemple. Par extension, les niveaux de terrasses ainsi datés peuvent, si les conditions de continuité morphologique s'y prêtent, être raccordés aux terrasses de tout le système garonnais.

Axe 3 – Archéologie

Cet axe s'organise en 6 thématiques autour de l'archéologie :

- A - des remplissages et des formations superficielles
- B - du Théâtre, de la Rotonde et de la Salle Stérile
- C - de la salle Piette et salles proches
- D - de la galerie des Ours et de la salle Mandement
- E - de la Rive Gauche
- F et G - et du croisement avec la géoarchéologie



Figure 8 : exemple de relevé stratigraphique de détail. Toutes les stratigraphies ou lambeaux de stratigraphies sont systématiquement relevés (dessins Céline Pallier / Inrap-Traces, clichés © Marc Jarry / Inrap-Traces).

A : caractérisation archéologique des remplissages et des formations superficielles

Selon les mêmes principes que la cartographie géomorphologique, l'ensemble des formations archéologiques est précisément cartographié, à l'intérieur comme à l'extérieur du massif et reporté sur la topographie de référence (cf. Beauvais *et al.*, ce volume, fig 4).

B : évaluation complémentaire des niveaux archéologiques du secteur Théâtre/Rotonde/Stérile

Les niveaux archéologiques révélés lors des opérations d'archéologie préventive dans ces secteurs sont caractérisés, évalués spatialement et leurs processus de mise en place sont étudiés.

C : évaluation complémentaire des niveaux archéologiques de la salle Piette et proches

Ici aussi, l'objectif est de caractériser et d'évaluer les niveaux archéologiques éventuellement présents dans ces secteurs.

D : évaluation des niveaux de la galerie des Ours/salle Mandement et proches

La réalisation d'un inventaire de la faune et la détermination des vestiges paléontologiques encore présents dans la grotte, notamment dans la galerie des Ours et la salle Mandement, accompagnée de tentatives de datations adaptées, donne des renseignements précieux sur la fréquentation de cette partie de la cavité, très abimée, et dont les conditions de fréquentations durant la préhistoire sont encore peu connues.

E : évaluation des niveaux archéologiques de la Rive Gauche de l'Arize

Après l'analyse des topographies existantes et la constitution de la topographie référence, notamment par l'utilisation de l'imagerie photogrammétrique obtenue par survol de drone, un travail d'état des lieux de la Rive Gauche de l'Arize est en cours de réalisation (figure 9). Cet état des lieux, l'étude des coupes encore visibles et la comparaison avec les données archivistiques permettront d'évaluer le potentiel archéologique de cette partie très riche, essentielle à la compréhension de l'occupation de la grotte tout au long de la préhistoire.

Figure 9 : Rive Gauche, premières opérations de relevés et état des lieux du secteur (clichés : en haut © Marc Jarry / Inrap-Traces, en bas © Céline Pallier / Inrap-Traces).



F : croisement des données avec les approches géoarchéologiques

Cette action, au terme du processus de l'opération archéologique, permet 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.



© L.-A. Lelouvier, Inrap

Figure 10 : Opération de fouille sur la paroi le long de la RD 119 en 2018-2019 (clichés © Laure-Amélie Lelouvier / Inrap-Traces).

G : croisement général des données

Cette dernière action au long court, est effective 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). Au terme des différents travaux, le croisement de l'ensemble des données permettra un réel renouvellement de la vision de cette grotte prestigieuse.

En même temps que ce programme de recherche, et en étroite collaboration, une nouvelle opération d'archéologie préventive a eu lieu en avril 2016 (L.-A. Lelouvier dir., Lelouvier *et al.*, 2016). Cette opération a concerné la vire le long de la route départementale, entre

l'entrée sud de la grotte et le centre d'interprétation (figure 10). Elle a permis une évaluation fine et rapide du secteur concerné, en bénéficiant d'une vision géoarchéologique globale de la grotte. La complémentarité de la recherche préventive avec la recherche programmée est ici démontrée comme une évidence. Après un diagnostic en 2016, une première phase de fouille préventive s'est déroulée en novembre 2017 sur ce secteur. La seconde partie a eu lieu en décembre 2018 (Lelouvier *et al.*, 2019). Les principaux apports de cette opération sont synthétisés et intégrés au programme de recherche.

Un site au potentiel inépuisable

La grotte du Mas d'Azil a sans doute été, depuis la nuit des temps, un point, un repère connu dans le paysage. Les résultats du programme de recherches en cours sur le monument constitueront une nouvelle base sur laquelle pourra s'appuyer la remise en perspective des collections issues des différentes fouilles anciennes et de leurs archives.

L'histoire récente du monument est maintenant mieux connue et le programme de recherche actuel contribue très largement à enrichir celle-ci. Cette grotte voit, au cœur du XIX^e, naître la science préhistorique et participe à son évolution au cours du XX^e siècle. Elle est encore, aujourd'hui, un lieu de travaux scientifiques très importants. Qu'en est-il, cependant, entre la Protohistoire (dont des traces assez abondantes ont été repérées par Piette au sommet de la séquence de la rive gauche) et le XVI^e siècle, lorsqu'interviennent les salpêtriers ? Nous nous sommes contentés ici de poser la question, soulignant combien il est tout de même curieux qu'une telle cavité, importante dans le paysage, n'ait pas laissé plus de traces dans la mémoire des archives à défaut de celle des Hommes. Ce point devra être approfondi...

L'approche intégrée entre archéologie, géomorphologie et karstologie permettra, en outre, d'asseoir nos connaissances sur une base stratigraphique, taphonomique et chronologique bien plus fiable. Il sera alors possible d'appréhender ce monument dans son contexte climatique et environnemental, comme les Hommes préhistoriques l'ont connu. En outre, la compréhension de l'environnement au sens très général devrait aussi être une plus-value pour la conservation et la valorisation de ce patrimoine naturel et culturel indéniable.

In fine, l'approche archivistique et les études de terrain, complémentaires et bien identifiées, aboutiront à une meilleure compréhension des modalités de formation, d'occupation et d'évolution de ce célèbre site archéologique, sur lequel manifestement il reste beaucoup à faire et à dire...

