



**HAL**  
open science

## Les Auzières (Méthamis, Vaucluse)

Jean-Baptiste Fourvel, Nicolas Frerebeau, Jacqueline Argant, Salvador Bailon, Laurent Bruxelles, Emmanuel Desclaux, Alizé Hoffmann, Jean-Baptiste Javel, Christelle Lahaye, Véronique Laroulandie, et al.

### ► To cite this version:

Jean-Baptiste Fourvel, Nicolas Frerebeau, Jacqueline Argant, Salvador Bailon, Laurent Bruxelles, et al.. Les Auzières (Méthamis, Vaucluse): Document Final de Synthèse (2018-2021). [Rapport de recherche] Direction régionale des affaires culturelles Provence-Alpes-Côte d'Azur, Service régional de l'archéologie. 2021. hal-03670157

**HAL Id: hal-03670157**

**<https://hal.science/hal-03670157>**

Submitted on 15 Oct 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Sites n° 84 075 001 et 84 075 002  
Fouille programmée P1  
Programme triennal 2018-2020  
Opération Patriarche 12793  
Arrêtés n° 2018-241, 2019-150 et 2021-169

## Document Final de Synthèse

# Les Auzières

**Région PACA**  
**Département de Vaucluse**  
**Commune de Méthamis (84075)**

Jean-Baptiste Fourvel      Nicolas Frerebeau

2018-2021

Direction Régionale des Affaires Culturelles  
Service Régional de l'Archéologie  
Région PACA



**Jean-Baptiste Fourvel**

LAMPEA (UMR 7269)

Maison Méditerranéenne des Sciences de l'Homme

5, rue du Château de l'Horloge

F-13090 Aix-en-Provence

**Nicolas Frerebeau**

IRAMAT (UMR 5060)

Maison de l'Archéologie

Université Bordeaux Montaigne

F-33607 Pessac cedex

Soutenu  
par



La présente étude a été réalisée grâce au soutien du Ministère de la Culture, du CNRS, d'Aix-Marseille Université et de l'Université Bordeaux Montaigne.

# Sommaire

<b>Citation</b>	<b>iii</b>	
<b>Utilisation</b>	<b>v</b>	
<b>Remerciements</b>	<b>vii</b>	
<b>Première partie</b>	<b>Résumé</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Fiche signalétique</b>	<b>3</b>
1.1	Localisation . . . . .	3
1.2	Références cadastrales . . . . .	3
1.3	Statut du terrain . . . . .	3
1.4	Nature et références de l'opération . . . . .	3
1.5	Base de donnée nationale . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Générique</b>	<b>5</b>
2.1	Intervenants administratifs et financiers . . . . .	5
2.2	Intervenants techniques . . . . .	5
2.3	Intervenants scientifiques . . . . .	5
2.4	Équipe de terrain . . . . .	7
2.5	Visiteurs . . . . .	8
2.6	Formation et travaux universitaires . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Notice scientifique</b>	<b>13</b>
3.1	Présentation du gisement et de l'opération . . . . .	13
3.2	Éléments de géologie . . . . .	13
3.3	Historique des recherches . . . . .	18
3.4	Matériel mis au jour . . . . .	25
<b>4</b>	<b>État du site</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>Documents complémentaires</b>	<b>33</b>
5.1	Cartes . . . . .	33
5.2	Arrêtés préfectoraux . . . . .	40
5.3	Avis CTRA . . . . .	45

---

<b>Deuxième partie</b>	<b>Méthode</b>	<b>59</b>
<b>6</b>	<b>Localisation des vestiges</b>	<b>61</b>
6.1	Sectorisation du site . . . . .	61
6.2	Reprise et extension du carroyage . . . . .	61
6.3	Couverture photographique et relevés . . . . .	62
<b>7</b>	<b>Traitement du matériel</b>	<b>63</b>
7.1	Tamissage . . . . .	63
7.2	Inventaire . . . . .	63
7.3	Lavage, consolidation et marquage . . . . .	64
<b>Troisième partie</b>	<b>Résultats</b>	<b>65</b>
<b>8</b>	<b>Secteur 1</b>	<b>67</b>
8.1	Géomorphologie (L. Bruxelles) . . . . .	67
8.2	Stratigraphie (J.-B. Javel) . . . . .	69
8.3	Sédimentologie (J.-L. Schneider) . . . . .	69
8.4	Géochronologie (J.-B. Javel, B. Lebrun & C. Lahaye) . . . . .	83
<b>9</b>	<b>Secteur 2</b>	<b>105</b>
9.1	Stratigraphie (N. Frerebeau & J.-B. Fourvel) . . . . .	105
9.2	Géomorphologie (L. Bruxelles) . . . . .	105
9.3	Géochronologie . . . . .	118
9.4	Paléontologie des grands mammifères (J.-B. Fourvel, N. Lateur & C. Thabard) . . . . .	118
9.5	Paléontologie des micro-mammifères (E. Desclaux & J. Cohen) . . . . .	146
9.6	Paléontologie des amphibiens et reptiles (S. Baillon) . . . . .	161
9.7	Coprologie . . . . .	164
9.8	Anthracologie . . . . .	175
9.9	Industries lithiques (L. Slimak) . . . . .	178
9.10	Taphonomie (J.-B. Fourvel) . . . . .	184
9.11	Archéozoologie (N. Lateur & J.-B. Fourvel) . . . . .	187
9.12	Analyse spatiale (J.-B. Fourvel & N. Frerebeau) . . . . .	198
<b>10</b>	<b>Synthèse et perspectives</b>	<b>203</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>207</b>
	<b>Table des figures</b>	<b>217</b>
	<b>Liste des tableaux</b>	<b>223</b>

# Citation

Pour citer ce document :

Fourvel, J.-B. et Frerebeau, N. avec la collaboration de Argant, J., Baillon, S., Bruxelles, L., Desclaux, E., Hoffmann, A., Javel, J.-B., Lahaye, C., Laroulandie, V., Lateur, N., Lebrun, B., Magniez, P., Marchal, F., Schneider, J.-L., Slimak, L., Thabard, C., Théry-Parisot, I. *Les Auzières (Méthamis, Vaucluse)*. [Document Final de Synthèse] Direction régionale des affaires culturelles Provence-Alpes-Côte d'Azur, Service régional de l'archéologie. 2018-2021.

```
@techreport{auzieres2021,  
  title = {{Les Auzières (Méthamis, Vaucluse)}},  
  author = {Fourvel, Jean-Baptiste and Frerebeau, Nicolas and Argant,  
    Jacqueline and Baillon, Salvador and Bruxelles, Laurent and  
    Desclaux, Emmanuel and Hoffmann, Alizé and Javel,  
    Jean-Baptiste and Lahaye, Christelle and Laroulandie,  
    Véronique and Lateur, Nicolas and Lebrun, Brice and Magniez,  
    Pierre and Marchal, François and Schneider, Jean-Luc and  
    Slimak, Ludovic and Thabard, Camille and Théry-Parisot,  
    Isabelle},  
  type = {{Document Final de Synthèse}},  
  institution = {{Direction régionale des affaires culturelles  
    Provence-Alpes-Côte d'Azur, Service régional  
    de l'archéologie}},  
  year = {2018-2021}  
}
```



# Utilisation

Le Rapport d'Opération constitue un document administratif communicable au public dès sa remise au Service Régional de l'Archéologie, suivant les prescriptions de la Loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 modifiée, relative à l'amélioration des relations entre l'administration et le public. Aux termes de la circulaire du 26 mars 1993, il pourra être consulté ; les agents des Services Régionaux de l'Archéologie rappelleront à tout demandeur les droits de la propriété littéraire et artistique possédés par les auteurs et les contraintes qui en résultent pour tout consultant. Les prises de notes et les photocopies sont autorisées pour un usage exclusivement privé et non destiné à une utilisation collective (article L 122-5 du code de la propriété intellectuelle). Toute reproduction de texte, accompagnée ou non de photographies, cartes ou schémas, n'est possible que dans le cadre du droit de courte citation, avec les références exactes et complètes de l'auteur et de l'ouvrage. Par ailleurs, l'exercice du droit à la communication exclut, pour ses bénéficiaires ou pour les tiers, la possibilité de reproduire, de diffuser ou d'utiliser à des fins commerciales les documents communiqués (Loi n° 78-753 du 17 juillet 1978, art.10).

Le non-respect de ces règles constitue un délit de contrefaçon puni par l'article 425 du code pénal.



# Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Monsieur le conservateur régional de l'archéologie Xavier Delestre pour l'intérêt porté à ce projet, ainsi que l'ensemble du personnel du Service régional de l'archéologie de la Direction régionale des affaires culturelles de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur pour leur assistance.

Les auteurs adressent leurs remerciements à Monsieur le maire Claude Pagès et Monsieur le maire Jean-Marc Teste, ainsi qu'au Conseil Municipal de la commune de Méthamis, pour avoir autorisé et soutenu cette opération archéologique.

Enfin, les auteurs remercient chaleureusement l'ensemble des personnes ayant participé aux interventions de terrain, en particulier les étudiants et bénévoles, pour leur investissement.





# **Première partie**

## **Résumé**



# 1 Fiche signalétique

## 1.1 Localisation

**Région** Provence-Alpes-Côte d'Azur  
**Département** Vaucluse  
**Commune** Méthamis  
**INSEE** 84075  
**Coordonnées (RGF93)** 878886 6327047  
**Altitude** 300 m

## 1.2 Références cadastrales

**Commune** Méthamis  
**Année** 1954  
**Section** G  
**Parcelle** 371

## 1.3 Statut du terrain

**Protection** aucune  
**Propriétaire** Commune de Méthamis  
**Étendue du site** 250 m<sup>2</sup>  
**Superficie fouillée** 50 m<sup>2</sup>

## 1.4 Nature et références de l'opération

**Numéro du site** 84 075 001 (Les Auzières 1) et 84 075 002 (Les Auzières 2)  
**Nature** fouille programmée P1  
**Numéro Patriarche** 12793  
**Arrêtés de prescription** 2018-241, 2019-150 et 2021-169

**Responsables scientifiques** Dr Jean-Baptiste Fourvel (UMR 7269) et Dr Nicolas Frerebeau (UMR 5060)

**Dates d'intervention sur le terrain** 27 juillet – 22 août 2018, 24 juin – 20 juillet 2019 et 28 juin – 24 juillet 2021

## 1.5 Base de donnée nationale

**Chronologie** Paléolithique moyen

**Interprétation** Repaire de carnivore avec indices de fréquentation humaine et niveau d'occupation humaine (halte de chasse).

## 2 Générique

### 2.1 Intervenants administratifs et financiers

L'opération a reçu le soutien financier de la Direction Régionale des Affaires Culturelles Provence-Alpes-Côte-d'Azur (Ministère de la Culture), du CNRS, d'Aix-Marseille Université et de l'Université Bordeaux Montaigne.

La commune de Méthamis a participé à cette opération par le prêt d'un terrain et de locaux pour l'établissement de la base vie et du laboratoire de campagne pendant la durée des interventions sur le terrain.

La logistique du chantier a été assurée par l'Association pour la Recherche en Archéologie, Technologie et Écologie (Arachné).

### 2.2 Intervenants techniques

La liste des intervenants techniques est rappelée dans le tableau 2.1.

### 2.3 Intervenants scientifiques

La liste des intervenants scientifiques est rappelée dans le tableau 2.2.

TAB. 2.1 – Liste des intervenants techniques

Intervenant	Organisation	Courriel	Contribution
R. Hautefort	Altus & Fortis	raphaelhautefort@gmail.com	Photogrammétrie
R. Russ	Club spéléologique Li Darboun (Cavaillon, Vaucluse)	russ.robert@orange.fr	Spéléologie

TAB. 2.2 – Liste des intervenants scientifiques.

Intervenant	Affiliation	Courriel	Contribution
J. Argant	ARPA	j.argant@wanadoo.fr	Palynologie
S. Baillon	UMR 7209	salvador.bailon@mnhn.fr	Analyse de l'herpétofaune
L. Bruxelles	INRAP	laurent.bruxelles@inrap.fr	Géomorphologie
E. Crégut	UMR 5608	evelyne.cregut@orange.fr	Paléontologie des Caprinés
E. Desclaux	Lazaret	edesclaux@lazaret.unice.fr	Paléontologie des rongeurs et insectivores
J.-B. Fourvel	UMR 7269	jean-baptiste.fourvel@univ-amu.fr	Paléontologie des Carnivores, taphonomie, archéozoologie
N. Frerebeau	UMR 5060	nicolas.frerebeau@u-bordeaux-montaigne.fr	Archéologie, archéométrie, statistiques et modélisation
A. Hoffmann	UMR 5608	alize.hoffmann@gmail.com	Paléoparasitologie
J.-B. Javel	UMR 5060	jean-baptiste.javel@u-bordeaux-montaigne.fr	Géochronologie
C. Lahaye	UMR 5060	christelle.lahaye@u-bordeaux-montaigne.fr	Géochronologie
V. Laroulandie	UMR 5191	veronique.laroulandie@u-bordeaux.fr	Analyse de l'avifaune
N. Lateur	MuséAl	nico.lateur@yahoo.fr	Paléontologie des Cervidés
B. Lebrun	UMR 5060	brice.lebrun@u-bordeaux-montaigne.fr	Géochronologie
P. Magniez	UMR 7269	pierre.magniez@univ-amu.fr	Paléontologie des Bovidés
F. Marchal	UMR 7268	francois.marchal@univ-amu.fr	Paléoanthropologie
J.-L. Schneider	UMR 5805	jean-luc.schneider@u-bordeaux.fr	Micromorphologie
L. Slimak	UMR 5608	slimak@univ-tlse2.fr	Analyse des industries lithiques
C. Thabard	UMR 5608	camille.thabard@gmail.com	Paléontologie des Carnivores
I. Théry-Parisot	UMR 7264	isabelle.thery@cepam.cnrs.fr	Anthracologie
L. Wilson	UNB	lwilson@unb.ca	Provenance des industries lithiques

Coordonnées des organismes partenaires :

**Association de Recherche Paléoécologique en Archéologie (ARPA)** UFR des Sciences de la Terre, Université Claude Bernard, 27-43 boulevard du 11 novembre 1918, 69622 Villeurbanne cedex.

**Institut National de Recherches Archéologiques Préventives** 561 rue Etienne Lenoir, 30900 Nîmes.

**Laboratoire départemental de Préhistoire du Lazaret** 33 bis boulevard Frank Pilatte, 06300 Nice.

**Pôle archéologique du Département de l'Ardèche** MuséAl, quartier Saint-Pierre, 07400 Alba-la-Romaine.

**UMR 5060 IRAMAT (CNRS, Université Bordeaux Montaigne)** Maison de l'Archéologie, Esplanade des Antilles, 33607 Pessac cedex.

**UMR 5191 PACEA (CNRS, Ministère de la Culture, Université de Bordeaux)** Université de Bordeaux, bâtiment B8, allée Geoffroy Saint Hilaire, CS 50023, 33615 Pessac cedex.

**UMR 5608 TRACES (CNRS, Université Toulouse Jean Jaurès)** Maison de la Recherche, 5 allée Antonio Machado, 31058 Toulouse cedex 9.

**UMR 5805 EPOC (CNRS, EPHE, Université de Bordeaux)** Université de Bordeaux, bâtiment B8, allée Geoffroy Saint Hilaire, CS 50023, 33615 Pessac cedex.

**UMR 7209 Archéologie et Archéobotanique (CNRS, MNHN)** Muséum National d'Histoire Naturelle, 55 rue Buffon, CP55, 75005 Paris.

**UMR 7264 CEPAM (CNRS, Université Côte d'Azur)** Pôle universitaire Saint Jean d'Angély, 06300 Nice.

**UMR 7268 ADES (CNRS, EFS, Aix-Marseille Université)** Faculté de Médecine, Secteur Nord, Bât. A, CS 80011, bd. Pierre Dramard, 13344 Marseille cedex 15.

**UMR 7269 LAMPEA (CNRS, Ministère de la Culture, Aix-Marseille Université)** MMSH, 5 rue du Château de l'Horloge, BP 647, 13094 Aix-en-Provence cedex.

**University of New Brunswick** Ganong Hall 206, Saint John, NB E2K 5E2, Canada.

## 2.4 Équipe de terrain

### 2.4.1 Équipe scientifique

Parmi les membres de l'équipe scientifique, ont participé aux différentes interventions sur le terrain : Laurent Bruxelles (2018, 2019), Jean-Baptiste Fourvel (2018, 2019, 2021), Nicolas Frerebeau (2018, 2019, 2021), Nicolas Lateur (2018), Brice Lebrun (2018), Pierre Magniez (2018, 2019), Robert Russ (2018, 2019, 2021), Camille Thabard (2021).



## 2.4.2 Étudiants et bénévoles

Chaque année, plus de la moitié des bénévoles présents sur le terrain sont ainsi des étudiantes et étudiants de licence (fig. 2.1A et 2.1B) dont la participation constitue une première expérience de fouille. Une part des bénévoles arrive également de cursus autres que l'archéologie (fig. 2.1C).

Ont participé aux différentes interventions sur le terrain : Pauline Allaire (2021), Aurore Arnault (2019), Clément Bader (2018), Anne-Sophie Benoiston (2018, 2021), Joan Bernard (2018), Alexi Biston (2018), Sonia Cerutti (2018, 2019, 2021), Gilles Corot (2019), Christelle Dancette (2018), Stephen Durif (2018), Pauline Epinoux (2021), Anthony Fraudeau (2018), Eva Gillain (2021), Thibault Guiragossian (2019, 2021), Élise-Sarah Grodski (2018, 2019), Aurore Jacob (2019), Jean-Baptiste Javel (2018, 2019), Lisa Justiniany (2019, 2021), Vanina Koanda (2021), Océane Laroche (2018), Vanessa Laurent (2021), Michel Legrand (2018), Marina Mirande (2021), Carlo Mologni (2019), Antoine Mure (2021), Laurent Pallas (2019, 2021), Iris Pansin (2018), Emma Pariès (2021), Thomas Perez (2018, 2019), Marjolaine Pinel (2018), Manon Quantin (2021), Anne-Laure Renoux (2018), Jordan Romeyer (2018), Anaïs Rouquette (2018), Camille Tourniaire (2019), Enzo Tummino (2019) et Marie Vanackere (2018).

## 2.5 Visiteurs

Au cours des différentes interventions sur le terrain, les personnes suivantes ont visité le gisement :

- Jean-Philip Brugal (2019), directeur de recherche au CNRS (UMR 7269 LAMPEA) ;
- Estelle Herrscher (2019), directrice de recherche au CNRS (UMR 7269 LAMPEA) ;
- François Marchal (2018, 2019, 2021), chargé de recherche au CNRS (UMR 7268 ADES) ;
- Claude Pagès (2018, 2019), Maire de la commune de Méthamis ;
- Guillaume Porraz (2021), chargé de Recherche au CNRS (UMR 7269 LAMPEA) ;
- Giulia Ricci (2021), post-doctorante (UMR 7269 LAMPEA) ;
- Claude Rouvier (2021), association Arkéodidacte ;
- Jean-Marc Teste (2021), Maire de la commune de Méthamis.

## 2.6 Formation et travaux universitaires

Les collaborations engagées avec différentes universités autour des recherches menées aux Auzières depuis 2014 ont permis de participer à la formation d'étudiants dans le

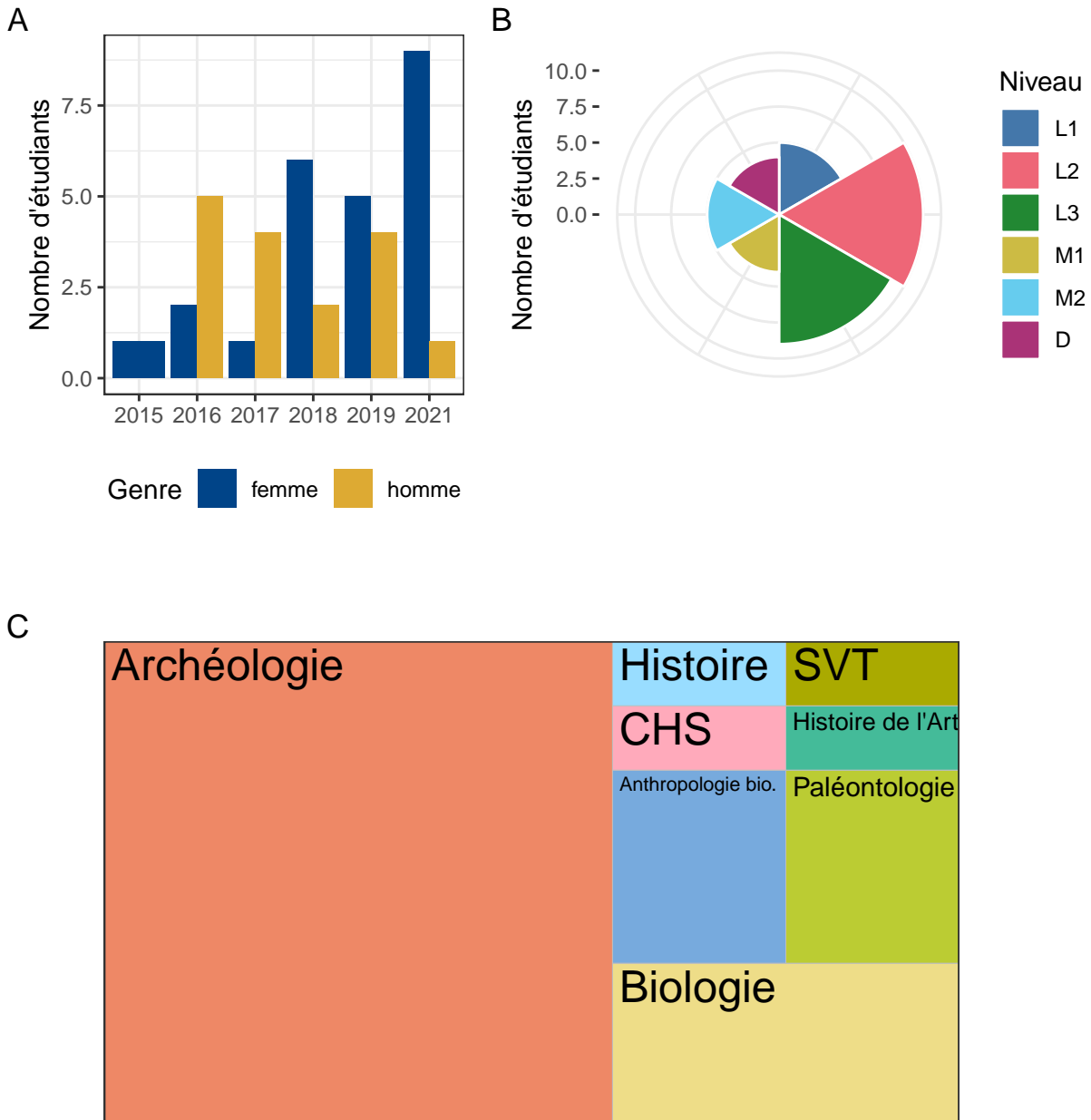


FIG. 2.1 – Répartition des étudiants participant au chantier (total 2015-2021). (A) Par genre et par année. (B) Par niveau d'étude. (C) Par formation d'origine (la surface des rectangles est proportionnelle au nombre d'étudiants; CHS : Culture Humaniste et Scientifique; SVT : Sciences de la Vie et de la Terre).

cadre de travaux de Master. Trois sujets ont été soutenu entre 2017 et 2018 :

- Cohen, Jessica (2018). *Analyse paléocéologique des communautés des micromammifères du MIS 5.5 dans le sud-est de la France : Baume Moula-Guercy, Auzières II et Grand Abri aux Puces*. Mémoire de Master inédit. Université de Nice Sophia-Antipolis, sous la direction de E. Desclaux (UMR 7264 CEPAM).
- Guiragossian, Thibaut (2017). *Apport à l'étude paléontologique du site des Auzières (Vaucluse, France)*. Mémoire de Master 1 inédit. Aix-Marseille Université, sous la direction de P. Magniez (UMR 7269 LAMPEA), suivi scientifique par E. Crégut (Musée Requien, Avignon) et J.-B. Fourvel (UMR 5608 TRACES).
- Guiragossian, Thibaut (2018). *Etude archéozoologique et taphonomique de l'UA 29 de la Grotte du Lazaret (Nice, 06) et du site des Auzières 2 (Méthamis, 84)*. Mémoire de Master 2 inédit. Aix-Marseille Université, sous la direction de P. Magniez (UMR 7269 LAMPEA).

Les campagnes de terrains intègrent également une part importante de formation aux techniques et méthodes de fouilles archéologiques et paléontologiques. Plusieurs conventions de stages ont ainsi été établies avec des établissements d'enseignement supérieur (fig. 2.2) :

- Pauline Epinoux (2021). Étudiante en licence d'Histoire de l'Art et Archéologie (L1). Université Bordeaux Montaigne.
- Eva Gillain (2021). Étudiante en licence d'Histoire de l'Art et Archéologie (L1). Aix-Marseille Université.
- Aurore Jacob (2019). Étudiante en licence d'Histoire de l'Art et Archéologie (L2). Université de Poitiers.
- Lisa Justiniary (2019). Étudiante en licence d'Histoire de l'Art et Archéologie (L2). Aix-Marseille Université.
- Vanina Koanda (2021). Étudiante en licence d'Histoire de l'Art et Archéologie (L2). Aix-Marseille Université.
- Vanessa Laurent (2021). Étudiante en licence d'Histoire de l'Art et Archéologie (L2). Aix-Marseille Université.
- Marina Mirande (2021). Étudiante en licence d'Histoire de l'Art et Archéologie (L2). Université Bordeaux Montaigne.
- Antoine Mure (2021). Étudiant en licence d'Histoire de l'Art et Archéologie (L3). Aix-Marseille Université.
- Emma Pariès (2021). Étudiante en licence d'Histoire de l'Art et Archéologie (L2). Université Bordeaux Montaigne.
- Enzo Tummino (2019). Étudiant en licence d'Histoire de l'Art et Archéologie (L2). Aix-Marseille Université.
- Anne-Laure Renoux (2018). Étudiante en licence SHAE parcours Archéologie et Histoire de l'art (L2). Université Paris Nanterre.

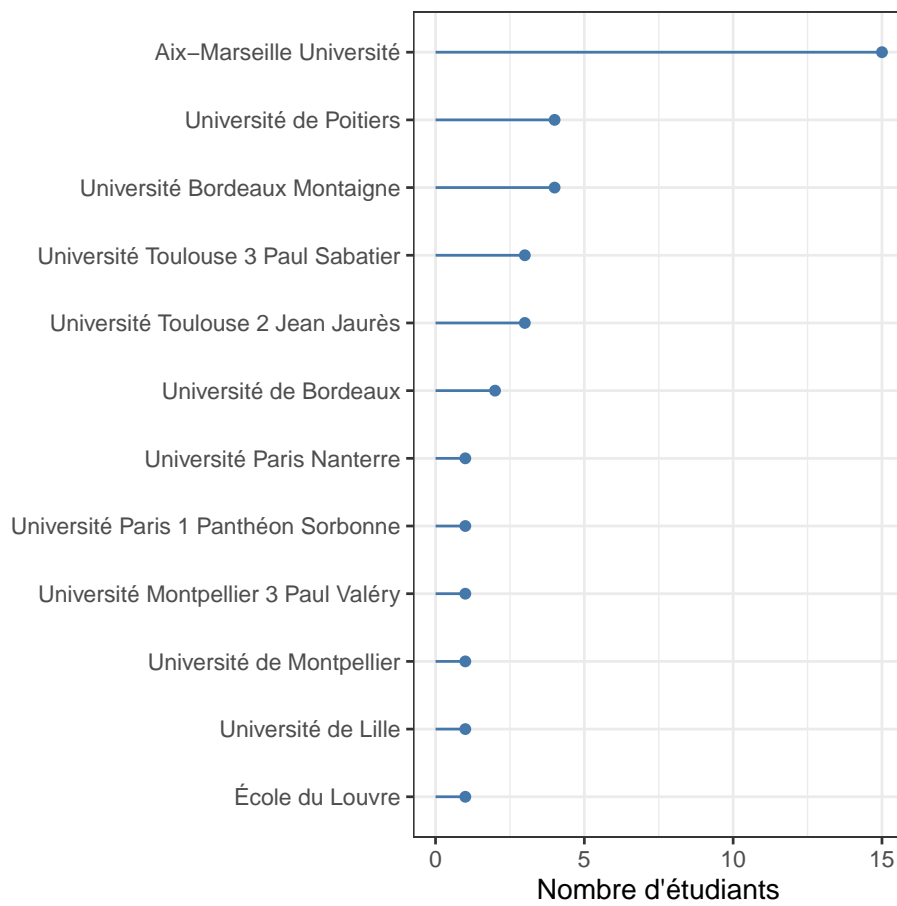


FIG. 2.2 – Établissement d'origine des étudiants participant au chantier (total 2015-2021).



## 3 Notice scientifique

Le site archéologique et paléontologique dit Les Auzières (commune de Méthamis, Vaucluse) est d'un intérêt particulier dans une zone géographique où la connaissance des modalités d'exploitation des territoires par les Hommes du Paléolithique reste encore faible. Un important repaire de hyènes des Cavernes y est attesté entre 60.000 et 100.000 ans avant le présent. Ces grands Carnivores succèdent à une présence humaine matérialisée par des industries en silex et des restes de boucherie.

Le travail de recherche est structuré autour de trois grands enjeux :

- Comprendre l'occupation des territoires par les premières communautés humaines.
- Comprendre les interactions entre ces communautés et les grands Carnivores pré-historiques.
- Restituer les climats et environnements anciens.

### 3.1 Présentation du gisement et de l'opération

Couvrant une partie du flanc Nord des Monts de Vaucluse (entre le territoire du Lubéron et le Mont-Ventoux ; fig. 3.1), la commune de Méthamis (Vaucluse) se développe autour d'un éperon rocheux, surplombant le débouché des gorges de la Nesque. Ces dernières forment une vallée encaissée, composée de massifs calcaires riches en cavités et abris-sous-roches, parmi lesquels se trouve le complexe karstique dit "Les Auzières" (fig. 3.2 et 3.3).

Le site a fait l'objet de deux sondages au début des années 1980 (travaux de Maurice Paccard et Michel Livache) puis de fouilles programmées entre 1998 et 2005 (sous la direction de Hervé Monchot et François Marchal). Les travaux de terrain ont repris depuis 2014 sous la direction de Jean-Baptiste Fourvel et Nicolas Frerebeau.

### 3.2 Éléments de géologie

Le site des Auzières est formé de trois cavités adjacentes (anciennement dénommées Les Auzières I, II et III ; fig. 3.4) et est situé sur la rive ouest du méandre de la Nesque, à

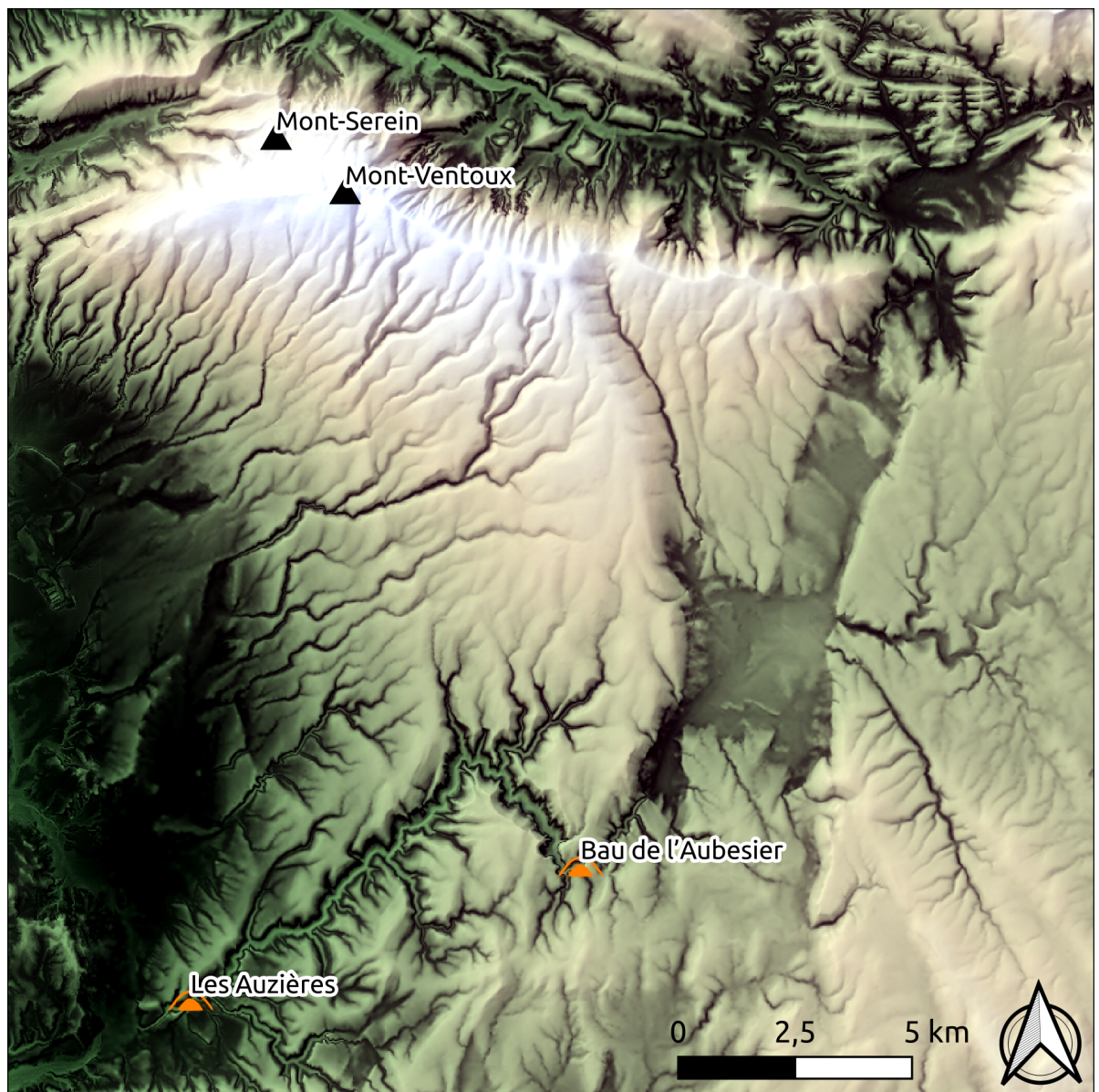
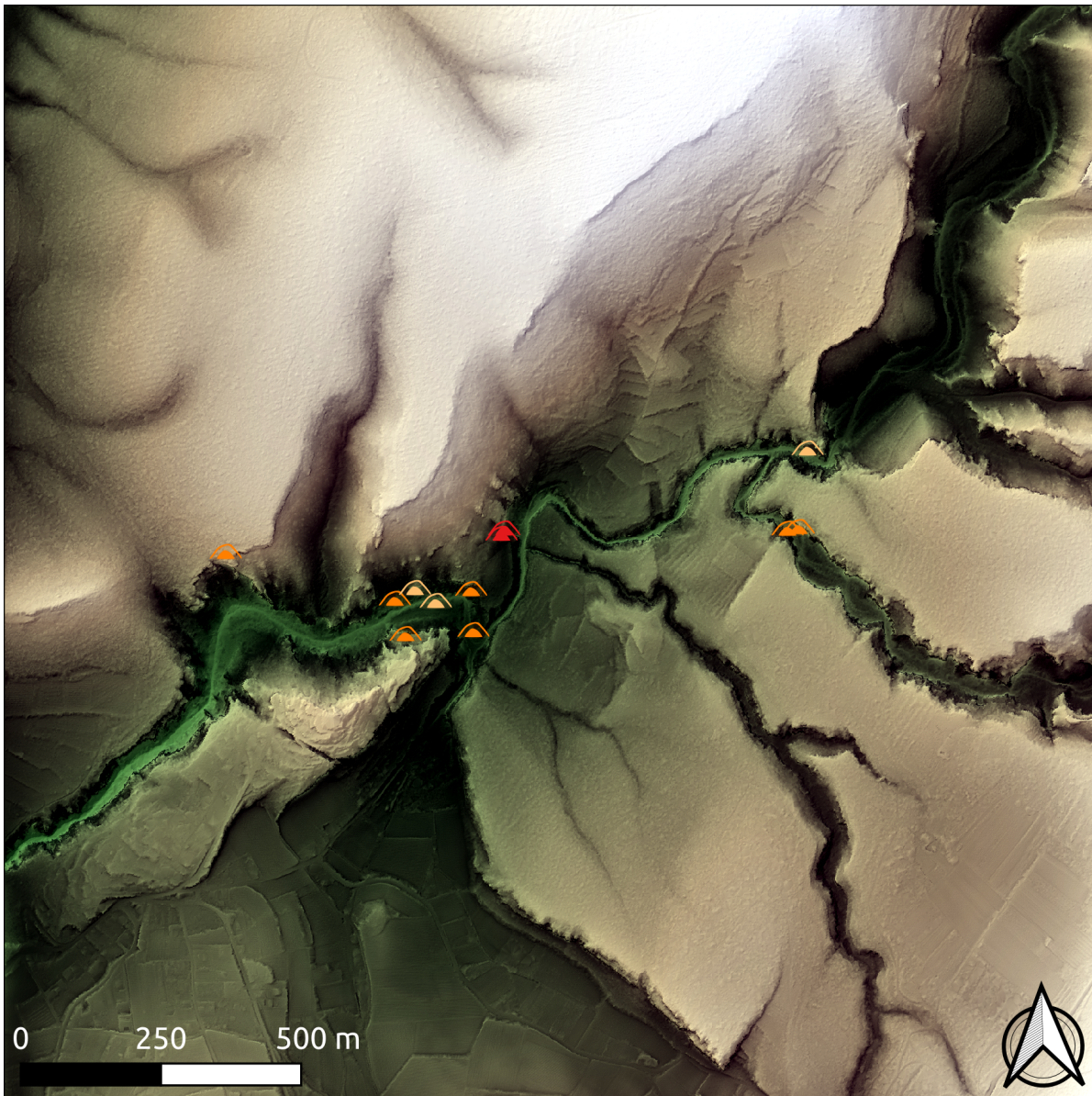


FIG. 3.1 – Élévation des Monts de Vaucluse et localisation du site des Auzières. Relevés GPS : J.-B. Fourvel & N. Frerebeau, 2014-2017. Fond cartographique : ©IGN 2016 - RGEALTI®.





▲ Les Auzières   ▲ Cavité archéologique   ▲ Cavité autre

FIG. 3.2 – Élévation du débouché des Gorges de la Nesque (Méthamis, Vaucluse) et localisation des principales cavités. Relevés GPS : J.-B. Fourvel & N. Frerebeau, 2014-2017. Fond cartographique : ©IGN 2016 - RGEALTI®.



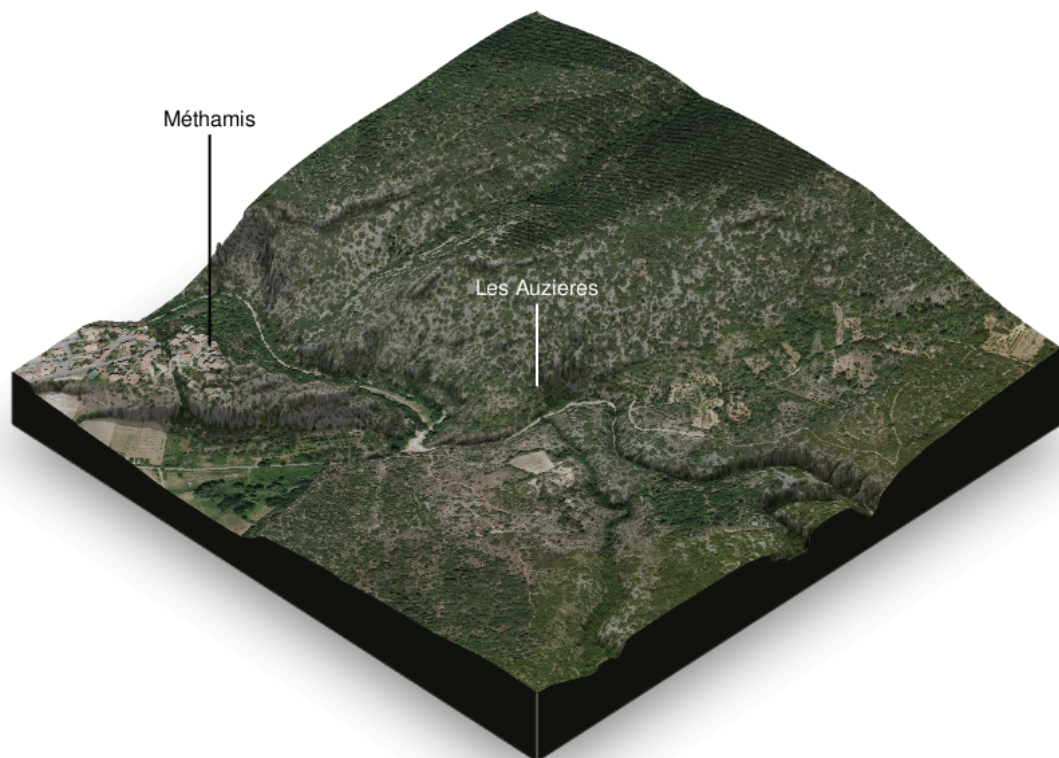


FIG. 3.3 – Débouché des Gorges de la Nesque vu depuis le Sud-Ouest (Méthamis, Vaucluse). Source des données : ©IGN 2016 - RGEALTI®, BDORTHO®.