Bibliographie

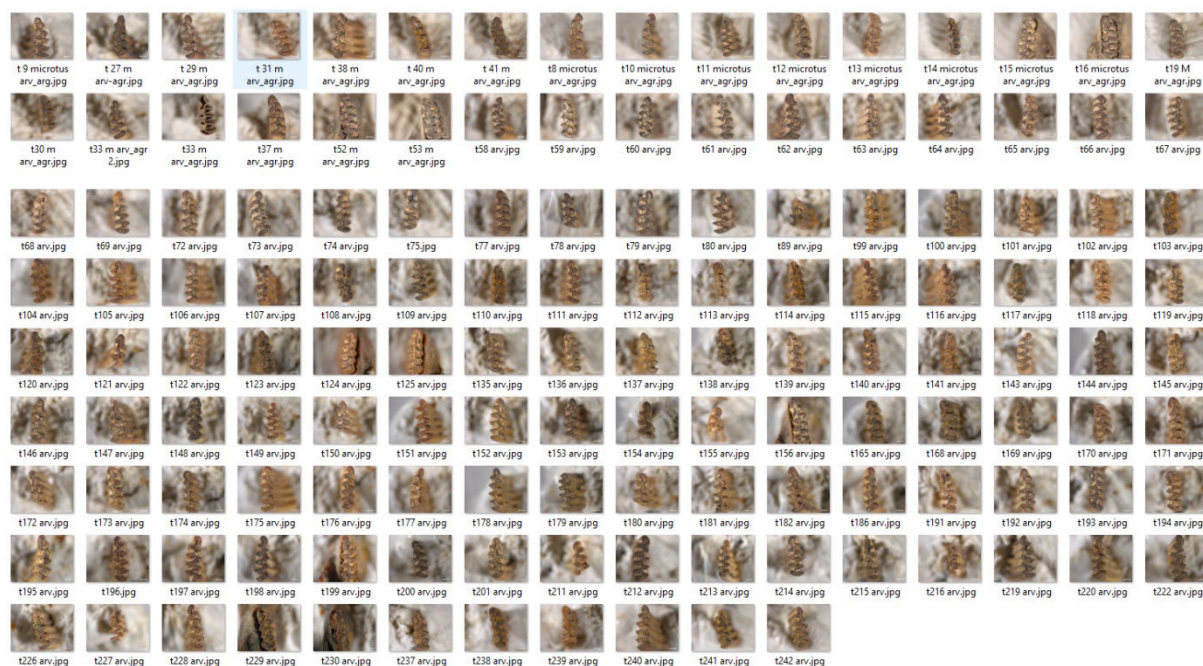
ALTEIRAC A., BAHN P.-G., 1982. Les premières datations radiocarbone du magdalénien moyen de la grotte du Mas d'Azil (Ariège). *Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège*, 1982, t. 10, p. 107-110.
BÉGOUËN H., BREUIL H., 1912-1913. Peintures et gravures préhistoriques dans la grotte du Mas d'Azil. *Bulletin de la Société archéologique du Midi de la France*, séance du 17 juin 1913, 1912-13, n°42, 8 p.
BOULE M., 1921. *Les hommes fossiles. Eléments de paléontologie humaine*. Paris, Masson et Cie, 491 p.
BREUIL H., 1902. 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 H., 1903. 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 P., PAILHES C., PHILIPPE R. de, 2004 *Le protestantisme en terres d'Ariège*. Foix : Conseil général de l'Ariège, 2004, 191 p.

CARTAILHAC É., 1891. Les fouilles de M. Ed. Piette dans la grotte du Mas d'Azil (Ariège). *L'Anthropologie*, 1891, p. 141-149
CASTILLON D'ASPET H., 1852. *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.
CERVINI J.-A., 1826-30. *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.
CHALARD P., JARRY M., 2014. La grotte du Mas d'Azil : conservation, étude et valorisation. *Monumental*, 2014, p. 48-49.

- CHOLLOT M., 1964. *Musée des Antiquités nationales. Collection Piette. Art mobilier préhistorique*, Paris, éd. des Musées Nationaux, 479 p.
- CLOTTE J., ALTEIRAC A., SERVELLE C., 1981. 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.
- EVARD M., 1863. 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*, 4ème série, 2nd semestre, p. 37-48, 1 pl.
- FARAGUET M., 1866. *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, 1867.
- GARRIGOU F., 1867. 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.
- JARRY M., BON F., BRUXELLES L., PALLIER C. (dir.), 2014. *La grotte du Mas d'Azil, Cartographie archéologique et géoarchéologie*. Prospection thématique, rapport d'activités pour l'année 2014, 206 p.
- JARRY M., PALLIER C., ARRIGHI V., BENQUET L., 2015. *La grotte du Mas d'Azil, Tranche 3.1 : entrée*. Rapport d'opération, diagnostic archéologique, Inrap GSO, 2015, 57p.
- JARRY M., PALLIER C., BON F., BRUXELLES L. (dir.), 2016. *La grotte du Mas d'Azil, Cartographie archéologique et géoarchéologie*. Prospection thématique, rapport d'activités pour l'année 2016, 257 p.
- 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., 2017. L'Aurignacien de la grotte du Mas d'Azil, résultats des opérations 2011-2015, Actualités scientifiques, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, pp. 575-579.
- JARRY M., BON F., BRUXELLES L., PALLIER C. (dir.), 2019. *La grotte du Mas d'Azil, Cartographie archéologique et géoarchéologie*. Prospection thématique, rapport d'activités pour l'année 2019, 140 p.
- LE GUILLOU Y., 2013. Joseph Mandement, la grotte du Mas d'Azil, et la Société des Amis du Mas d'Azil, *Préhistoire, Art et Sociétés (Bull. de la Soc. Préhist. Ariège-Pyrénées)*, t. XVIII, p. 97-122.
- LELOUVIER L.-A., PALLIER C., DAUSSY A., 2016. *La grotte du Mas d'Azil, Tranche 4 : paroi le long de la RD119*. Rapport d'opération, diagnostic archéologique, INRAP GSO, 80 p.
- LELOUVIER L.-A. (dir.), ARRIGHI V., BON F., BUNDGEN B., CLAUD E., CONSTANS G., COSTAMAGNO S., FRITZ C., JARRY M., PALLIER C., PETILLON J.-M., POISSONNIER B., POTIN Y., STOETZEL E., 2019. *Grotte du Mas d'Azil, Paroi le long de la RD119*. Rapport d'opération de fouille archéologique, 2019, 306p.
- LEROI-GOURHAN A. dir., 1984. *L'Art des Cavernes : Atlas des grottes paléolithiques françaises*, Ministère de la Culture, Imprimerie Nationale, Paris, 1984.
- PÉQUART M., PÉQUART S.-J., 1937a. De l'authenticité des galets colorés du Mas d'Azil et de leur signification présumée, *Congrès Préhistorique de France*, XIIe session, 1936, 1937, p. 548-558.
- PÉQUART M., PÉQUART S.-J., 1937a. 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 M., PÉQUART S.-J., 1941. *Nouvelles fouilles au Mas d'Azil (Ariège)*, *Préhistoire*, tome VIII, Presses Universitaires de France, 1941, p. 7-42.
- PÉQUART M., PÉQUART S.-J., 1942a. Nouvelles découvertes à la grotte du Mas d'Azil, *Bulletins de la société d'anthropologie de Paris*, 1942, tome 2, IXe série, p. 128-130.
- PÉQUART M., PÉQUART S.-J., 1942b. Récente découverte de deux œuvres d'art magdalénienne au Mas d'Azil, *La revue scientifique*, 1942, 80ème année, fascicule 2, p. 91-95.
- PÉQUART M., PÉQUART S.-J., 1960. Grotte du Mas d'Azil (Ariège) : une nouvelle galerie magdalénienne. *Annales de Paléontologie*, 1960, t. XLVI, p. 127-194.
- PIETTE É., 1888. 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 É., 1889. Grotte du Mas-d'Azil, *Compte-rendu de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, Ixe série, t. XVII, 1889, p. 172, séance du 31 mai.
- PIETTE É., 1895. 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, Ixe série.
- PIETTE É., 1902. 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 É., 1904. Notions complémentaires sur l'Asylien. *L'Anthropologie*, 1904, vol. XIV, 13 p.
- PIETTE É., 1907. *L'art pendant l'Age du Renne : album de cent planches*. Paris : ed. Masson, 1907.
- SIMONNET R., 1992. Le Chanoine Pouech, préhistorien de la première heure. In : *Actes du Colloque consacré à J.J. Pouech*. Pamiers 16-17 oct. 1992, pp. 55-63.

Date	Test pit	US	z	Material	Specimen n°	Species	Date	Test pit	US	z	Material	Specimen n°	Species
2015	2.2	4	12-13	m1	t19	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t109	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	13-14	m1	t79	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t110	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	13-14	m1	t80	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t111	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	14-15	m1	t37	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t112	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	14-15	m1	t38	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t113	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	14-15	m1	t39	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t114	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	14-15	m1	t40	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t115	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	14-15	m1	t41	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t116	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	15-16	m1	t27	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t117	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	15-16	m1	t29	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t118	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	15-16	m1	t30	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t119	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	15-16	m1	t31	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t120	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	15-16	m1	t33	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t121	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	md	t52	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t122	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t53	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	m1	t123	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t58	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	md	t124	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t59	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2014	2.2	5	10-11	md	t125	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t60	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2015	2.2	5	11-12	m1	t191	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t61	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2015	2.2	5	11-12	m1	t192	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t62	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2015	2.2	5	11-12	m1	t193	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t63	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2015	2.2	5	11-12	m1	t194	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t64	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2015	2.2	5	11-12	m1	t195	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t65	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2015	2.2	5	11-12	m1	t196	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t66	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2015	2.2	5	11-12	m1	t197	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t67	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2015	2.2	5	11-12	m1	t198	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t68	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2015	2.2	5	12-13	md	t199	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t69	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2015	2.2	5	12-13	m1	t200	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t72	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2015	2.2	5	12-13	m1	t201	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t73	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2015	2.2	5	13-14	m1	t219	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4	16-17	m1	t74	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>	2015	2.2	5	13-14	m1	t220	<i>Microtus arvalis/agrestis</i>
2015	2.2	4											

B = archives photographiques des spécimens de *Microtus arvalis/agrestis* du Mas d'Azil confiés pour analyses ADN :



INVENTAIRES



Inventaire des photographies numériques

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
0001 – MJarry - RIKRAK	25/01/2020	Marc Jarry	Salle Multimédia Mas	/	Séance RIKRAK 2020	/
0002 – MJarry – RIKRAK	26/01/2020	Marc Jarry	Centre d'interprétation	Céline	Visite grotte RIKRAK2020	/
0003 – MJarry – RIKRAK	26/01/2020	Marc Jarry	Centre d'interprétation	François	Visite grotte RIKRAK2020	/
0004 – MJarry – RIKRAK	26/01/2020	Marc Jarry	Centre d'interprétation	François	Visite grotte RIKRAK2020	/
0005 – MJarry – RIKRAK	26/01/2020	Marc Jarry	Salle Mandement	François et Laurent	Visite grotte RIKRAK2020	/
0006 – MJarry – RIKRAK	26/01/2020	Marc Jarry	Salle Mandement	François et Laurent	Visite grotte RIKRAK2020	/
0007 – MJarry – RIKRAK	26/01/2020	Marc Jarry	Théâtre	Passerelle	Visite grotte RIKRAK2020	Sud
0008 – MJarry – RIKRAK	26/01/2020	Marc Jarry	Centre d'interprétation	François et Céline	Visite grotte RIKRAK2020	/
0009 – PRamis – stage master	29/10/2020	Pauline Ramis	Univ Toulouse	Jean Jaurès	Stage de master à l'université – matériel trié	/
0010 – PRamis – stage master	29/10/2020	Pauline Ramis	Univ Toulouse	Jean Jaurès	Tri des sédiments tamisés à sec du sd ancien 1 RG	/
0011 – PRamis – stage master	29/10/2020	Pauline Ramis	Univ Toulouse	Jean Jaurès	Tri des sédiments tamisés à sec du sd ancien 1 RG	/
0012 – PRamis – stage master	29/10/2020	Pauline Ramis	Univ Toulouse	Jean Jaurès	Tri des sédiments tamisés à sec du sd ancien 1 RG	/
0013 – PRamis – stage master	29/10/2020	Pauline Ramis	Univ Toulouse	Jean Jaurès	Tri des sédiments tamisés à sec du sd ancien 1 RG	/
0014 – PRamis – stage master	29/10/2020	Pauline Ramis	Univ Toulouse	Jean Jaurès	Tri des sédiments tamisés à sec du sd ancien 1 RG	/
0015 – PRamis – stage master	29/10/2020	Pauline Ramis	Univ Toulouse	Jean Jaurès	Stage de master à l'université – matériel trié au lavage	/
0016 – MJarry - session sept fest	27/09/2020	Marc Jarry	Porche sud	/	Vue de l'Arize en crue depuis la RG vers le porche	est
0017 – MJarry - session sept fest	27/09/2020	Marc Jarry	Porche sud	/	Porche sud avec Arize en crue	ouest
0018 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Proche sud	/	Entrée de l'Arize dans la grotte	Sud-ouest
0019 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	rivière	Vue de la Rive Gauche depuis la rive droite avec François Bon en posture de laz photo avec Piette	Sud-ouest
0020 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	Fouille Péquart	Discussion (FB, SH, LB, GD) en deuxième plan MJ au cantonnement Maury	sud
0021 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	Cantonement Maury	Discussions (de gauche à droite : FB, CD, LB, MJ, SH, CB, GB, BC)	Nord
0022 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	Cantonement Maury	Discussions dur le secteur (FB, DC, LB, SH)	/
0023 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Proche Sud	Vue générale	Vue générale	ouest
0024 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Proche Sud	Vue générale	Vue générale	Nord-ouest
0025 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Porche Sud	porche	Vue du porche de l'intérieur	Sud-est
0026 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Galerie principale	Traversée Arize	G. Dandurand	/
0027 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	Cantonement Maury	Nettoyage du secteur (BC)	/
0028 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	Cantonement Maury	Nettoyage du secteur (BC et SH)	/