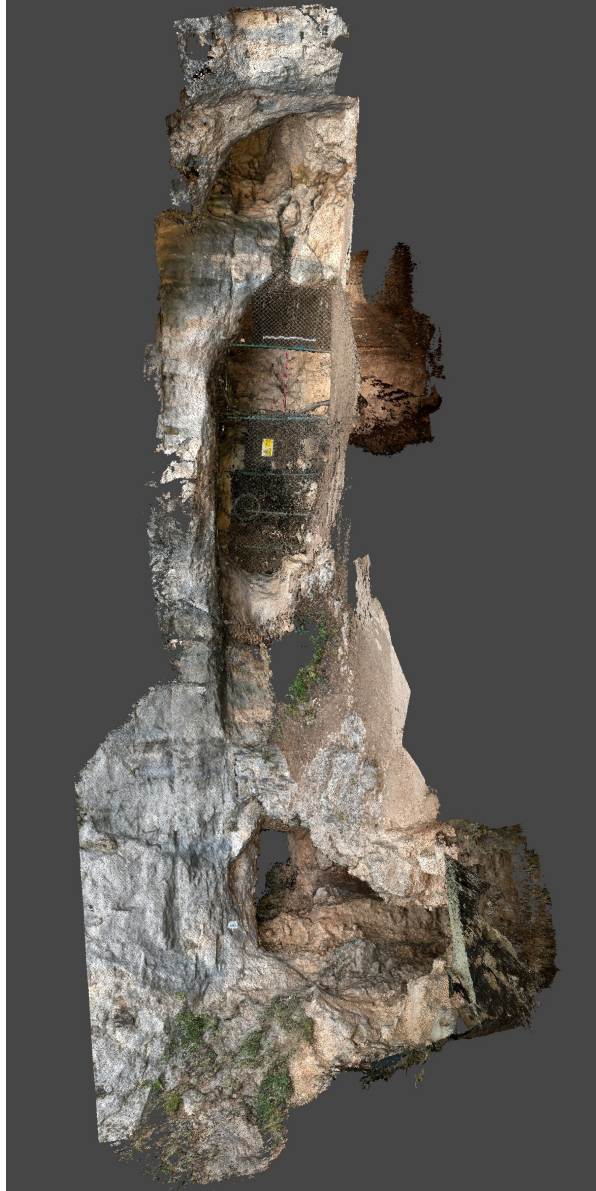


FIG. 3.4 – Vue de face du complexe des Auzières (photogramétrie R. Hautefort).

quelques centaines de mètres au nord-est du village de Méthamis (Vaucluse). Ce complexe karstique se développe à une altitude d'environ 300 mètres et s'ouvre vers l'est.

### 3.2.1 Les gorges de la Nesque

Située sur les contreforts des Monts de Vaucluse (entre le Lubéron et le Mont-Ventoux ; fig. 1), la commune de Méthamis se développe autour d'un éperon rocheux, surplombant le débouché des gorges de la Nesque. Ces dernières forment une vallée encaissée, composée de massifs calcaires riches en cavités et abris-sous-roches.

Les gorges de la Nesque, en rive droite desquelles se situe le site des Auzières, marquent la limite entre le versant sud du massif du Mont Ventoux et l'extrémité occidentale des Monts du Vaucluse. Elles incisent les formations carbonatées du Crétacé inférieur qui constituent les escarpements qui dominent les gorges. Ces dernières débouchent sur le bassin sédimentaire de Mormoiron où affleurent des formations de l'Eocène et de l'Oligocène dans les environs de Méthamis (fig. 3.5).

### 3.2.2 Les Auzières

Le site des Auzières correspond à des cavités karstiques ouvertes dans les calcaires crayeux à rudistes de l'Aptien inférieur<sup>1</sup> à faciès urgonien *stricto sensu*, légèrement inclinés vers le nord-est, et surmontés par les épaisses formations de calcaires bioclastiques à faciès urgonien de l'Aptien inférieur qui forment la puissante ossature des reliefs des environs.

Cet ensemble carbonaté est affecté de nombreuses failles d'orientation N150 dominante, recoupées d'accidents d'orientation générale N120 au niveau des gorges de la Nesque. Cette fracturation a favorisé le développement des cavités karstiques (circulations d'eau) dans le massif calcaire. On note cependant l'absence d'avens dans le secteur. Le site des Auzières se situe à proximité de l'un de ces accidents N120. Les témoins d'un couloir de cisaillement sont bien visibles au niveau de l'affleurement de calcaire qui affleure entre les deux entrées des cavités (fig. 3.6). Au premier ordre, on peut penser que la fracturation des calcaires associée à cette faille a pu contrôler le recul des porches des cavités.

## 3.3 Historique des recherches

Le complexe karstique des Auzières est connu depuis plus de 30 ans avec les premières opérations de terrain au début des années 1980 – voir PACCARD (1971) pour la première mention et PACCARD (1983) pour la première publication – jusqu'aux recherches les

---

<sup>1</sup>Nous utilisons ici la nomenclature stratigraphique internationale. Le Bédoulien et le Gargasien, termes obsolètes, correspondent à des étages locaux de l'Aptien.



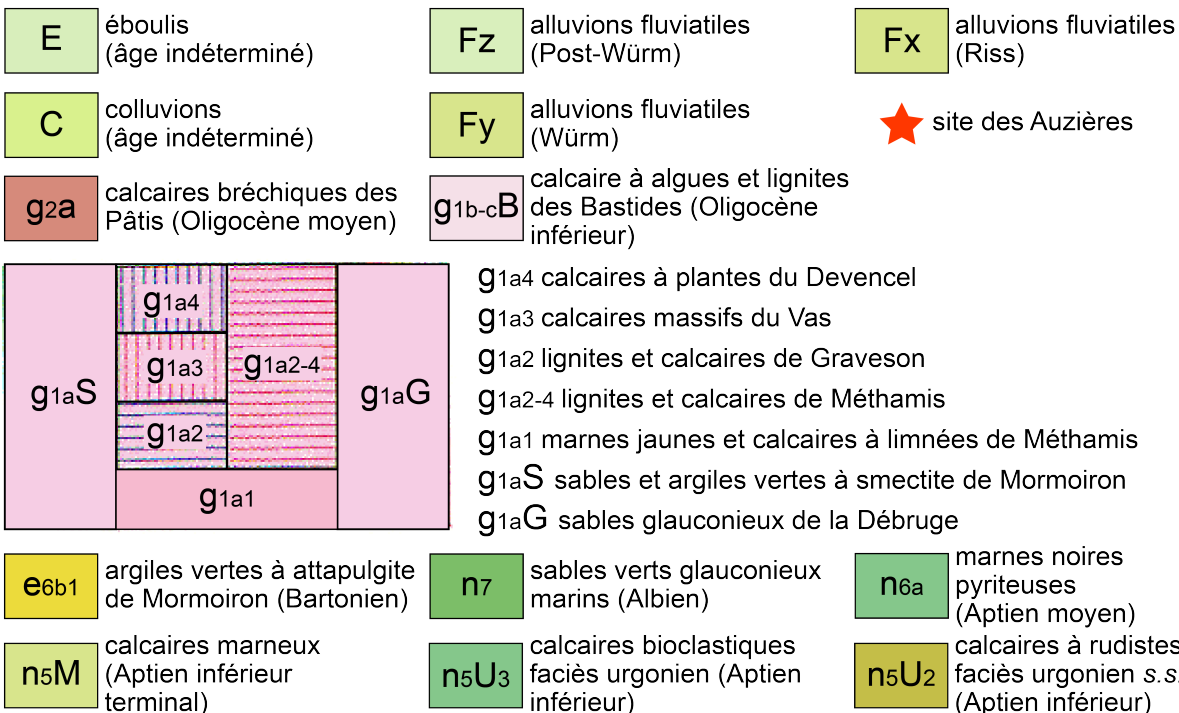
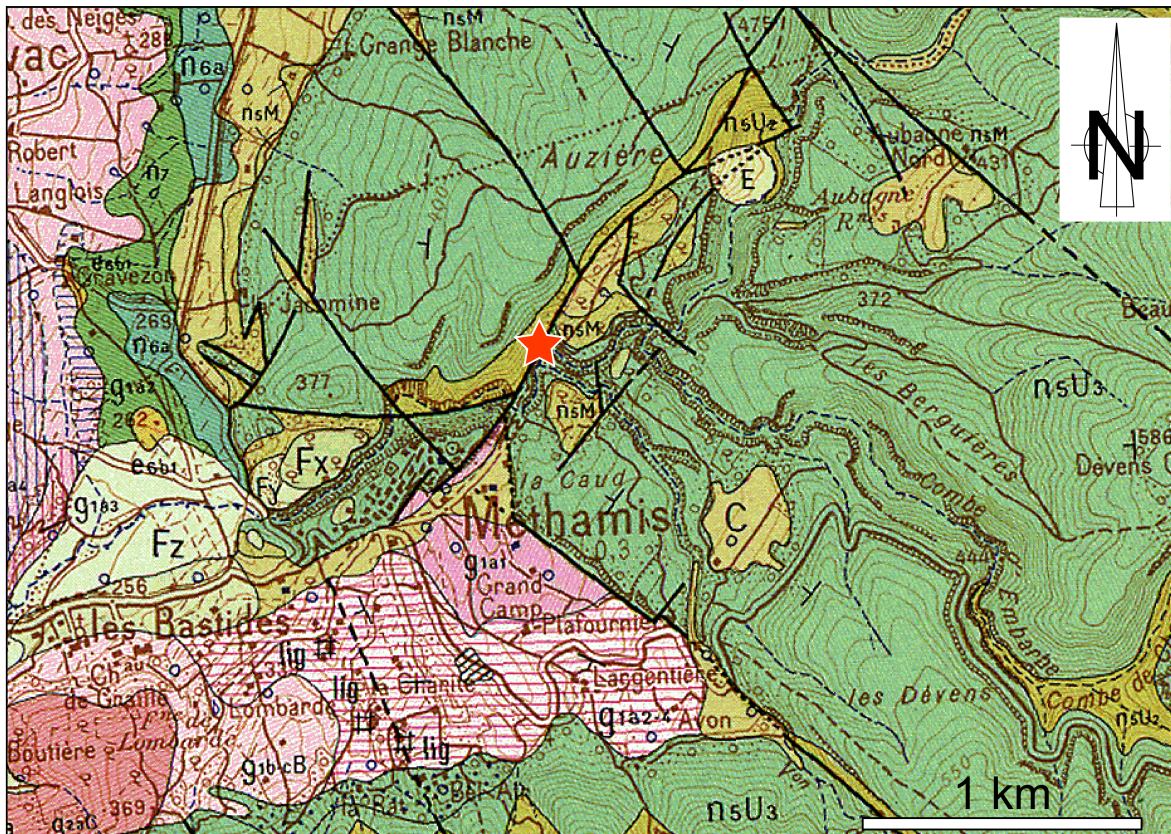


FIG. 3.5 – Extrait de la carte géologique de Carpentras au 1/50000 (*Carte géologique de la France au 1/50 000, 941, Carpentras 1975*) avec localisation du site des Auzières.





FIG. 3.6 – Vue générale d'un couloir de cisaillement subvertical intensément fracturé dans les calcaires entre les entrées des secteurs 1 et 2 des Auzières (cliché J.-L. Schneider).

TAB. 3.1 – Résumé des interventions de terrain.

Patriarche	Prescription	Responsable	Année	Rapport
1276	?	M. Paccard	1980	RAP05551
-	-	A. Defleur	1987	-
			1998	RAP05550
5996		H. Monchot & F. Marchal	2001	RAP05549
6208			2002	RAP00075
			2003	RAP00902
			2004	RAP00557
			2005	RAP01045
11091	2014-334		2014	RAP07065
	2015-270		2015	
11391	2016-311	J.-B. Fourvel & N. Frerebeau	2016	
	2017-209		2017	
	2018-241		2018	
12793	2019-150		2019	
	2021-169		2021	

plus récentes (MARCHAL et al. 2009) et notre première opération en 2014 (Jean-Baptiste FOURVEL et Nicolas FREREBEAU 2014) (tab. 3.1). Ce chapitre propose un rapide un état des lieux des connaissances du site.

### 3.3.1 La découverte du site

La première mention du site est faite par PACCARD (1971) qui évoque rapidement le gisement dans sa monographie du camp mésolithique de Gramari, situé au débouché des Gorges de la Nesque. Il y insiste sur la présence d'un placage contenant des industries attribuables au Mésolithique (*a priori* le placage des Auzières I décrit par PACCARD 1983). Maurice Paccard décrit pour la première fois le complexe karstique des Auzières en -PACCARD (1983), il distingue alors trois cavités<sup>2</sup> :

— Les Auzières I, grand abri-sous-roche ;

<sup>2</sup>Ce découpage en trois cavités et autant d'entités archéologiques n'a aujourd'hui plus lieu d'être. Les différentes cavités des Auzières sont considérées comme formant un seul et même site archéologique.

- Les Auzières II, abri-sous-roche dont seul l'encorbellement est visible ;
- Les Auzières III, petite alcôve vide de remplissage.

Dans Les Auzières I, Maurice Paccard reconnaît la présence d'un placage comprenant des éléments d'industrie attribués à l'Épipaléolithique (la phase finale du Paléolithique, datée entre 14.000 et 11.700 ans avant le présent), il y réalise également un sondage qui s'avérera stérile. Maurice Paccard et Michel Livache mènent parallèlement une opération de sondage aux Auzières II. Ils produisent une description de la séquence stratigraphique et identifient huit couches stratigraphiques. Un premier ensemble osseux ( $NR = 95$ ) est mis au jour dont l'analyse paléontologique permet une attribution chronologique au Würm (Évelyne CRÉGUT-BONNOURE, C. GUÉRIN et MOURER-CHAUVIRÉ 1983).

### 3.3.2 Les premières fouilles

Au sein de l'échantillon osseux des Auzières II issu des travaux de M. Paccard et M. Livache, conservé au Musée Requien d'Avignon, nous avons pu isoler un petit ensemble identifié comme provenant des Auzières II, dit du *Sondage Defleur — 1987*. Cet ensemble osseux, dont nous n'avons trouvé aucune mention dans la littérature, provient de deux couches (couches 7 et 8 *sensu* Paccard). L'échantillon osseux dit du *Sondage Defleur — 1987* est composé de 42 restes rapportés à quatre taxons.

En 1998, Hervé Monchot et François Marchal organisent une campagne de terrain ayant pour but de retrouver et nettoyer le site afin de reprendre le sondage de Maurice Paccard et Marcel Livache aux Auzières II. Il s'agit alors d'estimer le potentiel archéologique et paléontologique du site (MONCHOT, MARCHAL et CAUCHE 1998; MONCHOT, MARCHAL, CAUCHE et al. 2000). Les travaux de terrains reprennent ensuite en 2001 (MONCHOT, MARCHAL et COUSSOT 2001) et quatre campagnes de fouilles programmées se succèdent entre 2002 et 2005 (MONCHOT, MARCHAL, COUSSOT et MAITREROBERT 2002; MONCHOT, MARCHAL et COUSSOT 2003; MONCHOT, MARCHAL et COUSSOT 2004; MONCHOT, MARCHAL et COUSSOT 2005; MARCHAL et al. 2009). Les fouilles se concentrent alors sur la partie antérieure de la cavité des Auzières II

Les analyses sédimentologiques conduisent au découpage de la séquence stratigraphique en six couches principales. Le matériel osseux mis au jour au cours de ces différentes campagnes comprend un total de 206 restes dont 140 coordonnés, auxquels s'ajoutent 42 pièces issues du sondage de 1998 (MARCHAL et al. 2009). Une première série de datations radiométriques est réalisée et fournit un âge moyen de  $60 \pm 10$  ka avant le présent pour les dépôts supérieurs (MARCHAL et al. 2009). L'âge moyen de  $60 \pm 10$  ka BP retenu place les dépôts archéologiques au sein du stade isotopique 4, même si une attribution aux phases de transition OIS5-OIS4 et OIS4-OIS3 ne peut être totalement exclue (MARCHAL et al. 2009).

L'équipe de Monchot et Marchal met également au jour un petit assemblage lithique (environ une vingtaine de pièces) dont l'attribution chronoculturelle relève du Moustérien (MARCHAL et al. 2009). Le matériel archéologique attestant de l'occupation du site par

les communautés humaines reste cependant peu abondant. La présence de ces vestiges au sein d'un site décrit comme repaire de carnivore est tout à fait compatible avec les questionnements propres aux gisements naturels avec indices de présence humaine (*sensu* BRUGAL et JAUBERT 1991).

### 3.3.3 Reprise des travaux de terrain

En 2014, une nouvelle équipe est constituée par Jean-Baptiste Fourvel et Nicolas Frerebeau. La reprise des recherches permet de confirmer définitivement l'occupation du site par des grands carnivores (hyène des cavernes) dans les niveaux supérieurs. De plus, l'avancée de la fouille permet de mettre en évidence une occupation humaine dans les niveaux les plus profonds, matérialisée par de nombreuses traces d'activités (stries de découpes, charbons de bois, etc.).

Les résultats obtenus permettent de documenter les modalités de succession d'occupations du site par les carnivores d'une part et les groupes humains (Néandertal) d'autre part. Les travaux de terrains visent désormais à préciser les contextes paléoenvironnementaux et chronologiques de ces différentes occupations.

#### 3.3.3.1 L'opération de terrain 2014

La campagne de terrain 2014 a porté sur deux zones principales : les carrés E/F-9/10, qui offrent un accès aux niveaux profonds du gisement (*a minima* OIS4) et les ensembles supérieurs (couches 1 et b *sensu* Monchot et Marchal) au niveau de l'entrée actuelle de la cavité (Jean-Baptiste FOURVEL et Nicolas FREREBEAU 2014).

La fouille des niveaux profonds (ensemble f) permet d'atteindre un ensemble *a priori* différent des couches indurées f1 et f2 décrites par H. Monchot et F. Marchal. Les vestiges mis au jour dans la couche f correspondent à un abondant matériel paléontologique associant des faunes de grand (bovidé, cheval, cerf, chevreuil) de méso- (chat et renard) et micro-mammifères (rongeurs, insectivores et chiroptères). La mise au jour dans les niveaux profonds d'un important matériel faunique (associant des faunes à caractère tempéré : cerf, chevreuil, chat sauvage, renard) et les observations taphonomiques (trace de prédatons, coprolithes) confirment alors une occupation du gisement par des carnivores (hyène des cavernes). Quatre éléments lithiques attribuables au Moustérien sont reconnus lors de la fouille, indices d'un passage des communautés humaines du Paléolithique.

De plus, les travaux sur les ensembles supérieurs (couches 1 et b) permettent la découverte d'un réseau profond aux Auzières II (Jean-Baptiste FOURVEL et Nicolas FREREBEAU 2014).



### 3.3.3.2 Le programme pluriannuel 2015-2017

La campagne de terrain 2015 permet de préciser les modalités d'occupation du secteur 2 par les prédateurs (hyène des cavernes) tout en confirmant la présence ponctuelle des communautés humaines (industrie lithique). La fin de cette campagne est marquée par la mise au jour d'une faune différente des ensembles sus-jacents (ensemble *f sensu* Monchot et Marchal) au caractère nettement plus tempéré (cerf et chevreuil essentiellement). Ce nouvel élément laisse entrevoir la possibilité d'un niveau d'occupation encore inédit.

La campagne 2016 a largement été consacré à la mise au jour de la nouvelle couche du secteur 2. De nouveaux éléments paléontologiques (faune tempérée et moins diversifiée que précédemment), archéologiques et archéozoologiques (traces de boucherie et industrie lithique) confirment la nette distinction de cette couche avec l'ensemble *f* fouillé jusqu'en 2015. Par ailleurs, la réouverture du sondage réalisé par Maurice Paccard dans le secteur 1 et son élargissement ont permis la mise en évidence et la collecte de coprolithes attestant d'une occupation pléistocène du secteur 1 *a minima* par des populations de carnivore, l'hyène en particulier.

En 2017, la mise au jour de différents planchers stalagmitiques scellant les niveaux fossilifères a permis la réalisation d'une série de datations par la méthode des rapports isotopiques Uranium/Thorium. Les résultats obtenus rapportent cette couche à une phase tempérée du stade isotopique 5. Le matériel mis au jour en 2017 est abondant. Le spectre faunique est cependant moins diversifié que les années précédentes. Ceci est cohérent avec la mise en évidence d'un niveau d'occupation anthropique au sein duquel une prédation/exploitation sélective semble avoir eu cours (cerf essentiellement). À cela s'ajoute une composante lithique rapportée au Moustérien et dont les premiers éléments suggèrent une préparation des matières premières lithiques *in situ*.

### 3.3.3.3 Le programme pluriannuel 2018-2021

La première triennale (2015–2017) a eu pour but de préciser les potentialités archéologiques et paléontologiques du site par une fouille extensive. Le programme triennal 2018–2021 a eu pour objectif de préciser les contextes paléoenvironnementaux, chronologiques et sédimentaires au cours desquels les niveaux archéologiques et paléontologiques se sont mis en place. Cette approche nous a permis de mettre en évidence une occupation anthropique ancienne (OIS5).

Le programme triennal 2018–2021 a permis de caractériser plus précisément les contextes de mise en place des dépôts. Les recherches se sont organisées selon le calendrier suivant :

**Campagne 2018** Extension des surfaces fouillées du secteur 2 vers l'extérieur de la cavité et à l'intérieur de la grotte. Caractérisation des dépôts sédimentaires du secteur 2. Identification des processus sédimentaires du secteur 1.

TAB. 3.2 – Total de pièces coordonnées par type.

Campagne	Total	% total
Artefact	159	3.4
Écofact	2358	49.9
Géofact	1800	38.1
Indéterminé	408	8.6

**Campagne 2019** Ouverture d’une nouvelle zone de fouilles dans la partie interne de la cavité. Précision du cadre stratigraphique des secteurs 1 et 2, tentative de mise en relation des deux secteurs et datation (OSL).

**Campagne 2021** Poursuite de l’effort amorcé en 2019 dans les deux zones du secteur 2 (extérieur et intérieur de la cavité actuelle). Découverte d’un niveau inédit de consommation de tortues par des groupes humains. Extension de la fouille à l’intérieur de la cavité, dans les niveaux caractérisés comme tanière de carnivores. Relevé photogrammétrique intégral de la cavité.

## 3.4 Matériel mis au jour

Au total, les différentes campagnes de fouilles ont permis la mise au jour de 4725 pièces (tab. 3.3 ; auxquelles s’ajoutent les refus de tamis), soit 2925 pièces hors géofacts (tab. 3.2). Le matériel archéologique et paléontologique est majoritairement issu des carrés E/F/G-9/10 où les niveaux les plus profonds sont dégagés (fig. 3.7 et 3.8).

### 3.4.1 Campagne 2018

Le matériel mis au jour et collecté en 2018 est moins abondant que les années précédentes (304 pièces coordonnées). Cet assemblage n’en est pas moins informatif. La faune chassée et consommée est essentiellement composée de cervidés (cerf et chevreuil) auxquels s’ajoutent quelques restes de bovidés et d’équidés. Ces reliefs alimentaires présentent de nombreuses stigmates de leur exploitation par les groupes humains (stries de boucheries, encoches de percussions, os brûlés, etc.). Les matériaux lithiques, tout comme observés en 2018, confirment une préparation *in situ* de l’outillage (pointe pseudo-levallais) et la taphonomie de ces pièces atteste du faible degré de remaniement du matériel.

### 3.4.2 Campagne 2019

Le matériel mis au jour et collecté en 2019 est quantitativement et qualitativement comparable à l’échantillon de la campagne 2018 (289 pièces coordonnées dont faune, lithique,

TAB. 3.3 – Total de pièces coordonnées par campagne.

Campagne	Total	% total
1998	14	0.3
2001	19	0.4
2002	330	7.0
2003	339	7.2
2004	525	11.1
2005	807	17.1
2014	555	11.7
2015	305	6.5
2016	373	7.9
2017	386	8.2
2018	304	6.4
2019	289	6.1
2021	479	10.1

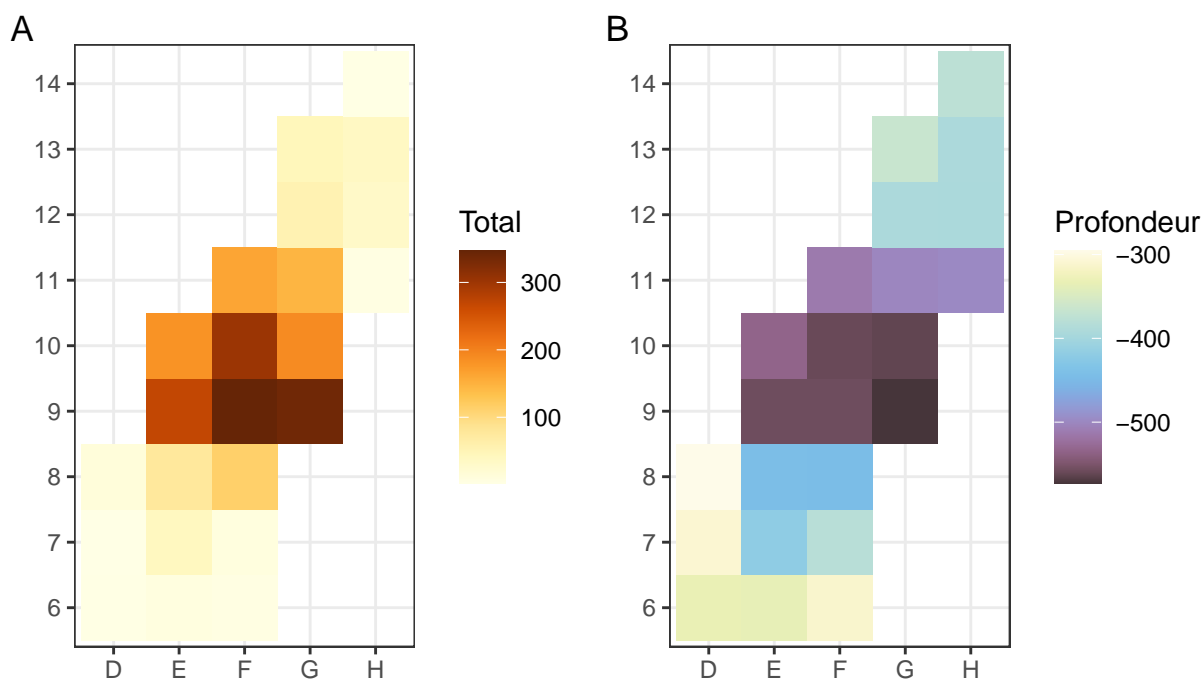


FIG. 3.7 – Avancée de la fouille par carré du secteur 2 : (A) nombre de pièces coordonnées, (B) profondeur maximale atteinte (cm). Hors géofact et pièces de nature indéterminée.

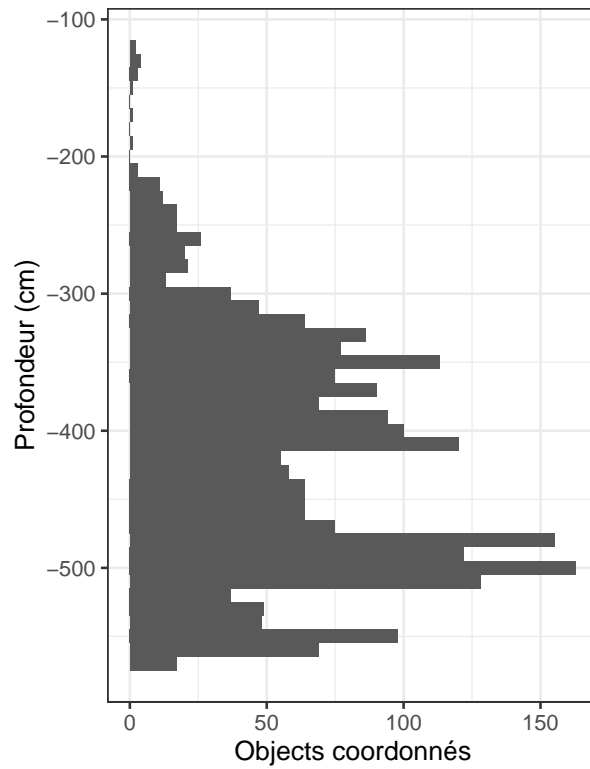


FIG. 3.8 – Nombre de pièces coordonnées dans le secteur 2 en fonction de la profondeur. Hors géofact et pièces de nature indéterminée.

charbon). La mise au jour d'une phalange d'ours des cavernes attestant de pratique de dépeçage sur cette espèce constitue d'une découverte notable. Les matériaux lithiques, tout comme observés en 2018, confirment une préparation *in situ* de l'outillage. Parallèlement, un petit échantillon osseux mis au jour dans le couloir d'entrée de la cavité (secteur 2), atteste de l'occupation plus récente du site par l'hyène des cavernes. Ce matériel associe restes paléontologiques de carnivores (hyènes, lynx, renards) et d'abondants reliefs de leur alimentation (os digérés, restes d'équidés dont de nombreux poulains).

### 3.4.3 Campagne 2021

La campagne 2021 a permis de mettre au jour une quantité de matériel nettement supérieure aux campagnes précédentes (479 pièces coordonnées). Celle-ci est majoritairement issue des niveaux les plus profonds du secteur 2. Vingt-six restes de carnivores ont été mis au jour sur le site des Auzières lors de la campagne 2021 et ont fait l'objet d'une étude paléontologique. Les restes les plus abondants sont attribués aux petits canidés (8 restes de renard roux, 1 reste de renard polaire et 1 reste de vulpiné). Viennent ensuite les hyénidés, avec 6 restes d'hyène des cavernes. Les petits félidés sont représentés par 3 restes de chat sauvage et un ensemble de fragments de coxal. Enfin, les ursidés sont également représentés par 3 restes d'ours des cavernes et une dent lactéale identifiée au genre.

Cette campagne également a permis la mise jour une nouvelle unité (US 216) se caractérisant par sa richesse en matériel herpétologique et plus particulièrement en tortue d'Hermann. L'ensemble mis au jour lors de cette dernière campagne revêt un caractère tout à fait exceptionnel tant par sa richesse que par son intérêt pour les comportements de subsistance des communautés néandertaliennes (§ 9.11.5). La découverte de ce niveau à tortue est une première dans le registre paléolithique moyen français. Si les restes de tortue sont fréquents dans les ensembles interstadias (dont le stade isotopique 5), les traces d'exploitation d'origine anthropique sont en effet inexistantes en France. Le matériel des Auzières vient ainsi combler une lacune dans la connaissance des comportements de subsistance des communautés néandertaliennes.

## 4 État du site

La surface totale fouillée par les différentes équipes (tous secteurs confondus) atteint désormais 50 m<sup>2</sup> (tab. 4.1).

La fouille produisant une quantité importante de déblais, leur gestion s'est avérée essentielle au regard des contraintes topographiques du site (pente importante et présence d'un sentier en contrebas). Ces déblais ont été réemployés dans le cadre du nettoyage et de la sécurisation du terrain, permettant notamment la remise en état du chemin d'accès au site. Il a également été décidé de restaurer progressivement les murs de terrasse préexistant pour y déverser le sédiment (fig. 4.1).

Au terme de chaque intervention sur le terrain, les zones de fouillées sont recouvertes d'une bâche et ré-enfouies afin de protéger les surfaces archéologiques. De plus, en accord avec la mairie de Méthamis, il a été décidé en 2014 de procéder à la clôture du site. L'installation d'un grillage à l'entrée des secteurs 1 et 2 permet de sécuriser le gisement pour pallier les risques d'accidents (notamment liés à la hauteur de certaines coupes) et dissuader les visites inopportunes (fig. 4.2).

TAB. 4.1 – Surfaces fouillées lors des différentes interventions de terrain sur le site des Auzières.

Auteurs	Campagnes	Opération	Surface fouillée (m <sup>2</sup> )	
			Auzières 1	Auzières 2
Paccard & Livache	vers 1970	sondage	3	1
Defleur	1987	sondage (?)	?	?
Monchot & Marchal	1998, 2001-2005	fouille	0	10
Fourvel & Frerebeau	2014, 2015-2019, 2021	fouille	11	39



FIG. 4.1 – Restauration des murs de terrasse pour contenir les déblais (cliché J.-B. Fourvel, 2014).





FIG. 4.2 – Clôture et signalisation. Haut : entrée du secteur 1 (cliché N. Frerebeau, 2017); bas : entrée du site (cliché J.-B. Fourvel, 2017).





# 5 Documents complémentaires

## 5.1 Cartes

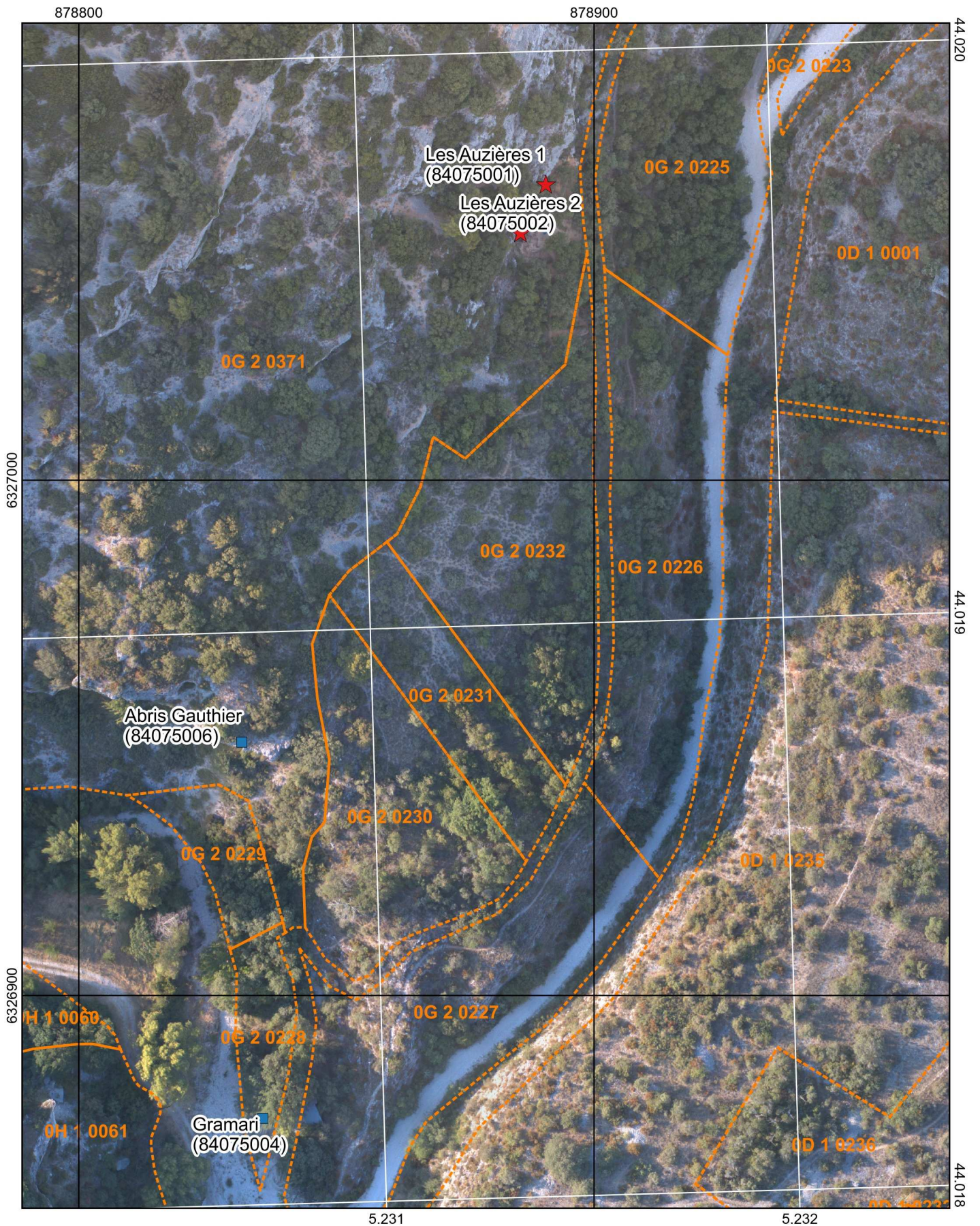






# Les Auzières (Méthamis, Vaucluse)

Extrait du cadastre au 1/1000e



Graticule noir : Lambert 93. Graticule blanc : WGS 84.

Relevés GPS : J.-B. Fourvel & N. Frerebeau, 2014-2017. Photographie aérienne : R. Hautefort, 2017.