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
0029 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Porche sud	porche	Equipe et SRA en visite	ouest
0030 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	Cantonement Maury	Travaux de nettoyage sondage ancien 2 -BC et GD)	/
0031 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	Fouille Péquart	Discussion (SH, GD et LB)	/
0032 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	/	Vue générale de la Terrasse de la Rive Gauche	Nord-ouest
0033 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	/	Vue générale de la Terrasse de la Rive Gauche	Nord-ouest
0034 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	Cantonement Maury	Prises de mesure au disto laser (D Cailhol)	/
0035 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	Cantonement Maury	Dégagement du sondage ancien (B Chadelle)	/
0036 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Porche Sud	Arize	Traversée de l'Arize	Sud-est
0037 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Porche Sud	Arize	Vue du Porche	Est
0038 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	Fouille Péquart	Vue générale	Sud
0039 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	Cantonement Maury	détail	/
0040 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Rive Gauche	Cantonement Maury	Détail mode d'évacuation des déblais	/
0041 - CBruxelles - 1-5_07	02/07/2020	Carole Bruxelles	Salle Mandement	fond	Relevé des capteurs et changement de certains par des capteur couplé hygrométrie	/
0042 - DCailhol - 27_09 - Crue Arize	27/09/2020	Didier Cailhol	Galerie principale	Lit de l'Arize	Arize en crue	Aval
0043 - DCailhol - 27_09 - Crue Arize	27/09/2020	Didier Cailhol	Galerie principale	Lit de l'Arize	Arize en crue	Aval
0044 - DCailhol - 27_09 - Crue Arize	27/09/2020	Didier Cailhol	Galerie principale	Lit de l'Arize	Arize en crue	Aval
0045 - MJarry - 1ere session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Galerie des Ours	/	Bat	/
0046 - MJarry - 1ere session 07	03/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	GP sur site	/
0047 - MJarry - 1ere session 07	03/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	GP sur site	/
0048 - MJarry - 1ere session 07	03/07/2020	Marc jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	GP sur site	/
0049 - BChadelle - 2eme session 07	27/07/2020	Bastien Chadelle	Aval Arize		Prospection en avl de la grotte	Nord
0050 - BChadelle - 2eme session 07	27/07/2020	Bastien Chadelle	Aval Arize		Prospection en avl de la grotte	/
0051 - BChadelle - 2eme session 07	28/07/2020	Bastien Chadelle	Aval Arize		Prospection en avl de la grotte	/
0052 - BChadelle - 2eme session 07	28/07/2020	Bastien Chadelle	Aval Arize		Galets alluviaux de terrasses en aval de la grotte.	/
0053 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Devant porche Sud	/	L.-A. Lelouvier, V. Arrichi et François Bon	/
0054 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Petite/Péquart	Vue de la limite de la fouille Piette qui frôle la fouille Péquart	/
0055 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fond de la Terrasse	Vue depuis le haut de la fouille Péquart du secteur de la « forge »	Ouest
0056 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fond de la Terrasse	La « forge »	Ouest
0057 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fond de la Terrasse	La « forge »	ouest
0058 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fond de la Terrasse	« chemin des brouettes »	est
0059 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Piette	Discussion SH et FB	/
0060 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Piette	Discussion SH et FB	/
0061 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Partie ouest de la Terrasse	Vue générale partie ouest de la terrasse	Est
0062 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Partie ouest de la Terrasse	Vue générale partie ouest de la terrasse	Est

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
0063 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Partie ouest de la Terrasse	Vue générale partie ouest de la terrasse	Est
0064 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Partie ouest de la Terrasse	Vue générale partie ouest de la terrasse – vue depuis l'axe du cliché de Cartailhac avec François Bon positionné à la place d'un des ouvriers	/est
0065 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Partie ouest de la Terrasse	Vue générale partie ouest de la terrasse	/est
0066 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Partie ouest de la Terrasse	Un des 3 sondages des ouvriers de Piette à l'ouest de la terrasse ou extraction ?	/est
0067 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Partie ouest de la Terrasse	Un des 3 sondages des ouvriers de Piette à l'ouest de la terrasse ou extraction ? avec SH et FB	/est
0068 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Coupe sud de la fouille Péquart avec tas de déblais recouvrant les fouille Piette	/sud
0069 - MJarry - 1er session 07	01/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Coupe est avec SH et FB	/est
0070 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Entre fouille Péquart et entrée grillage	Une partie de l'équipe (de haut en bas : GD, LB, CP ; FB, SH)	/est
0071 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Entre fouille Péquart et entrée grillage	Une partie de l'équipe	/est
0072 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Entre fouille Péquart et entrée grillage	L'équipe en réflexion (de gauche à droite L. Bruxelles, C. Pallier, F. bon et S. Hollinger)	/
0073 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Entre fouille Péquart et entrée grillage	L'équipe en réflexion sur les archives	/
0074 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Entre fouille Péquart et entrée grillage	L'équipe en réflexion (de gauche à droite G. Dandurand, L. Bruxelles, C. Pallier, F. bon)	/
0075 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Céline Pallier / Photos d'archives	sud
0076 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Céline Pallier / Photos d'archives	sud
0077 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	L'équipe en réflexion	sud
0078 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	L'équipe en réflexion au pied de la coupe	sud
0079 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	L'équipe en réflexion au pied de la coupe	sud
0080 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	L'équipe en réflexion au pied de la coupe	sud
0081 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	L'équipe en réflexion au pied de la coupe	sud
0082 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	L'équipe en réflexion au pied de la coupe	sud
0083 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	L'équipe en réflexion au pied de la coupe	sud
0084 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Vue du secteur avant nettoyage. Pour pano A	Sud-ouest
0085 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Vue du secteur avant nettoyage. Pour pano B	Sud-ouest
0086 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Vue du secteur avant nettoyage. Pour pano C	Sud
0087 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Vue du secteur avant nettoyage. Pour pano D	Sud-est
0088 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Vue du secteur avant nettoyage. Pour pano E	Sud-est
0089 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Vue du secteur avant nettoyage. Pour pano F	Est
0090 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Vue du secteur avant nettoyage. Pour pano G	Sud-est
0091 - MJarry - 1er session 07	02/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Vue du secteur avant nettoyage. Pour pano H	Est
0092 - MJarry - 1er session 07	03/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Vue du secteur depuis la sortie de la fouille Péquart, vu des paliers. Nettoyage en cours	Sud

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
0093 - MJarrry - 1er session 07	03/07/2020	Marc Jarrry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Secteur en cours de nettoyage. Il est possible d'apercevoir l'apparition du bord sondage ancien 1	Sud-est
0094 - MJarrry - 1er session 07	03/07/2020	Marc Jarrry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Vue du secteur en cours de nettoyage. On perçoit que le bloc est bien en place reposant sur les limons, protection du niveau azilien apparaissant sous le bloc.	Sud-ouest
0095 - MJarrry - 1er session 07	03/07/2020	Marc Jarrry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Vue du secteur en cours de nettoyage. On perçoit que le bloc est bien en place reposant sur les limons, protection du niveau azilien apparaissant sous le bloc. On commence à apercevoir le bord du sondage ancien 1	Sud-ouest
0096 - MJarrry - 1er session 07	03/07/2020	Marc Jarrry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Idem supra tourné sur le bloc B avec apparition du sondage ancien 1	Sud-ouest
0097 - MJarrry - 1er session 07	03/07/2020	Marc Jarrry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Idem supra tourné sur le bloc B avec apparition du sondage ancien 1 et tas de déblais.	Sud-est
0098 - MJarrry - 1er session 07	03/07/2020	Marc Jarrry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Dégagement du sondage ancien 1. FB et SH.	Sud-est
0099 - MJarrry - 1er session 07	03/07/2020	Marc Jarrry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Secteur en cours de nettoyage. BC, SH et FB	Sud-est
0100 - MJarrry - 1er session 07	03/07/2020	Marc Jarrry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Secteur en cours de nettoyage. BC, SH et FB	Sud-est
0101 - MJarrry - 1er session 07	03/07/2020	Marc Jarrry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Secteur en cours de nettoyage. BC, SH et FB	Sud-est
0102 - MJarrry - 1er session 07	03/07/2020	Marc Jarrry	Rive Gauche	Cantonnement Maury fouille Péquart	Vue générale du secteur est de la Terrasse de la Rive Gauche depuis l'ouest de la fouille Péquart	Sud-est
0103 - MJarrry - 1er session 07	03/07/2020	Marc Jarrry	Rive Gauche	Cantonnement Maury fouille Péquart	Vue générale du secteur du Cantonnement Maury depuis l'entrée de la fouille Péquart. Vue des paliers. Nettoyage en cours.	Sud-est
0104 - MJarrry - 1er session 07	03/07/2020	Marc Jarrry	Rive Gauche	Cantonnement Maury fouille Péquart	Vue générale du secteur du Cantonnement Maury depuis l'entrée de la fouille Péquart. Equipe 2020 (PR, CB, BC, CP, FB, LB, SH, GD, DC)	Sud
0104 - MJarrry - 1er session 07	03/07/2020	Marc Jarrry	Rive Gauche	Cantonnement Maury fouille Péquart	Vue générale du secteur du Cantonnement Maury depuis l'entrée de la fouille Péquart. Equipe 2020.	Sud
0105 – MJarrry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarrry	Salle du Renne (secteur XII)	Première salle ornée	Localisation du prélèvement (L. Bruxelles) pour datation U/Th : MAS2020UTH-01	Est
0106 – MJarrry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarrry	Salle du Renne (secteur XII)	Première salle ornée	Localisation du prélèvement (L. Bruxelles) pour datation U/Th : MAS2020UTH-01	Est
0107 – MJarrry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarrry	Salle du Renne (secteur XII)	Première salle ornée	Localisation rapprochée du prélèvement pour datation U/Th : MAS2020UTH-01	/
0108 – MJarrry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarrry	Salle du Renne (secteur XII)	Première salle ornée	Localisation rapprochée du prélèvement pour datation U/Th : MAS2020UTH-01	/
0109 – MJarrry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarrry	Salle du Renne (secteur XII)	Première salle ornée	Localisation rapprochée du prélèvement pour datation U/Th : MAS2020UTH-01	/
0110 – MJarrry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarrry	Salle du Renne (secteur XII)	Première salle ornée	Localisation rapprochée du prélèvement pour datation U/Th : MAS2020UTH-01	/

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
0111 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salle du Renne (secteur XII)	Première salle ornée	Localisation rapprochée du prélèvement pour datation U/Th : MAS2020UTH-01	/
0112 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salles Nord (secteur X111)	Galerie entre salle du gouano et salle mandement (secteur XIII.3)	Localisation (LB) du prélèvement pour datation cosmo : MAS2020COSMO-02	/
0113 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salles Nord (secteur X111)	Galerie entre salle du gouano et salle mandement (secteur XIII.3)	Localisation zone du prélèvement pour datation cosmo : MAS2020COSMO-02	/
0114 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salles Nord (secteur X111)	Galerie entre salle du gouano et salle mandement (secteur XIII.3)	Localisation détail du prélèvement pour datation cosmo : MAS2020COSMO-02	/
0115 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salles Nord (secteur X111)	Galerie entre salle du gouano et salle mandement (secteur XIII.3)	Localisation détail du prélèvement pour datation cosmo : MAS2020COSMO-02	/
0116 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salle du Temple	Bord du cheminement vers couloir vers salle des Conférences	Localisation (LB) du prélèvement pour datation cosmo : MAS2020COSMO-01	nord
0117 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salle du Temple	Bord du cheminement vers couloir vers salle des Conférences	Localisation (LB) du prélèvement pour datation cosmo : MAS2020COSMO-01	nord
0118 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salle du Temple	Bord du cheminement vers couloir vers salle des Conférences	Localisation détaillée du prélèvement pour datation cosmo : MAS2020COSMO-01	nord
0119 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salle du Temple	Bord du cheminement vers couloir vers salle des Conférences	Localisation détaillée du prélèvement pour datation cosmo : MAS2020COSMO-01	nord
0120 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salle du Temple	Bord du cheminement vers couloir vers salle des Conférences	Prélèvement (LB) : MAS2020COSMO-01	nord
0121 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salle du Temple	Bord du cheminement vers couloir vers salle des Conférences	Positionnement précis du prélèvement (LB) : MAS2020COSMO-01	nord
0122 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salle du Temple	Bord du cheminement vers couloir vers salle des Conférences	Positionnement précis du prélèvement (LB) : MAS2020COSMO-01	nord
0123 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salle du Temple	Flan droit de l'escalier menant au bunker	Positionnement précis du prélèvement (LB) : MAS2020COSMO-03	
0124 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salle du Temple	Flan droit de l'escalier menant au bunker	Positionnement du prélèvement (LB) : MAS2020COSMO-03	/
0125 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Salle Théâtre	passerelle	Visite de la grotte avec l'association Grottes&Archéologies (FB)	/