Cadastre : © IGN 2014 - BD PARCELLAIRE®





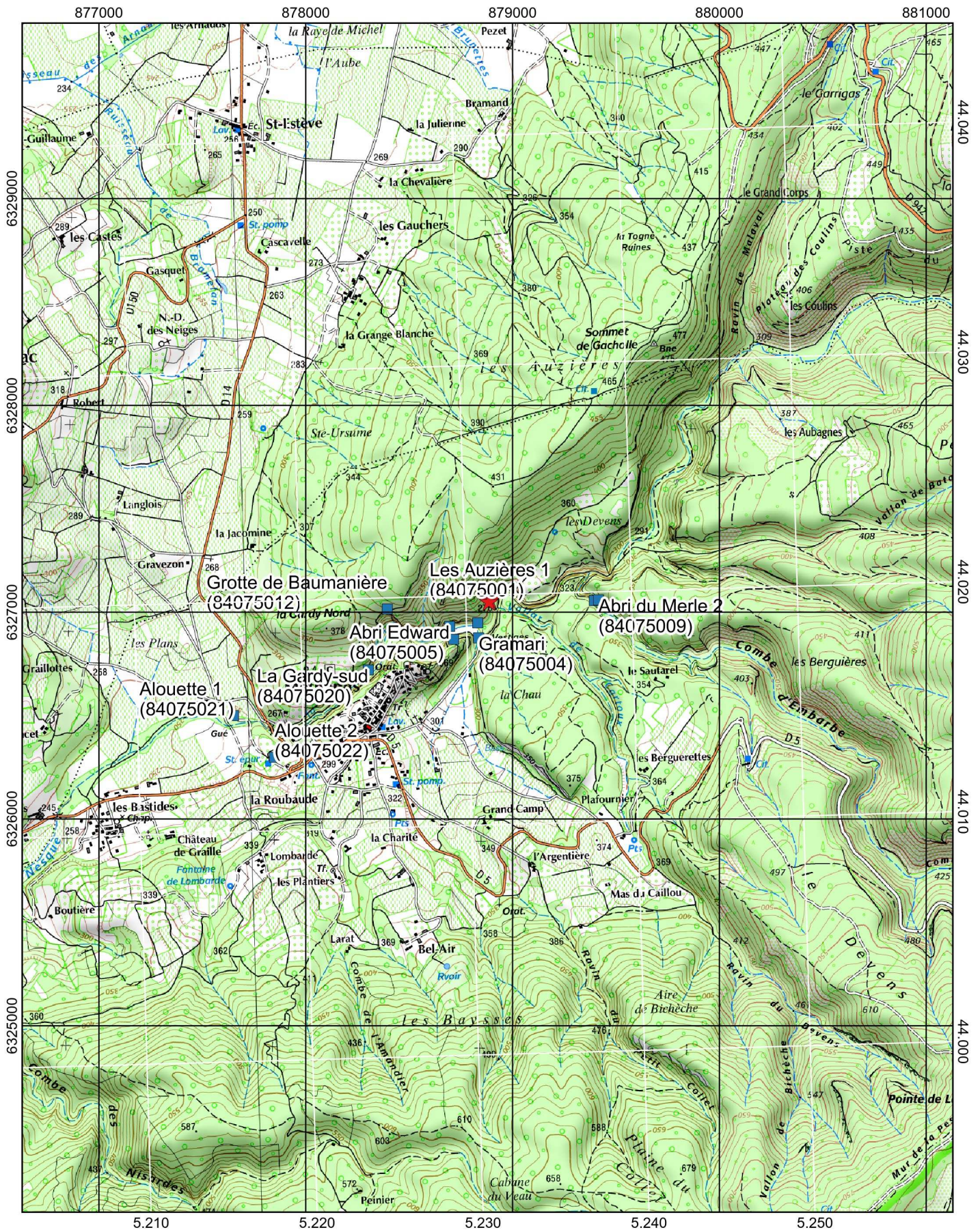


0 0.25 0.5 0.75 1 1.25 km



# Les Auzières (Méthamis, Vaucluse)

Extrait de la carte topographique au 1/25000e



Graticule noir : Lambert 93. Graticule blanc : WGS 84.  
Relevés GPS : J.-B. Fourvel & N. Frerebeau, 2014-2017.  
Fond cartographique : © IGN 2016 - SCAN25®



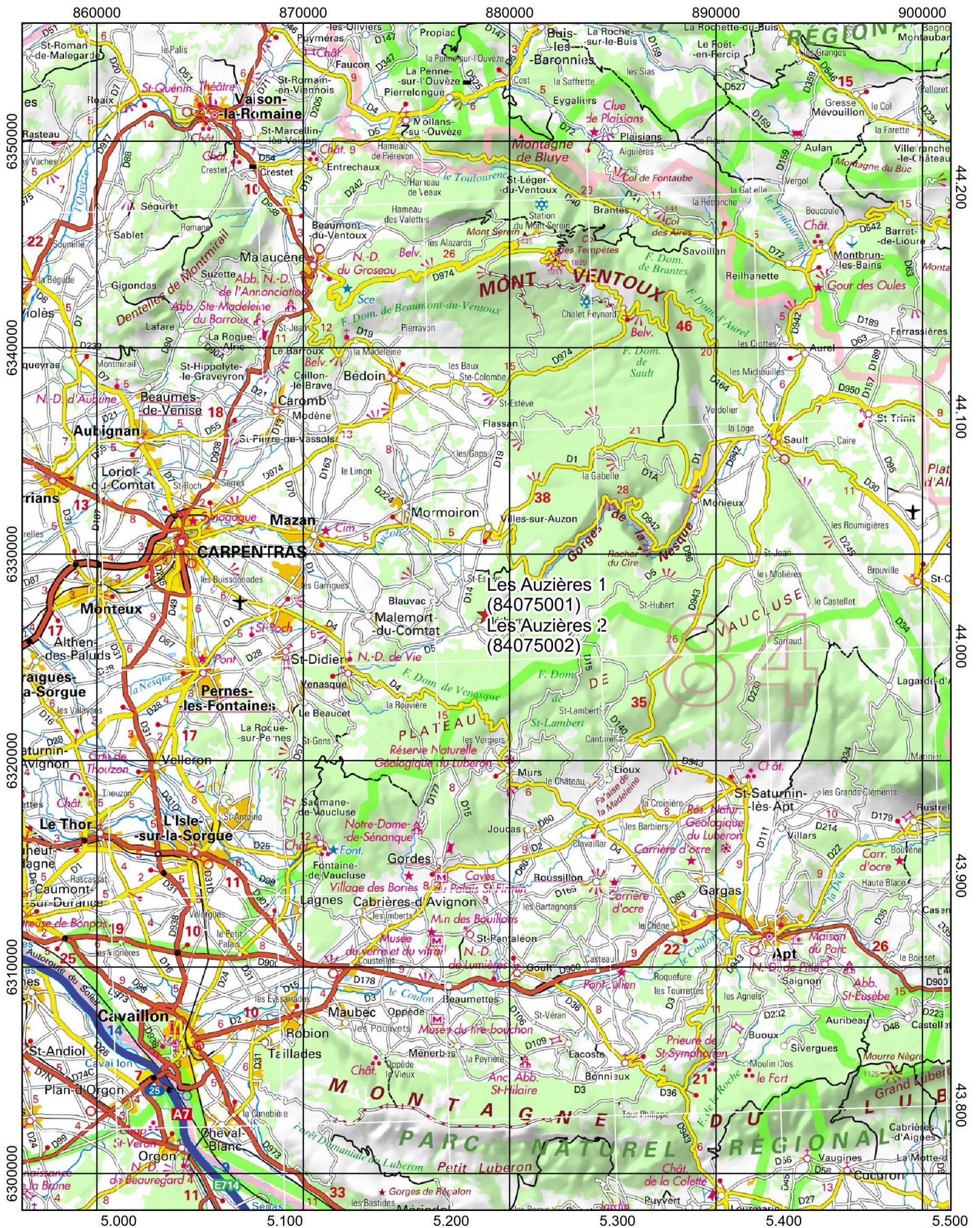




0 2.5 5 7.5 10 12.5 km

# Les Auzières (Méthamis, Vaucluse)

Extrait de la carte topographique au 1/250000e



Graticule noir : Lambert 93. Graticule blanc : WGS 84.  
Relevés GPS : J.-B. Fourvel & N. Frerebeau, 2014-2017.  
Fond cartographique : © IGN 2018 - SCANREGIONAL®



## 5.2 Arrêtés préfectoraux

**M1221-4**



Lrr..rtl • Éi;<•lrrr • Frrl•r1il  
RéruSuQuii FRANÇAISE

**PREFET DE PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR**

VU le Code du Patrimoine et notamment son Livre V ;

VU le Code du Travail, et notamment sa quatrième partie (Santé et sécurité au travail) ;

VU le décret n° 94-422 du 27 mai 1994 modifiant la loi du 27 septembre 1941, portant réglementation des fouilles archéologiques et relatif à diverses dispositions concernant l'archéologie ;

VU le décret n° 2007-823 du 11 mai 2007 relatif au Conseil national et aux commissions interrégionales de la recherche archéologique ;

Après avis de la Commission Territoriale de la Recherche Archéologique sud-est,  
en date du 10-11 avril 2018

**ARRETE**

**Article 1er :**

Monsieur Jean-Baptiste FOURVEL est autorisé(e) à procéder, en qualité de responsable scientifique, à une opération de Fouille Programmée à partir de la date du présent arrêté jusqu'au 15 décembre 2020

Concernant la région PROVENCE-ALPES-COTE-D'AZUR

Intitulé de l'opération : Les Auzières

Département : 84

Commune : METHAMIS

Cadastre : G(371)

Lieu-dit :

Numéro(s) de site(s) : 84 075 0001 ; 84 075 0002

Coordonnées Lambert 93 :                      x = 878892                                      y=6327055

Axe :

Organisme de rattachement : URM 5608 TRACES

## Article 2 :prescriptions générales

!/Les recherches sont effectuées sous la surveillance du conservateur régional de l'archéologie territorialement compétent, qui pourra imposer toutes prescriptions qu'il jugera utiles pour assurer le bon déroulement scientifique de l'opération.

A la fin de l'année le responsable scientifique de l'opération adressera au conservateur régional de l'archéologie, en quatre exemplaires papier plus un exemplaire numérique (cd-rom ou DVD), un rapport accompagné des plans et coupes précis des structures découvertes, et des photographies nécessaires à la compréhension du texte. Il donnera un inventaire de l'ensemble du mobilier recueilli et signalera les objets d'importance notable. Il indiquera les études complémentaires envisagées et le délai prévu pour la publication.

L'ensemble des documents relatifs à l'opération (notes, photographies, relevés, correspondances, etc.) sera remis au conservateur régional de l'archéologie.

Le responsable scientifique de l'opération tiendra régulièrement informé le conservateur régional de l'archéologie de ses travaux et découvertes. Il lui signalera immédiatement toute découverte importante de caractère mobilier ou immobilier et les mesures nécessaires à la conservation provisoire de ces vestiges devront être prises en accord avec lui.

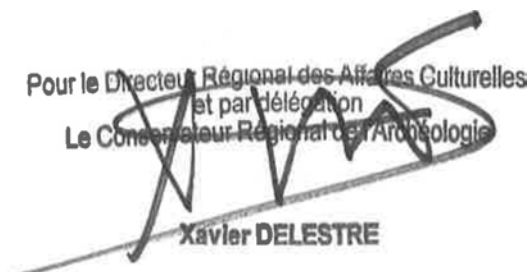
## Article 3 :destination du matériel archéologique découvert.

Le statut juridique et le lieu de dépôt du matériel archéologique découvert au cours de l'opération seront réglés conformément aux dispositions légales et réglementaires et aux termes des conventions passées avec les propriétaires des terrains concernés.

## Article 4 :prescriptions particulières à l'opération.

Article 5 : le Directeur régional des affaires culturelles est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Fait à Aix-en-Provence, le **22 MAI 2018**

Pour le Directeur Régional des Affaires Culturelles  
et par délégation  
Le Conservateur Régional de l'Archéologie  
  
**Xavier DELESTRE**

### COPIES A :

- |  |  |                                      |   |
|--|--|--------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Intéressé(e)                        | <input type="checkbox"/> Préfet de région  | <input type="checkbox"/> Mairie(s)   | <input type="checkbox"/> Direction régionale des affaires culturelles |
| <input type="checkbox"/> Organisme de rattachement           | <input type="checkbox"/> Préfet(s) du (des) département(s) concerné(s)   | <input type="checkbox"/> Gendarmerie | <input type="checkbox"/> Sous-direction de l'archéologie              |
| <input type="checkbox"/> Propriétaire(s) du (des) terrain(s) | <input type="checkbox"/> Département des recherches archéologiques sous-marines et subaquatiques (si opération subaquatique) |                                      |   |



**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
PROVENCE-ALPES-  
CÔTE D'AZUR**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**Direction régionale  
des affaires culturelles**

**N° 2172**

**Patriarche – Dossier n° 12793**

**Arrêté n° 2021-169**

**portant autorisation de fouille programmée**

Le Préfet de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur  
Préfet de la zone de défense et de sécurité Sud  
Préfet des Bouches-du-Rhône

**VU** le Code du Patrimoine et notamment son Livre V ;

**VU** le Code du Travail, et notamment sa quatrième partie (Santé et sécurité au travail) ;

**VU** le décret n° 94-422 du 27 mai 1994 modifiant la loi du 27 septembre 1941, portant réglementation des fouilles archéologiques et relatif à diverses dispositions concernant l'archéologie ;

**VU** le décret n° 2017-156 du 8 février 2017 relatif au Conseil national et aux commissions territoriales de la recherche archéologique ;

**VU** l'arrêté préfectoral en date du 01/02/2021 portant délégation de signature à Madame Bénédicte LEFEUVRE, Directrice régionale des affaires culturelles de Provence-Alpes-Côte d'Azur ;

**VU** l'arrêté préfectoral en date du 01/03/2021 portant subdélégation de signature de la Directrice régionale des affaires culturelles de Provence-Alpes-Côte d'Azur à Monsieur Xavier DELESTRE, Conservateur régional de l'archéologie ;

Après avis de la Commission Territoriale de la Recherche Archéologique sud-est,  
en date du 2-3-4-5 février 2021

---

**ARRÊTE**

---

**Article 1<sup>er</sup> :**

Monsieur Jean-Baptiste FOURVEL est autorisé à procéder, en qualité de responsable scientifique, à conduire une opération de fouille programmée à partir de la date de notification du présent arrêté jusqu'au 15 décembre 2021 sise en :

REGION : PROVENCE-ALPES-COTE-D'AZUR  
DEPARTEMENT : VAUCLUSE  
COMMUNE : METHAMIS

Intitulé de l'opération : Les Auzières

Programme de recherche : Axe 1

Numéro(s) de site(s) : 84 075 0001 - 84 075 0002

Cadastre : G (371)

Coordonnées Lambert : x = 878892

y = 6327055

Organisme de rattachement : CNRS (LAMPEA)

## **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 tiendra régulièrement informé le conservateur régional de l'archéologie de ses travaux et découvertes. Il lui signalera 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.

A la fin de l'année civile, le responsable scientifique de l'opération adressera 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. L'ensemble des documents relatifs à l'opération (notes, photographies, relevés, correspondances, etc.) sera remis au conservateur régional de l'archéologie.

## **Article 3** : destination du mobilier 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 (cf. protocole de versement établi par le service régional de l'archéologie). Le statut juridique et le lieu de dépôt du mobilier 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 à l'opération.

**Suite à la demande de report en lien avec la pandémie COVID, la présente autorisation vaut pour report d'une année au projet initial (FPP 2018-2020).**

**Article 6** : la Directrice régionale des affaires culturelles est chargée de l'exécution du présent arrêté qui sera notifié à monsieur Jean-Baptiste FOURVEL.

Fait à Aix-en-Provence, le - 9 AVR. 2021

Pour la Directrice régionale des affaires culturelles  
et par subdélégation  
Le Conservateur régional de l'archéologie

Xavier DELESTRE

Copie à : Organisme de rattachement – Propriétaire  
Préfecture du département - Mairie – Gendarmerie

## 5.3 Avis CTRA





Liberté • Égalité • Fraternité  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFET DE LA REGION PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

Direction régionale des  
affaires culturelles

Aix-en-Provence, le - 9 FEV. 2018

Service régional de  
l'archéologie

**Objet : CTRA Sud-Est / Session du 6 au 8 février 2018**  
**Extrait du procès-verbal**

*Axe 1 – Le Paléolithique ancien et moyen*

**FPP - 84 - METHAMIS - Les Auzières**

*Rapport de synthèse de fouille programmée pluriannuelle 2015-2017*

*Demande d'autorisation de fouille programmée pluriannuelle 2018-2020*

Responsable : Jean-Baptiste FOURVEL

Rapporteur : Pierre-Jean TEXIER

*Le rapport ayant été présenté, le conservateur régional de l'archéologie donne connaissance de son avis.*

*Après discussion générale, la commission adopte l'avis suivant :*

***Avis de la Commission*** : la commission ne reçoit pas le rapport de synthèse de fouille programmée pluriannuelle 2015-2017 présentée par Jean-Baptiste FOURVEL pour le site de METHAMIS - Les Auzières (84). Ce rapport, en l'état, ne contient pas les documents attendus (relevés, coupes stratigraphiques détaillées et inventaire des découvertes – en particulier l'industrie lithique). En conséquence, la commission ajourne la demande d'autorisation de fouille programmée pluriannuelle 2018-2020.

Pour le Directeur Régional des Affaires Culturelles  
et par délégation

Le Conservateur Régional de l'Archéologie

Xavier DELESTRE

Direction régionale des affaires culturelles  
Service régional de l'archéologie

Bâtiment Austerlitz - 21 allée Claude Forbin - CS 80783 -13625 Aix-en-Provence Cedex 1

Tél. : (33) [0]4 42 16 19 00- Télécopie (33) [0]4 42 38 03 22- <http://www.culturecommunication.gouv.fr/Regions/Drac-Paca>







Lfbm#• tpliri • Frm''''iri  
UPu8UQ.UE FRANÇAISE

## PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Direction régionale des  
affaires culturelles

Service régional de  
l'archéologie

Affaire suivie par :  
Federica SACCHETTI  
Tél. : (33)04 42 99 33

fedena.mlcche1t10culture.  
gouv.fr

**22 MAI 2018**

### **FPP - 84 - METHAMIS - Les Auzières**

*Rapport de synthèse de fouille programmée pluriannuelle 2015-2017*

*Demande d'autorisation de fouille programmée pluriannuelle 2018-2020*

Responsable : Jean-Baptiste FOURVEL (ETUD)

Rapporteur : Pierre-Jean TEXIER

En réponse à l'ajournement du dossier final de synthèse 2015-2017 incomplet et particulièrement léger examiné lors de la CTRA de mars 2018, Jean-Baptiste Fourvel est cette fois-ci en mesure de proposer à la CTRA un complément de 298 pages au document final de synthèse initial. Ce document comprend les extraits d'images satellite, carte topographique, carte géologique ainsi que les nombreuses coupes stratigraphiques légendées qui faisaient cruellement défaut dans le rapport de synthèse et la demande de renouvellement d'opération triennale. On remarquera notamment la section 6 de ce complément au rapport qui fait l'inventaire des unités stratigraphiques et des structures archéologiques identifiées, propose les corrélations stratigraphiques actuellement envisagées entre certaines Us du secteur 1. A ces documents incontournables est joint cette fois-ci un épais inventaire technique et systématique du matériel archéologique mis au jour durant la triennale écoulée, ainsi que par les différents acteurs ayant précédé le demandeur sur le terrain depuis la découverte du complexe des Auzières. Cet inventaire rend compte de l'important travail de recollement entrepris pour localiser, réexaminer et fusionner dans une même base de données, les collections et données anciennes provenant des travaux réalisés aux Auzières, parfois totalement inédits par H. Monchot et F. Marchal, M. Paccard ou même A. Defleur. Il fait également état, dans l'attente d'une étude préliminaire de ce matériel (par L. Slimak ?), d'un corpus d'environ 200 pièces lithiques.

En regrettant d'avoir eu dans un premier temps d'avoir été contraint à réclamer des documents indispensables et pourtant manifestement déjà disponibles, la

Direction régionale des affaires culturelles

Service Régional de l'Archéologie

Bât Austerlitz -21 Allée Claude Forbin -CS 80783 -13625 AIX EN PROVENCE Cedex 1

<http://www.culturecommunication.gouv.fr/Regions/Drac-Paca>

CTRA reçoit favorablement le rapport final de synthèse 2015-2017.  
Les informations mises à disposition dans cet épais complément au DFS 2015-2017 permettent également à la CTRA d'émettre un avis favorable à la poursuite des opérations dans le cadre d'une nouvelle opération triennale 2018-2020.

*Le rapport ayant été présenté, le conservateur régional de l'archéologie donne connaissance de son avis.*

*Après discussion générale, la commission adopte l'avis suivant :*

*Avis de la commission : Suite à l'ajournement à la session de mars, la commission a examiné le rapport de synthèse de la fouille programmée pluriannuelle 2015-2017 présenté par Jean-Baptiste Fourvel pour Les Auzières, à Aféthatrtis (84). Elle émet un avis favorable à la demande d'autorisation de fouille programmée pluriannuelle 2018-2020.*

Pour le Directeur Régional des Affaires Culturelles  
et par délégation  
Le Conservateur Régional de l'Archéologie  
  
Xavier DELESTRE

PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Direction régionale des  
affaires culturelles

Service régional  
de l'archéologie

Affaire suivie par  
Xavier Delestre  
Tél. : (33)[0]4 42 99 10 20  
[xavier.delestre@culture.fr](mailto:xavier.delestre@culture.fr)  
[josiane.rebuffat@culture.fr](mailto:josiane.rebuffat@culture.fr)

N° 1582

Aix-en-Provence, le 25 MARS 2019

**Objet : CTRA Sud-Est – Session des 5-6-7 février 2019**  
**Extrait du procès-verbal.**

**FPP – 84 - METHAMIS – Les Auzières**  
**Rapport intermédiaire 2018 de fouille programmée pluriannuelle (2017-2019)**  
**Demande d'autorisation de poursuite**  
**Responsable : Jean-Baptiste FOURVEL (AUT)**  
**Rapporteur : Pierre-Jean TEXIER**

Connu anciennement, le complexe des Auzières est situé à 300 m d'altitude en rive droite de la Nesque, au débouché des gorges profondément incisées par ce cours d'eau dans les formations carbonatées du Crétacé inférieur. On est ici à la limite entre le flanc méridional du Mont Ventoux et les Monts du Vaucluse. Composé de trois cavités adjacentes qui s'ouvrent dans des calcaires de faciès urgonien, ce complexe fut exploré pour la première fois dans les années 1970 par M. Paccard et M. Livache. A. Defleur y a pratiqué un sondage en 1987, mais aucun document ne semblait jusqu'ici pouvoir renseigner cette intervention. A la suite du sondage qu'ils avaient pratiqué en 1998 aux Auzières II, Fr. Marchal et H. Monchot y conduisirent une opération programmée de 2002 à 2005, à l'issue de laquelle de nombreuses questions restaient encore sans réponse.

La nouvelle intervention lancée en 2014 par J.-B. Fourvel avec le concours d'une nouvelle équipe pluridisciplinaire a confirmé les liens karstologiques existant entre les Auzières I et II, ainsi que le potentiel paléontologique important des Auzières II où fut en outre découvert un réseau profond.

Le programme triennal lancé en 2018 par le demandeur vise « à préciser les contextes paléoenvironnementaux, chronologiques et sédimentaires au cours desquels les niveaux archéopaléontologiques des Auzières se sont mis en place ». Il sera alors possible de contribuer de manière significative à la connaissance des modalités d'exploitation des territoires par les communautés humaines en Vaucluse au début du Pléistocène supérieur.



C'est un rapport intermédiaire très complet de 125 pages auxquelles il faut ajouter 220 pages d'inventaire du matériel archéopaléontologique, une table des figures, une liste des tableaux et une liste bibliographique forte de 108 références, qui est proposé à la commission.

On remarquera dans ce document la présence de nombreuses restitutions photogrammétriques de qualité renseignant notamment les coupes et la localisation des prélèvements.

Durant la campagne de terrain 2018, le secteur 1 de la cavité pour lequel on ne disposait encore d'aucune donnée de chronologie numérique, a fait l'objet d'une attention particulière : description géomorphologique (L. Bruxelles), étude sédimentologique dont micromorphologie, susceptibilité magnétique, fabrique magnétique, etc (J.-L. Schneider), chronologie (prélèvements et mesures OSL par J.-B. Javel, B. Lebrun puis C. Lahaye ), etc.

L'essentiel des recherches qui se sont poursuivies aux Auzières en 2018, sur le terrain puis au laboratoire, ont porté sur le secteur II du complexe.

La description géomorphologique, par L. Bruxelles, confirme que le recul pléistocène de la corniche calcaire. La régularisation des versants a décapité une partie de la cavité (dont l'ancienne entrée a totalement disparue) et recoupé l'ensemble du dispositif sédimentaire.

On regrettera qu'un tableau récapitulatif des neuf datations numériques et paléodosimétriques déjà disponibles pour ce secteur ne figure pas dans ce rapport. Le paragraphe « chronologie » se contentant de nous informer que trois dates ESR/UTh et six dates U/Th ont été obtenues pour le secteur 2. Le lecteur ne trouvera quelques discrètes informations sur leur valeur qu'à la page 134.

Lors de l'opération 2018 aux Auzières, une petite collection d'éléments lithiques (n = 13) a été mise au jour dans les couches en place. Les éléments recueillis, d'une grande fraîcheur, sont indicateurs d'une fréquentation néandertalienne relativement discrète du secteur 2 des Auzières.

Cente-quinze restes osseux de grands mammifères ont été mis au jour en 2018 dans ce secteur du complexe : *Ursus spelaeus*, *Felis sylvestris*, *Lynx spelaea*, *Equus spelaeus*, *Bos primigenius*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*. Plusieurs des restes osseux mis au jour en 2017 et 2018 attestent de l'exploitation par l'homme de l'ours, des équidés, ces cervidés et de la tortue de Hermann et confirment ainsi la fréquentation néandertalienne des Auzières.

On notera par ailleurs que les nombreux restes de micromammifères recueillis se rapportant à une vingtaine de taxons, sont essentiellement représentatifs d'un climat à cachet tempéré forestier prononcé.

La projection spatiale des différents types vestiges semble indiquer que c'est à partir de la cote -450 et en direction des niveaux les plus profonds (US2015) que s'affirme un signal anthropique qui devient presque anecdotique dans les niveaux supérieurs.

A la suite d'une remarque de la commission, un inventaire très complet du mobilier archéologique figure en annexe des rapports dont il est un élément particulièrement intéressant puisqu'il rend compte du travail de récolement effectué par l'équipe. Cet inventaire intégrera en effet à terme les informations disponibles sur les collections anciennes inédites des sondages Paccard et Defleur. Les travaux dans le cadre de l'opération triennale 2017-2019 portée par J.-B. Fourvel dans le complexe des Auzières à Methamis suivent leur cours de manière satisfaisante.

*Le rapport ayant été présenté, le conservateur régional de l'archéologie donne connaissance de son avis.*

*Après discussion générale, la commission adopte l'avis suivant :*

**Avis de la commission :**

*La commission reçoit le rapport intermédiaire 2018 de la fouille programmée pluriannuelle 2017-2019 dirigée par Jean-Baptiste Fourvel sur le site des Auzières à Méthamis (Vaucluse). Elle émet un avis favorable à la poursuite de cette opération en 2019. Elle demande cependant que dans le rapport à venir, les orthophotographies soient livrées accompagnées des coupes stratigraphiques correspondantes.*

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

Xavier DELESTRE







PRÉFET DE LA RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Direction régionale des  
affaires culturelles

Service régional  
de l'archéologie

Affaire suivie par  
Xavier Delestre  
Tél. : (33)[0]4 42 99 10 20  
[xavier.delestre@culture.fr](mailto:xavier.delestre@culture.fr)  
[josiane.rebuffat@culture.fr](mailto:josiane.rebuffat@culture.fr)

N° 1377

Aix-en-Provence, le 16 AVR. 2020

**Objet : CTRA Sud-Est – Session des 10-11 mars 2020.  
Extrait du procès-verbal.**

**FPP - 84 - METHAMIS – Les Auzières  
Rapport intermédiaire 2019 de fouille programmée pluriannuelle (2018-  
2020)**

**Demande d'autorisation de poursuite**

Responsable : Jean-Baptiste FOURVEL (CNRS)

Rapporteur : Pierre-Jean TEXIER

Connu anciennement, le complexe karstique des Auzières est situé à 300 m d'altitude en rive droite de la Nesque au débouché des gorges profondément incisées par ce cours d'eau dans les formations carbonatées du Crétacé inférieur. On est ici à la limite entre le flanc méridional du Mont Ventoux et les Monts du Vaucluse. Le complexe des Auzières s'ouvre dans des calcaires crayeux de l'Aptien inférieur à faciès urgonien. Ces calcaires sont ici affectés par de nombreuses failles d'orientation N150, recoupées d'accidents d'orientation N120. Il s'agit d'une fracturation importante qui a favorisé le développement d'un karst. La description géomorphologique proposée par L. Bruxelles confirme que le recul pléistocène de la corniche calcaire et la régularisation des versants a décapité une partie de la cavité (dont l'ancienne entrée a totalement disparu) et recoupé l'ensemble du dispositif sédimentaire.

Ce complexe fut exploré pour la première fois dans les années 1970 par M. Paccard et M. Livache. A. Defleur y a pratiqué un sondage en 1987, mais aucun document ne semblait jusqu'ici pouvoir renseigner cette intervention. A la suite du sondage qu'ils avaient pratiqué en 1998 aux Auzières II, Fr. Marchal et H. Monchot y conduisirent une opération programmée de 2002 à 2005 à l'issue de laquelle de nombreuses questions restaient encore sans réponse. La nouvelle intervention lancée en 2014 par J.-B. Fourvel avec le concours d'une nouvelle équipe pluridisciplinaire a confirmé les liens karstologiques existant entre les Auzières I et II, ainsi que le potentiel paléontologique important des Auzières II où fut en outre découvert un réseau profond.

Le programme triennal lancé en 2018 par le demandeur visait « à préciser les



contextes paléoenvironnementaux, chronologiques et sédimentaires au cours desquels les niveaux archéo-paléontologiques des Auzières se sont mis en place ». L'objectif principal du programme de recherche mis en place aux Auzières était essentiellement d'étudier à l'échelle de ce complexes karstique, les modalités de l'occupation des lieux par un grand carnivore (hyène des cavernes) et des groupes néandertaliens. D'une manière plus générale, il s'agissait aussi de documenter les modalités d'occupation et d'exploitation des territoires par les communautés humaines au début du Pléistocène supérieur.

Le rapport intermédiaire livré cette année est un document très complet de 171 pages, malheureusement en noir et blanc ce qui est regrettable pour certains documents, auxquelles il faut ajouter 307 pages d'inventaire du matériel archéo-paléontologique et des prélèvements effectués, une table des figures, une liste des tableaux et une liste bibliographique forte de 108 références. Durant la campagne de terrain 2018, le secteur 1 de la cavité, pour lequel on ne disposait encore d'aucune donnée de chronologie numérique, a fait l'objet d'une attention particulière : description géomorphologique (L. Bruxelles), étude sédimentologique dont micromorphologie, susceptibilité magnétique, fabrique magnétique (J.-L. Schneider), chronologie (prélèvements et mesures OSL par J.-B. Javel, B. Lebrun puis C. Lahaye), etc.

En 2019, les travaux sur le terrain se sont focalisés sur un niveau à hyènes attribué au stade isotopique (OIS) 4 (US20011) ainsi que sur la fouille de l'US20015, où avaient été repérés précédemment des traces d'origine anthropique attribuées à l'OIS 5. Préparée en 2018, une nouvelle zone riche en matériel faunique (carrés G-H/12-13) a pu faire l'objet d'une fouille fine. Les restes de quatre prédateurs (hyène, lynx, renard et ours) et de deux ongulés (cheval et bouquetin) y ont été recueillis.

Lors de l'opération 2018, une petite collection d'éléments lithiques avait été mise au jour dans les couches en place. Peu nombreux, les éléments recueillis, d'une grande fraîcheur, étaient indicateurs d'une fréquentation néandertalienne relativement discrète du secteur 2. En 2019, ce sont près de 200 vestiges archéologiques et paléontologiques qui ont été mis au jour dans ce secteur. Le spectre faunique, s'appuyant sur les dates U/Th obtenues en 2017, confirme une fréquentation des lieux durant l'OIS 5. Plusieurs des restes osseux mis au jour en 2017, 2018 et 2019 attestent de l'exploitation par l'homme de l'ours, des équidés, des cervidés et de la tortue de Hermann. En 2019, 23 pièces lithiques sont venues s'ajouter aux 40 éléments déjà recueillis en position primaire dans le secteur 2, dont plusieurs éléments diagnostics du Paléolithique moyen. Cette petite série fera prochainement l'objet d'une étude archéo-péetrographique et tracéologique.

Si à l'issue de cette opération triennale on dispose enfin d'un meilleur éclairage sur les modalités d'occupation des territoires au débouché des gorges de la Nesque entre l'OIS 5 et l'OIS 4, il reste en particulier à préciser les modalités de leur fréquentation par les Néandertaliens et plus précisément de leur occupation du site. Il s'agit là d'une question encore en suspens à laquelle la poursuite des fouilles dans ce secteur et une approche anthracologique novatrice pourraient apporter des éléments de réponse.

La campagne de terrain 2020 se concentrera à l'intérieur de la cavité :

- dans l'US20011 pour mieux documenter le niveau à hyènes ;
- vers la recherche de niveaux et témoins d'occupations humaines correspondant l'US20015.

A l'extérieur, l'équipe envisage d'étendre l'emprise de la fouille dans un secteur riche en restes fauniques, afin de renforcer la documentation sur l'exploitation

néandertalienne locale des ressources carnées et de dégager de nouveaux éléments de plancher stalagmitique destinés à la datation U/Th.

A la suite d'une remarque formulée par la commission en 2017, un inventaire très complet du mobilier archéologique figure désormais en annexe des rapports. Cet inventaire n'a malheureusement pu encore intégrer les informations disponibles sur les collections anciennes inédites des sondages Paccard et Defleur.

Les travaux dans le cadre de l'opération triennale 2018-2020 portée par J.-B. Fourvel dans le complexe des Auzières à Méthamis suivent leur cours de manière satisfaisante.

*Le rapport ayant été présenté, le conservateur régional de l'archéologie donne connaissance de son avis.*

*Après discussion générale, la commission adopte l'avis suivant :*

**Avis de la commission :**

*La commission reçoit le rapport intermédiaire 2019 de la fouille programmée pluriannuelle 2018-2020 dirigée par Jean-Baptiste Fourvel sur le site des Auzières à Méthamis (Vaucluse). Elle émet un avis favorable à la poursuite de cette opération en 2020.*

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

Xavier DELESTRE



## **Deuxième partie**

### **Méthode**



# 6 Localisation des vestiges

## 6.1 Sectorisation du site

La campagne 2014 a clairement souligné l'étendu du gisement avec deux cavités contiguës et la découverte d'un puits au fond de la grotte dite des Auzières II. À la lumière de ces éléments et en raison des multiples interrogations propres à la morphologie du gisement, il a été décidé d'étendre de façon significative la surface fouillée.

Afin de faciliter l'organisation du travail dans les différentes aires, l'enregistrement des données et la localisation des vestiges, il a été convenu de scinder l'espace des Auzières en trois secteurs distincts :

- Secteur 1 = les Auzières I.
- Secteur 2 = les Auzières II :
  - Zone 1 = plate-forme extérieure ;
  - Zone 2 = partie interne.
- Secteur 3 = puits du réseau interne des Auzières II.

L'ensemble de la cavité a fait l'objet d'un relevé photogrammétrique en 2021. Les données acquises, actuellement en cours de traitement, permettront de fournir un relevé topographique complet, incluant la partie interne du réseau des Auzières.

## 6.2 Reprise et extension du carroyage

La dernière campagne menée par H. Monchot et F. Marchal ayant eu lieu en 2005, nous avons pu disposer du carroyage préalablement mis en place par cette équipe. En 2015, à la faveur de l'extension de la zone de fouille vers le secteur 1, il a été décidé de remplacer progressivement le carroyage existant et l'étendre afin de restituer plus justement ce secteur dans le repère existant.

Le secteur 3 a nécessité un autre traitement. En effet, la situation de cette zone au fond d'un puits de plusieurs mètres nous a contraint à doter ce secteur d'un repère autonome. Les deux carroyages ont finalement été localisés relativement l'un à l'autre afin de pouvoir projeter l'ensemble des données selon un même repère.

### 6.3 Couverture photographique et relevés

Les structures sédimentaires et le mobilier mis au jour font l'objet d'une abondante couverture photographique *in situ*. De plus, les coupes stratigraphiques sont documentées, photographiées, décrites et dessinées selon les méthodes classiques.



# 7 Traitement du matériel

## 7.1 Tamisage

L'ensemble des sédiments issus de la fouille sont collectés et tamisés à sec (taille des mailles : 10 mm) directement sur le chantier. Après vérification, la fraction la plus grossière est éliminée et les sédiments sont conditionnés. Ces derniers sont ensuite tamisés par voie humide (taille des mailles : 1 mm) et triés : l'ensemble du matériel archéologique et paléontologique est collecté pour étude.

## 7.2 Inventaire

L'ensemble du mobilier fait l'objet d'un premier enregistrement lors de sa mise au jour sur le terrain. Les informations collectées (nature de l'objet, coordonnées dans l'espace, orientation, pendage, stratigraphie, etc.) *in situ* sont reportées sur des fiches d'enregistrement propres à chaque carré fouillé.

Une fois collecté, lavé et marqué, le matériel fait l'objet d'un second enregistrement dans une base de données informatisée. Ce système d'information archéologique permet d'inclure une grande quantité d'informations supplémentaires, observée et décrite par les différents intervenants scientifiques (taxinomie, ostéométrie, taphonomie, chronologie, etc.). Ce système constitue la première étape de l'analyse du matériel archéologique.

Les vestiges collectés dans les refus de tamis font l'objet d'un inventaire distinct. Chaque refus porte un numéro composé du carré et d'un numéro précédé de la mention "TM". Les informations élémentaires sont enregistrées (site, année, secteur, carré, couche) ainsi que la profondeur des sédiments collectés.

Enfin, une numérotation propre aux individus (partiellement) complets a été mise en place. Chaque squelette est identifié par le carré et un numéro précédé de la mention "SQ".

### **7.3 Lavage, consolidation et marquage**

Le matériel osseux et les industries (hors métaux) mis au jour sont lavés à l'eau. Plusieurs vestiges osseux en mauvais état ont été consolidés à l'aide d'un mélange à base d'acétone et de Paraloid B-72. Les dosages utilisés correspondent aux recommandations de la littérature concernant un usage sur des restes osseux (DAVIDSON et BROWN 2012).

L'ensemble des vestiges est ensuite marqué. La codification retenue inclue les informations suivantes, garantissant la traçabilité de chaque pièce : le site, le secteur, le carré et le numéro d'inventaire. Pour chaque pièce, une étiquette, intégrant des éléments d'identification supplémentaires est incluse. Elle présente le nom du site, l'année de découverte, le secteur, le carré, l'unité stratigraphique et le numéro attribué à la pièce.

# **Troisième partie**

## **Résultats**



# 8 Secteur 1

## 8.1 Géomorphologie (L. Bruxelles)

Le secteur 1 des Auzières est une grande baume de 6 x 4 m en grande partie colmatée par des sédiments d'origine karstique. La séquence débute par 20 cm à 50 cm de blocaille calcaire stérile. Ce niveau est recouvert par près de 3 m d'alternances de petits niveaux de limons, d'argile et de sable. Plus massif et argileux à la base, ces sédiments deviennent plus limoneux et sableux dans la moitié supérieure. Ici, le litage est moins visible mais il est souligné par des auréoles ferrugineuses brun rouille de type anneaux de Lies gang. Dans les niveaux les plus détritiques, on observe un net granoclassement décroissant se terminant par des argiles de décantation. Ce dispositif correspond à des mises en charges successives de la cavité certainement alimenté par la mise en charge d'un réseau inférieur.

Le litage, localement ondulé et incliné en direction de l'ouest, est affecté de petites failles normales (fig. 8.1). D'après ce que nous avons pu observer dans d'autres systèmes karstiques de ce type de déformation secondaire est imputable au soutirage karstique. Ce phénomène a pu s'opérer pendant les alternances de mise en charge et de vidange de cette partie de la cavité, la connexion avec les niveaux inférieurs se situant le long de la paroi ouest. Ceci est confirmé par la découverte d'un puits (secteur 3), aujourd'hui complètement évidé par le soutirage karstique mais dans lequel des restes de dépôts de décantation sont encore visibles. Il se situe tout proche de la paroi ouest du secteur 1.

L'abaissement du niveau de base et la fossilisation de cette partie du réseau s'est ensuite traduit par un soutirage partiel de ces dépôts, responsable de leur déformation ductile (déformation et inclinaison vers l'ouest) et cassante (failles normales, fig. 8.1). Cette zone de soutirage est aujourd'hui bien visible le long de la paroi ouest où des blocs et des cailloutis calcaires assurent la transition entre les dépôts de décantation et le mur ouest de la cavité. Enfin, de gros blocs calcaires ont été touchés par la fouille à la base des dépôts. Ils présentent une épaisse frange d'altération qui témoigne d'un phénomène de crypto-corrosion sous les dépôts de décantation. Cette altération post-dépositionnelle, qui se traduit par la dissolution du soubassement calcaire peut également contribuer à la déformation des dépôts et à la formation des petites failles normales.

Enfin, le recoupement de ce conduit karstique par la surface topographique et son démantèlement par recul progressif de la corniche a contribué à l'évacuation d'une partie du remplissage vers le versant. L'ensemble de ces phénomènes a également pu contribuer

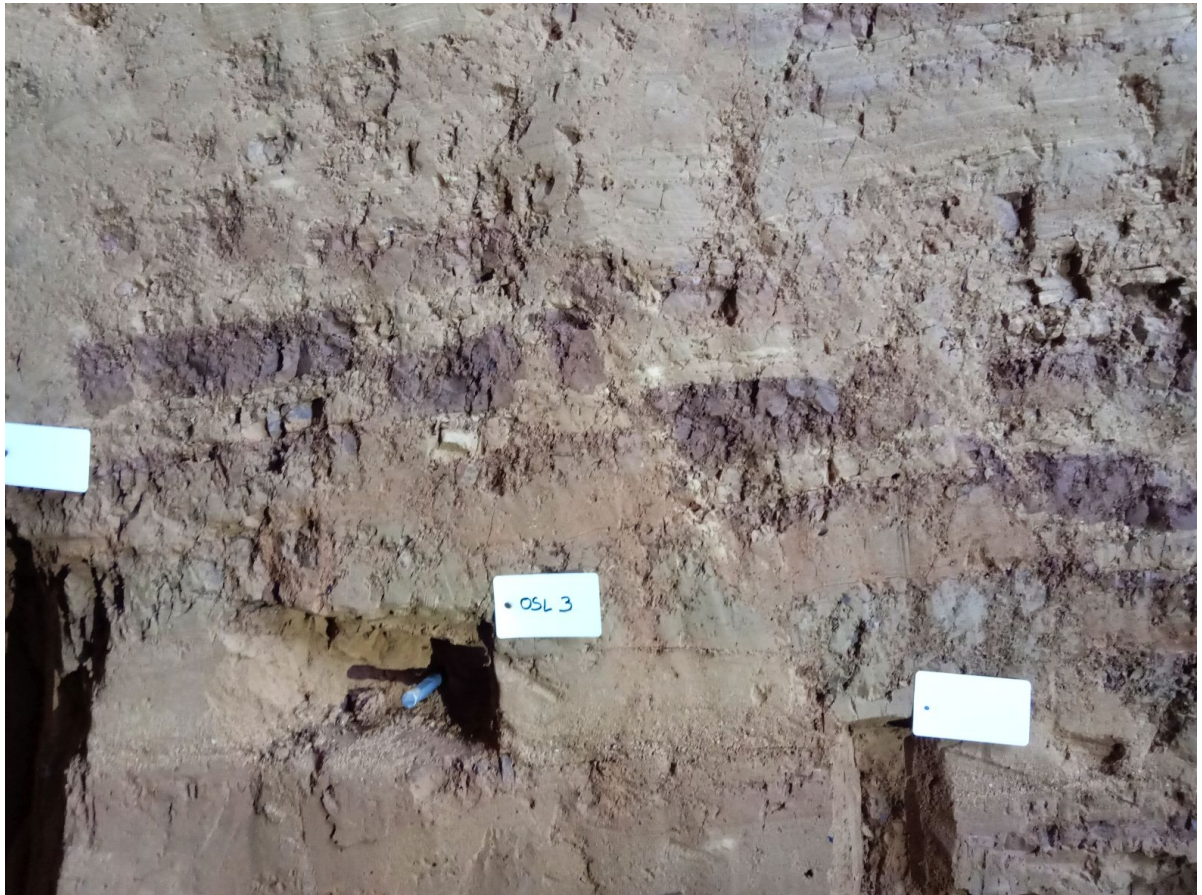


FIG. 8.1 – Petites failles normales affectant les alternances de limon et d'argile bien laminés (cliché L. Bruxelles).



à la déformation des dépôts dont on voit bien qu'ils dessinent un horst, compris entre la zone de soutirage active et celle en prise directe avec le versant.