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
0126 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Travail sur les coupes du secteur (SH et GD)	ouest
0127 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Ambiance (CD et BC)	sud
0128 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	04/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Travail sur les coupes du secteur (SH et DC)	ouest
0129 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Ambiance ombre (FB)	sud
0130 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Travail sur le secteur (FB)	sud
0131 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Sondage ancien 1	Z
0132 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Sondage ancien 1	Z
0133 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Entre le bloc A et le sondage ancien 1, détail du reliquat de sol azilien et du niveau sous le bloc	sud
0133 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Bloc A nettoyé vue générale	ouest
0134 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail du niveau azilien apparaissant sous le bloc A (charbon, ossements) F3	ouest
0135 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail du niveau azilien apparaissant sous le bloc A (charbon, ossements) F3	Z
0136 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail du niveau azilien apparaissant sous le bloc A (charbon, ossements) F3	Z
0137 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail du niveau azilien apparaissant sous le bloc A (charbon, ossements) F3	Z
0138 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail rapproché du niveau azilien apparaissant sous le bloc A (charbon, ossements) F3	Z
0139 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail rapproché du niveau azilien apparaissant sous le bloc A (charbon, ossements) F3	Z
0140 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail rapproché du niveau azilien apparaissant sous le bloc A (charbon, ossements) F3	Z
0141 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail rapproché de F1	Z
0142 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail rapproché de F1	Z
0143 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail rapproché de F1 et du sondage ancien 1	ouest
0144 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail rapproché de F1 et du sondage ancien 1	ouest
0145 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Sauvegarde note plan secteur FB	Z
0146 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail rapproché de F3 au pied du bloc A localisation générale du prélèvement MAS2020C14-01	Z
0147 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail rapproché de F3 au pied du bloc A localisation générale du prélèvement MAS2020C14-01	Z
0148 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail rapproché de F3 au pied du bloc A localisation générale du prélèvement MAS2020C14-01	Z
0149 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail rapproché de F3 au pied du bloc A localisation générale du prélèvement MAS2020C14-01	Z
0150 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail rapproché de F3 au pied du bloc A localisation générale du prélèvement MAS2020C14-01	Z
0151 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonnement Maury	Détail rapproché de F3 au pied du bloc A localisation générale	Z

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
					du prélèvement MAS2020C14-01	
0152 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Localisation du prélèvement réalisé dans le sondage ancien 1 MAS2020C14-02	Z
0153 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Localisation du prélèvement réalisé dans le sondage ancien 1 MAS2020C14-02	Z
0154 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Localisation du prélèvement réalisé dans le sondage ancien 1 MAS2020C14-02	Z
0155 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Inspection du prélèvement réalisé dans le sondage ancien 1 MAS2020C14-02	Z
0156 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Localisation du prélèvement réalisé dans le sondage ancien 2 MAS2020C14-03	Z
0157 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Localisation rapprochée du prélèvement réalisé dans le sondage ancien 2 MAS2020C14-03	Z
0158 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Localisation du prélèvement réalisé dans le sondage ancien 2 MAS2020C14-03	Z
0159 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Localisation du prélèvement MAS2020C14-04 (BC FB et SH)	sud
0160 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Prélèvement de l'échantillon MAS2020C14-04 (FB et SH)	Sud-est
0161 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Pointage de l'emplacement de l'échantillon MAS2020C14-04	/
0162 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Pointage de l'emplacement de l'échantillon MAS2020C14-04	/
0163 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Pointage de l'emplacement de l'échantillon MAS2020C14-04	/
0164 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Pointage de l'emplacement de l'échantillon MAS2020C14-04	/
0165 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Prélèvement de l'échantillon MAS2020C14-04	/
0166 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Ambiance prélèvement de l'échantillon MAS2020C14-05 (FB SH et BC)	est
0167 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Positionnement général de l'échantillon (lumière) MAS2020C14-05 (FB SH et BC)	est
0168 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Positionnement général de l'échantillon (lumière) MAS2020C14-05 (FB SH et BC)	est
0169 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Positionnement général de l'échantillon (lumière) MAS2020C14-05	est
0170 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Positionnement détaillé de l'échantillon MAS2020C14-05	est
0171 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Pointage de l'échantillon MAS2020C14-05	est
0172 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Pointage de l'échantillon MAS2020C14-05	est
0173 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Etat du secteur à la fin de la session de début juillet	est
0174 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Etat du secteur à la fin de la session de début juillet	est
0175 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	05/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Cantonement Maury	Etat du secteur à la fin de la session de début juillet	est
0176 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	28/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	/	Ambiance tamisage	nord
0177 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	28/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Travail sur les coupes (BC et SH)	/
0178 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	28/07/2020	Marc Jarry	Rive Gauche	Fouille Péquart	Travail sur les coupes (BC et SH)	/
0179 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	28/07/2020	Marc Jarry	Galerie principale	Porche Nord	Vue du barage	nord

Nom	Date	Auteur	Localisation	Locus	Descriptif	Vue vers...
0180 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	28/07/2020	Marc Jarry	Galerie principale	Porche Nord	Vue depuis le porche vers l'intérieur, rive droite	Sud-ouest
0181 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	28/07/2020	Marc Jarry	Galerie principale	Porche Nord	Vue depuis le porche vers l'intérieur, polage sableuse et blocs	Sud-ouest
0182 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	28/07/2020	Marc Jarry	Galerie principale	Porche Nord	Vue depuis le porche vers l'intérieur, polage sableuse et blocs	Ouest
0183 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	28/07/2020	Marc Jarry	Galerie principale	Porche Nord	Vue du barage	nord
0184 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	28/07/2020	Marc Jarry	Galerie principale	Porche Nord	Vue du barage	nord
0185 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	28/07/2020	Marc Jarry	Galerie principale	Porche Nord	Vue du barage	nord
0186 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	28/07/2020	Marc Jarry	Galerie principale	Porche Nord	Vue du barage	nord
0187 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	28/07/2020	Marc Jarry	Galerie principale	Porche Nord	Vue du barage	nord
0188 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	28/07/2020	Marc Jarry	Galerie principale	Porche Nord	De la plage de sable, graviers galetys et blocs	nord
0189 – Mjarry – 1 ^{er} session 07	28/07/2020	Marc Jarry	Galerie principale	Porche Nord	De la plage de sable, graviers galetys et blocs	nord

Inventaire des prélèvements

Prélèvements pour datations par la méthode du radiocarbone :

Numéro échantillon	Secteur / sondage / coupe	US/couche	détail	matériau	Observation
MAS2020C14-01	Rive Gauche	Secteur Maury – Azilien F3 = C14-01 du terrain	Cf. rapport 2020	Charbon	Envoyé à Beta Analytics 15/07/2020 résultat OK : Beta - 564376
MAS2020C14-02	Rive Gauche	Secteur Maury – sondage ancien 1 niveau magdalénien = C14 02 du terrain	Cf. rapport 2020	Charbon	
MAS2020C14-03	Rive Gauche	Secteur Maury – Sondage ancien 2 – niveau magdalénien = C14-03 du terrain	Cf. rapport 2020	Cendres	Envoyé à Beta Analytics 15/07/2020 résultat OK : Beta - 564377
MAS2020C14-04	Rive Gauche	Secteur Péquart – coupe NF Péquart – couche C Péquart = C14-04 du terrain	Cf. rapport 2020	Charbon	Envoyé à Beta Analytics 15/07/2020 résultat OK : Beta - 564378
MAS2020C14-05	Rive Gauche	Secteur Péquart – coupe BN'N Péquart – couche Cinf « Péquart »	Cf. rapport 2020	Charbon	Envoyé à Beta Analytics 15/07/2020 résultat OK : Beta - 564379
MAS2020C14-06	Théâtre, flanc limoneux nord (au-dessus du sondage 3)	Base des niveaux alluviaux et sommet des blocs cf. LOG 1	Cf. relevé Céline Pallier + rapport 2020	OS	50 % envoyé à Beta Analytics 15/07/2020 résultat OK : Beta - 564380