## 8.2 Stratigraphie (J.-B. Javel)

La stratigraphie particulière du secteur 1 fait l'objet d'une étude spécifique visant à en faire une description rigoureuse. Ainsi, à la date de rédaction du présent document, seules sont présentées la liste des unités identifiées (tab. 8.1 et leurs relations stratigraphiques (fig. 8.2). Les relations d'équivalence sont données au titre d'hypothèses de travail.

## 8.3 Sédimentologie (J.-L. Schneider)

Nous présentons ici les résultats préliminaires d'une étude sédimentologique consacrée exclusivement au remplissage sédimentaire ancien (*infra*) de la cavité des Auzières 1 (site oriental des Auzières).

Au cours de la campagne de fouille de l'été 2018, une analyse sédimentologique préliminaire du remplissage de la cavité des Auzières 1 a été conduite. Des levés de coupes, des mesures et des échantillonnages ont été réalisés. PACCARD (1983) avait effectué l'étude d'un sondage dans cette cavité et avait reconnu différents dépôts, argileux, lœssiques et d'éboulis. Malheureusement, l'absence d'échelle verticale sur la coupe synthétique (PACCARD 1983, fig. 1 p. 50) complique les corrélations avec la section actuellement accessible sur le site. Par conséquent, les données présentées ci-dessous se fondent sur les observations réalisées au regard de l'état d'avancement des fouilles du site en 2018.

### 8.3.1 Le remplissage sédimentaire du secteur 1

Le remplissage sédimentaire de la cavité, plaqué contre ses parois, se subdivise en deux ensembles majeurs superposés (fig. 8.3). Un *ensemble supérieur* grossier riche en clastes calcaires surmonte un *ensemble inférieur* de granularité générale plus fine. La teneur en clastes calcaires par rapport à la matrice silteuse de l'ensemble supérieur augmente à mesure que l'on se rapproche de l'entrée de la cavité. À proximité de cette dernière, la teneur en éléments grossiers est relativement importante. Les éléments sont anguleux, de taille hétérométrique et mal classés. On observe des éléments grossiers disposés verticalement et un niveau plus enrichi en clastes (fig. 8.4). Cette plus forte concentration en clastes à proximité de l'entrée de la cavité pourrait être liée à des chutes de blocs depuis la bordure de l'encorbellement en cours de recul progressif.

TAB. 8.1 – Liste des unités stratigraphiques du secteur 1.

US	Sous	Nature
100	-	Surface
101	100	
102	101	
103	102	
104	103	
105	104	
106	105	
107	106	
108	107	
109	108	
110	109	US négative
111	110	
112	110	
113	111	
114	112	
115	113	
116	114	
117	115	
118	116	
119	116	
120	117	
121	118	
122	120	
123	119,121	
124	122,123	
125	124	
126	125	

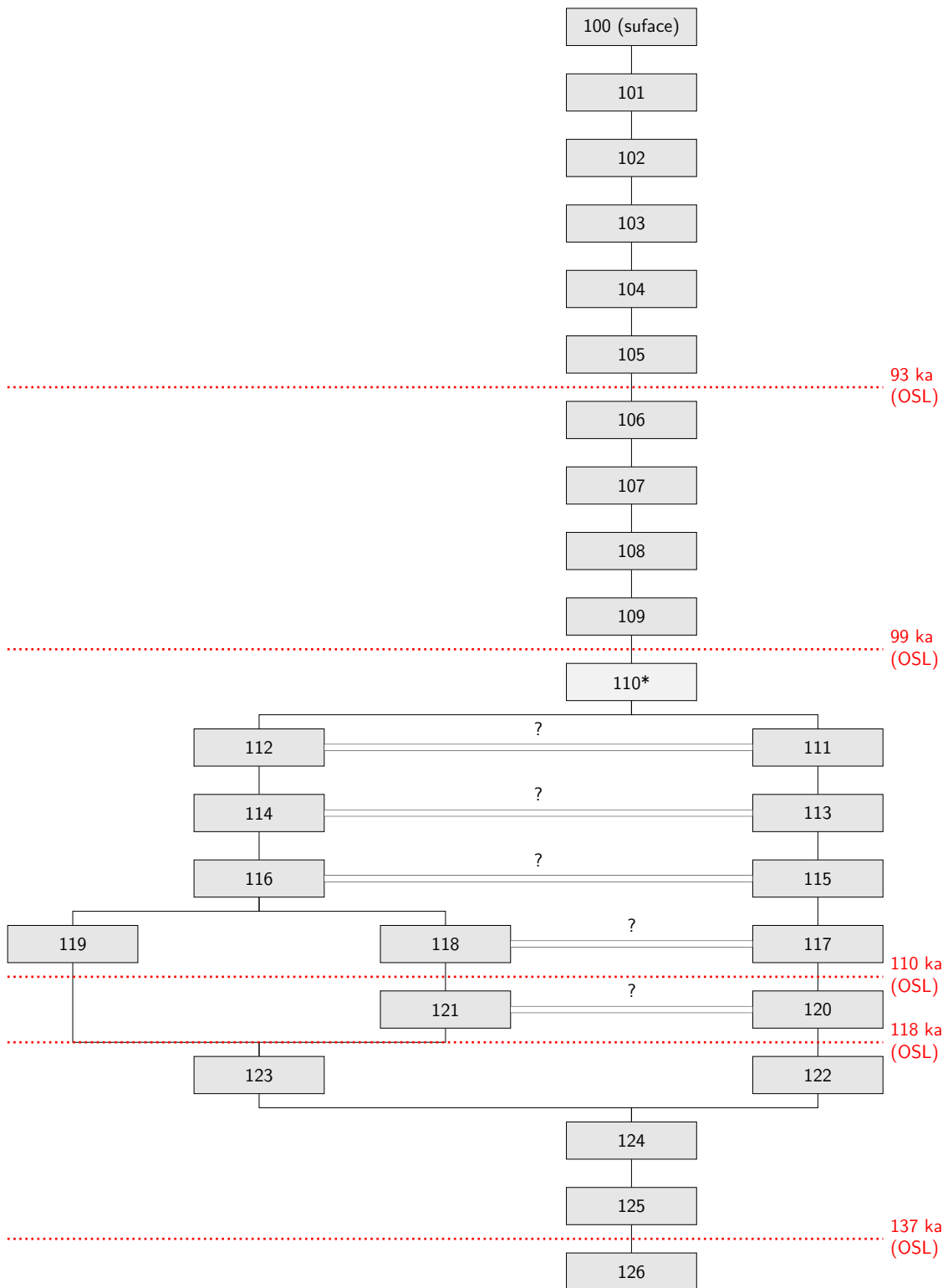


FIG. 8.2 – Synthèse des relations entre unités stratigraphiques du secteur 1. Les terminus sont indiqués en rouge, les âges sont donnés à titre indicatifs (voir le texte pour plus de détails).

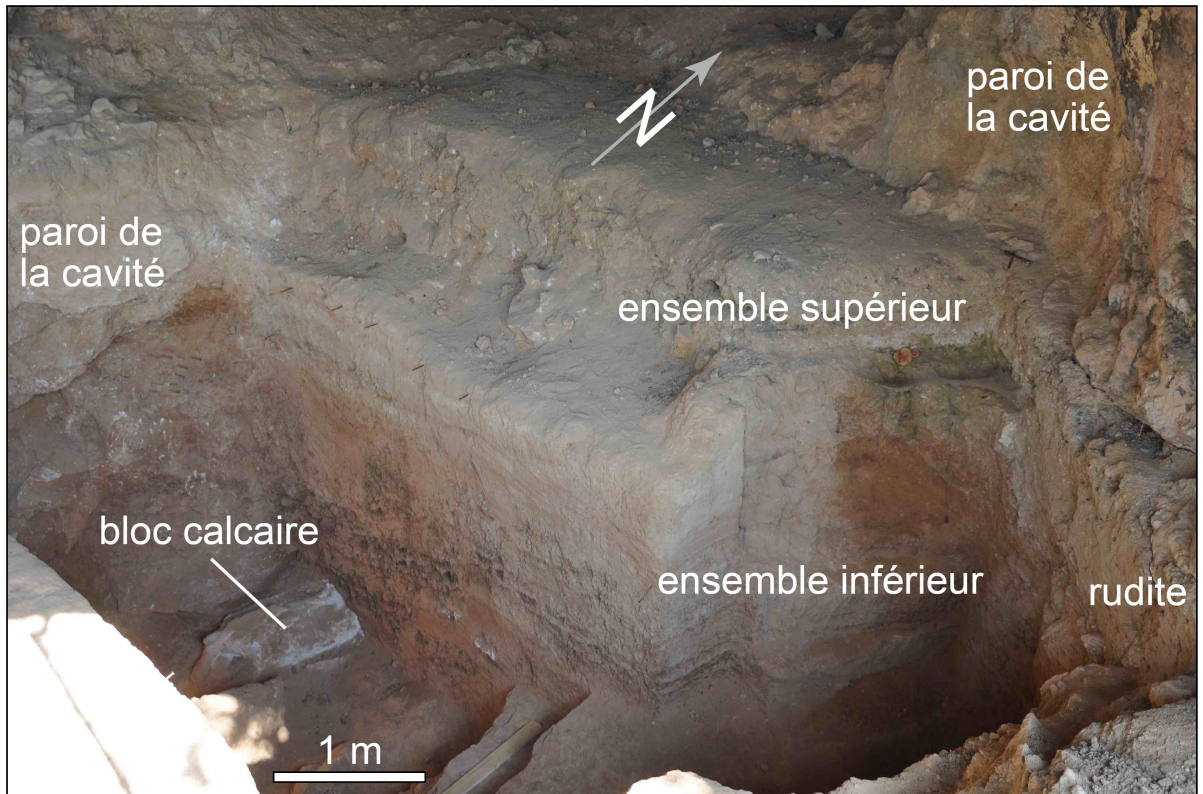


FIG. 8.3 – Vue d'ensemble du remplissage sédimentaire du site des Auzières 1 (prise depuis l'entrée de la cavité ; cliché J.-L. Schneider). On distingue deux ensembles sédimentaires superposés.



FIG. 8.4 – Aspect général des dépôts de l'ensemble sédimentaire supérieur à proximité de l'entrée de la cavité (située à gauche de la photographie ; cliché J.-L. Schneider). Noter la disposition verticale des éléments les plus grossiers et la présence d'un niveau subhorizontal enrichi en clastes. Échelle : 20 cm.

### 8.3.2 L'ensemble sédimentaire inférieur

Lors de la campagne de fouille de l'été 2018, les travaux se sont limités à l'ensemble sédimentaire inférieur. Au niveau de la base atteinte par la fouille, les dépôts reposent sur un bloc calcaire de grande taille (fig. 8.3) à proximité de la paroi distale de la cavité. Ce bloc apparaît relativement altéré et résulte probablement d'une chute depuis le plafond (*roof collapse*). La figure 8.5 présente un exemple de coupe sédimentologique levée dans cet ensemble et donne un aperçu de l'enregistrement sédimentaire. Quatre autres coupes ont été levées le long de la tranchée exposant l'ensemble sédimentaire inférieur et montrent des variations lithologiques verticales et latérales importantes. Des surfaces d'érosion et des contacts sédimentaires discordants ont été identifiés. Leur étude est en cours.

La coupe de la figure 8.5 permet d'observer quatre types principaux de dépôts aux faciès contrastés :

- Des *intervalles silto-sableux* (sables dominants) *granoclassés à base érosive* d'échelle décimétrique et d'épaisseurs variables. Hormis le granoclassement normal, ces dépôts ne présentent pas de structures sédimentaires internes. En revanche, leur sommet montre parfois un litage plan fruste.
- Des *intervalles sablo-silteux* (silts dominants) à *laminations planes bien développées*. Leur épaisseur est centimétrique à décimétrique. Les séquences élémentaires de dépôt présentent une base nette, non érosive, avec un terme basal silteux ou sableux granoclassé qui passe progressivement vers le sommet à un terme silto-argileux, également granoclassé. Macroscopiquement, le sommet de ces séquences est de couleur claire. Lorsque les séquences sont peu épaisses, elles présentent un aspect de pseudo-varves. La figure 8.6 montre l'aspect typique de ces niveaux.
- Un *intervalle silteux* pulvérulent à lamination plane, parfois ondulante présent au sommet de la coupe. Ce dernier présente des signes de rubéfaction. L'ondulation de la lamination pourrait résulter de phénomènes de cryoturbation.
- Des *intervalles argileux* sombres s'intercalent dans la colonne sédimentaire. Au milieu de la coupe, un horizon de couleur rouge sombre présente une intense fracturation. Vers le sommet, un intervalle de couleur orange forme, comme le précédent, un horizon repère dans l'ensemble sédimentaire inférieur.

Des plaquettes ont été échantillonnées pour la réalisation de lames minces (étude micromorphologique). De plus, deux U-channels (plaquettes d'un mètre de long) ont été prélevés verticalement le long de la coupe. Ces deux échantillons recourent la presque totalité de l'épaisseur de l'ensemble sédimentaire inférieur.

### 8.3.3 Structures de déformation des dépôts

De nombreuses structures de déformation ont été observées dans les dépôts. Il s'agit pour l'essentiel de failles normales, souvent conjuguées, et de rejets variables (millimétrique



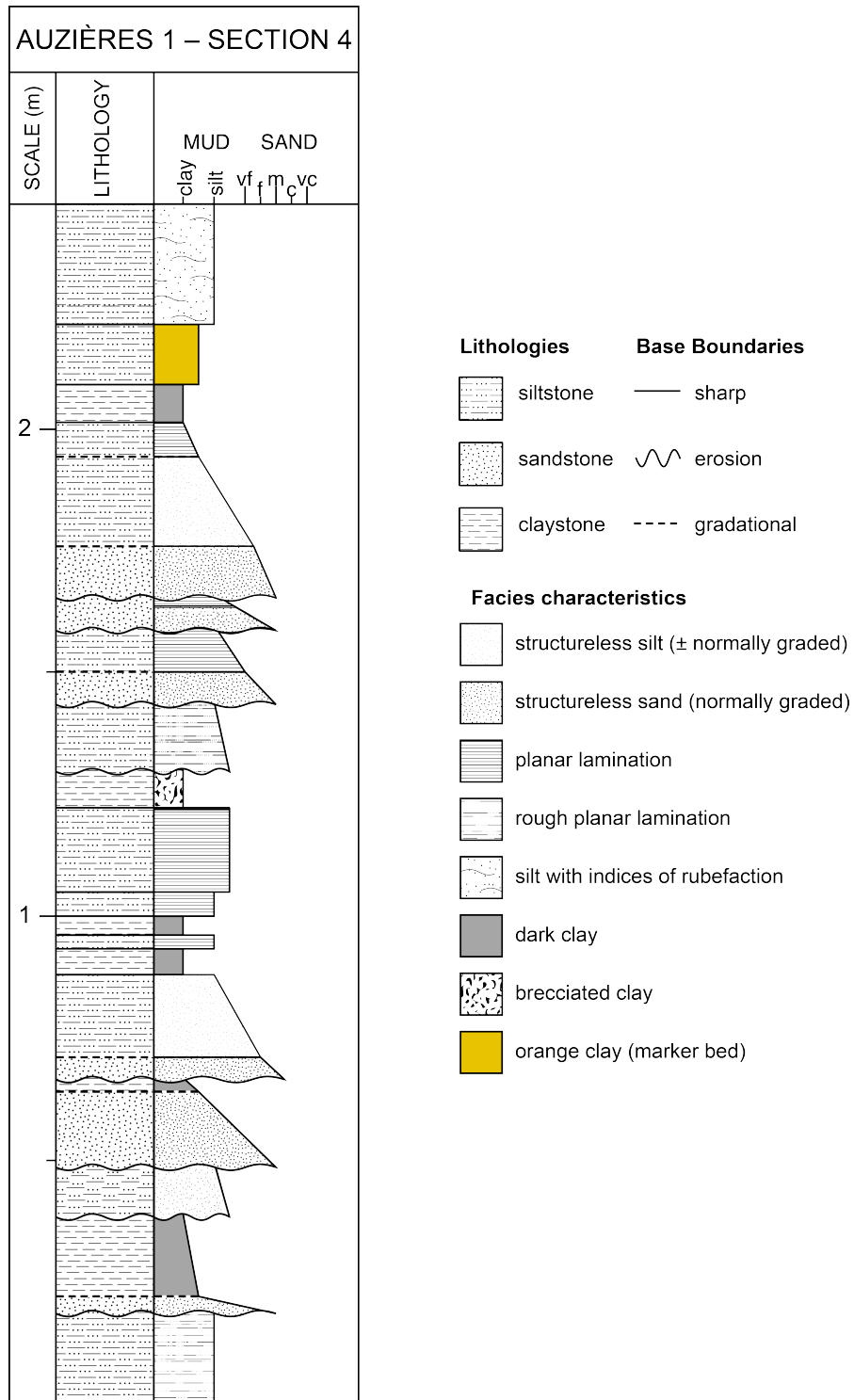


FIG. 8.5 – Coupe sédimentologique (section 4) montrant la succession des différents types d'intervalles sédimentaires (ensemble sédimentaire inférieur; Les Auzières, secteur 1).

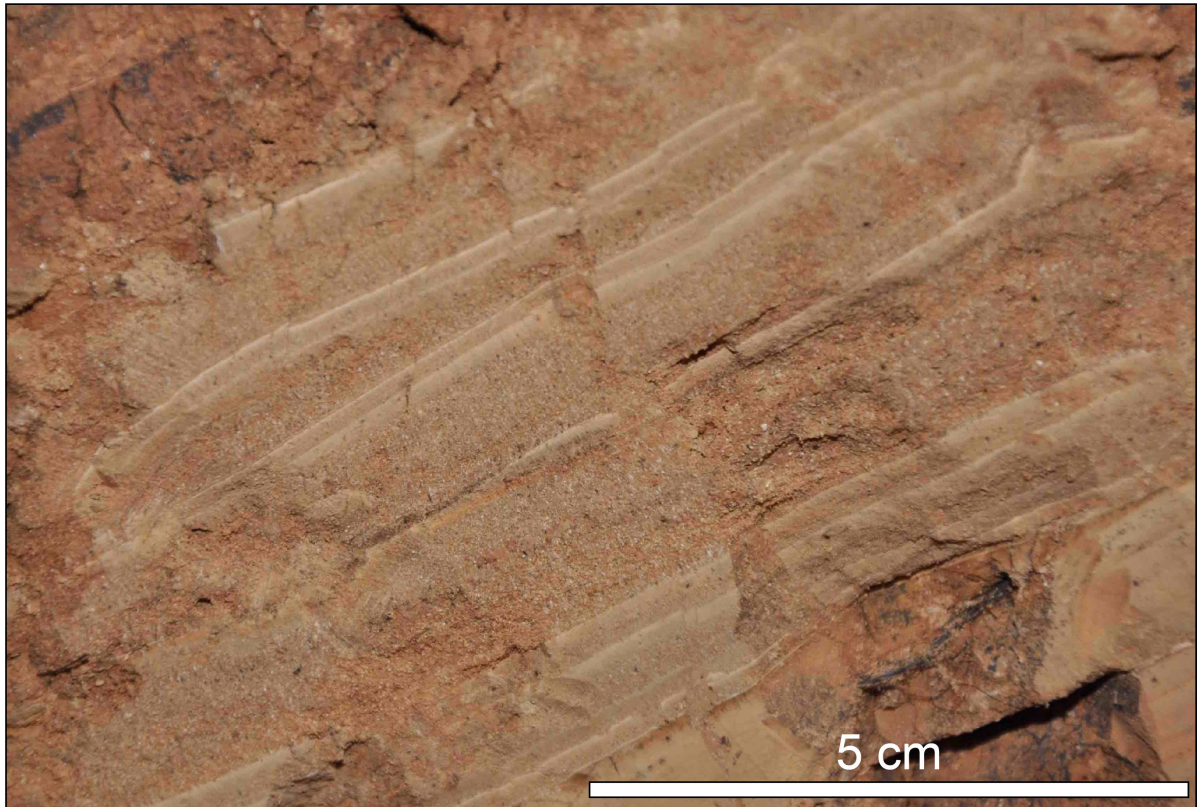


FIG. 8.6 – Succession de dépôts sablo-silteux granoclassés à laminations planes (cliché J.-L. Schneider). Les lamines claires correspondent aux termes argileux du sommet des séquences de dépôt. L'aspect rythmique de l'enregistrement sédimentaire présente une convergence faciologique avec des dépôts varvés.

à pluri-centimétrique). De nombreux filons clastiques à remplissage per descensum par des sables sus-jacents sont associés à la fracturation. Des structures plissées affectent parfois les intervalles laminés et témoignent de phénomènes de liquéfaction. Les intervalles argileux sont parfois fracturés avec déplacement des clastes ainsi formés. La figure 8.7 illustre quelques aspects des structures de déformation. Leur analyse détaillée est en cours. L'hypothèse d'une déformation co-sismique est envisagée en raison des similitudes des structures, tant dans leur géométrie que leur échelle, avec celles associée à la déformation des sédiments en lien avec l'accélération induite par des ruptures de failles contemporaines de la sédimentation (MCCALPIN 1996, et références citées).

### 8.3.4 Micromorphologie des dépôts

Des lames minces ont été taillées dans les échantillons prélevés le long de la coupe (à l'exception, pour l'instant, des *U-channels*). Les observations préliminaires des sédiments de l'ensemble sédimentaire inférieur (fig. 8.8A) montrent qu'ils renferment une forte proportion de grains de calcite et que les niveaux grossiers contiennent également une teneur de l'ordre de 10 à 20% de grains de quartz. Cette observation est importante car elle implique la potentialité de datations OSL sur les sédiments à différents niveaux de la coupe. Les sommets des séquences sablo-silteuses granoclassés à laminations planes à aspect macroscopique clair sont riches en grains carbonatés très fins (fig. 8.8A). En définitive, la composition minéralogique des dépôts apparaît très homogène au premier ordre, seules les proportions et la granularité des grains de quartz et carbonatés varie.

L'examen des lames minces révèle également la présence de microstructures de déformations post-dépositionnelles. Il s'agit de microfractures avec déplacement relatif des sédiments à leur contact (fig. 8.8B). Des recristallisations de carbonates sont parfois visibles aux épontes des fractures; elles témoignent de circulation de fluides après la formation des fractures. Des microstructures de liquéfaction (*micro load casts*) sont souvent présents à la base des niveaux sableux et silteux.

### 8.3.5 Les propriétés magnétiques des sédiments

#### 8.3.5.1 Considérations théoriques

Tout matériau peut s'aimanter lorsqu'il est soumis à un champ magnétique inducteur (BOUCHEZ 2000, et références citées). La susceptibilité magnétique (volumique dans la situation qui nous intéresse;  $K = M/H$ ;  $K$  est un nombre sans dimension exprimé en unités SI) d'un matériau est liée à sa capacité à acquérir une aimantation ( $M$ ) dans un champ magnétique inducteur faible ( $H$ ). Les matériaux sédimentaires s'aimantent ainsi en fonction de la présence de minéraux magnétiques divers (oxydes de fer, silicates...) et de leurs proportions relatives. La susceptibilité magnétique permet de caractériser la signature magnétique des sédiments et est un témoin (1) des variations des sources

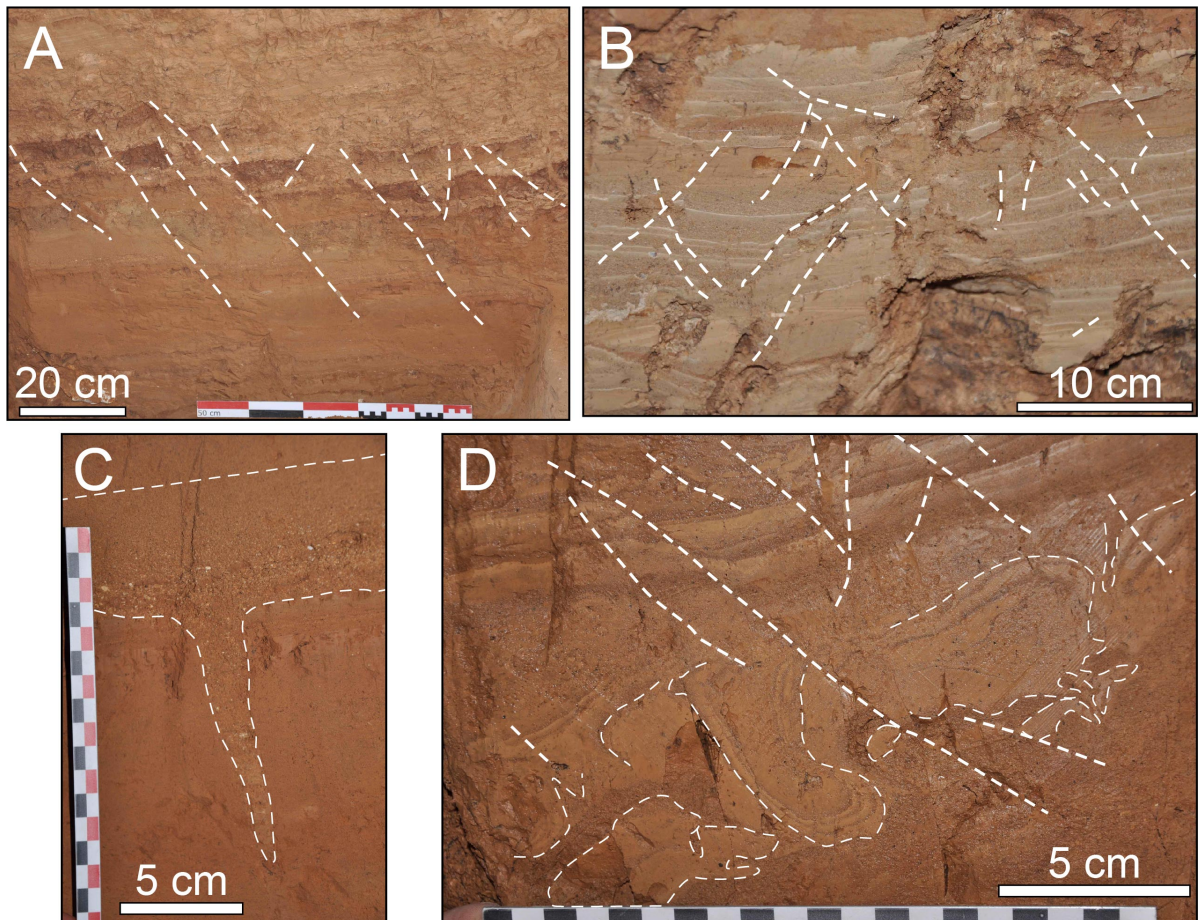


FIG. 8.7 – Structures de déformation affectant les dépôts de l'ensemble sédimentaire inférieur (Les Auzières, secteur 1; cliché J.-L. Schneider). A. Failles normales conjuguées affectant l'intervalle argileux rouge sombre en milieu de coupe. Remarquer les rejets associés aux mouvements le long de ces accidents qui s'enracinent dans les dépôts sablo-silteux sous-jacents. B. Réseau complexe de failles de pendages variables affectant des dépôts sablo-silteux granoclassés à laminations planes. C. Filon clastique en forme de coin comblé par les sédiments provenant du niveau sableux sus-jacent. D. Failles normales conjuguées et structures plissées. Les lignes blanches en pointillés épais indiquent la position des fractures. Les lignes blanches en pointillés fins marquent les limites de niveaux sédimentaires de granularités contrastées.



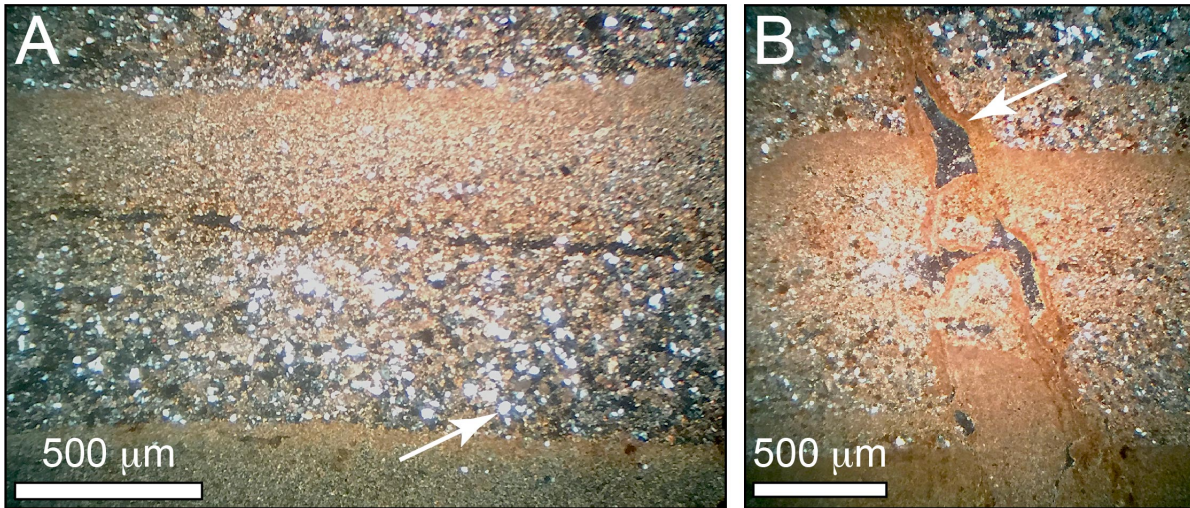


FIG. 8.8 – Microphotographies en lumière polarisée analysée de lames minces d'échantillons prélevés dans l'intervalle sédimentaire inférieur (Les Auzières, secteur 1 ; cliché J.-L. Schneider). A. Vue d'un intervalle de dépôt silto-sableux grano-classé. Remarquer la présence de grains de quartz (flèche blanche) dans l'horizon grossier inférieur. B. Vue d'une microfracture avec déplacement relatif des niveaux sédimentaires à son contact. Remarquer les recristallisations de carbonates le long des épontes (flèche blanche).

sédimentaires et (2) des influences du climat au cours du temps (EVANS et HELLER 2003, et références citées).

La susceptibilité magnétique présente souvent une anisotropie spatiale ; les valeurs de  $K$  sont différentes selon les directions d'application du champ magnétique inducteur. Ainsi, la susceptibilité magnétique, qui est considérée comme un tenseur d'ordre 2, peut être représentée par un ellipsoïde (ellipsoïde de l'anisotropie de la susceptibilité magnétique ou ellipsoïde de la fabrique magnétique) dont les axes principaux, perpendiculaires entre eux, sont  $K_{max} \geq K_{int} \geq K_{min}$ , et  $K = K_{max} + K_{int} + K_{min}$  représente la susceptibilité volumique totale (JELINEK 1981 ; HROUDA 1982 ; TARLING et HROUDA 1993 ; BOUCHEZ 2000). Des paramètres géométriques sont calculés à partir des valeurs de susceptibilité magnétique des trois axes principaux de l'ellipsoïde de la fabrique magnétique et permettent d'en quantifier la forme (TARLING et HROUDA 1993). On distingue ainsi, par exemple, le degré d'anisotropie  $P$  ( $P = \frac{K_{max}}{K_{min}}$ ) qui quantifie l'intensité de la fabrique magnétique, le paramètre de forme  $T$  (ellipsoïde aplati :  $0 < T \leq 1$  ; ellipsoïde allongé :  $-1 \leq T < 0$  ; ellipsoïde neutre :  $T = 0$ ), la foliation magnétique  $F$  ( $F = \frac{K_{int}}{K_{min}}$ ) et la linéation magnétique  $L$  ( $L = \frac{K_{max}}{K_{int}}$ ). Ces paramètres morphométriques apportent des informations sur les conditions de sédimentation (TAIRA 1989 ; TARLING et HROUDA 1993, et références citées). Enfin, l'orientation du  $K_{max}$  est généralement parallèle à la direction du transport sédimentaire (TAIRA 1989). Dans le cadre du présent projet, des échantillons orientés ont été prélevés (boîtes cubiques de 8 cm<sup>3</sup>) et leur suscepti-

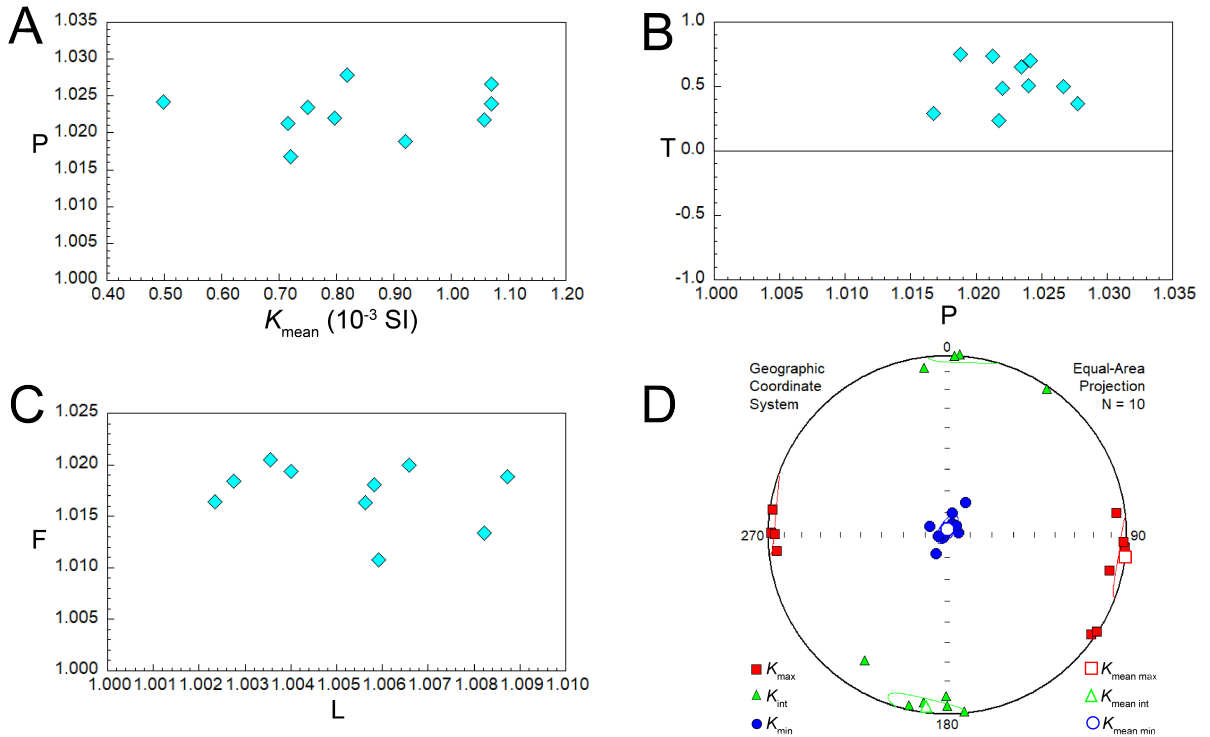


FIG. 8.9 – Résultats de l'analyse de la fabrique magnétique des échantillons du site Auzières\_1\_ASM7 (10 échantillons). A. Diagramme  $P - K_{mean}$  ( $10^{-3}$  SI). B. Diagramme  $T - P$ . C. Diagramme  $F - L$ . Projection stéréographique (hémisphère inférieur, aires conservées) des axes des ellipsoïdes des 10 échantillons et report des tenseurs moyens  $K_{mean max}$ ,  $K_{mean int}$  et  $K_{mean min}$  pour le site. Les ellipses de confiance ( $\alpha_{95}$ ) des trois tenseurs moyens sont également reportées.

bilité magnétique a été mesurée à l'aide d'un AGICO<sup>TM</sup> Kappabridge MFK1-B (UMR 5805 EPOC) dans 15 positions différentes pour construire leur ellipsoïde de la fabrique magnétique. La statistique de (HEXT 1963) a été utilisée pour déterminer les orientations des tenseurs moyens,  $K_{mean max}$ ,  $K_{mean int}$  et  $K_{mean min}$ , respectivement, pour les sites étudiés (fig. 8.9).

### 8.3.5.2 Profils de susceptibilité magnétique

Un total de 5 profils verticaux de susceptibilité magnétiques a été mesurés (ensemble sédimentaire inférieur) à l'aide d'une sonde susceptibilimétrique Bartington<sup>TM</sup> MS2K. Les mesures indiquent des valeurs relativement élevées de susceptibilité magnétique (de l'ordre de  $10^{-4}$  à  $10^{-3}$  SI) qui suggèrent une contribution importante des minéraux ferromagnétiques et/ou des particules superparamagnétiques. Ces mesures seront complétées par des levés similaires le long des U-channels.



### 8.3.5.3 La fabrique magnétique des dépôts

Afin d'étudier la fabrique magnétique des dépôts et, partant, obtenir des informations sur les conditions de la sédimentation, des échantillons orientés ont été prélevés au niveau de 7 sites (10 échantillons par site) de l'ensemble sédimentaire inférieur. À titre d'exemple, les résultats des mesures sont présentés sur la figure 8.9 pour le site Auzières\_1\_ASM7 situé vers la base de l'ensemble sédimentaire inférieur. Les valeurs de susceptibilité magnétique sont ici comprises entre  $4,98 \times 10^{-3}$  et  $1,07 \times 10^{-3}$  SI. Ces valeurs élevées pour des dépôts sédimentaires indiquent une contribution importante des particules ferromagnétiques dans la susceptibilité magnétique globale des sédiments. L'anisotropie de la susceptibilité magnétique est relativement élevée, avec des valeurs du degré d'anisotropie  $P$  comprises entre 1,017 et 1,028 soit entre 1,7 et 2,8 % (par rapport à une sphère). Les degrés d'anisotropie sont indépendants des valeurs de susceptibilité magnétique (fig. 8.9A) ; la fabrique magnétique est primaire et d'origine sédimentaire et non acquise postérieurement au dépôt au cours de la diagenèse. Les paramètres de forme  $F$  des ellipsoïdes sont aplatis quel que soit la valeur du degré d'anisotropie (fig. 8.9B). Les foliations magnétiques  $F'$  (1,011 à 1,021) sont très supérieures aux valeurs de la linéation magnétique (1,002 à 1,009) des échantillons (fig. 8.9C) ce qui confirme le caractère aplati des fabriques. On peut déduire de ces données que la *décantation* est le processus sédimentaire dominant, largement supérieur à la traction des particules au cours de la sédimentation. Enfin, le report des données sur une projection stéréographique (hémisphère inférieur, aires conservées ; fig. 8.9D) illustre la bonne concentration des données autour des tenseurs moyens. Le  $K_{mean\ max}$  est orienté est-ouest, c'est-à-dire que la direction du transport sédimentaire apparaît au premier ordre parallèle à l'orientation de la paroi nord-ouest de la cavité des Auzières 1. Cette dernière semble avoir exercé un contrôle structural (chenalisation) sur le transport sédimentaire dans la cavité.

### 8.3.6 Informations provisoires sur les mécanismes de sédimentation

À ce stade d'avancement des travaux, les données permettent de proposer quelques conclusions provisoires sur la mise en place de l'ensemble sédimentaire inférieur du secteur 1 des Auzières. La sédimentation dominante est détritique et présente un caractère répétitif avec une succession verticales de séquences élémentaires de dépôt le plus généralement granoclassées. Lors de leur dépôt, la décantation domine bien que, malgré les litages plans observés, des phénomènes de traction aient été mis en évidence. La sédimentation grossière (silts et sables) semble avoir été contrôlée par les parois de la cavité. Nous proposons à ce stade que la sédimentation se soit réalisée dans une cavité présentant des connexions réduites avec l'extérieur. Les apports sédimentaires sont dominés par les carbonates avec une proportion variable de grains de quartz permettant d'envisager la faisabilité de datations par OSL. Des intervalles argileux marquent des périodes de réduction des apports détritiques grossiers ou une baisse de l'énergie hydrodynamique dans le milieu de sédimentation. En revanche, des surfaces d'érosion ont été identifiées et témoignent du caractère variable des conditions de sédimentation au cours du temps.

Enfin, de nombreuses structures de déformations ont été identifiées à différentes échelles d'observation. Leur origine, potentiellement co-sismique, demande à être explorée.

### **8.3.7 Travaux en cours et perspectives**

#### **8.3.7.1 Pétrographie et analyse microstructurale des sédiments**

L'étude des lames minces déjà réalisées va se poursuivre et sera complétée par celle des lames qui seront taillées sur toute la longueur des U-channels. Une attention particulière sera portée à la minéralogie et aux microstructures d'origines sédimentaire, pédologique et biologique et sera complétée par l'analyse des microstructures de déformation. Cette dernière viendra compléter les observations des diverses structures de déformation réalisées sur le terrain en 2018.

#### **8.3.7.2 Analyses sédimentologiques et géochimiques à très haute résolution**

L'analyse sédimentologique se poursuit par l'étude détaillée des sédiments prélevés dans les deux U-channels au niveau de l'ensemble sédimentaire inférieur du secteur 1 des Auzières. Des analyses granulométriques à très haute résolution (microgranulométrie par diffraction laser) sont en cours. Des radiographies X des plaquettes de sédiment seront réalisées et permettront d'imager les différents faciès et structures sédimentaires à l'aide d'un appareil SCOPIX (MIGEON et al. 1998). Des profils géochimiques multi-élémentaires seront obtenus à très haute résolution à l'aide d'un XRF core scanner AVAATECH<sup>TM</sup> (T. O. RICHTER et al. 2006). Ces analyses géochimiques permettront de préciser l'évolution des apports sédimentaires au cours du temps. Elles seront confrontées à des observations microscopiques systématiques de frottis de sédiments pour établir un premier lien entre minéralogie et signatures chimiques.

Toutes ces analyses sont en cours à la Plate-forme d'Analyse des Carottes Sédimentaires (PACS) et au laboratoire de l'Équipe de Sédimentologie de l'UMR 5805 EPOC (Université de Bordeaux) à Pessac.

#### **8.3.7.3 Magnétisme de roches**

Une détermination précise des minéraux porteurs de l'aimantation des sédiments (nature et granularité magnétique) sera réalisée par des mesures diverses de magnétisme de roches au cours de l'année 2019. Nous chercherons ainsi à établir des corrélations entre les faciès sédimentaires et les signatures magnétiques.

#### 8.3.7.4 Formation à la recherche

L'ensemble des travaux de recherche qui ont été énoncés ci-dessus seront réalisés dans le cadre d'un stage de recherche d'un étudiant du Master 1 "Océanographie" à l'Université de Bordeaux. Une convention de stage est d'ores et déjà établie. Les responsables du projet et des opérations des fouilles du site des Auzières sont impliqués dans cette mission de formation par et pour la recherche.

#### 8.3.7.5 Travaux futurs sur le terrain

Lors d'une prochaine campagne de fouilles, il importera de réaliser une étude sédimentologique et structurale détaillée de l'ensemble sédimentaire supérieur selon les mêmes approches. De plus, des travaux similaires pourront être conduits sur les dépôts du secteur 2 des Auzières, en particulier l'analyse des fabriques des rudites proches de l'entrée de la cavité.

## 8.4 Géochronologie (J.-B. Javel, B. Lebrun & C. Lahaye)

Une étude chronologique basée sur les méthodes de la luminescence a été entreprise sur le site au cours de la campagne de terrain 2018. La stratégie chronologique est brièvement exposée ci-après. Les quartz sédimentaires, datables par OSL (Luminescence Stimulée Optiquement), sont des matériaux ubiquistes dans les niveaux du gisement étudié. Les feldspaths potassiques, datables par IRSL (Luminescence Stimulée dans l'Infrarouge), sont également très présents dans le gisement. La portée chronologique de ces deux techniques (environ 200 ka pour l'OSL, plus de 500 ka pour l'IRSL ; selon la radioactivité des sédiments et des matériaux en présence) permet de les appliquer sur l'ensemble des niveaux archéologiques du site.

L'ensemble de la présente campagne de datation OSL s'est concentrée sur le secteur 1. Ce dernier n'a pas fait l'objet d'études chronologiques jusqu'ici. Pour rappel, le secteur 2 a fait l'objet de 3 datations ESR/U-Th et de 6 datations U-Th situant les dépôts entre 60 et 100 ka.

Six échantillons ont été prélevés dans les principales unités sédimentaires observées (tab. 8.2). Afin d'obtenir des grains à la granulométrie favorable aux datations par OSL les passées sableuses ont été privilégiées. On note à ce propos que l'échantillon 3 est prélevé dans une unité sédimentaire à la granulométrie classée, l'intérêt ici est de dater les sables, en écartant donc les fractions fines.

Lors des prélèvements, les échantillons 3, 5 et 6 ont révélés la présence de racines ou radicelles, potentiels indicateurs de bioturbation. La figure 8.10 illustre la localisation

TAB. 8.2 – Échantillons prélevés pour datation OSL.

Échantillon	Code laboratoire	Profondeur (cm)	Dosimètre
PR1808-001	BDX25316	93	235
PR1808-002	BDX25317	C332	210
PR1808-003	BDX25318	C347	190
PR1808-004	BDX25319	C350	123
PR1808-005	BDX25320	C368	130
PR1808-006	BDX25321	C400	100

des échantillons et des dosimètres sur la coupe tandis que le tableau ci-dessus présente la nomenclature des prélèvements ainsi que la correspondance entre les prélèvements OSL et les dosimètres.

## 8.4.1 Protocole

### 8.4.1.1 Prélèvements

Les échantillons de sédiment ont été prélevés par grattage des coupes sédimentaires, de nuit, sous lumière inactinique (fig. 8.11). Ces échantillons sont destinés à la mesure de la dose équivalente ( $D_e$ , numérateur de l'équation d'âge). La première partie de chaque prélèvement (deux premiers centimètres de sédiment en surface de la coupe), exposée à la lumière du soleil depuis la fouille, a été prélevée et conservée afin de déterminer les teneurs en radioéléments par spectrométrie gamma à haute résolution et bas bruit de fond (spectromètre BEGe), afin de déterminer le débit de dose ( $D_a$ , dénominateur de l'équation d'âge).

Après prélèvement, des dosimètres passifs (de type  $Al_2O_3 : C$ ) ont été placés en correspondance des différents prélèvements, dans les coupes, après que leur signal ait été remis à zéro par une exposition à la lumière bleue pendant 1 minute. Ils ont ainsi enregistré la quantité de dose reçue par chaque échantillon pendant 347 jours :

- Date de pose : août 2018
- Date de retrait : juillet 2019.

### 8.4.1.2 Préparation

Les six sédiments prélevés lors de l'opération de terrain 2018 ont été ouverts au laboratoire, leur humidité au prélèvement mesurée, et les cristaux de quartz, d'une part, et

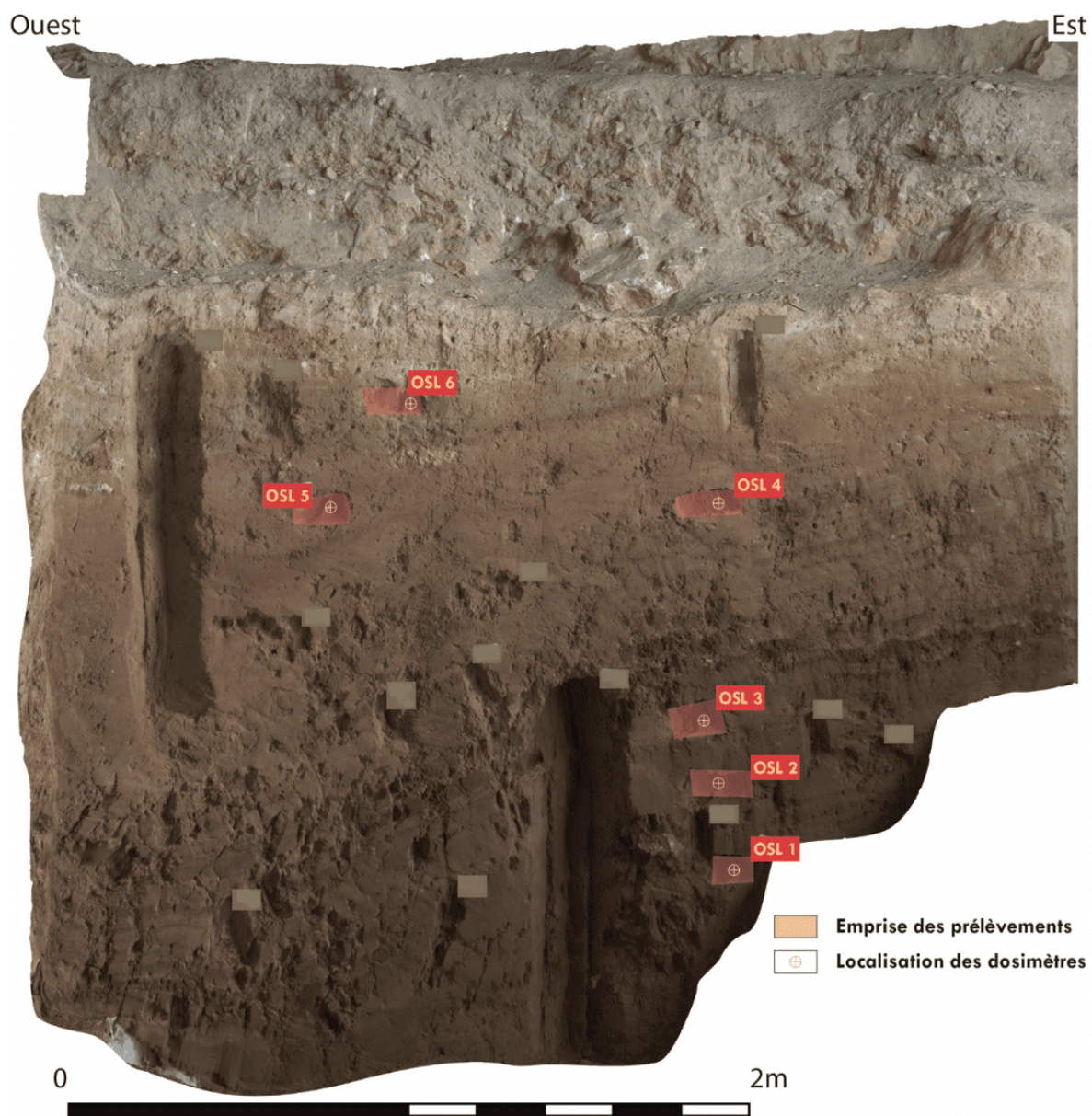


FIG. 8.10 – Coupe stratigraphique du secteur 1 et localisation des échantillons datés par OSL.





FIG. 8.11 – Illustration des prélèvements OSL par grattage de surface (A) et de la mise en place de dosimètre passif (B) sur le site des Auzières (clichés B. Lebrun et J.-B. Javel).



de feldspaths potassiques, d'autre part, ont été extraits et séparés selon les granulométries les mieux représentées naturellement dans les échantillons, grâce à des traitements mécaniques et chimiques (A. G. WINTLE 1997).

Dans un premier temps, un tamisage à l'eau a été réalisé pour isoler la fraction granulométrique d'intérêt. L'élimination des carbonates a ensuite été effectuée par attaque  $HCl$  à 10% pendant 1h. Enfin, les composés organiques ont été éliminés par attaque  $H_2O_2$  pendant 24h. La fraction de comprise entre 20 et 40  $\mu m$  a ensuite été traitée à l' $H_2SiF_6 / HNO_3$  (proportion 10/1 ml) pour ne conserver que les quartz. Une seconde fraction polyminérale comprise entre 40 et 60  $\mu m$  a également été récupérée, pour l'analyse des feldspath. La distribution granulométrique des échantillons n'a pas permis d'utiliser des fractions plus grossières comme cela était prévu.

Parallèlement à ces préparations, les sédiments ont été préparés afin de déterminer les différentes composantes du débit de dose. Les échantillons destinés à la spectrométrie BEGe ont été micro-broyés à l'aide d'un broyeur planétaire. Les sédiments a été placé dans des boites de 12  $cm^3$  scellées à la paraffine. Les mesures ont été effectuées au moins 30 jours après le scellement pour garantir le retour à l'équilibre séculaire de la fin de chaîne de l'Uranium.

Pour compléter ces mesures, les dosimètres  $Al_2O_3 : C$  qui avaient été placés dans la coupe en 2018, en correspondance des différents prélèvements, ont été retirés en juillet 2019 et lus au laboratoire. Ils ont ainsi permis d'accéder à la composante environnementale (gamma et cosmiques) du débit de dose.

#### 8.4.1.3 Analyses

Les analyses OSL sur quartz ont été réalisées à l'aide d'un lecteur TL/OSL Freiberg de type Lexsyg Research (code laboratoire L2), en mode multi-grain. L'irradiation est assurée par une source bêta de  $^{90}Sr$  et de type *flat* d'un débit de dose d'environ 0,06 Gy/s. La détection est assurée par un tube photo-multiplicateur UVVIS - Hamamatsu H7360-02 (UV PMT). Les stimulations lumineuses sont réalisées via des LED bleu (458  $\pm$  3 nm, max. 180 mW/cm<sup>2</sup>) et infra-rouge (850  $\pm$  3 nm, max. 300 mW/cm<sup>2</sup>).

Le protocole SAR a été employé pour la détermination de la dose équivalente ( $De$ ) des quartz (MURRAY et A. WINTLE 2003).

Les analyses IRSL sur fraction polyminérale ont été réalisées à l'aide de deux lecteurs TL/OSL Risø TL/OSL DA-20 (code laboratoire R1 et R2). L'irradiation est assurée par une source bêta de  $^{90}Sr$  et de type *flat* d'un débit de dose d'environ 0,1 Gy/s. La détection est assurée par un tube photo-multiplicateur UVVIS - Hamamatsu H7360-02 (UV PMT). Les stimulations lumineuses sont réalisées via des LED infra-rouge (870  $\pm$  40 nm) et un laser infra-rouge (830 nm max. 500 mW/cm<sup>2</sup>).

Le protocole pIRIR290 a été employé pour la détermination de la  $De$  des feldspath (THIEL et al. 2011).

La détermination des débits de dose alpha et beta a été effectuée via la quantification des teneurs en radioéléments par spectrométrie BEGe (Pierre GUIBERT, LAHAYE et BECHTEL 2009; P. GUIBERT et M. SCHVOERER 1991) et l'utilisation de table de conversion teneurs/dose (Guillaume GUÉRIN, MERCIER et ADAMIEC 2011). Le traitement de ces données a été réalisé via une feuille de calcul interne au laboratoire. Le débit de dose gamma a été obtenu via dosimétrie passive (KREUTZER, MARTIN et al. 2018). La mesure des pastilles d'alumine a été réalisé sur un système Lexsyg Smart (code laboratoire S1) (D. RICHTER, A. RICHTER et DORNICH 2015).

Le traitement des données a été réalisé à l'aide du package R *Luminescence* (KREUTZER, C. SCHMIDT et al. 2012).

## 8.4.2 Détermination de la dose équivalente ( $De$ ) : quartz

### 8.4.2.1 Estimations

Des estimations de  $De$  de l'ensemble des échantillons ont été conduites sur les quartz, en mode multi-grain. Il a été constaté que l'intensité de luminescence des signaux naturels observée était assez élevée. De plus, les courbes d'OSL ont montrées une décroissance rapide des signaux, probablement dominés par la composante rapide. Lors des tests SAR, il a été constaté des taux de récupération satisfaisants, ne dépasse pas 7,7%. Le taux de recyclage était quand à lui assez élevé, autour de 0,8. L'ensemble des aliquotes mesurées présentaient des valeurs de  $De$  proches de la saturation. La figure 8.12 présente un exemple représentatif des résultats obtenus lors de cette phase de test.

### 8.4.2.2 Plateau de préchauffe

L'indépendance de la  $De$  vis-à-vis de la température de préchauffe choisie a été testée à l'aide du test de plateau sur BDX25320, considéré représentatif de l'ensemble des échantillons. Les températures testés vont de 160°C à 280°C par palier de 20°C. Pour chaque palier, 5 aliquotes sont lues. On constate un plateau entre 200°C et 280°C, même si la dispersion des  $De$  est assez élevée à 280°C (fig. 8.13).

### 8.4.2.3 Test de recouvrement de dose

Des tests de recouvrements de dose ont été conduits afin de s'assurer de l'applicabilité du protocole SAR. Ils ont été réalisés sur 10 aliquotes de BDX25320; les résultats ont été extrapolés à l'ensemble du corpus. La dose induite était de 2000 secondes. Les températures de *preheat* et de *cutheat* étaient respectivement fixées à 260 °C et 160 °C pour 5 aliquotes et 220 °C et 160 °C pour 5 autres. Les critères de sélections des aliquotes ont été fixés comme suit :

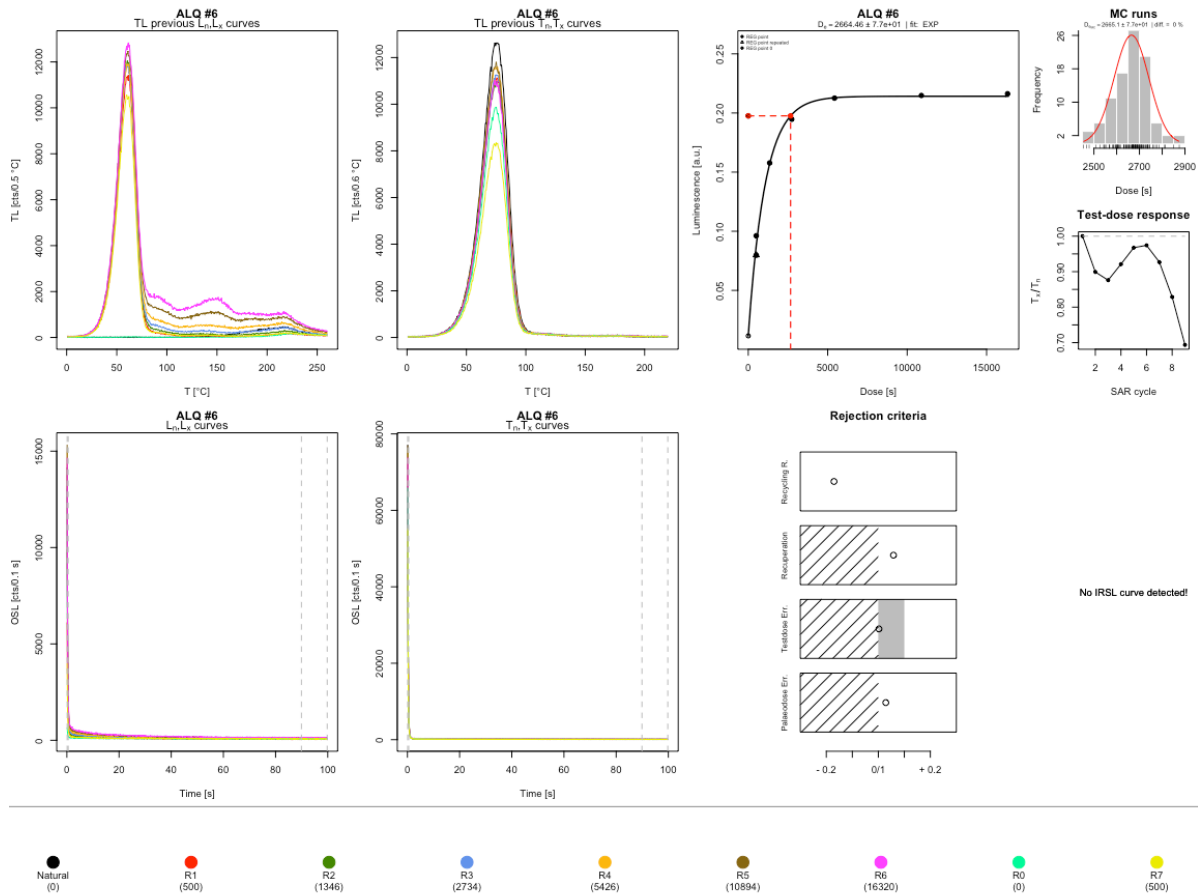


FIG. 8.12 – Exemple de résultat obtenus sur quartz à l'aide du protocole SAR.

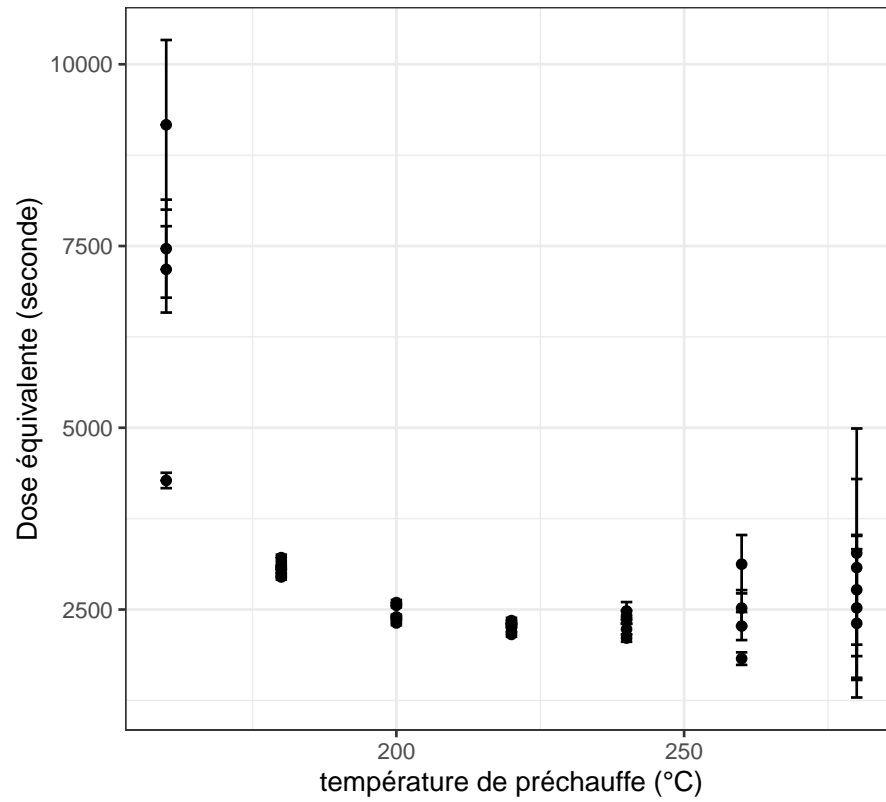


FIG. 8.13 – Plateau de préchauffe observé pour l'échantillon BDX25320.

- recyclage : 10%,
- récupération : 10%,
- erreur sur la dose test : 10%.

Avec ces critères, 2 aliquotes n'ont pas été retenus (groupe avec *preheat* à 260 °C et *cutheat* à 160°C). La température de préchauffe la moins élevée a permis d'obtenir le ratio de recouvrement de dose le meilleur ( $0.92 \pm 0.01$ ), compatible à l'unité à 10 % près. Ces paramètres ont donc été sélectionnés pour la suite.

#### 8.4.2.4 Acquisitions des distributions de $De$

Pour chaque échantillons, un minimum de 20 aliquotes ont été mesurées. Un grand nombre d'aliquotes présentent des valeurs de  $De$  proche de la saturation de la courbe de croissance en dose (voir par exemple la figure 8.14. À titre indicatif, un test tel que  $De < 2D_0$  est réalisé. Les différentes proportions d'aliquotes passant ce test, par échantillons, sont les suivantes :

- BDX25316 : 4 aliquotes “saturées” sur 20, soit 20 %.
- BDX25317 : 16 aliquotes “saturées” sur 35, soit 46 %.
- BDX25318 : 18 aliquotes “saturées” sur 25, soit 72 %.
- BDX25319 : 3 aliquotes “saturées” sur 20, soit 15 %.
- BDX25320 : 3 aliquotes “saturées” sur 10, soit 30 %.
- BDX25321 : 1 aliquotes “saturées” sur 18, soit 6 %.

Du fait de ce problème de saturation, la détermination des  $De$  n'a pas été réalisée sur les quartz, mais sur les feldspaths. À titre d'information, l'Average Dose Model (ADM) a été appliqué aux distributions de  $De$  des quartz.

On a ainsi pu constater la grande proximité des valeurs de  $De$  moyenne entre les échantillons (tab. 8.3). Ceci vient conforter l'hypothèse d'une saturation des quartz sur le secteur 1 du site des Auzières. Une faible dispersion des  $De$  a aussi été observée, avec une valeur de  $\sigma_d$  maximale de  $7 \pm 2$  % pour l'échantillon BDX25321.

#### 8.4.3 Détermination de la dose équivalente ( $De$ ) : feldspath

La détermination des  $De$  a été réalisée sur les feldspaths à l'aide du protocole pIRIR290 (*supra*). Une première étape a consisté à estimer les  $De$  de chaque échantillons, ainsi qu'à étudier les signaux pIRIR290 obtenus. Les  $De$  estimées se situaient entre 300 Gy pour l'échantillon BDX25316 et 180 Gy pour BDX25321 (fig. 8.15). Les comportements de luminescence des échantillons ont été jugés satisfaisants, tant du point de vue de la sensibilité que des courbes de croissances.

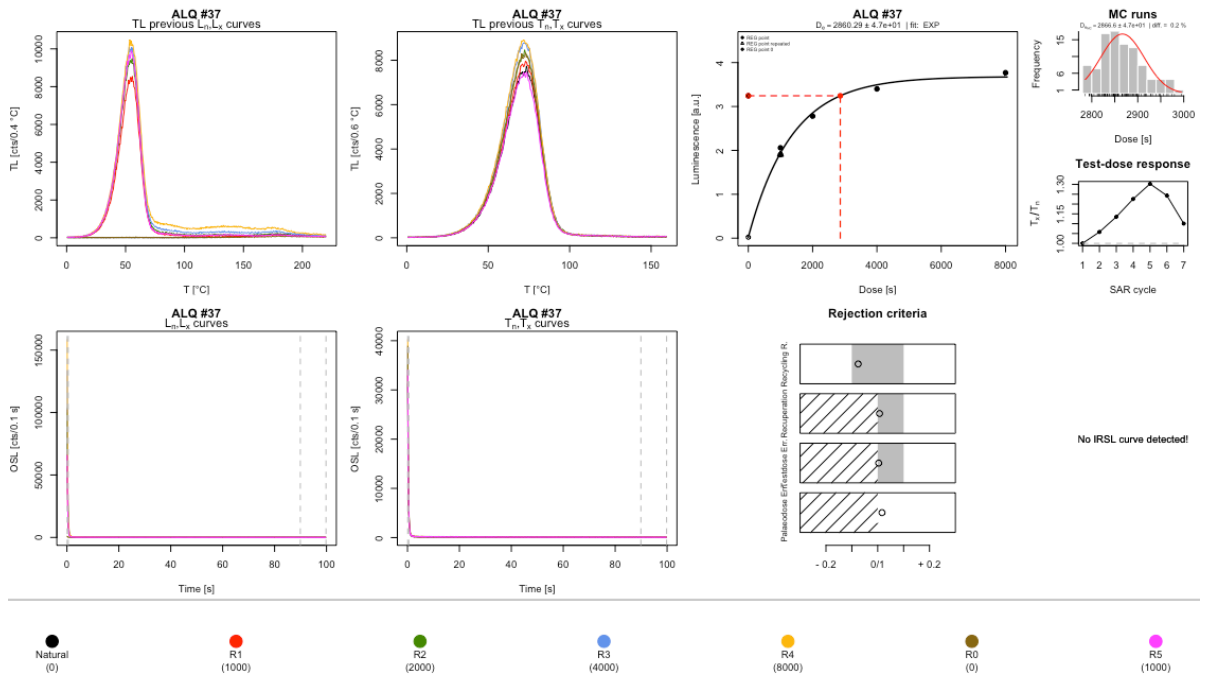


FIG. 8.14 – Exemple d’aliquote à saturation, échantillon BDX25318.

TAB. 8.3 – Valeurs de dose moyenne obtenues sur les quartz des différents échantillons.

Code laboratoire	Average Dose		Sigma	
	Valeur	Erreur standard	Valeur	Erreur standard
BDX25316	176.78	2.08	0.05	0.01
BDX25317	175.47	1.77	0.06	0.01
BDX25318	159.31	1.19	0.04	0.00
BDX25319	166.80	1.58	0.04	0.01
BDX25320	158.18	2.69	0.05	0.01
BDX25321	160.49	2.70	0.07	0.02



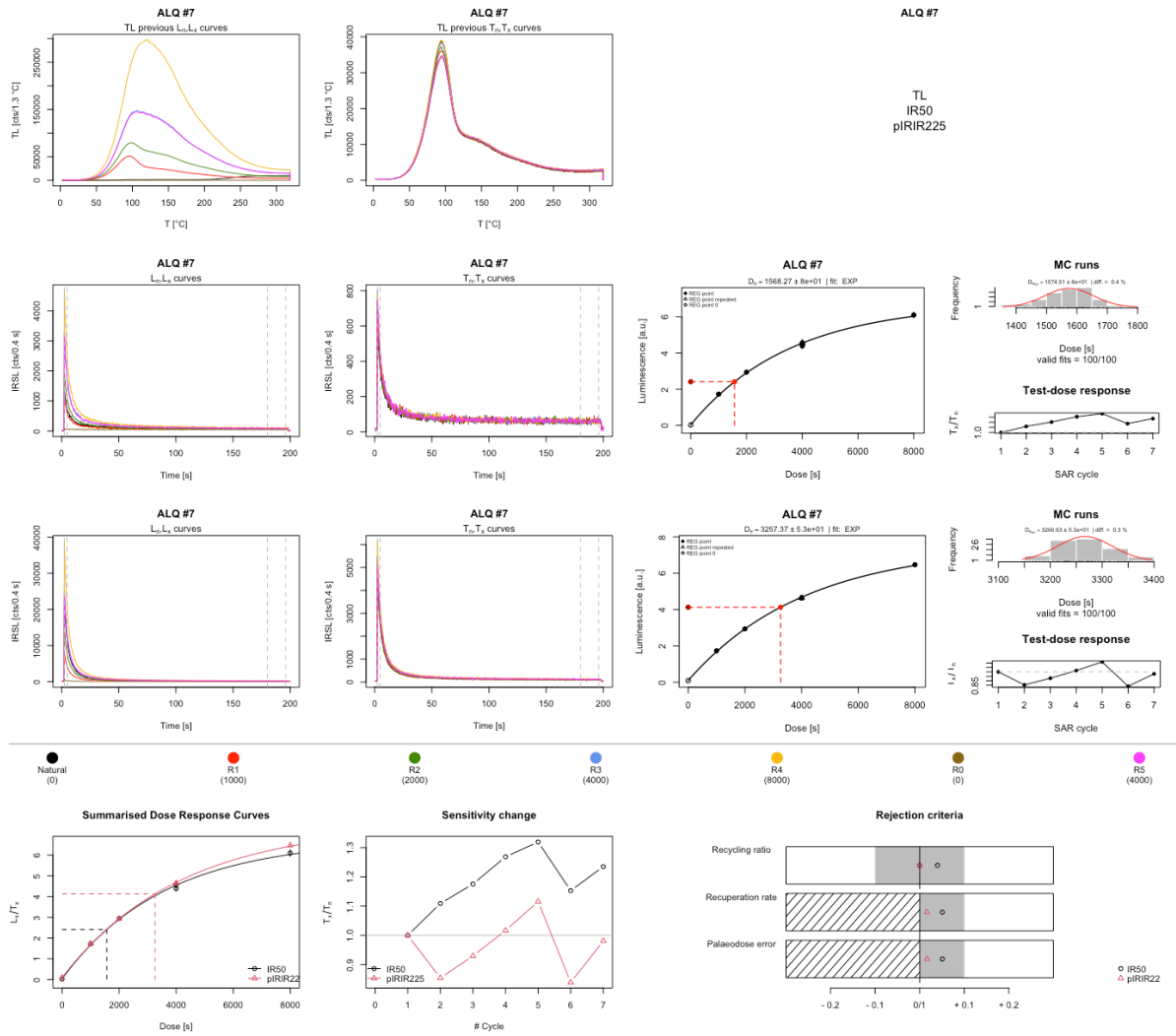


FIG. 8.15 – Exemple de résultat obtenus sur feldspath à l'aide du protocole pIRIR290.

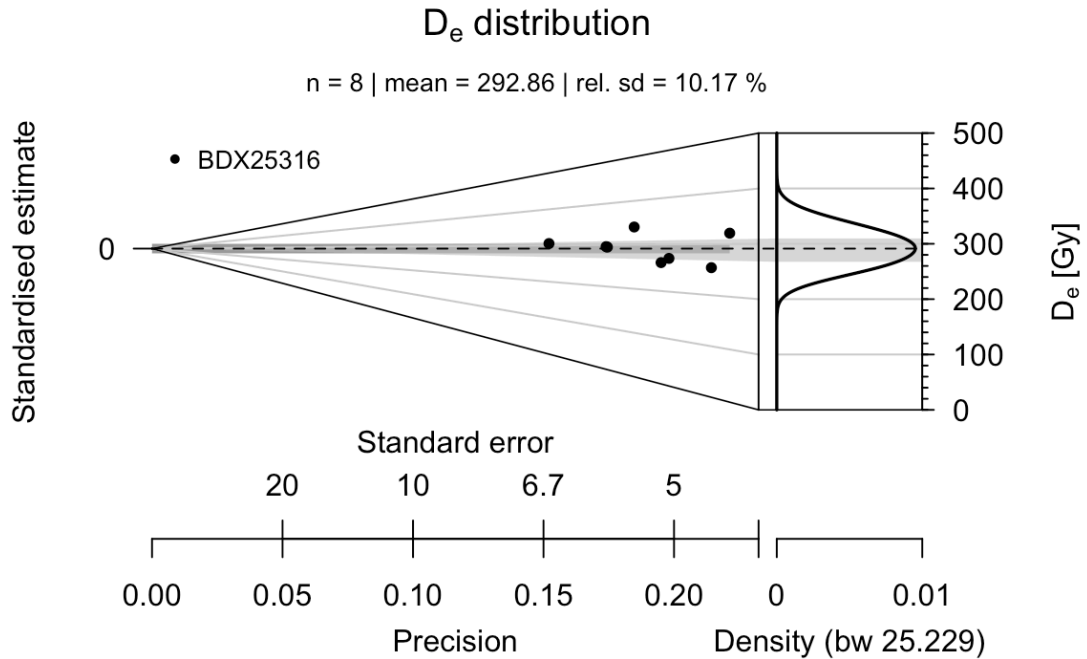


FIG. 8.16 – Distribution (abanico plot) des doses équivalentes de l'échantillon BDX25316.

#### 8.4.3.1 Distributions de $D_e$

Pour chaque échantillon, un minimum de 8 aliquotes ont été mesurées (20 aliquotes pour l'échantillon BDX25321). Au total, 5 aliquotes ont été rejetées, principalement pour des raisons liées à des anomalies de mesures. Les distributions observées ne présentent pas de tendances particulières (fig. 8.16, 8.17, 8.18, 8.19, 8.20 et 8.21). Les dispersions observées sont corrélées positivement avec la position stratigraphique des échantillons : la dispersion la plus haute a ainsi été observée pour l'échantillon BDX25321 avec une valeur de  $\sigma_d$  de  $30 \pm 7$  %.

#### 8.4.3.2 Estimation de la dose résiduelle

Une mesure de la dose résiduelle est réalisée sur l'échantillon BDX25316 après 4 jours de blanchiment au simulateur solaire. La dose moyenne (calculée via l'ADM) est de  $20.76 \pm 2.49$  Gy. La valeur observée est compatible avec les données rapportées dans la littérature (THIEL et al. 2011).

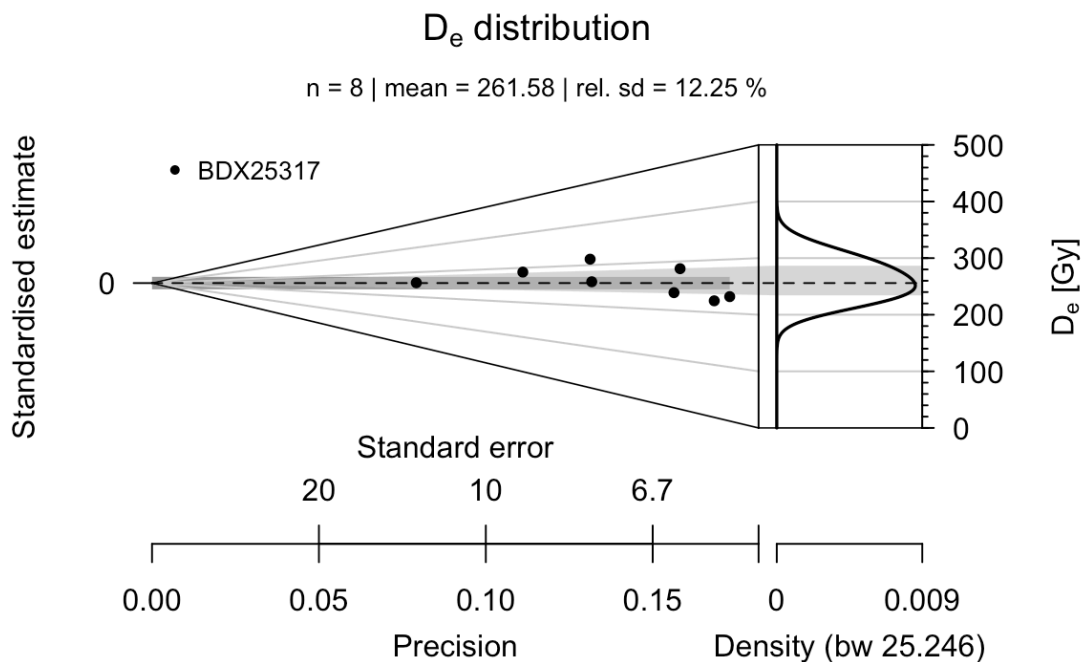


FIG. 8.17 – Distribution (abanico plot) des doses équivalentes de l'échantillon BDX25317.

### 8.4.3.3 Application de l'Average Dose Model

En l'absence d'indices forts de mauvais blanchiment, de mélange de population de grains ou de saturation, l'Average Dose Model a été appliqué par défaut (G. GUÉRIN et al. 2017). Les résultats sont présentés dans le tableau 8.4.

## 8.4.4 Détermination de la dose annuelle ( $D_a$ )

### 8.4.4.1 Spéctrométrie gamma BEGe

L'éventualité d'un déséquilibre dans les chaînes de l'uranium a été étudiée via comparaison des teneurs en uranium calculées à partir des données de tête  $U(^{238}U)$  et de fin  $U(^{226}Ra)$  de chaîne (Pierre GUIBERT, BECHTEL et Max SCHVOERER 1997). Les données sont présentées dans le tableau 8.5 et la figure 8.22 Un déséquilibre a été constaté pour l'ensemble des échantillons, les teneurs en uranium calculées à partir des données de tête  $U(^{238}U)$  de chaîne sont systématiquement inférieures à celles calculées à partir des données de fin  $U(^{226}Ra)$  de chaîne.

Pour déterminer quel radioélément au sein de la chaîne de désintégration de l'uranium a subi une perturbation, les variances des teneurs en uranium de tête et de fin de chaîne

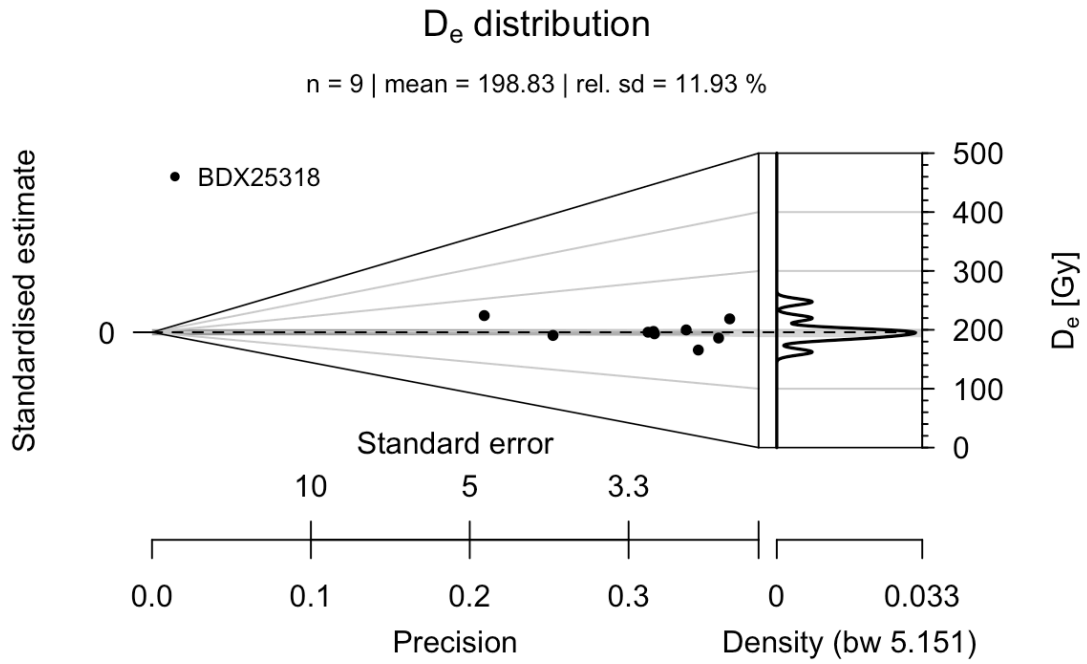


FIG. 8.18 – Distribution (abanico plot) des doses équivalentes de l'échantillon BDX25318.

TAB. 8.4 – Résultat de l'application de l'ADM aux distributions de doses équivalentes des échantillons.