Prélèvements pour datations par la méthode des cosmonucléides :

Numéro échantillon	Secteur / sondage / coupe	US/couche	détail	matériau	Observation
MAS2020COSMO-01	Salle du Temple	Niveaux supérieurs (gros galets)	Cf. rapport 2020	Sédiments alluviaux	
MAS2020COSMO-02	Galerie fond mandement vers Gouano	Niveaux alluviaux	Cf. rapport 2020	Sédiments alluviaux	
MAS2020COSMO-03	Salle du Temple	Niveaux inférieurs, bunker	Cf. rapport 2020	Sédiments alluviaux	

Prélèvements pour datations par la méthode de l'équilibre U/Th :

Numéro échantillon	Secteur / sondage / coupe	US/couche	détail	matériau	Observation
MAS2020UTH-01	Secteur XII / galerie du Renne	Salle des gravures, plancher stalagmitique supérieur	Cf. rapport 2020	Plancher stalagmitique	

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.

Inventaire général du mobilier prélevé lors des nettoyages du secteur du cantonnement Maury en Rive Gauche :

Nous rappelons ici que l'ensemble des prélèvements de sédiments issus des opérations de cette année en Rive Gauche n'a pas pu être complètement traité. En effet, le matériel, tamisé à sec sur le terrain, a vu sa phase de tri stoppée par le deuxième confinement sanitaire de novembre. Depuis, le matériel est en attente de traitement dans le dépôt du laboratoire Traces à l'Université de Toulouse.

Dès que l'accès sera redevenu possible, la suite de l'inventaire et des études pourra reprendre et sera ajouté aux inventaires généraux et particuliers de nos opérations dans la grotte du Mas d'Azil. Notons qu'aucune opération intrusive, autres que les prélèvements pour datations cités *supra*, n'a été réalisée en rive droite cette année :

Numéro de Bac	ID#	Année	provenance salle	provenance 2	provenance 3	provenance 4	Lot/Unité	Type	nombre	L (mm)	L (mm)	E (mm)	p(g)	dét.	obs 1
7	#129	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Céramique non tournée	27	nc	nc	nc	nc	tessons	indéterminés
7	#130	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Céramique non tournée	1	nc	nc	nc	nc	tesson	bord
7	#131	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Céramique non tournée	1	nc	nc	nc	nc	tesson	bord
7	#132	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Céramique non tournée	1	nc	nc	nc	nc	tesson	bord
7	#133	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Céramique non tournée	1	nc	nc	nc	nc	tesson	rupture
7	#134	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Céramique non tournée	1	nc	nc	nc	nc	tesson	décor incisé
7	#135	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Céramique non tournée	1	nc	nc	nc	nc	tesson	décor gravé
7	#136	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune indet	1000	nc	nc	nc	nc	esquilles osseuses	indéterminables
7	#137	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune indet	1000	nc	nc	nc	nc	esquilles osseuses	indéterminables
7	#138	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune indet	1000	nc	nc	nc	nc	esquilles osseuses	indéterminables
7	#139	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune indet	1000	nc	nc	nc	nc	esquilles osseuses	indéterminables
7	#140	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune indet	1000	nc	nc	nc	nc	esquilles osseuses	indéterminables
7	#141	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune indet	545	nc	nc	nc	nc	esquilles osseuses	indéterminables
7	#142	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune indet	100	nc	nc	nc	nc	fragment diaph	indéterminables
7	#143	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune indet	100	nc	nc	nc	nc	fragment diaph	indéterminables
7	#144	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune indet	100	nc	nc	nc	nc	fragment diaph	indéterminables
7	#145	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune indet	44	nc	nc	nc	nc	fragment diaph	indéterminables
7	#146	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune déterminée	48	nc	nc	nc	nc	cf inventaire det	
7	#147	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune déterminée	40	nc	nc	nc	nc	cf inventaire det	
7	#148	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Faune déterminée	1	nc	nc	nc	nc	bois de cerf	
7	#149	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Faune déterminée	1	nc	nc	nc	nc	bois de cerf	
7	#150	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune déterminée	10	nc	nc	nc	nc	cf inventaire det	

7	#151	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Charbons	0	nc	nc	nc	nc	RAS	45g
7	#152	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	92	nc	nc	nc	nc	cassons	
7	#153	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	100	nc	nc	nc	nc	esquilles	chips
7	#154	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	100	nc	nc	nc	nc	esquilles	chips
7	#155	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	81	nc	nc	nc	nc	esquilles	chips
7	#156	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune brûlée	200	nc	nc	nc	nc	esquilles osseuses	
7	#157	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Malacofaune	0	nc	nc	nc	nc	petits fragments	105 grammes
7	#158	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Malacofaune	23	nc	nc	nc	nc	coquilles presque entières	
7	#159	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune brûlée	200	nc	nc	nc	nc	esquilles osseuses	
7	#160	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune brûlée	200	nc	nc	nc	nc	esquilles osseuses	
7	#161	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune brûlée	57	nc	nc	nc	nc	esquilles osseuses	
7	#162	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	100	nc	nc	nc	nc	esquilles	chips
7	#163	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune	57	nc	nc	nc	nc	dents	
7	#164	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Microfaune	1011	nc	nc	nc	nc		
7	#165	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	unité	Industrie osseuse	1	18	11	5	nc	sur bois	
7	#166	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	unité	Os gravé ?	1	20	13	3	nc		
7	#167	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Fossiles gastéropodes	3	nc	nc	nc	nc	encaissant récolté?	
7	#168	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Carpo	13	nc	nc	nc	nc		
7	#169	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	10	nc	nc	nc	nc	éclats	silex indet
7	#170	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	10	nc	nc	nc	nc	éclats	silex indet
7	#171	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	10	nc	nc	nc	nc	éclats	silex indet
7	#172	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	10	nc	nc	nc	nc	éclats	silex indet
7	#173	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	10	nc	nc	nc	nc	éclats	silex indet
7	#174	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	10	nc	nc	nc	nc	éclats	silex indet
7	#175	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	10	nc	nc	nc	nc	éclats	silex indet
7	#176	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	10	nc	nc	nc	nc	éclats	silex indet
7	#177	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	7	nc	nc	nc	nc	éclats	silex indet
7	#178	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	5	nc	nc	nc	nc	éclats	quartz et quartzite
7	#179	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Lithique	22	nc	nc	nc	nc	lames lamelles	silex indet
7	#180	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Colorants	4	nc	nc	nc	nc		
7	#181	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Lot	Faune indet	3	nc	nc	nc	nc	fragments diaphyses	ocrés
7	#182	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	28	28	16	nc	Nucléus	à éclats
7	#183	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	25	30	18	nc	Nucléus	à lamelles
7	#184	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	33	25	17	nc	Nucléus	à lamelles
7	#185	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	22	20	15	nc	Nucléus	à lamelles
7	#186	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	28	22	21	nc	Nucléus	à lamelles
7	#187	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	32	22	16	nc	Nucléus	à lamelles
7	#188	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	32	24	19	nc	Nucléus	à lamelles
7	#189	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	25	22	14	nc	Outil	grattoir
7	#190	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	16	17	3	nc	Outil	pièce esquillée
7	#191	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	36	20	10	nc	Outil	pièce esquillée
7	#192	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	27	20	14	nc	Outil	pièce esquillée
7	#193	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	35	19	8	nc	Outil	lame retouchée