Code laboratoire	N	n	Average Dose		Sigma	
			Valeur	Erreur standard	Valeur	Erreur standard
BDX25316	8	8	292.92	10.04	0.09	0.02
BDX25317	8	8	261.58	10.59	0.11	0.02
BDX25318	10	9	198.79	7.24	0.11	0.03
BDX25319	10	10	207.92	13.65	0.20	0.05
BDX25320	10	10	200.93	14.46	0.26	0.07
BDX25321	20	20	184.61	15.90	0.30	0.08

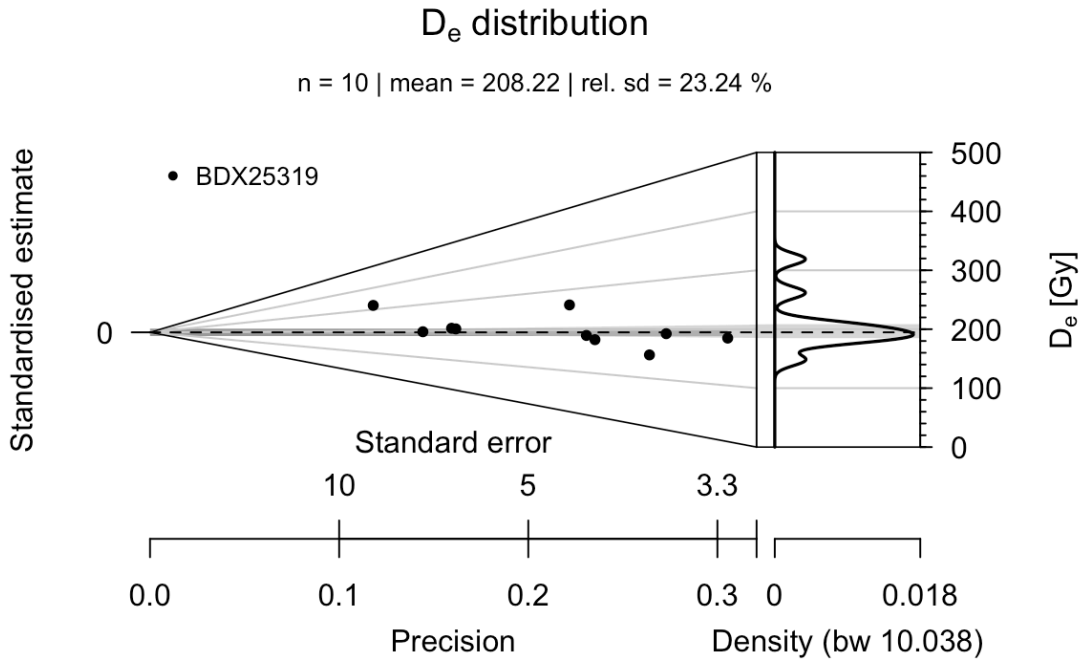


FIG. 8.19 – Distribution (abanico plot) des doses équivalentes de l'échantillon BDX25319.

TAB. 8.5 – Teneurs K exprimées en pourcent, le reste est exprimé en ppm.

Code laboratoire	40K		226Ra		238U		232Th	
	Valeur	Erreur	Valeur	Erreur	Valeur	Erreur	Valeur	Erreur
BDX25316	0.62	0.01	3.12	0.03	1.98	0.08	6.83	0.06
BDX25317	0.67	0.01	3.22	0.03	2.04	0.08	7.31	0.07
BDX25318	0.41	0.01	2.78	0.02	1.72	0.07	5.04	0.05
BDX25319	0.55	0.01	3.16	0.03	1.92	0.08	6.18	0.06
BDX25320	0.54	0.01	3.31	0.03	1.88	0.08	6.11	0.06
BDX25321	0.60	0.01	3.18	0.02	1.82	0.06	5.97	0.05

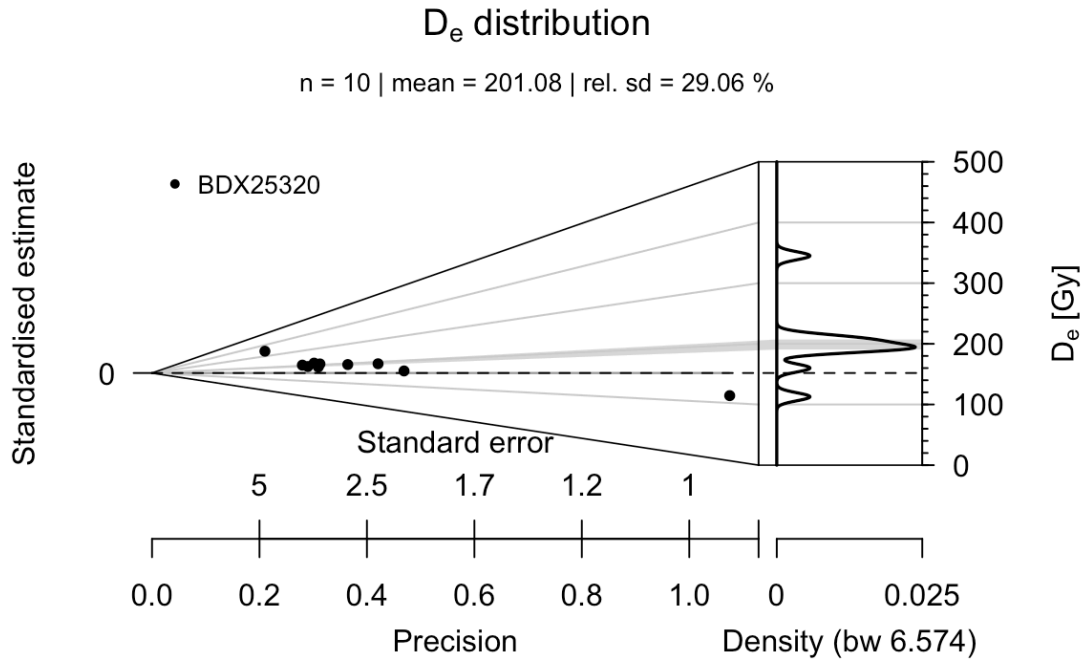


FIG. 8.20 – Distribution (abanico plot) des doses équivalentes de l'échantillon BDX25320.

normalisées à celle des teneurs en  $^{232}\text{Th}$  ont été mesurées (Pierre GUIBERT, BECHTEL et Max SCHVOERER 1997). La variance des teneurs en  $U(^{226}\text{Ra})$  est nettement supérieure à celle des teneurs en  $U(^{238}\text{U})$  : 0.00216 contre  $4.5 \times 10^{-4}$ .

Bien qu'entachées d'une erreur de mesure importante, les teneurs en  $^{230}\text{Th}$  sont plus proches des valeurs de  $^{238}\text{U}$  que de celles de  $^{226}\text{Ra}$ , ce qui va dans le sens d'un déséquilibre récent des chaînes de l'uranium des sédiments du secteur 1 du site des Auzières (fig. 8.23). Le déséquilibre (enrichissement) observé serait donc récent. Par la suite, ce sont donc les valeurs de tête de chaîne qui ont été utilisées pour la détermination des teneurs en radioéléments.

#### 8.4.4.2 Dosimétrie passive

Les dosimètres passifs ont été laissés en place sur le site pendant une durée de 347 jours (date de pose : août 2018, date de retrait : juillet 2019). Le débit de dose environnemental gamma a été calculé d'après les lectures de  $D_e$  de ces dosimètres. Les résultats sont présentés dans le tableau 8.6.



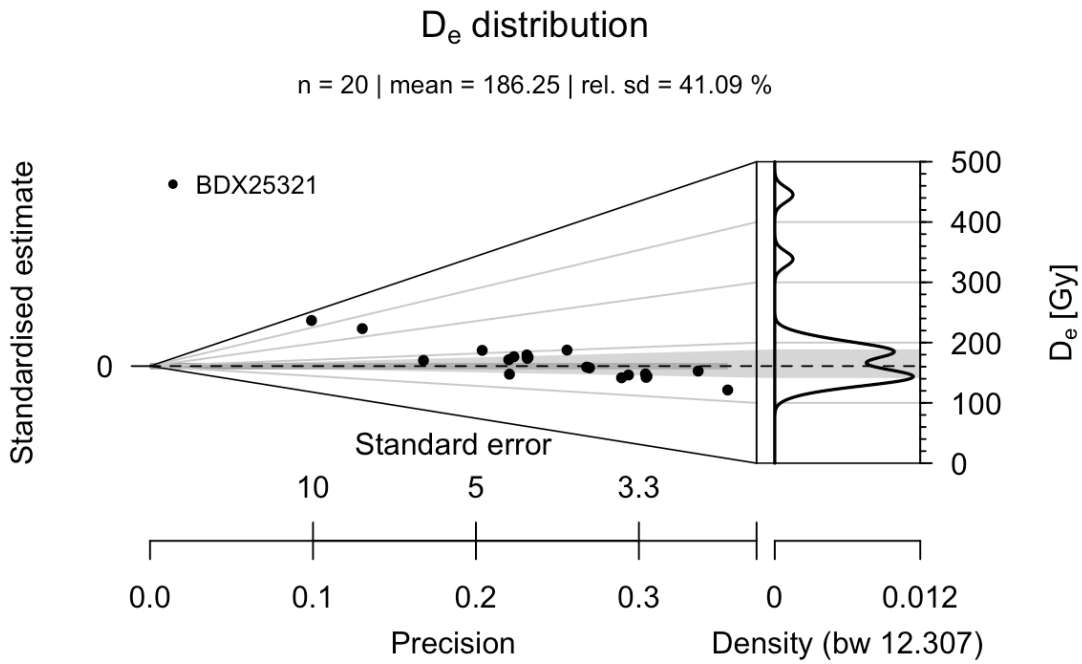


FIG. 8.21 – Distribution (abanico plot) des doses équivalentes de l'échantillon BDX25321.

TAB. 8.6 – Débit de dose environnemental gamma ( $\mu\text{Gy}/\text{a}$ ).

Code laboratoire	D <sub>e</sub>		D <sub>r</sub>	
	Valeur	Erreur	Valeur	Erreur
BDX25316	706.72	3.18	795.42	3.58
BDX25317	715.05	3.30	804.79	3.71
BDX25318	616.42	2.84	693.78	3.20
BDX25319	716.06	3.11	805.93	3.50
BDX25320	650.88	2.95	732.57	3.32
BDX25321	568.90	2.58	640.30	2.91

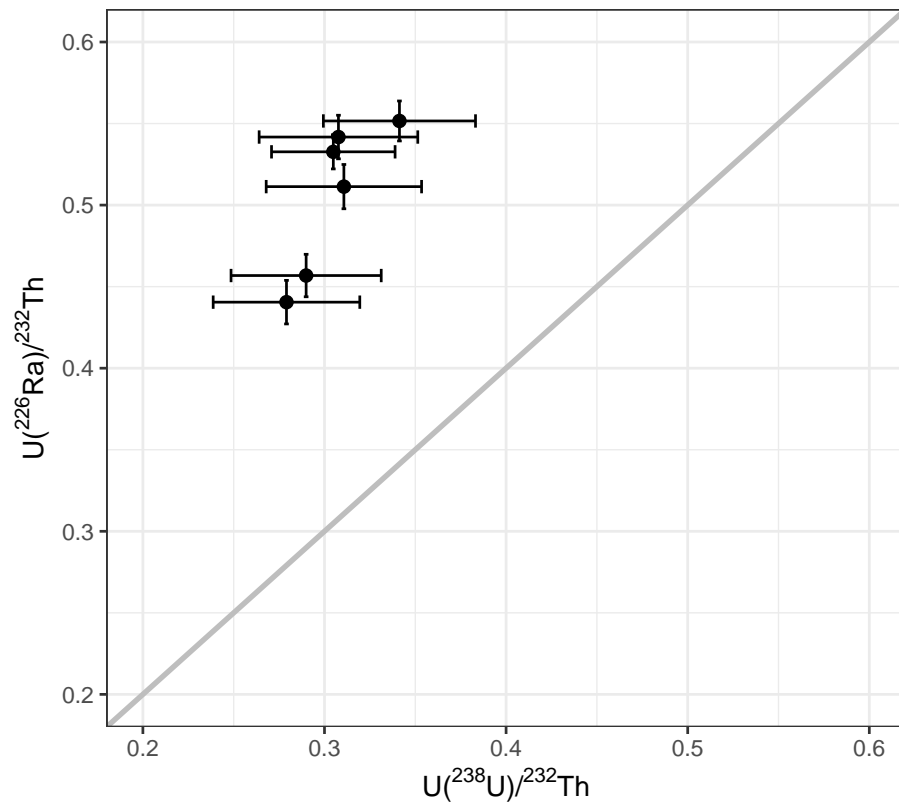


FIG. 8.22 – Étude du déséquilibre dans les chaînes de l'uranium.

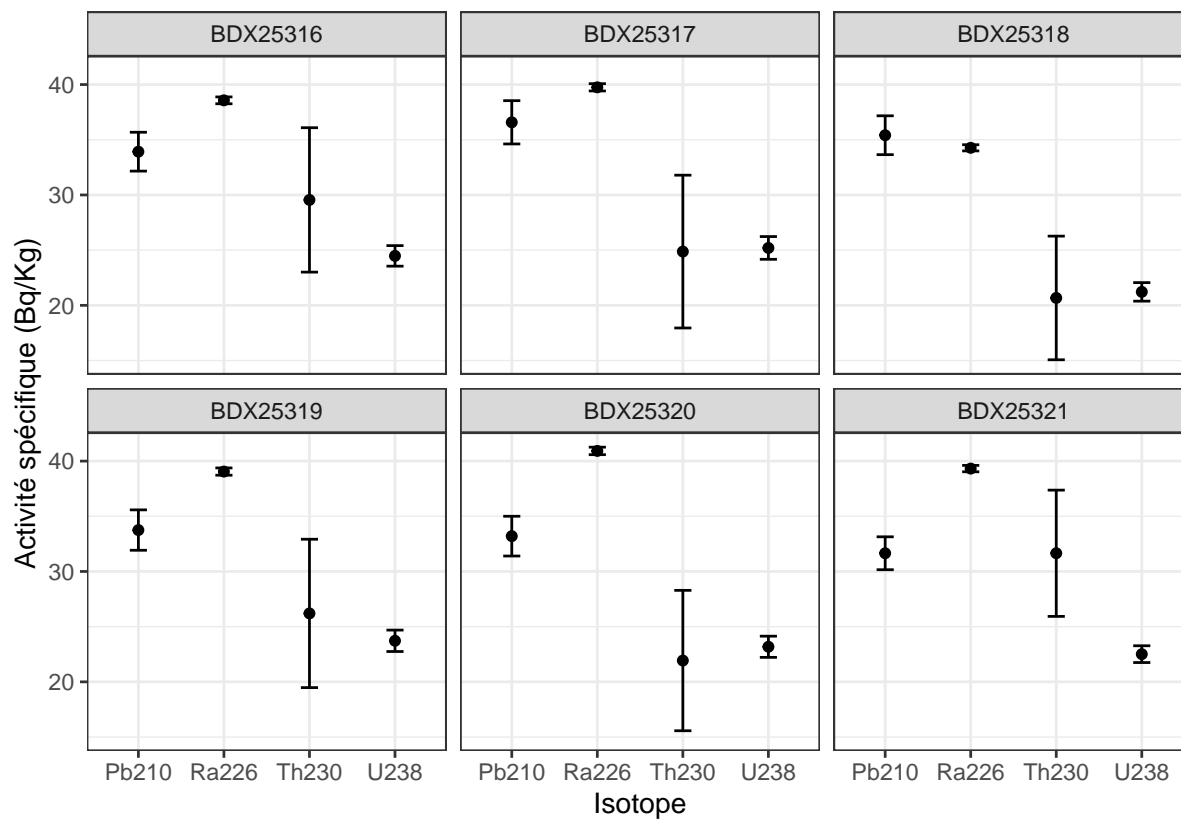


FIG. 8.23 – Activités spécifiques par échantillon.

TAB. 8.7 – Âges OSL et valeurs associées.

Code laboratoire	Âge (ka)		De (Gy)		Dr (Gy/ka)	
	Valeur	Erreur	Valeur	Erreur	Valeur	Erreur
BDX25316	137.46	15.29	272.17	10.15	1.98	0.21
BDX25317	116.98	13.40	240.82	10.73	2.06	0.22
BDX25318	110.41	12.26	178.03	7.49	1.61	0.17
BDX25319	98.82	12.61	187.16	13.97	1.89	0.20
BDX25320	99.03	13.26	180.17	15.12	1.82	0.19
BDX25321	92.63	13.56	163.85	16.67	1.77	0.19

### 8.4.5 Calculs d'âges

Les âges sont calculés à l'aide du *Dose Rate and Age Calculator* développé par DURCAN, KING et DULLER (2015). Les âges et valeurs associées sont présentées dans le tableau 8.7.

### 8.4.6 Synthèse

Les données de chronologie numérique OSL obtenues sur les site des Auzières sont en parfait ordre stratigraphique (fig. 8.24), l'apparente inversion entre BDX25319 et BDX25320 résulte du pendage de la coupe (fig. 8.10). Les distributions de *De* sont relativement élevées et diminuent avec la profondeur d'enfouissement.

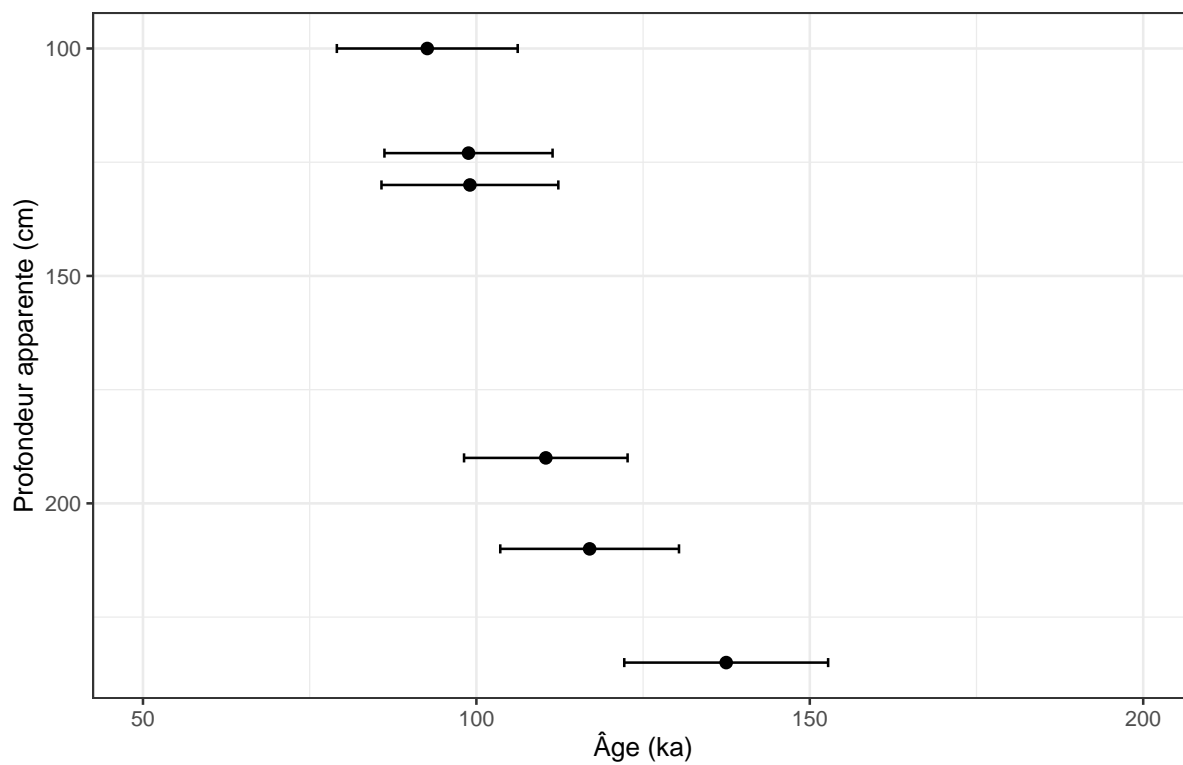


FIG. 8.24 – Synthèse des âges OSL obtenus dans le secteur 1.





## 9 Secteur 2

### 9.1 Stratigraphie (N. Frerebeau & J.-B. Fourvel)

La multiplicité des équipes ayant travaillé sur le site des Auzières a fortement complexifié l'étude de la stratigraphie et l'identification des relations entre les différentes unités identifiées. Néanmoins, la liste des US du secteur 2 est résumée dans le tableau 9.1 et leurs relations stratigraphiques dans la figure 9.1. Les correspondances avec les niveaux sédimentaires (*infra*) et les unités identifiées par H. Monchot et F. Marchal sont également précisées<sup>1</sup>.

### 9.2 Géomorphologie (L. Bruxelles)

#### 9.2.1 Observations préliminaires

Le secteur 2 des Auzières présente une morphologie et une sédimentation très différente du secteur 1. Ainsi, la fouille concerne le pied de la corniche, dans le prolongement d'un conduit karstique jusque là inconnu et révélé par les travaux de recherche (fig. 9.2). On se situe donc aujourd'hui à l'air libre mais la géométrie des dépôts et leur nature montre que lors de leur mise en place, on se trouvait encore sous une voûte calcaire, à une certaine distance de l'entrée. La présence de stalagmites et de planchers de calcite interstratifiés constitue déjà une preuve de la présence d'une voûte calcaire dans le prolongement de la grotte. De plus, on observe dans les coupes, la présence d'un gros bloc calcaire en position verticale. Celui-ci ne correspond pas à un bloc effondré, mais à un reste de voûte encore en place. On peut même observer, dans la coupe sud, qu'il est toujours en contact avec la base de la corniche calcaire (fig. 9.3 et 9.4). Toutefois les bancs calcaires ne peuvent pas être suivis entre la corniche et ce reste de voûte car la faille normale qui guide l'orientation de la corniche passe précisément à cet endroit. Ce bloc souligne un abaissement brutal de la voûte mais aussi, très probablement, un approfondissement notable du sol de la cavité, non encore atteint par la fouille. Du point de vue de la morphologie générale de la cavité, on a donc une galerie horizontale de quelques mètres

---

<sup>1</sup>Pour plus de détail, on consultera la description détaillées des US établies par Coussot *in* MONCHOT, MARCHAL et COUSSOT (2001), MONCHOT, MARCHAL, COUSSOT et MAITREROBERT (2002) et MONCHOT, MARCHAL et COUSSOT (2003). Il ne nous est pas possible de proposer des équivalences avec les relevés de M. Paccard dans l'état actuel de la documentation dont nous disposons.

TAB. 9.1 – Liste des unités stratigraphiques du secteur 2 et équivalence des systèmes de numérotation.

Monchot & Marchal	US	Sous	Géomorphologie	
			Log 1	Log 2
-	200	-		
Cz	201	200		
Cy	202	201		
Cx	203	202		
C0	204	200		
C1	205	204		
Ca	206	205		
Cb	207	206	1	2
Cc	208	207	2	3
Cd	209	208	3	4
Ce	210	209	4	5
Cf1	212	210		
Cf2	213	212	5	
Cf3	214	213	6	
-	215	214	7	
-	216	215		

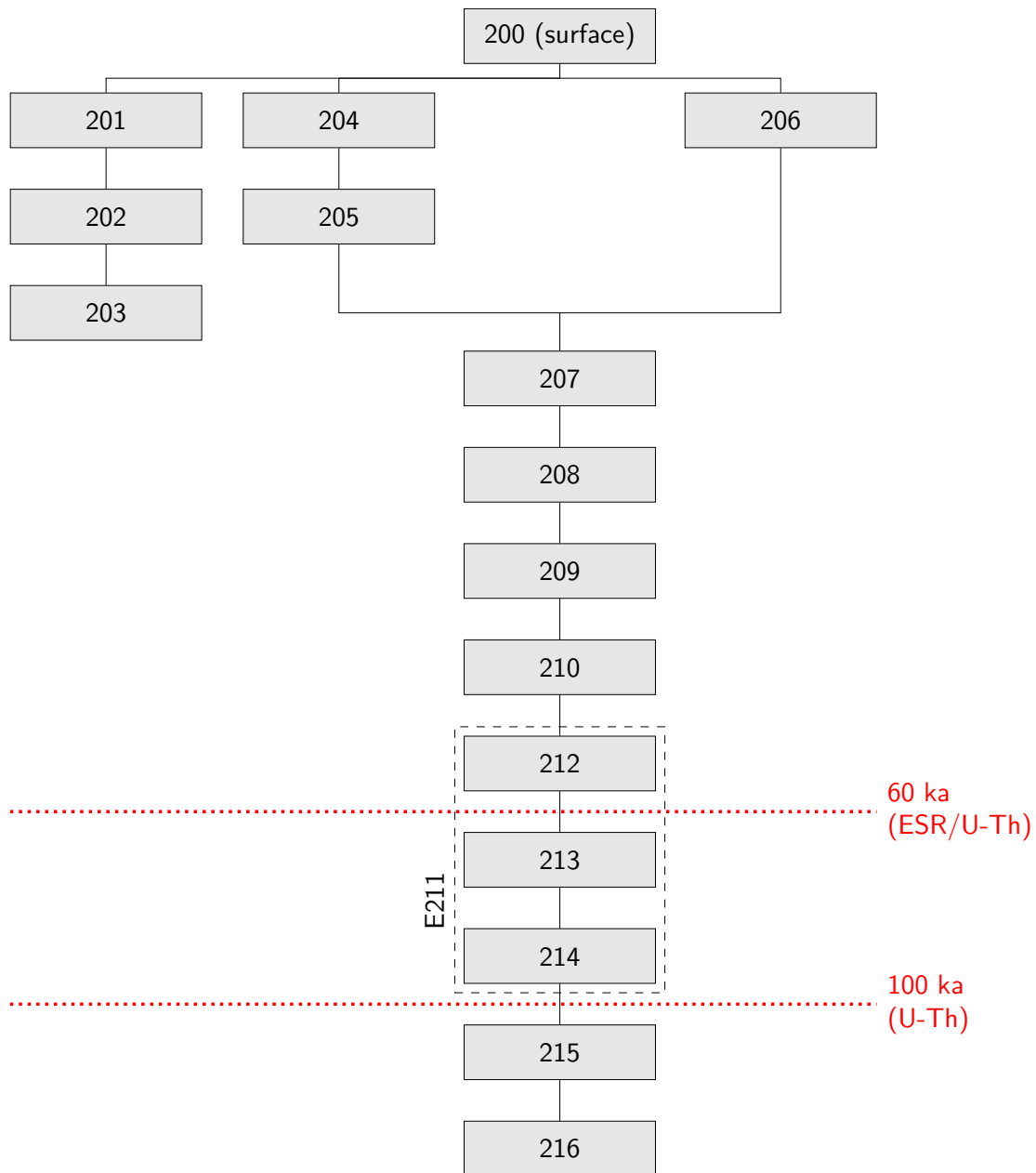


FIG. 9.1 – Synthèse des relations entre unités stratigraphiques du secteur 2. Les terminus sont indiqués en rouge, les âges sont donnés à titre indicatifs (voir le texte pour plus de détails).



FIG. 9.2 – Ouverture du conduit karstique du secteur 2 des Auzières (cliché L. Bruxelles, 2018).

de longueur comprise entre deux conduits plus verticaux axés sur des failles : le puits terminal et la zone en cours de fouille du secteur 2.

En ce qui concerne l'enregistrement sédimentaire, la séquence révélée par la fouille permet de suivre l'évolution de la cavité en lien avec le recul progressif de la corniche. Trois formations sédimentaires ont été distinguées :

- La base de la fouille actuelle, on se trouve dans une formation à support clastique constituée de blocs calcaires et de fragments de planchers de calcite. Le tout est colmaté par une matrice limono-argileuse. Certains blocs sont recouverts d'une couche de calcite et supportent même localement des petites stalagmites.
- Au-dessus, ce sont plus de 2 m de cailloutis lités à support clastique. On y trouve des fragments de concrétions brisées mais aussi des spéléothèmes en place et en cours de croissance pendant l'accumulation de clastes. Ce niveau contient des restes de faune abondants ainsi que du matériel lithique.
- Au sommet, sans qu'une discordance angulaire soit perceptible, on passe dans des dépôts sableux, bien lités, admettant des passées plus caillouteuses ainsi que des

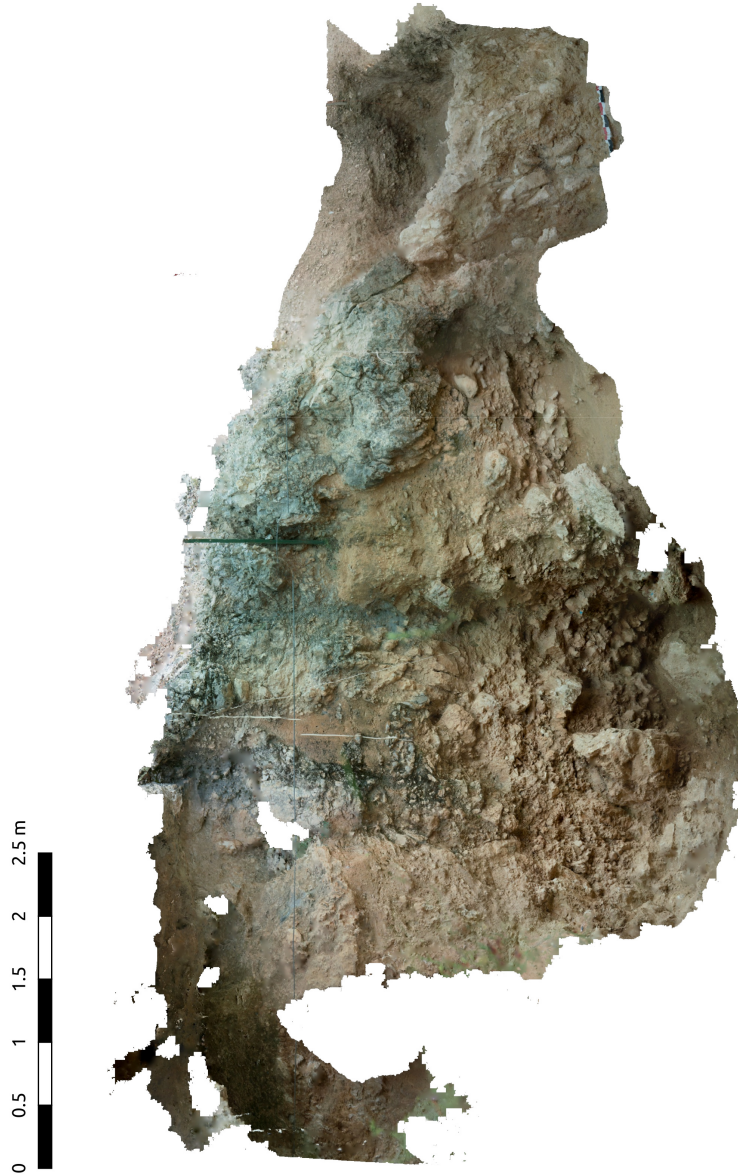


FIG. 9.3 – Secteur 2, coupe nord (photogrammétrie R. Hautefort, 2018).



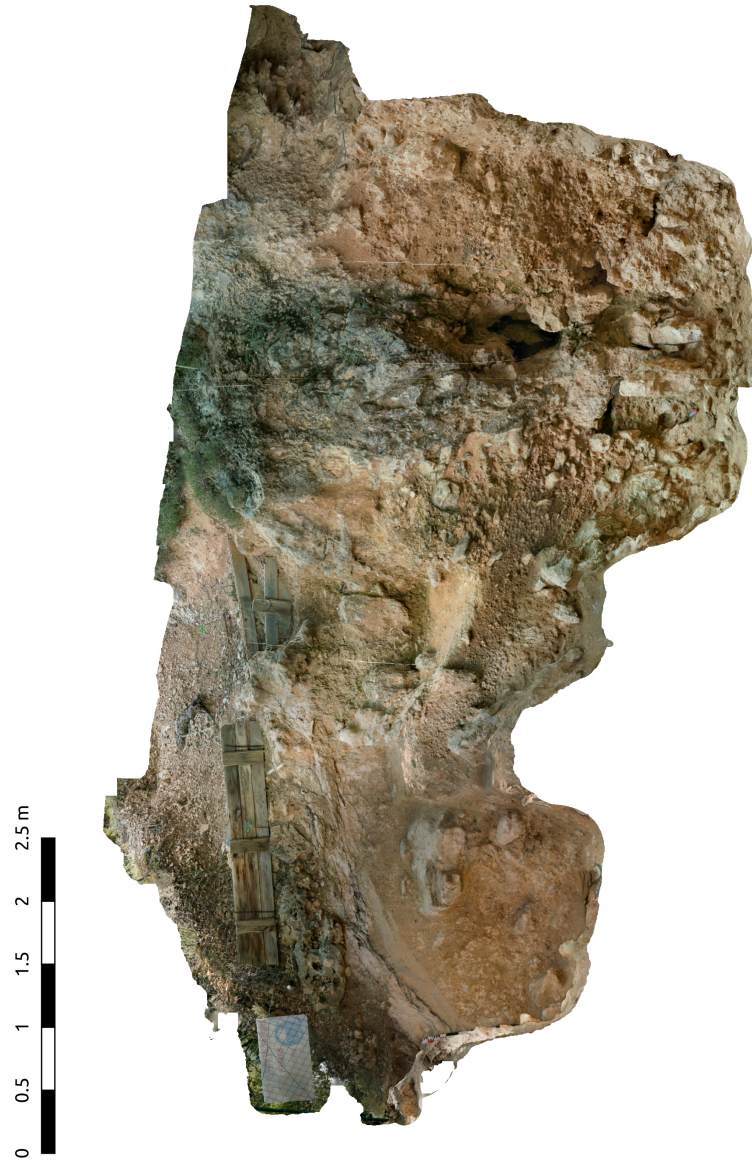


FIG. 9.4 – Secteur 2, coupe sud (photogrammétrie R. Hautefort, 2018).

blocs parfois assez volumineux.

Cette succession stratigraphique permet de déduire les dernières étapes de l'évolution de la cavité. Ainsi, le niveau à blocs et à concrétions correspond à l'effondrement progressif de la voûte. Aucun reste de faune ni de vestiges archéologiques n'ont été trouvés ici et on se situe plutôt dans un environnement clos, sans lien direct avec la surface. Cependant la géométrie générale du talus formé par les blocs ainsi que leur fabrication montre qu'ils provenaient du sud-est, avant que la corniche ne recule jusqu'à son niveau actuel. On se trouvait donc à la base d'une cavité en cours d'effondrement progressif sans qu'il existe un lien direct avec la surface à moins que l'entrée soit suffisamment éloignée pour que l'on n'enregistre pas ici d'apports de la surface. Le dépôt de calcite bien cristallisée confirme ce confinement relatif. On note ici la concomitance d'un processus d'effondrement, dû certainement à des réajustements mécaniques dus à la proximité de la surface, et la croissance de concrétions de calcite.

Les cailloutis à support clastique illustrent clairement une connexion directe avec la surface. On se situe ici sur le versant d'un talus de cailloutis formés essentiellement de gélifracsts absorbés par une entrée. De même, la faune et le matériel archéologique sont arrivés par colluvionnement depuis cette même entrée qui devait se situer plus au sud-est. Cependant, le développement de concrétions de calcite montre que l'on se situe ici toujours à une certaine distance de l'entrée, suffisamment loin pour que la lumière mais aussi les variations de température et d'hygrométrie n'interfèrent pas avec le processus de cristallisation de la calcite. En effet, les stalagmites sont bien cristallisées et ne présentent pas l'aspect plus ou moins tuffacé que l'on reconnaît dans les spéléothèmes formés dans les zones d'influence des entrées. L'aggradation est progressive et l'on observe ici aussi la simultanéité des apports clastiques depuis la surface et de croissance des spéléothèmes. Ces dépôts ennoient progressivement la partie abaissée de la voûte et contribuent visiblement à la fermeture de la cavité.

La séquence sommitale se met en place en milieu plus confiné. On n'observe plus d'apports de gélifracsts depuis la surface, ni de faune ou de vestiges d'industrie lithique. Les niveaux de sable laminé correspondent à des apports plus fins opérés par les infiltrations d'eau, entre le sommet du remplissage caillouteux et la voûte ou par des fissures dans les calcaires. Les niveaux de cailloutis ou de blocs interstratifiés correspondent à des effondrements de la voûte qui alternent avec les apports plus ou moins réguliers de sable.

La poursuite du recul de la corniche et la régularisation progressive du versant a décapité une partie de la cavité et a recoupé l'ensemble du dispositif sédimentaire. Ainsi, l'ancienne entrée et la zone amont du talus de blocs et de cailloutis ont complètement disparus. Il ne reste plus que la partie médiale voire distale du talus, accumulée à une certaine distance de l'entrée, là où les concrétions de calcite bien cristallisée pouvaient se développer. Cette zone a été progressivement isolée de l'entrée par l'accumulation de cailloutis contre la partie surbaissée de la voûte qui est matérialisée par le gros bloc vertical.



## 9.2.2 Relevés stratigraphiques et premières interprétations

Au cours de la campagne de fouille 2019, deux logs ont été relevés dans le secteur 2. Leur interprétation permet de préciser les observations préliminaires que nous avons consignées dans notre rapport l'année dernière concernant les modalités de mise en place des dépôts et l'évolution concomitante de la cavité. Sur la base de cette stratigraphie et d'une meilleure caractérisation des conditions d'accumulation sédimentaire, des sites d'échantillonnage pour datations U/Th ont été proposés.

## 9.2.3 Les séquences relevées

### 9.2.3.1 Log 1

Il a été relevé le long de la coupe F9-G9, au niveau de l'angle nord-est (fig. 9.5). Ce log a été relevé sur une épaisseur d'un peu plus de 3 mètres. Il recoupe les principales formations traversées à ce jour par la fouille et permet donc de proposer une séquence de référence pour l'étude de cette partie du site. De bas en haut, nous avons identifié la succession suivante :

**Niveau 7** La base de la séquence actuellement accessible est constituée d'une formation à blocs composés de calcaire mais aussi de calcite. Ils sont emballés dans des limons argileux bruns à cailloutis et à blocaille (support matriciel). Du matériel archéologique ainsi que des restes de faune (cerf, ours...) ont été trouvés dans ce niveau. Aucun dispositif sédimentaire n'est perceptible dans cette formation mais l'on observe localement des concrétions de calcite en position initiale de croissance. Le toit de ce niveau à blocs est visiblement tronqué par une discordance. Inclinée d'une trentaine de degrés vers l'intérieur de la cavité, cette troncature matérialise une phase d'érosion qui a regradé une partie de la séquence inférieure avant d'être scellée par une reprise de la sédimentation.

**Niveau 6** Une trentaine de centimètres de cailloutis (support clastique) reposent donc en discordance sur la formation à blocs. Ces clastes, dont la taille moyenne est comprise entre 5 et 10 cm, sont anguleux et peu altérés. La matrice limono-argileuse est localement indurée par les carbonates qui peuvent former des nodules. Elle est cependant peu abondante voire localement absente. Conformément à la pente de la troncature, ils présentent une fabrique nettement orientée vers le fond de la cavité. Sur le tronçon de coupe visible, cette formation présente une épaisseur homogène mais la fabrique peut être ponctuellement irrégulière. Il peut s'agir de tassements localisés ou de l'impact de la cryoturbation.

**Niveau 5** Cette formation, essentiellement constituée de petits cailloutis d'un module moyen compris entre 1 et 3 cm est épaisse de 60 à 70 cm. Nettement litée, les lits de cailloutis y alternent avec des niveaux plus fins de limons sableux brun clair. Les passées caillouteuses sont essentiellement constituées de plaquettes calcaires, assez émoussées, admettant quelques blocs de calcaire et de calcite. La

matrice est abondante (support matriciel) et présente un litage net. On distingue donc plusieurs lits relativement bien triés de cailloutis. Leur pendage est d'une trentaine de degrés en direction du fond de la cavité.

**Niveau 4** Le dispositif, constitué d'alternances de clastes et de limons sableux se prolonge vers le haut. Cependant, la granulométrie des clastes augmente passant ici à des plaquettes plus grosses et à des blocs de calcaire et de calcite. Ils sont également plus altérés que les niveaux de cailloutis sous-jacents. Deux principaux niveaux de sables limoneux brun clair s'intercalent entre les formations clastiques. Ils emballent des petits éclats calcaires épars et présentent localement des encroûtements carbonatés. Des pellicules calcaires sont également visibles sur les clastes. Ces encroûtements témoignent d'une remobilisation des carbonates postérieure à la mise en place de ce niveau.

**Niveau 3** Le type de sédimentation change ici radicalement et l'on passe, visiblement par l'intermédiaire d'une discordance, à une formation sablo-limoneuse très homogène. Dans le détail, on distingue une alternance de petits lits sableux et de passées plus limoneuse, ce qui traduit un très bon tri granulométrique. Ce niveau, épais ici d'une vingtaine de centimètres au maximum, peut être corrélé à celui recoupé dans la partie inférieure du log 2 (*infra*), à l'entrée actuelle de la cavité.

**Niveau 2** Une nette discordance érosive est visible et témoigne donc de la troncature de la partie supérieure de ces sables. Elle est soulignée par un petit niveau de graviers. On passe ensuite à une séquence sablo-limoneuse, beige rosé, compacte, admettant des petits niveaux de graviers. On note aussi la présence de nombreuses poupées de calcaires ainsi que des liserés carbonatés blanchâtres.

**Niveau 1** La même formation limono-sableuse beige rosé se poursuit vers le haut mais elle est beaucoup plus homogène ici. Elle est toujours riche en granules et en liserés carbonatés. Visible sur une trentaine de centimètres d'épaisseur, elle constitue la partie supérieure de la séquence relevée ici.

### 9.2.3.2 Log 2

Il se situe juste à l'entrée de la cavité révélée par la fouille et recoupe la partie supérieure de la séquence relevée dans le log 1. De bas en haut, nous avons relevé la succession suivante (fig. 9.6) :

**Niveau 5** La base de la coupe actuellement accessible entame le toit du niveau 4 recoupé dans le log 1 (fig. 9.5). On retrouve donc une alternance de niveaux de clastes lités et de sable limoneux, le tout incliné en direction du fond de la cavité.

**Niveau 4** Au-dessus, on passe dans une formation assez homogène sablo-limoneuse beige rosé. Epaisse d'une vingtaine de centimètres, sa discordance basale est ici moins évidente. On distingue cependant toujours un bon tri granulométrique et l'alternance de petits lits plus ou moins fins. Elle correspond au niveau 3 du log 1 (fig. 9.5).

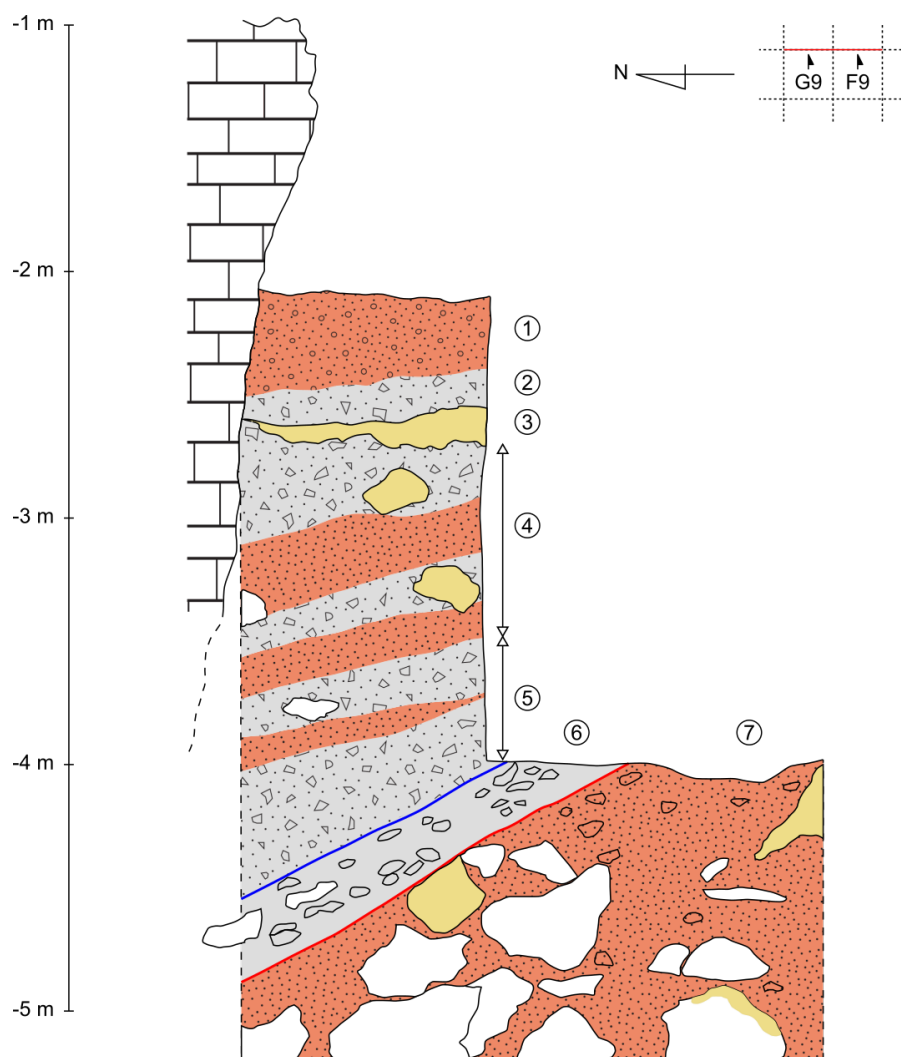


FIG. 9.5 – Relevé du log 1, secteur 2, carrés G9-F9. Relevé L. Bruxelles et C. Mogni.

**Niveau 3** On passe ensuite dans un niveau d'argile limoneuse brun orangé épais de 60 à 80cm (niveau 2 du log 1 ; fig. 9.5). Elle admet des blocs et des plaquettes calcaires alignées qui soulignent le pendage en direction du fond de la cavité. Dans le détail, on note une variation dans la texture et la couleur, passant d'une argile limoneuse brun orangé à des limons plus clairs, beige orangé. Il ne s'agit pas ici d'une variation latérale de faciès mais plutôt d'un encroûtement différentiel de calcite. Ce niveau, initialement brun orangé à texture argileuse, a été enrichi en carbonates par lessivage depuis les niveaux supérieurs. Le changement de texture et de couleur s'explique par le concrétionnement des carbonates le long des zones d'infiltration alors que les parties protégées sous les blocs calcaires sont restées assez proche de la constitution initiale de ce niveau.

**Niveau 2** La formation suivante est caractérisée par la présence de grosses dalles de calcaire effondrées de la voûte. La matrice, stérile au point de vue archéologique, est abondante. Argilo-limoneuse brun orangée, elle présente elle aussi des variations de texture et de couleur du fait d'une carbonatation secondaire différentielle. Des cailloutis et des blocs sont emballés dans cette abondante matrice (support matriciel). On peut corréliser cette formation au niveau 1 du log 1 (fig. 9.5). La partie supérieure devient blanchâtre, localement crayeuse, traduisant une forte imprégnation par les carbonates.

**Niveau 1** Le tout est scellé par des concrétions de calcite associées à des planchers stalagmitiques.

#### 9.2.4 Premières interprétations géoarchéologiques

Une mise en relation entre les faciès et l'évolution de la cavité montrait le démantèlement progressif de la grotte et une influence croissante de la surface. Cette année, l'objectif était d'établir un premier log de référence permettant de préciser les principales étapes de cette évolution. La combinaison des logs 1 et 2 (fig. 9.5 et 9.6) permet d'obtenir une séquence complète à ce stade de la fouille. Sur cette base, il conviendra ensuite de reporter les informations paléontologiques et archéologiques, mais également les datations afin de pouvoir établir une première histoire du site archéologique dans son contexte paléoenvironnemental et morphosédimentaire.

A ce stade, plusieurs dynamiques sédimentaires ont pu être distinguées et permettent de proposer l'évolution suivante. Le niveau à blocs qui constitue la base de la fouille actuelle (formation 7, log 1 ; fig. 9.5 s'est mis en place dans une cavité relativement éloignée de la surface (quelques mètres suffisent toutefois pour cet isolement). Ces blocs semblent constituer un talus incliné vers le nord et alimenté par l'effondrement de la partie sud de la cavité. Tout au long de ce processus, des concrétions de calcite ont pu se développer. Certaines sont encore en position de croissance alors que d'autres ont été brisées et remaniées sur le talus par la poursuite du processus d'effondrement. Si on n'observe pas d'influence directe de l'extérieur, cet effondrement progressif peut traduire une déstabilisation des voûtes liés au démantèlement de la cavité plus au sud et à la décompression

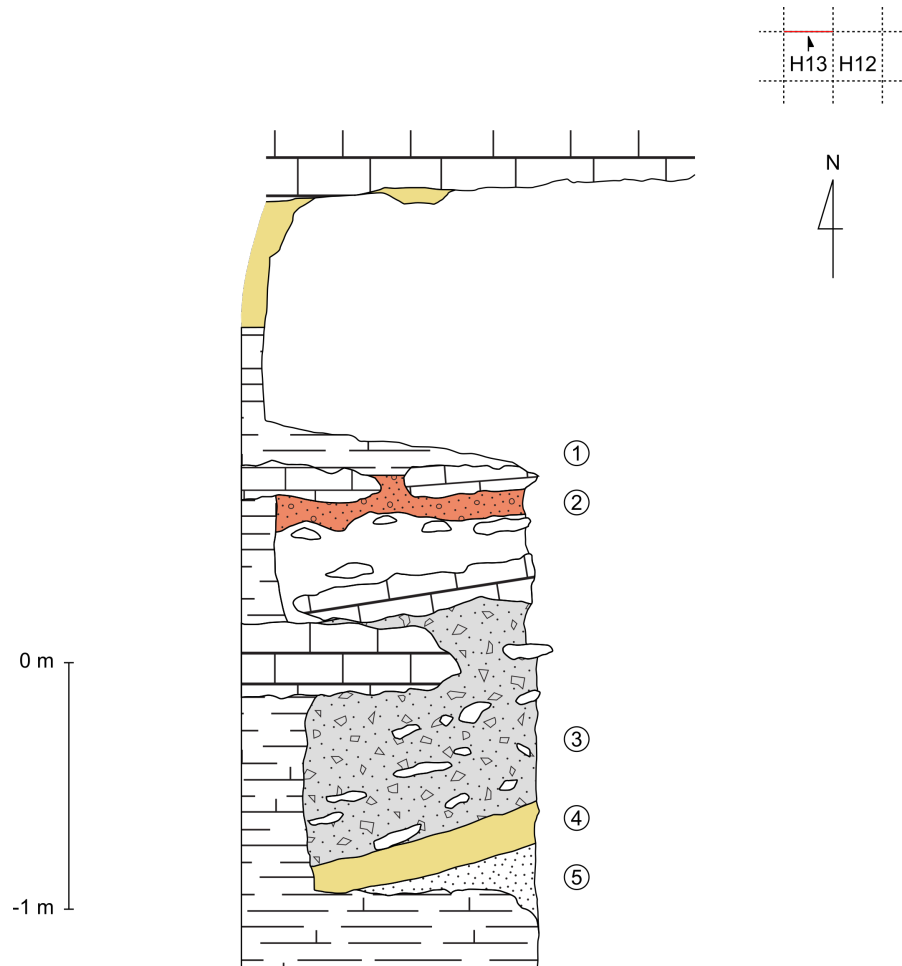


FIG. 9.6 – Relevé du log 2, secteur 2, carré H13. Relevé L. Bruxelles et C. Mologni.

des roches. La présence d'ossements montre une relation indirecte avec une entrée plus au sud et la fréquentation de cette partie de la grotte par certains animaux n'est pas à exclure. Le sommet de cette formation apparaît tronqué par une discordance érosive. Celle-ci devra être mieux caractérisée lorsque la fenêtre d'observation sera plus large mais elle peut traduire un hiatus sédimentaire important, d'autant que les conditions de sédimentation changent ensuite radicalement.

En effet, les niveaux sus-jacents (formations 6, 5 et 4, log 1 ; fig. 9.5 traduisent une évolution dans un environnement relativement moins confiné et en relation plus directe avec la surface. L'enregistrement sédimentaire est constitué d'alternances de petits cailloutis calcaires et de niveaux de limons sableux brun clair. Les premiers correspondent à l'évidence à des gélifractions et traduisent donc en surface, des conditions périglaciaires marquées. Les limons sableux vont également dans ce sens et ressemblent très fortement à des loëss remaniés. Compte-tenu des arguments archéologiques et paléontologiques, il pourrait ici s'agir de l'enregistrement de la péjoration climatique du stade 4 (Pléniglaciaire inférieur, Würm 2). La cavité constitue donc le réceptacle de formations périglaciaires apportées par colluvionnement depuis la surface. Cette alternance peut traduire des dynamiques distinctes ou le remaniement de stocks sédimentaires différents au cours du temps. Elles peuvent aussi correspondre à des faciès de solifluxion en contexte périglaciaire (cryorep-tation), ce que pourrait confirmer les quelques anomalies observées dans les fabriques et pouvant illustrer des phénomènes de cryoturbation. Le pendage général de cette séquence devient de plus en plus faible vers le haut, en tout cas dans le secteur où le log a été relevé. Ceci peut être attribué à la présence d'un pendant de voûte visible dans le log 1 et contre lesquels les niveaux supérieurs sont venus butter. On voit ici que la cavité est alors en grande partie colmatée et l'on peut imaginer que cette importante aggradation sédimentaire a colmaté l'essentiel du porche d'entrée.

Une nouvelle discordance regrade le sommet de cette séquence et traduit une modification des processus sédimentaires. Les sables limoneux lités (formation 3, log 1 et formation 4, log 2 ; fig. 9.5 et 9.6) résultent de phénomènes de ruissellement dans la cavité. Seules des sédiments fins sont déposés ici, ce qui tend à montrer que l'entrée de la cavité était toujours colmatée, laissant seulement passer les particules fines transportées par le ruissellement.

Les niveaux 2 et 1 du log 1 (fig. 9.5) ainsi que 3 et 2 du log 2 (fig. 9.6) montrent plutôt une évolution interne de la cavité. L'origine de la matrice argilo-limoneuse brun orangée reste à préciser. Elle peut provenir de la percolation depuis la surface et traduirait alors des conditions climatiques plus propices à la pédogenèse. Mais il ne faut pas exclure *a priori* une origine interne à la cavité, par exemple un remaniement des argiles karstiques qui colmataient initialement ces karsts, à l'exemple du secteur 1. Les clastes calcaires et les grandes dalles sont effondrés sur place et gisent à plat, emballées par la matrice argilo-limoneuse. Ce niveau est totalement stérile ce qui valide le mode de mise en place proposé ici. Il n'y a donc plus de connexion directe avec la surface pendant toute la mise en place de cette séquence.



La fin des apports détritiques laisse la place à une sédimentation chimique. Les infiltrations de la voûte ont alors permis la formation de concrétions de calcite. Les carbonates ont été transportés par le lessivage au sein de la séquence sous-jacente. Les parties soumises à ce lessivage ont été partiellement encroûtées et sont plus claires alors que les zones protégées par les dalles de calcaires ont conservé leur teinte et leur texture d'origine.

### 9.2.5 Perspectives

Ce log de référence décrit la séquence principale recoupée par la fouille. Bien-sûr, des variations latérales de faciès sont à envisager en fonction de la géométrie du talus, de la présence de pendants de voûte et de la position de la séquence par rapport à la fermeture de la cavité. D'autres observations complémentaires seront donc à réaliser le long de la coupe pour affiner nos interprétations.

Les troncatures méritent également une attention particulière car elles traduisent des modifications majeures des dynamiques morphosédimentaires dont les causes peuvent être intéressantes à identifier. En outre, elles peuvent couvrir des laps de temps relativement importants qui, de fait, ne sont pas documentés par cette partie du site.

Les données archéologiques et paléontologiques précisent le cadre environnemental et chronologique de cette évolution. Cependant quelques datations supplémentaires permettraient de préciser ce cadre et donc d'affiner les corrélations. Ainsi, la datation des spéléothèmes de la formation 1 du log 1 donnerait un état initial de la cavité. À l'autre bout de la séquence, la datation de la base des concrétions qui scellent la séquence donnerait un calage *ante quem* même s'il y a fort à parier que leur mise en place débute à la transition Pléistocène/Holocène. Ces datations viendraient alors compléter le corpus de dates U-Th/ESR, ainsi que les informations biochronologiques dont nous disposons.

## 9.3 Géchronologie

9 datations par des méthodes radionumériques et paléodosimétriques ont été réalisées dans le secteur 2 : 3 datations U-Th/ESR par l'équipe de H. Monchot et F. Marchal, auxquelles s'ajoutent 6 datations U-Th réalisées par E. Pons-Branchu en 2017 (J.-B. FOURVEL et N. FREREBEAU 2015-2017).

## 9.4 Paléontologie des grands mammifères (J.-B. Fourvel, N. Lateur & C. Thabard)

La grande faune des Auzières apparaît, à l'issue de la campagne 2019, toujours aussi diversifiée et ce en particulier au sein de l'ensemble E211. Cet ensemble comprend la

majeure partie des prédateurs mis au jour cette année (ours, hyène, renard, lynx) et des grands ongulés (cheval et bouquetin).

Les composantes fauniques de l'US 215 sont comparables aux éléments précédemment reconnues. On notera ainsi la présence de l'ours des cavernes (dont les traces attestent de l'exploitation par les groupes humains) et d'ongulés (essentiellement le cerf et quelques restes de chevaux et de bovidés).

### 9.4.1 Ordre *Carnivora* Bowdich, 1821

**Matériel** acetabulum gauche (H13.11).

**Description** Une portion de coxal composée de l'acetabulum et du départ de la branche iliaque appartenant à un individu juvénile a été identifié. Le stade de développement de l'os ne permet pas de le rattacher à un genre bien que la morphologie générale soit celle d'un carnivore.

#### 9.4.1.1 Famille *Ursidae* Fischer de Waldheim, 1817

**Matériel** incisive déciduale supérieure (?) 1 ou 2 (H13.18).

**Description** L'échantillon est composé d'une incisive déciduale 1 ou 2. En raison du manque de données de comparaison, il n'a pas été possible de déterminer son rang ni sa latéralité. Sa forme appointée se rapprochant de celle de l'I/3, permet de supposer qu'il s'agit d'une incisive supérieure. Ce reste d'ourson n'a pas pu être rapporté à l'un des deux genres connus pour la période, ours des cavernes ou ours brun. *Ursus arctos* a en effet été identifié sur le site lors des campagnes antérieures.

**9.4.1.1.1 *Ursus spelaeus* Rosenmüller & Heinroth, 1795** Il semble qu'*Ursus deningeri* laisse place à *Ursus spelaeus* au début du dernier interglaciaire, autour de 127ka (PACHER et STUART 2009). Les mentions pour la fin du Pléistocène moyen et l'ensemble du Pléistocène supérieur sont nombreuses.

**Matériel** Éclat diaphysaire d'humérus (hors stratigraphie); fragment de côte (F9.276); p4 droite (G12.50); cylindre diaphysaire d'humérus (G12.49); première phalange complète (E10.270); branche montante de mandibule droite (F10.271 + E10.275); fémur droit, extrémité proximale (G10.332); humérus gauche, diaphyse (H12.16); fragment de diaphyse (F9.405).

**Description** Le premier élément est un éclat diaphysaire d'humérus d'ursidé. Le fort développement des insertions musculaires rapporte sans conteste cette pièce à l'ours des cavernes. Cependant cette pièce ne présente que peu de valeur archéologique en raison de sa mise au jour en contexte hors-stratigraphie. F9.276 est un

fragment de côte de bonne taille (plus de la moitié de la taille réelle de la côte préservée) de section circulaire (attestant de son rapprochement avec les carnivores). Cette pièce a été mise au jour à proximité de la portion mandibulaire d'ours découpée mise au jour en 2017 (E9.442). La côte F9.276 ne présente, a priori, pas de trace d'exploitation bouchère. Quatre vestiges osseux et dentaires d'ours ont été mis au jour lors de la campagne 2019 : deux sont issus de l'ensemble E211 et les deux autres de l'US 215. Une p4 droite (G12.50) et un cylindre d'humérus (G12.49) ont été mis au jour lors de la fouille de l'ensemble E211. La p4 (G12.50) correspond sans conteste, par sa morphologie, à un ours des cavernes. Au vu du niveau d'usure, il s'agit d'un adulte dans la force de l'âge. Une étude morphométrique plus fine devrait permettre l'identification du sexe de l'animal. La seconde pièce (G12.49) est une portion de diaphyse d'humérus. La robustesse relative de la pièce ainsi que le fort développement des insertions musculaires situées sur la face antérieure de la diaphyse (tubérosité deltoïdienne et crête humérale) sont tout à fait typique de l'ours des cavernes. Les deux autres pièces (la phalange E10.270 et la mandibule F10.271 + E10.275) ont toutes deux été mise au jour au sein de l'US 215. La première pièce (E10.270) correspond à une première phalange d'un Ursidé de grande taille. Sa morphologie ramassée et robuste exclut un rapprochement avec l'ours brun et semble plus appropriée pour un ours des cavernes. Il s'agit d'une pièce complète d'un individu adulte. Ce spécimen n'apporte que peu d'information biométrique, paléobiologique ou encore biochronologique. En revanche, il revêt une importance majeure pour la connaissance des comportements humains ; ce vestige porte en effet les traces de son exploitation par les communautés néandertaliennes des Auzières (§ 9.11). Enfin la portion de branche montante de mandibule droite (F10.271 + E10.275) présente la morphologie typique des Ursidés. Le spécimen correspond à un remontage entre deux fragments osseux distinct mis au jour séparément. F10.271 correspond à la branche montante tandis que E10.275 est un fragment de branche horizontale. Tenant de la localisation du spécimen et de la mise au jour en 2017 d'une autre portion mandibulaire (E9.442) gauche cette fois-ci, nous avons pu aisément procéder à un appariement. Ces deux pièces appartiennent selon toute vraisemblance au même animal. Si la pièce de 2017 portait d'évidentes traces d'exploitation bouchère, F10.271 + E10.275 ne présente aucun stigmatisme de découpe. En revanche, les bords de fracture attestent de la fraîcheur de la pièce lors de sa fracturation. En outre, un léger décrochement sur le bord de fracture laisse entrevoir une encoche dont l'origine anthropique peut être questionnée. Le fémur (G10.332) est sans aucun doute à rattacher à l'ours des cavernes malgré son état de conservation. Son aspect général massif, l'épaisseur du col fémoral ajouté à la tête fémorale qui est moins détachée du col que chez *Ursus arctos* sont des critères morphologiques d'*Ursus spelaeus* (PETRONIO, di CANZIO et di STEFANO 2003). En outre, le diamètre transverse approximatif de la tête fémorale se trouve dans les valeurs haute d'*Ursus spelaeus* ( $DT \approx 61.29$  mm in Les Auzières ;  $DT = 49.54$  mm en moyenne ; Min-max : 46.3-59.2 mm,  $n = 8$  in *Ursus spelaeus*), ce qui confirme sa robustesse et exclut un rattachement à l'ours brun qui a une morphologie plus

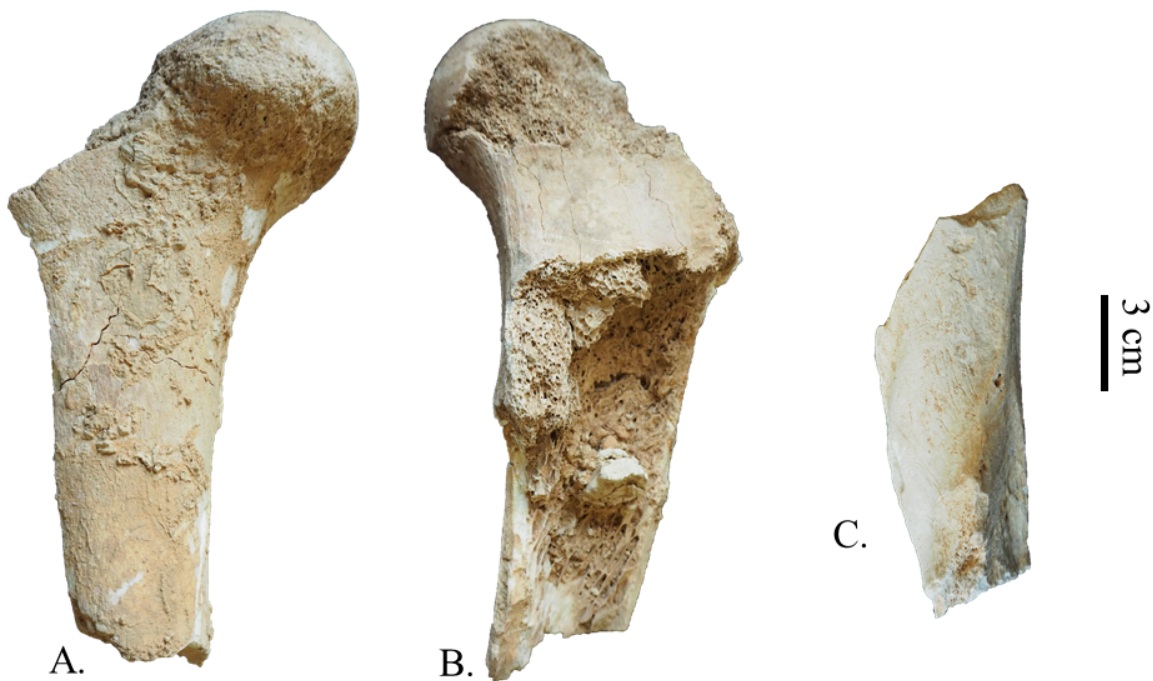


FIG. 9.7 – Faces antérieure (A) et postérieure (B) et face antérieure (C) d’humérus d’ours des cavernes. Cliché Camille Thabard.

fine. L’éclat d’humérus (H12.16 ; fig. 9.7) provient de la partie latéro-distale de la diaphyse. De la même manière sa robustesse et le développement de l’insertion musculaire en partie latérale rattache cet individu à l’ours des cavernes.

#### 9.4.1.2 Famille *Hyaenidae* Gray, 1821

**9.4.1.2.1 *Crocota crocuta spelaea* Godulfüss, 1777** Parmi tous les carnivores, l’hyène des cavernes *Crocota crocuta spelaea* est une espèce très fréquente dans les gisements archéologiques et paléontologiques. La première occurrence d’hyène des cavernes est enregistrée au cours du Pléistocène moyen (~99 ka) sur le site d’Atapuerca en Espagne (BERGER et al. 2008).

L’hyène des cavernes, contrairement à l’ours, n’occupe pas les cavités pour hiverner. En revanche, les recherches menées sur ce prédateur depuis près de deux siècles ont souligné sa grande adaptabilité aux différents écosystèmes (la plasticité écologique). En effet, l’hyène peut être découverte aussi bien en contexte glaciaire qu’interglaciaire. Par ailleurs,

le caractère opportuniste (charognard) de l'hyène explique en partie la reconnaissance du prédateur dans tout type de gisements : aven-piège (cavité verticale), grotte (cavité horizontale), site d'habitat humain ou halte de chasse, repaire de carnivores ou site à ours. L'échantillon d'hyène des cavernes des Auzières est relativement important. Il comprend un total de plus de 175 vestiges mis au jour depuis les opérations menées par M. Paccard. Si nous identifions l'hyène comme l'occupant principal de la cavité (ensemble 201), l'animal est essentiellement représenté par des bioglyphes (coprolithes). Ce type de vestige est un témoignage de la vie de l'hyène au sein de la cavité et un critère caractérisant l'ensemble 201 comme niveau repaire.

**Matériel** phalange 1 (G12.39) ; fragment de coprolithe (E10.247) ; carpien indéterminé (G12.20) ; mandibule droite avec p2, p3 et p4 (G12.36) ; humérus gauche, extrémité distale (F10.322) ; incisive supérieure droite (H12.19.1) ; canine supérieure droite (G13.48) ; canine supérieure gauche (H13.42) ; canine inférieure gauche (H14.3) ; métacarpe 2, extrémité proximale (H12.28).

**Description** À l'exception du fragment de coprolithe (E10.247) issu de l'US 215, les autres éléments ont été mis au jour dans le secteur 2 au sein même du niveau repaire (E211) dans le carré G12. La première phalange (G12.39) est complète et correspond à un animal adulte. Sa morphologie générale exclut tout rapprochement avec les ursidés, canidés et félidés. En revanche son aspect à la fois trapu et robuste est diagnostique de l'hyène. Si le carpien (G12.20) est encore actuellement indéterminé, ce fragment osseux présente des traits proches de ce que l'on peut observer chez l'hyène, excluant alors de fait les autres prédateurs. Dans l'attente d'une description plus fine, nous réservons malgré tout notre identification et rapportons (G12.20) à cf. *Crocota crocota spelaea*. Le spécimen G12.36 est quant à lui rapporté sans problème à l'hyène des cavernes. Il s'agit d'une portion mandibulaire droite portant encore les p2, p3 et p4. Le niveau d'usure des dents atteste d'un animal relativement âgé (plus d'une dizaine d'année). En dépit d'une préservation médiocre (fort concrétionnement au niveau des dents jugales et écrasement partielle de la pièce), les traits morphologiques observables sont diagnostique du genre *Crocota*. Une attribution à l'hyène rayée fossile *Hyaena prisca* (présente en France jusqu'à la fin du Pléistocène moyen) ne peut être a priori retenue. En dépit d'une préservation partielle de la pièce, la quatrième prémolaire inférieure p4 a pu faire l'objet d'une analyse métrique. Les valeurs obtenues sont figurées dans le tableau 9.2. Les longueur (DMD) et largeur (DVL) de la dent ont été confrontées à différentes populations d'hyènes modernes (hyène tachetée d'Afrique sub-saharienne) et fossiles (dont hyène rayée du Pléistocène moyen européen, hyène tachetée du Pléistocène moyen et supérieur) (fig. 9.8). La partie distale d'humérus (F10.322) peut être rattachée à l'hyène des cavernes en raison de sa chronologie et des ressemblances morphologiques avec *Crocota crocota*, l'hyène tachetée. En effet, un foramen supratrochléaire, de forme ronde, est présent en partie antérieure, comme chez l'hyène tachetée actuelle tandis qu'il n'est pas présent chez *Hyaena hyaena* (fig. 9.9). De la même manière, les canines (G13.48 ; H13.42 ; H14.3), l'incisive (H12.19.1) et le deuxième métacarpe (H12.28)

TAB. 9.2 – Odontométrie de la hyène. Données en millimètres.

Élément	Latéralité	DVL	DMD	Hauteur de la couronne
G12.36	droit	(13.50) approx.	23.10	
G13.48	droit	17.9	15.65	18.52
H13.42	droit	18.85	13.86	18.48
H14.3	gauche	13.3	14.83	22.74
H12.19.1	droit	7.48	5.18	

TAB. 9.3 – Ostéométrie de l’humérus d’hyène.

Élément	DTd	DAPd	DT trochlée	DAP	Hauteur trochlée
F10.322	54.6	37.53	45.25	24.54	22.89

sont à rattacher à l’espèce.

Ces pièces se distinguent des échantillons modernes significativement plus petits et s’intègrent parfaitement dans le champ de variation des hyènes tachetées fossiles (sans distinction possible entre les formes du Pléistocène moyen, de l’OIS5 et de l’OIS3). Si, d’un point de vue métrique, les p4s des Auzières sont comparables à l’hyène rayée, la morphologie les en distingue.

#### 9.4.1.3 Famille *Canidae* Fischer de Waldheim, 1817

**9.4.1.3.1 Tribu *Vulpini* Hemprich et Enrenberg, 1832** Un vulpiné est représenté par un fragment de carnassière inférieure droite comportant le paraconide, le protoconide et un fragment du métaconide en face linguale.

**Matériel** m1 droite, fragment de paraconide/protoconide (E9.1)<sup>2</sup>.

**Description** La morphologie générale de la m1 (E9.1) est celle d’un canidé tandis que le DMD du paraconide ( $DMD = 5.66$  mm *in* Les Auzières;  $DMD = 4.61$  mm *in* *Vulpes vulpes*,  $n = 6$ ;  $DMD = 5$  mm *in* *Vulpes lagopus*,  $n = 1$ ;  $DMD = 8.48$  mm *in* *Canis lupus*,  $n = 13$ ) le rapproche du genre *Vulpes* et l’exclut du genre *Canis*.

**9.4.1.3.2 *Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758** Les dernières mentions de la forme fossile de renard roux pour le sud-est de la France, *Vulpes alopecoides* (synonymie : *V. praeglacialis*, *V. praecorsac*, *V. angustidens* BARTOLINI LUCENTI et MADURELL-MALAPEIRA 2020), proviennent des sites de la Caune de l’Arago, l’Escale et Lunel-Viel, aux environs de 500

<sup>2</sup>Vérifier le numéro d’inventaire.

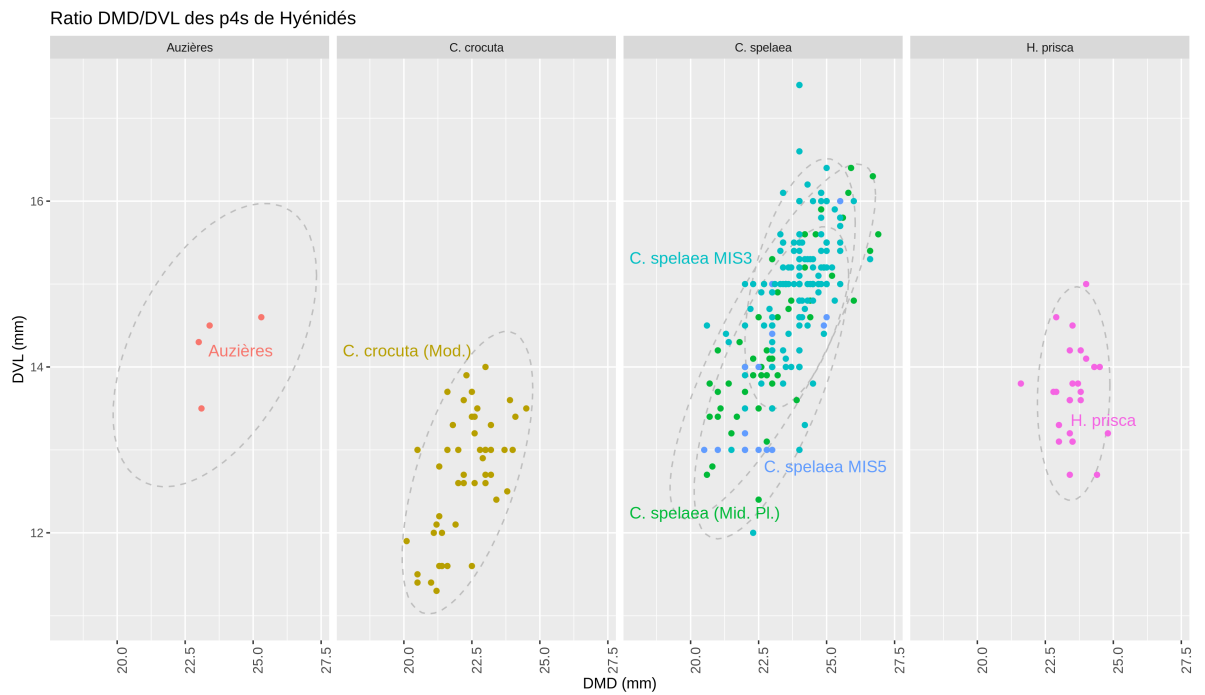


FIG. 9.8 – Odontométrie comparée des p4 d'hyène : projection bivariée (rapport DVL/DMD).



FIG. 9.9 – Humérus gauche d'hyène des cavernes (A. face antérieure, B. face postérieure, C. face distale). Cliché Camille Thabard.



ka. Concernant la forme actuelle, les plus anciennes mentions proviennent également des sites de Lunel-Viel et de l'Escale avec la sous-espèce *Vulpes vulpes jansoni* (BONIFAY 1971). Le renard roux est clairement identifié aux Auzières au cours des campagnes menées par H. Monchot et F. Marchal.

**Matériel** mandibule gauche portant m1 et m2 (G12.25.1) ; mandibule droite fragmentée portant p3, p4, talonide de la m1 et m2 (E10.262) ; canine inférieure droite (G12.28) ; P4 gauche (H13.35.1) ; P4 gauche (H12.11.1) ; fragment de maxillaire gauche portant la M1 (H13.35.2) ; fragment de maxillaire gauche comportant les alvéoles de C, P1, P2 et P3 (H13.35.3) ; mandibule droite portant D2, D4 (G10.330.1) ; mandibule gauche portant D3, D4 (G10.330.2) ; maxillaire gauche portant M1, M2 (H12.11.2) ; arcade zygomatique gauche avec surface articulaire de la mandibule (G13.60).

**Description** Les pièces G12.25.1 et E10.262 correspondent à des portions mandibulaires gauche et droite. Le niveau d'usure des jugales attestent de différences suggérant une attribution à deux individus distincts. La mandibule G12.25.1 correspond à une portion de branche horizontale préservant le diastème, les alvéoles des p1, p2, p3, p4 et m3 et portant toujours la carnassière et la m2. La seconde mandibule E10.262 est nettement moins bien préservée. Elle est composée de deux fragments de la branche horizontale, le premier préservant les p3 et p4, le second portant la racine antérieure de la m1 ainsi que son talonide et la m2. La m3 est absente, seul son alvéole est conservé. Enfin la canine G12.28 correspond sans conteste à une dent inférieure droite en raison de la forte inclinaison latérale de la racine. L'ensemble des données métriques est figuré dans le tableau 9.4. En dépit de proportions relativement importantes pour un petit canidé, ces pièces ont cependant fait l'objet d'une analyse morphométrique. Rappelons ici la présence conjointe aux Auzières du renard roux et de l'isatis. De fait, seule la comparaison métrique permet de produire une attribution spécifique affirmée. Les comparaisons avec d'autres populations modernes et fossiles de renards roux et de renards polaires sont présentées dans les figures 9.10, 9.11, 9.12 et 9.13. Bien que la longueur de la carnassière supérieure ne semble pas être un critère fiable pour discriminer *Vulpes vulpes* de *Vulpes alopec* (ALTUNA 2004), les spécimens H13.35.1 et H12.11.2 intègrent le champ de variation du renard roux (fig. 9.14). Le cingulum de la P4 en partie mésio-linguale est légèrement plus proéminent chez le renard roux que chez le renard polaire mais la variabilité morphologique observée chez les populations actuelles ne permet pas d'en faire un critère distinctif (BARTOLINI LUCENTI et MADURELL-MALAPEIRA 2020), d'autant plus que les individus des Auzières montrent une morphologie intermédiaire avec un cingulum moyennement développé (fig. 9.15). Concernant les M1, le ratio longueur/largeur est efficace pour distinguer les deux espèces de renard et les individus H13.35.2 et H12.11.2 rentrent clairement dans le champ de variation du renard roux (fig. 9.14). Néanmoins on ne retrouve pas le sillon séparant l'hypocone du bourrelet cingulaire (fig. 9.15) qui est généralement présent chez le renard roux et absent chez le renard polaire (BARTOLINI LUCENTI et MADURELL-MALAPEIRA 2020). Il faut

de nouveau souligner la variabilité morphologique de l'espèce car ce trait diagnostique n'est pas systématiquement présent chez les populations actuelles. En l'absence de données concernant l'occurrence de ce trait, il n'est pas possible d'en faire un critère diagnostique. La même remarque s'applique à la présence de l'hypoconulide sur la M2 du renard roux qui n'est pas systématique. L'individu H12.11.2 n'en comporte pas (fig. 9.15). Ainsi, en l'absence de critères morphologiques fiables permettant de discriminer le renard roux du renard polaire l'ensemble du matériel dentaire a été rattaché à l'espèce *Vulpes vulpes*. D'une part en raison de la métrique, et d'autre part en raison de l'aspect général peu sécant de la dentition comparée à celle de *Vulpes alopec*. Le maxillaire édenté est de fait rapporté au renard roux puisqu'il semble appartenir au même individu que pour les pièces H13.35.1 et H13.35.2. De plus, le rapport DMD/DVL de l'alvéole de la canine ( $DMD = 5.68$  mm approx. ;  $DVL = 8.92$  mm approx.) est supérieur aux valeurs moyennes des renards roux ( $DMD = 4.48$  mm,  $n = 48$  ;  $DVL = 6.77$  mm,  $n = 49$ ). Le fragment crânien, de par sa morphologie générale et ses proportions, est également rattaché à l'espèce *Vulpes vulpes*. Les restes dentaires des Auzières intègrent parfaitement le champ de variation des renards roux tout en soulignant des animaux de petits gabarits.

Il résulte de cette analyse comparée que l'ensemble des pièces collectées sont à rapporter sans nul doute au renard roux. Le renard roux est clairement identifié aux Auzières au cours des campagnes menées par H. Monchot et F. Marchal. Nous avons pu aussi reconnaître l'espèce au sein de l'assemblage osseux dit du *Sondage Defleur* (Jean-Baptiste FOURVEL et Nicolas FREREBEAU 2014). Dès 2014, le renard roux avait été identifié dans les niveaux profonds à partir d'un fémur gauche complet (F9.87). L'échantillon attribuable à *V. vulpes* a considérablement augmenté avec 48 restes osseux et dentaires mis au jour en 2015. Une partie importante de ces vestiges semblent correspondre à un même individu adulte. En 2016, ce sont 14 restes de plus attribués sans contexte au renard roux. En 2017, cette échantillon est complété de 4 spécimens alors qu'aucun reste n'a été identifié en 2018. Comme nous l'avons déjà souligné, le renard roux présente un réel intérêt taphonomique (Jean-Baptiste FOURVEL et Nicolas FREREBEAU 2014 ; J.-B. FOURVEL et N. FREREBEAU 2015-2017). Sa présence au sein des gisements archéologiques et paléontologiques pose la question de son statut paléoécologique (prédateur primaire ou secondaire ; occupant de la cavité ou chapardage). Cependant l'apport biochronologique et paléoenvironnemental du renard roux reste limite. Ceci est principalement lié au manque d'intérêt de la recherche paléontologique pour le genre et l'espèce. Un réexamen de séries d'importance convenablement calé dans la chronologie devrait nous permettre de préciser les potentialités biochronologiques du renard (révision en cours de Gerde, Montmaurin Coupe-Gorge entre autre). Le taxon présente une importante plasticité écologique. Le renard roux est attesté en Europe dès le Pleistocène moyen avec la sous-espèce *Vulpes vulpes jansoni* (décrite entre autre à l'Escale par BONIFAY 1971).

TAB. 9.4 – Odontométrie des restes dentaires de Vulpini. Données en millimètres.