7	#194	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	23	5	3	nc	Armature	lamelle à dos
7	#195	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	26	11	5	nc	Armature	
7	#196	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	35	10	6	nc	Armature	pointe azilienne
7	#197	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	22	10	3	nc	Armature	
7	#198	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	27	8	5	nc	Armature	
7	#199	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	18	7	3	nc	Armature	lamelle à dos indet
7	#200	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	13	4	3	nc	Armature	triangle méso
7	#201	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	13	6	3	nc	Armature	pointe de pointe azilienne
7	#202	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	13	8	4	nc	Armature	lamelle à dos indet
7	#203	2020	Rive Gauche	Sondage ancien 1	remblais tamisés phase 1	remblai homogène	Unité	Lithique	1	85	43	17	nc	macro outillage	

Inventaire détaillé des vestiges de faunes du sondage ancien 1 de la Rive Gauche

#ID				
#146	Cerf : 9 restes	Suidés : 6 restes	Caprinés	indéterminés : 28 restes
	fragment crâne fragt. Naviculo-cuboïde G ? fragt. Prox. PH1 fragt. Prox. PH1 fragt. Prox. PH1 Fragt. Prox. PH2 fragt. PH doigt accessoire 2 sésamoïdes	épiphyse prox. PH1 fragt. Prox. PH2 fragt. proces. épineux vertèbre fœtus Suidé ? dia. Humérus D fœtus Suidé ? fragt. Dist. Fibula fragt. Dist. Fibula		8 frags. Crâniens 13 petits frags. Osseux fragt. Vertèbre 2 frags. Côtes fragt. HMB fragt. Dia. Humérus fragt. Calcaneum fragt. Dia. ind.
	Cervidé : 5 restes	Suidés	Caprinés	indéterminés
	fragt. Crâne fragt. Processus coronoïde 3 frags. Vertèbres			
#147	Cerf : 13 restes	Suidés : 5 restes	Caprinés	indéterminés : 13 restes
	fragt. Côte fragt. Dia. Prox. Radius droit fragt. Condyle fémur fragt. Dia. Tibia G fragt. Calcaneum G calcaneum G fragt. Prox. PH1 fragt. Prox. PH1 fragt. Dist. PH1 fragt. Dist. PH1 semi-lunaire G Scaphoïde G fragt. Coxal Cerf ?	fragt. Frontal D fœtus fragt. HMB D fœtus fragt. Arcade Zygomatique D fœtus fragt. Dia. Prox. MTO doigt access. fragt. Naviculaire		fragt. Crânien fragt. Vertèbre lombaire fragt. Vertèbre tho. 4 frags. Côtes 2 frags. Dias. 4 frags osseux
	Cervidé : 8 restes	Suidés : 1 reste	Caprinés	indéterminés
	Rocher fragt. Processus coronoïde HMB fragt. Processus coronoïde HMB	calcaneum G fœtus Suidé ?		

	fragt. condyle HMB fragt. Vertèbre cervicale fragt. Vertèbre lombaire fragt. Vertèbre sésamoïde			
#148	Cerf : 1 reste	Suidés	Caprinés	indéterminés
	fragt. Bois			
#149	Cerf : 1 reste			
	fragt. Bois			
#150	Cerf : 3 restes	Suidés	Caprinés	indéterminés : 7 restes
	fragt. Dist. PH2 PH3 vestigielle sésamoïde			fragt. Vertèbre fragt. Côte fragt. Dia dist. Fœtus ind. fragt. Dia. MTO fœtus Cerf ? fragt. dia. et 2 fragts osseux
#163	Cerf : 33 restes	Suidés : 19 restes	Caprinés : 5 restes	indéterminés
	D3 sup. D D4 sup. D D4 sup. G fragt. PM sup. M1 ou M2 sup. D fragt. P3 sup. D fragt. P4 sup. D fragt. Molaire sup. fragt. Molaire sup. fragt. Molaire sup. fragt. Molaire sup. fragt. Molaire sup. fragt. Molaire sup. fragt. Molaire sup. fragt. Molaire sup. fragt. Molaire sup. fragt. I2 inf. G P3 inf. G P4 inf. D P4 inf. D P4 inf. G fragt. PM inf. M2 inf. G fragt. Molaire inf. fragt. Molaire inf. petit fragt. Molaire 7 petits fragts. Dentaires	incisive lactéale sup. bourgeon P4 sup. D D4 sup. G fragt. PM inf. fragt bourgeon dentaire fragt. Molaire fragt. Molaire fragt. HMB avec P2 femelle fragt. Canine inf. mâle fragt. Incisive (lactéale ?) inf. G fragt. Incisive lactéale fragt. Incisive lactéale fragt. Bourgeon molaire fragt. Bourgeon molaire fragt. Bourgeon molaire D4 inf. D fragt. M1 inf. molaire inf. petit fragt. Dentaire	M2 sup. G fragt. Molaire sup. D4 inf. G M2 inf. G fragt. HMB D avec M2, M3	
#136				indéterminés : 1000 restes
#137				indéterminés : 1000 restes
#138				indéterminés : 1000 restes
#139				indéterminés : 1000 restes
#140				indéterminés : 1000 restes
#141				indéterminés : 545 restes
#142				indéterminés : 100 restes

#143				indéterminés : 100 restes
#144				indéterminés : 100 restes
#145				indéterminés : 44 restes
#156				indéterminés : 200 restes
#159				indéterminés : 200 restes
#160				indéterminés : 200 restes
#161				indéterminés : 57 restes
#181				indéterminés : 3 restes

Dia : diaphyse
prox. : proximal(e)
dist. : distal€
PH : phalange

D3, D4 : Déciduale
sup. : supérieure
inf. : inférieure
P : prémolaire

D : droit
G : gauche
HMB : hémi-mandibule
MTO : métapode

M : molaire

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 2020



Chronologie :

Paléolithique supérieur

Mésolithique

Néolithique

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