Élément	Latéralité	Rang	DVL	DMD
G12.25a	gauche	m1	6.04	15.6
G12.25a	gauche	m2	5.40	8.05
E10.262	droit	p3	3.09	8.19
E10.262	droit	p4	3.82	8.39
E10.262	droit	m1	5.88	(14.20) approx.
E10.262	droit	m2	5.59	7.50
G12.28	droit	canine	4.27	6.18

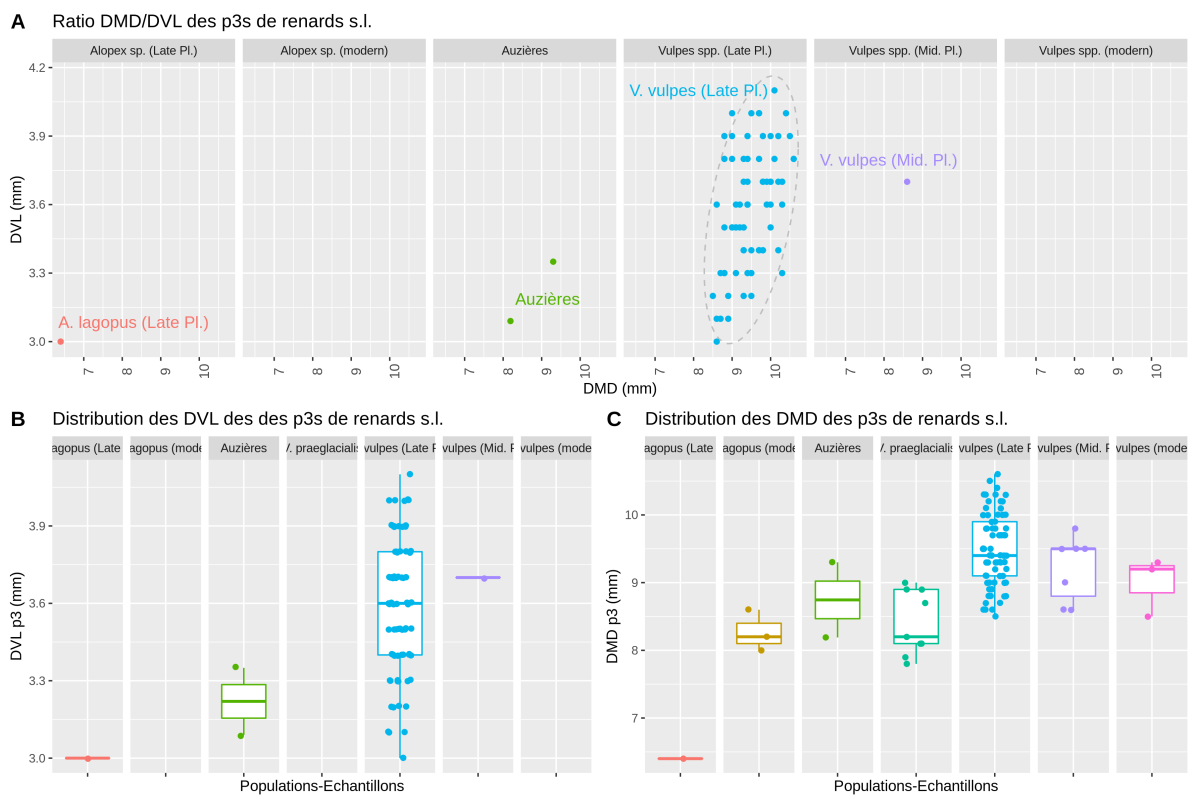


FIG. 9.10 – Odontométrie comparée des p3 de renard : projections bivariée (A) et univariées (B et C).

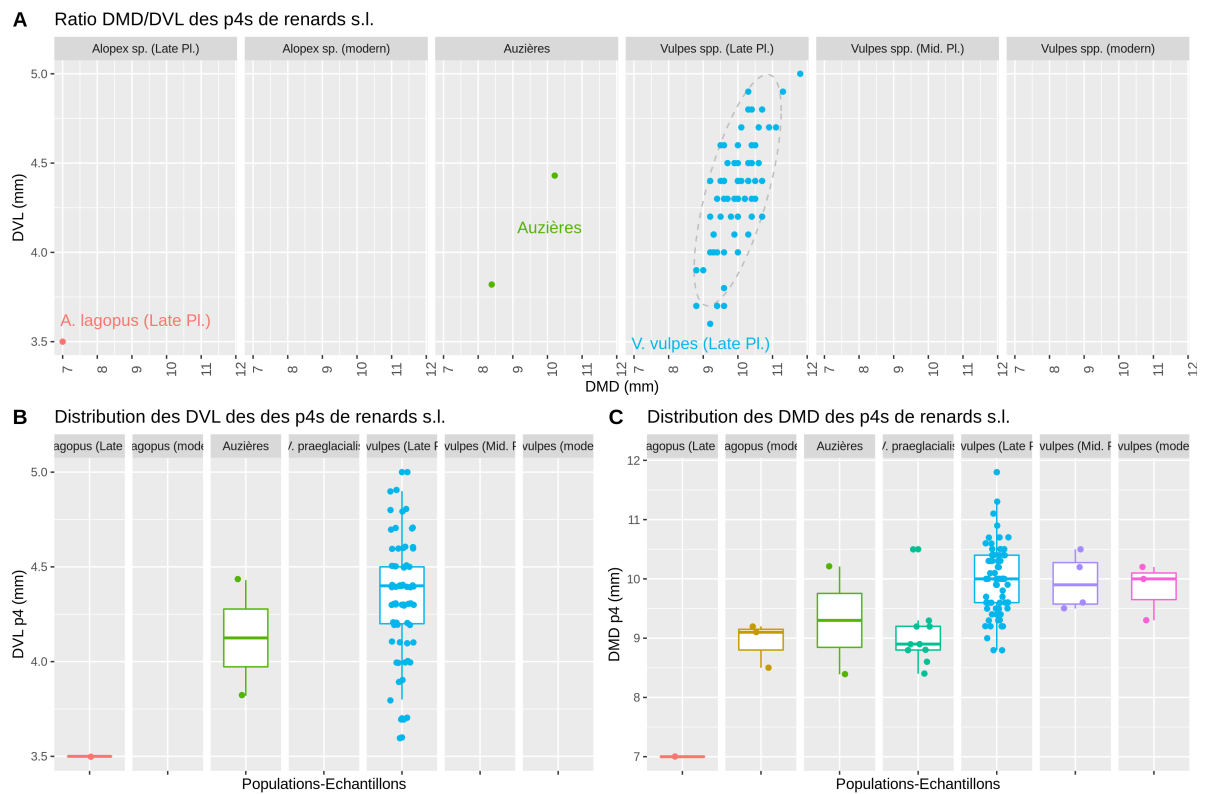


FIG. 9.11 – Odontométrie comparée des p4 de renard : projections bivariée (A) et univariées (B et C).



FIG. 9.12 – Odontométrie comparée des m1 de renard : projections bivariée (A) et univariées (B et C).

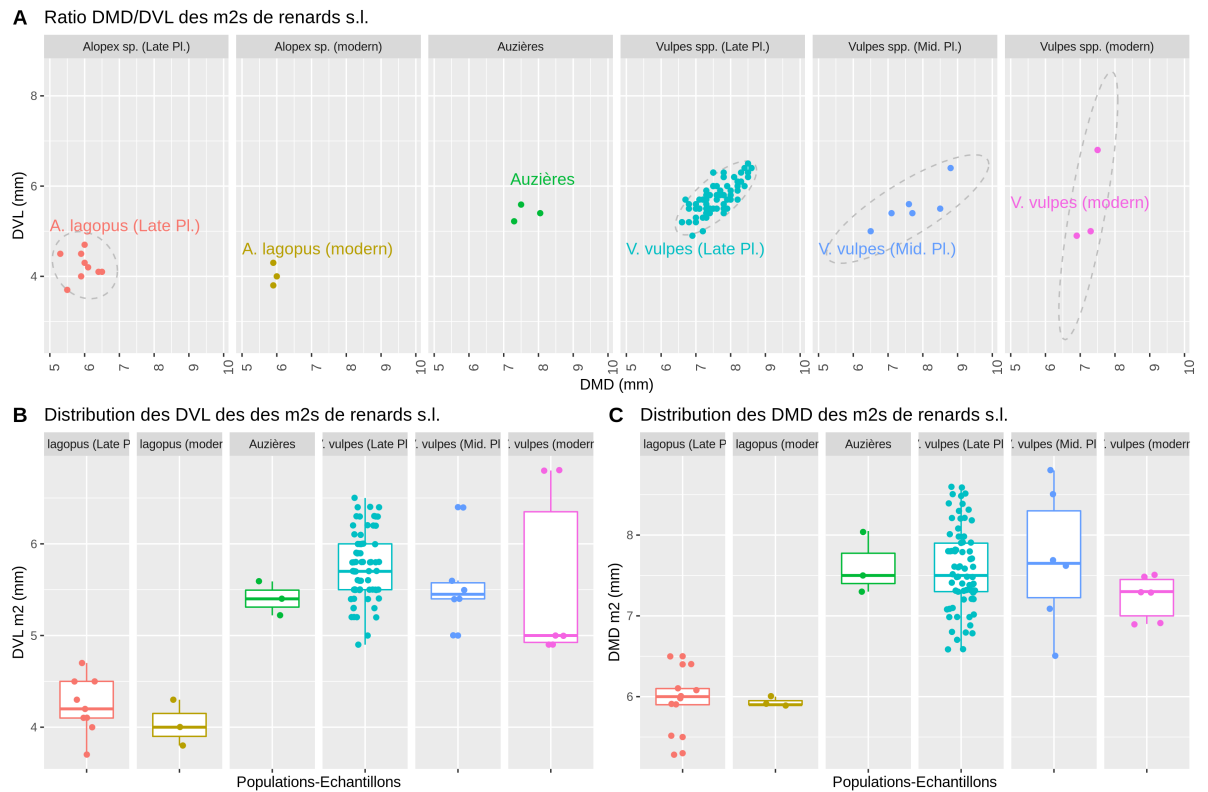


FIG. 9.13 – Odontométrie comparée des m2 de renard : projections bivariée (A) et univariées (B et C).

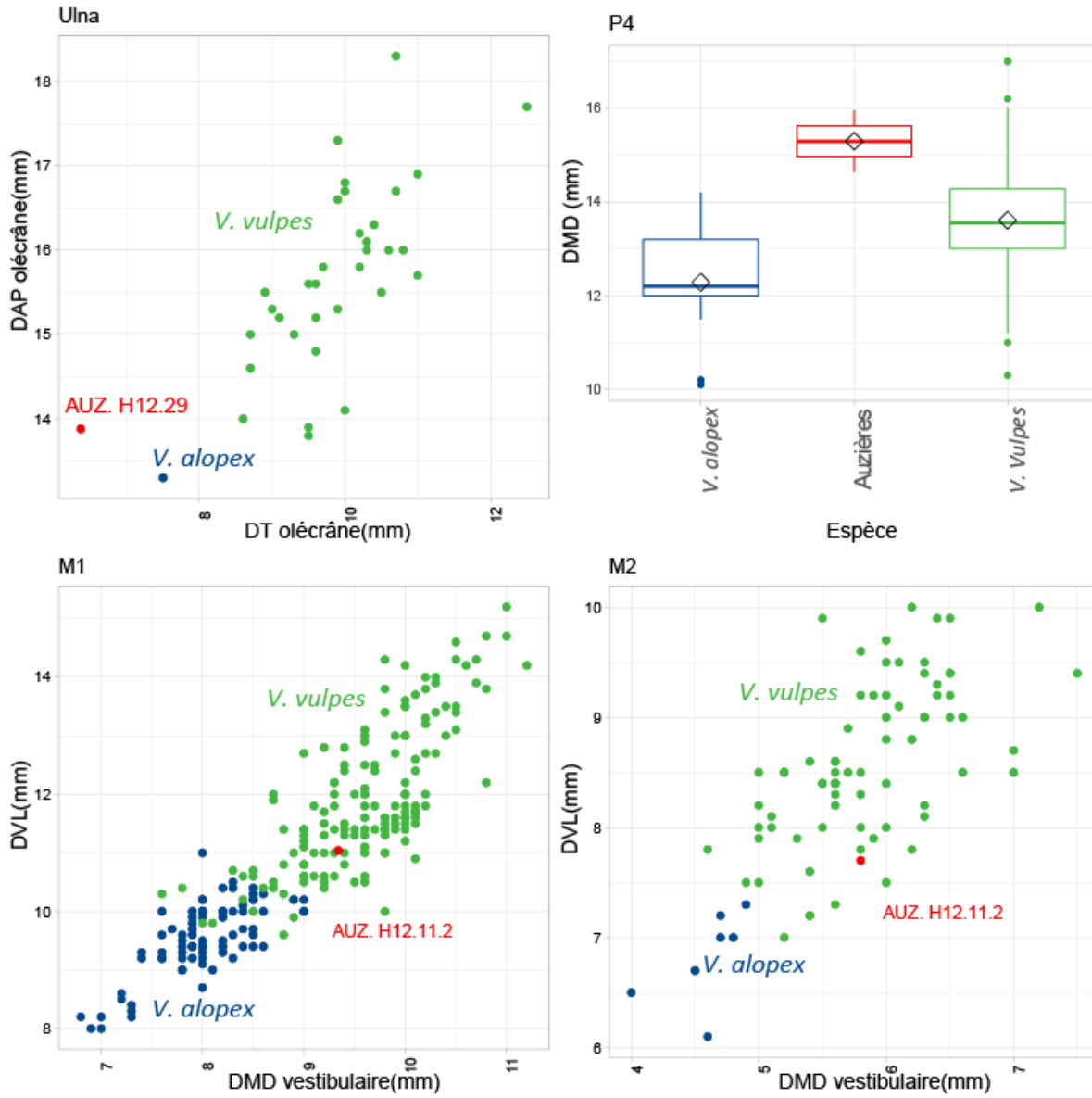


FIG. 9.14 – Ostéométrie du renard roux et du renard polaire.



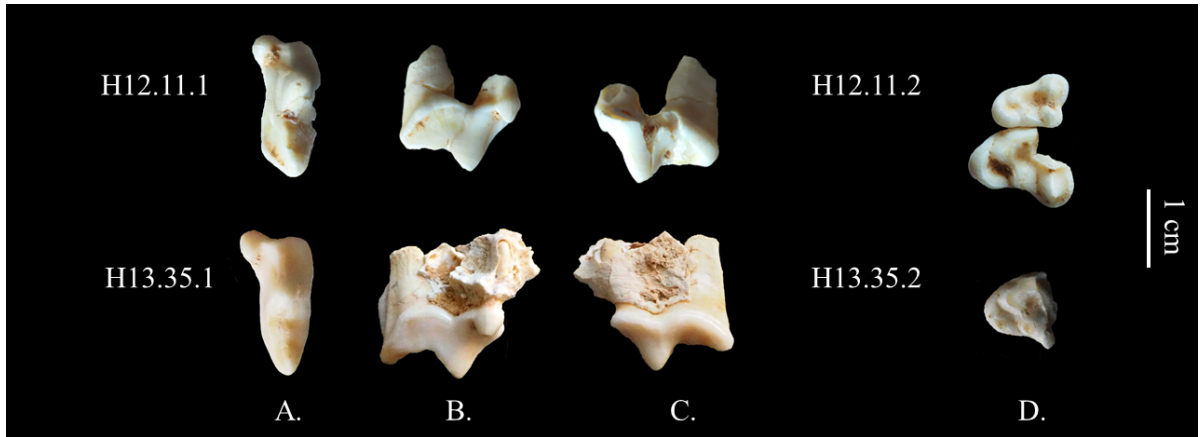


FIG. 9.15 – P4 (H12.11.1, H13.35.1), M1 et M2 (H12.11.2, H13.35.2) de renard roux (A., D. face occlusale, B. face linguale, C. face vestibulaire). Cliché Camille Thabard.

**9.4.1.3.3 *Vulpes (Alopex) lagopus* Lianneus, 1758** Bien que le genre *Alopex* soit encore utilisé, l'ensemble des études systématiques actuelles montrent que le renard polaire fait partie du genre *Vulpes* et doit donc être appelé *Vulpes lagopus*. Il n'y a aucun critère morphologique ou écologique réfutant une distinction de genre entre les deux espèces (BARTOLINI LUCENTI et MADURELL-MALAPEIRA 2020; A. ARGANT 2010).

Les premières mentions de *Vulpes lagopus* sont faites pour le milieu du Pléistocène moyen (~300 ka) sur le site de Tornewton cave en Angleterre, mais sa fréquence maximale d'apparition se situe à la fin de la dernière période glaciaire, lors des phases les plus froides (A. ARGANT 2010).

**Matériel** ulna droit, extrémité proximale (H12.29).

**Description** L'espèce est représentée sur le site par une extrémité ulnaire droite (H12.29) pour le matériel postcrânien et par une P4 gauche isolée (H12.11.1) ainsi qu'un maxillaire gauche comportant les M1 et M2 (H12.11.2). La forme carrée de l'olécrâne rattache le spécimen à la famille des canidés. Sa petite taille l'exclut du champ de variation de *Vulpes vulpes* (fig. 9.14), le renard polaire étant en moyenne plus petit que le renard roux. En outre, la constriction relativement marquée au-dessus de la facette articulaire du radius (BONIFAY 1971) le rapproche de *Vulpes alopex* (9.16).

#### 9.4.1.4 Famille *Felidae* Gray, 1821

Un félin de petite taille a été identifié sur le site. En raison de la mauvaise préservation de la pièce, il n'est pas possible de lui attribuer un genre.

**Matériel** coxal, fragments (F10.31 et F9.6).

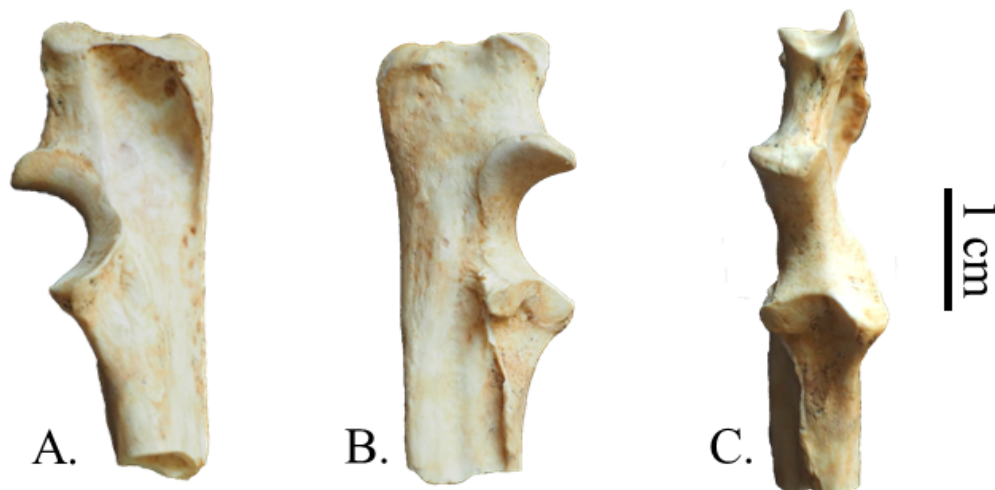


FIG. 9.16 – Ulna droit de renard polaire (A. face médiale, B. face latérale, C. face antérieure). Cliché Camille Thabard.

**Description** Un ensemble de huit fragments (F10.31) de coxal qui n'a pas pu être latéralisé, dont 4 fragments correspondant à l'acetabulum, semble appartenir au même individu avec le fragment F9.2. Malgré l'état de fragmentation avancée de la pièce, la morphologie générale de l'acetabulum a pu être identifiée comme appartenant à un félin. Effectivement, la surface semi-lunaire est étroite et tend à être perpendiculaire à la fosse de l'acetabulum.

**9.4.1.4.1 *Felis silvestris* Schreber, 1777** Le chat sauvage est une espèce relativement rare dans le registre pléistocène français. Il est attesté en France dès le Pléistocène inférieur, comme en témoigne le site de Montoussé 5 (CLOT et al. 1976) et la forme quaternaire est morphologiquement similaire à la forme actuelle.

**Matériel** radius proximal droit (F7.71); tibia gauche, diaphyse et extrémité distale (F8.19); métatarse IV gauche, extrémité proximale (F10.319); phalange II (H13.54)

**Description** La portion de radius proximal (F7.71) présente tous les traits typiques des félins. La taille relative de la pièce exclut tout rapprochement avec le lynx (ou tout autre espèce de plus grand gabarit). En outre, des vestiges rapportés au chat sauvage ont été mis au jour dans le même secteur depuis 2014 (J.-B. FOURVEL et N. FREREBEAU 2015-2017). Il n'y a que peu de doute quant au fait que ce radius peut appartenir au même individu que l'ulna droit (F7.67) de 2016 et le maxillaire gauche (E7.128) de 2015. La morphologie de l'extrémité distale du tibia (F8.19) est typique des félinés car l'encoche située entre la malléole médiale

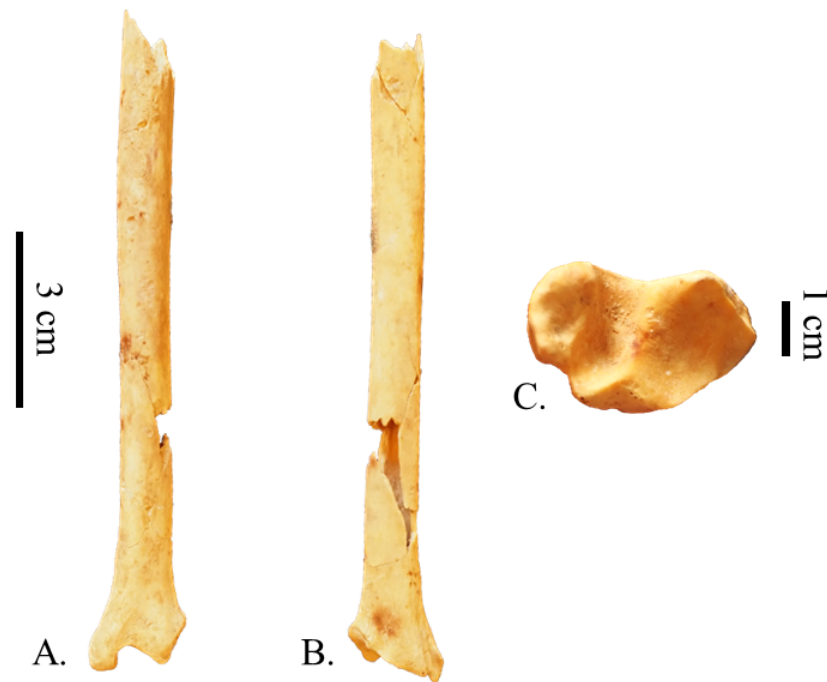


FIG. 9.17 – Tibia gauche de chat sauvage F8.19 (A. vue antérieure, B. vue postérieure, C. vue distale). Cliché Camille Thabard.

et la face latérale est de biais et très marquée. La partie latérale de la distale est également caractéristique, se terminant par une pointe (fig. @ref(fig:tibia-felis=)). La morphologie du quatrième métatarse (F10.319) est également à rapporter à celle des félidés. La morphologie caractéristique de la deuxième phalange en forme de “L” est typique des félidés, car ils ont des griffes rétractiles. La métrique a permis l’identification spécifique avec des individus rentrant dans le champ de variation du chat sauvage et s’excluant de celui du lynx (fig. 9.18).

#### 9.4.1.4.2 *Lynx spelaea* Boule, 1906

**Matériel** phalange 3 (F11.250) ; P3 gauche (G12.25.2).

**Description** La phalange (F11.250) est courte et entourée par une collerette osseuse telle qu’on l’observe chez les espèces à griffe rétractile. La taille relative de la pièce et sa situation dans le site (à proximité des deux mandibules de lynx mises au jour en 2015 et 2016) tendent à rapprocher cette phalange du lynx des cavernes. La dent isolée (G12.25.2) correspond à une troisième prémolaire supérieure gauche de lynx de petite taille. Il s’agit d’un animal adulte. Les données métriques sont

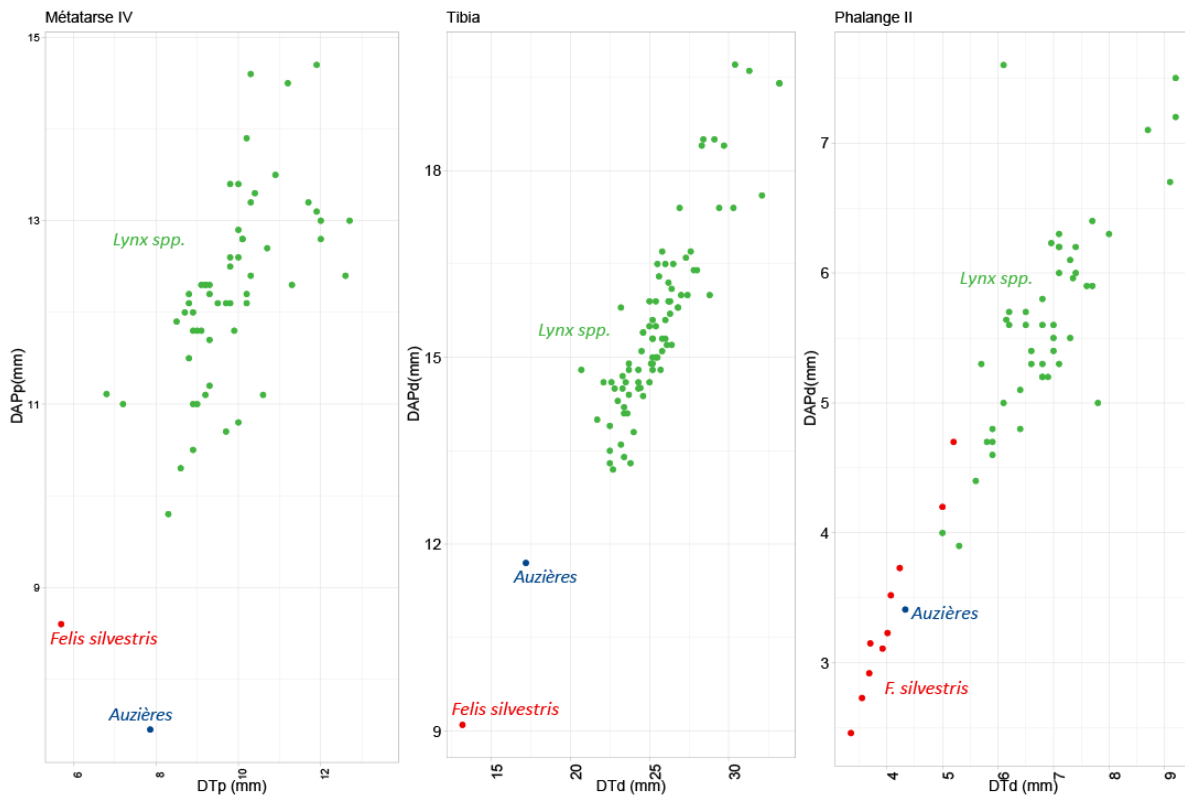


FIG. 9.18 – Osteométrie comparée du chat sauvage.

TAB. 9.5 – Odontométrie des restes dentaires de Lynx. Données en millimètres.

Élément	Latéralité	DVL	DMD
G12.25.2	gauche	5.41	10.41

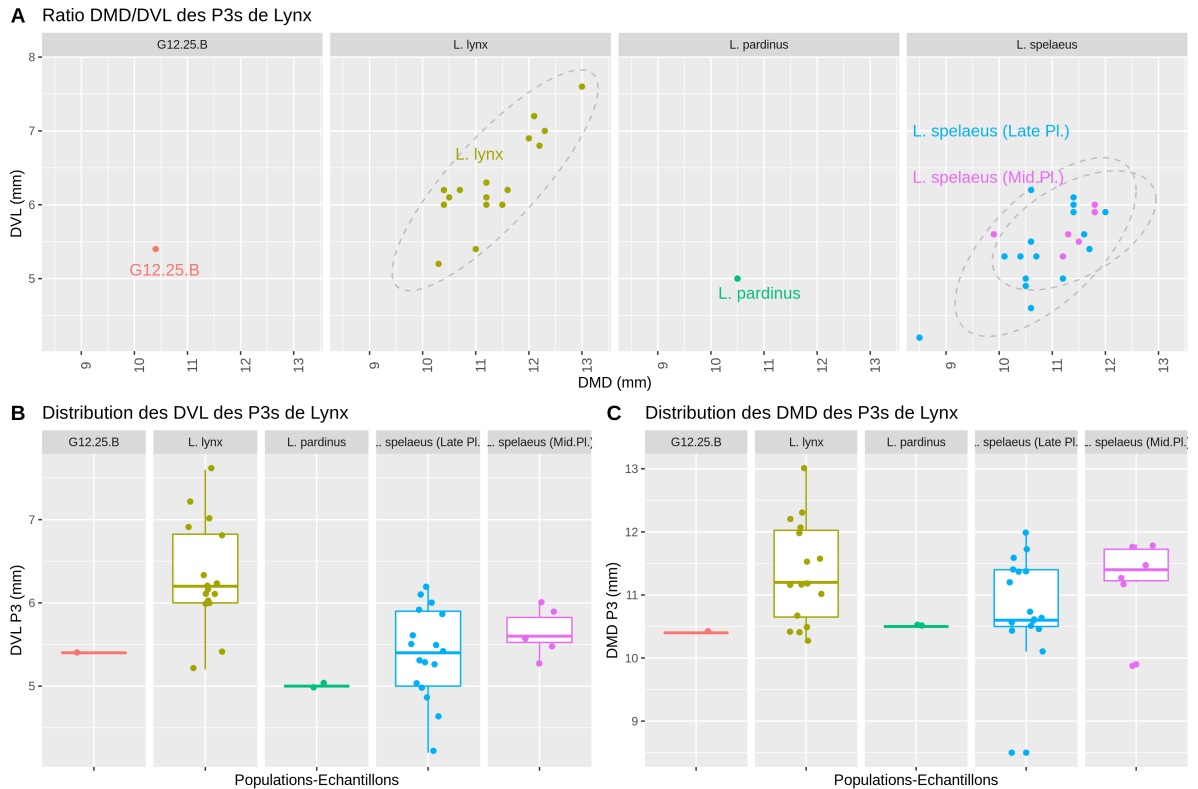


FIG. 9.19 – Odontométrie comparée de la P3 de lynx (G12.25.2) : projections bivariées (A) et univariées (B et C).

figurées dans le tableau 9.5. Les proportions générales de la pièce plaident en faveur d'un rapprochement avec le lynx des cavernes plutôt que le lynx boréal significativement plus gros (fig. 9.19). Rappelons ici que le lynx des cavernes a été identifié aux Auzières. Neuf pièces lui sont rapportées. Elles ont été mises au jour depuis les fouilles menées par M. Paccard. Quatre spécimens ont été collectés durant les recherches dirigées par H. Monchot et F. Marchal (dont une portion de maxillaire et une portion de mandibule). Nos campagnes ont permis la reconnaissance de quatre pièces supplémentaires dont deux mandibules.

#### 9.4.1.5 Synthèse et discussion

Les restes de petits canidés sont les plus abondants avec le renard roux, un vulpiné et le renard polaire. Le renard roux est une espèce ubiquiste s'adaptant à différents types d'environnement (depuis les milieux fermés jusqu'au milieux ouverts) avec la plus large zone de répartition parmi les carnivores actuels, couvrant l'ensemble de l'Eurasie, à l'exception de la zone circumpolaire. En raison de son écologie plastique, son statut écologique est difficile à évaluer (prédateur primaire ou opportuniste). Le renard polaire quant à lui est un marqueur environnemental important puisqu'il est inféodé aux zones de toundra et se retrouve lors des phases les plus froides du Pléistocène. Sa denture d'avantage sécante que celle du renard roux laisse supposer un régime alimentaire plus carnivore.

Les restes d'hyène des cavernes sont les plus nombreux après ceux de canidés. Contrairement à l'ours, elle n'occupe pas les cavités pour hiverner. En revanche, les recherches menées sur ce prédateur depuis près de deux siècles ont souligné sa grande adaptabilité aux différents écosystèmes (la plasticité écologique). En effet, l'hyène peut être découverte aussi bien en contexte glaciaire qu'interglaciaire. Par ailleurs, le caractère opportuniste (charognard) de l'hyène explique en partie la reconnaissance du prédateur dans tout type de gisement : aven-piège (cavité verticale), grotte (cavité horizontale), site d'habitat humain ou halte de chasse, repaire de carnivores ou encore site à ours (tab. 9.6). L'autre carnivore occupant les cavités qui est retrouvé sur le site est l'ours des cavernes, carnivore abondant et emblématique du Pléistocène. Il n'est toutefois que peu représenté aux Auzières avec seulement trois restes. Occupant privilégié des cavités karstiques, les sites à hibernation sont nombreux. Inféodé à des environnements forestiers, c'est un marqueur de milieu fermé (tab. 9.6). Enfin, les petits félidés sont représentés par le chat sauvage et l'ensemble de restes du coxal appartenant à un félidé indéterminé (chat sauvage ou lynx). Le chat sauvage occupe des milieux de forêts, ce qui en fait un élément paléoenvironnemental important suggérant une phase plus tempérée permettant le développement d'un couvert forestier dense (tab. 9.6).

TAB. 9.6 – Caractéristiques environnementales et écologiques des taxons des Auzières.

Famille	Taxon	Environnement	Diète	Niveau trophique
Canidae	V. vulpes	Eurytope : environnement ouvert à fermé	Omnivore à tendance carnivore	Mésoprédateur/opportuniste
	V. lagopus	Environnement ouvert (toundra)	omnivore à tendance carnivore	Mésoprédateur
Felidae	F. silvestris	Milieu de forêt : forêt ouverte à couvert forestier dense	hypercarnivore	Mésoprédateur
Hyaenidae	C. c. spelaea	Eurytope : environnement ouvert à fermé	Durophage	Charognard
Ursidae	U. spelaeus	Milieu de forêt : forêt ouverte à couvert forestier dense	Omnivore à tendance végétarienne	Influence limitée sur le réseau trophique



Comme pour les années de fouilles antérieures, la majeure partie du matériel provient de l'ensemble 211. La différence notable est désormais la présence de *Vulpes lagopus* qui est un indicateur de milieu froid, suggérant peut-être un épisode de refroidissement, qui serait malgré tout à nuancer avec la présence de l'ours, inféodé à un environnement forestier et donc à un climat plus doux. La présence du renard et de l'hyène ne permet pas de faire d'inférence environnementale en raison de leur écologie plastique.

## 9.4.2 Ordre *Perissodactyla* Owen, 1848

### 9.4.2.1 Famille *Equidae* Gray, 1821

#### 9.4.2.1.1 *Equus* sp. Linnaeus, 1758

**Matériel** Fragment diaphysaire de tibia (F9.279); portion d'os coxal droit, acetabulum et branche iliaque (E9.482); portion d'os coxal droit, ilium (G9.378); humérus gauche (F9.313); portion diaphysaire de tibia gauche (E9.489); déciduale supérieure fragmentée (G12.11); portion distale de première phalange (G13.21); fragment diaphysaire de radius? (G13.43); fragment diaphysaire de tibia indéterminée (G13.8); fragment de p2 droite (G13.40); fragment de M1-2 indéterminée (G12.11, G13.3); m1-2 indéterminée (G12.51, G12.15); incisive inférieure droite (G12.30); maxillaire gauche de juvénile portant D2 à D4 (G13.6).

**Description** Hormis l'humérus de poulain (F9.313) et le fragment de diaphyse de tibia gauche (E9.489) issus de l'US 215, l'ensemble du matériel osseux et dentaire de cheval mis au jour au cours de la campagne 2019 provient de l'ensemble E211. D'une manière générale, ce matériel est souvent très fragmenté et présente de très quasi systématiquement des traces de digestion (e.g., G13.40, G12.11; § 9.11). Les traces sont virtuellement peu fréquentes (en raison de la faible proportion de matériel post-crânien de grande taille et à la surface externe convenablement préservée). Cependant le fragment diaphysaire de radius (?) G13.43 présente les traces typiques du mâchonnement des extrémités de l'os. A noter la présence, au sein des tamis des carrés G-H/12-13, de très nombreux fragments dentaires de chevaux digérés. Ces refus de tamis feront l'objet d'un décompte plus précis. L'humérus de poulain F9.313 est complet (à l'exception des extrémités non-soudées absentes). Il ne présente aucune fracture particulière ni traces d'activité anthropique ne sont observable. En revanche l'éclat diaphysaire E9.489 correspond à un fragment de face antérieure de tibia et porte de nettes traces de découpe à la base de la crête tibiale. Le cheval est l'espèce la plus abondante avec plus de 80 pièces essentiellement dentaires. L'attribution spécifique a été réalisée par P. Fernandez rapporte le matériel paléontologique de l'ensemble E211 à *E. germanicus* (pour plus de détail voir J.-B. FOURVEL et N. FREREBEAU 2015-2017). Il s'agit incontestablement d'une forme typiquement würmienne évoluée, mais n'atteignant pas cependant le stade évolutif d'*E. gallicus*. Il est pour l'instant tout à fait raisonnable d'envisager un dépôt compris entre la fin du stade 4 et celle du

stade 3. Ceci est en concordance avec la date d'environ 60000 ans obtenue par datations U-Th/ESR réalisées sur des dents de cheval (MARCHAL et al. 2009). Le cheval, bien que très peu représenté dans l'US 215, a pu être reconnu. E9.482 et G9.378 représentent les deux pièces majeures de la campagne 2018. Elles correspondent à un unique os coxal droit attestant par ailleurs de son exploitation et de sa consommation par les communautés humaines (stries de boucherie, encoche de fracturation ; § 9.11). Le fragment de tibia (E9.489) confirme un peu plus la présence du cheval dans le tableau de chasse et le régime alimentaire des néandertaliens des Auzières.

### 9.4.3 Ordre *Artiodactyla* Owen, 1848

#### 9.4.3.1 Famille *Bovidae* Gray, 1821

##### 9.4.3.1.1 *Bos primigenius* et *Bison priscus* Bojanus, 1827

**Matériel** Métatarse proximal gauche (F10.210); métatarse proximal gauche (F10.206); Fragments diaphysaires de métatarses (E10.241 ; E10.243 ; E10.246).

**Description** Tout comme les Équidés, les grands Bovidés sont rares dans l'US 215. Cette année, cinq éléments (F10.210 ; F10.206 ; E10.241 ; E10.243 ; E10.246) correspondant à un unique métatarsien gauche de grand bovidé (aurochs ou bison) ont été mis au jour. Si l'identification ne peut être plus précise, la fragmentation fraîche de ce métatarsien et sa dispersion spatiale semble indiquer une origine anthropique.

##### 9.4.3.1.2 *Capra* sp. Linnaeus, 1758

**Matériel** P3-4 gauche (G12.TM).

**Description** Lors du tamisage des sédiments des carrés G12 et H13 correspondant à la fouille de l'ensemble E211, nous avons pu reconnaître une dent de petite taille appartenant à un ongulé. La forme quadrangulaire de la couronne observable en vue occlusale et les trois racines suggèrent une prémolaire supérieure. Le niveau d'usure me permet pas de trancher entre une P3 et une P4. En revanche, le degré d'hypsodontie et la taille de la dent plaident en faveur d'un petit bovidé et plus probablement un capriné. Si l'identification spécifique n'est *a priori* pas envisageable, les proportions générales de la pièce sont comparables à un bouquetin. Rappelons ici que le bouquetin *Capra ibex* a été identifié dans le site dès le sondage réalisé par M. Paccard et M. Livache (Évelyne CRÉGUT-BONNOURE, C. GUÉRIN et MOURER-CHAUVIRÉ 1983). Du matériel complémentaire provient des fouilles engagées par H. Monchot (MARCHAL et al. 2009), soit un total de 20 restes. La reprise des fouilles depuis 2014 a permis de compléter les séries. Un total de 66 restes a pu être décompté jusqu'à la campagne 2017. L'ensemble de ces pièces est issu de l'ensemble E211.

### 9.4.3.2 Famille *Cervidae* Goldfuss, 1820

En 2018, 42 restes de cervidés ont été mis au jour. Deux taxons ont pu être identifiés, il s'agit du Cerf élaphe (*Cervus elaphus*) et du Chevreuil (*Capreolus capreolus*). Le Cerf, le plus abondant, est représenté par 25 restes. Cinq autres éléments lui ont été attribués avec précaution (cf. *Cervus elaphus*). Le Chevreuil a livré 1 fragment de bois. Onze restes ont été rapportés à la famille des cervidés (*Cervidae* ou cf. *Cervidae*), sans qu'une distinction spécifique puisse être proposée. Il s'agit essentiellement de fragments de côtes ( $NR = 8$ ), d'un fragment de scapula et de deux fragments de bois de faible dimension.

En 2019, seuls sept ossements ont pu être rapportés à cette famille. Une seule espèce est identifiée : le cerf élaphe (*Cervus elaphus*). Les dimensions ci-après (tab. 9.7) sont données en millimètres.

Le matériel est avant tout représenté par des fragments de diaphyses d'os longs dont la longueur dépasse rarement 10 cm. Les os longs antérieurs et postérieurs sont présents, de même que l'on observe la présence de fragments d'éléments de la ceinture scapulaire, des carpiens, des fragments de vertèbres et de côtes. Les éléments crâniens sont composés de fragments de bois, de mandibules et des dents inférieures et supérieures isolées. Ainsi, la majorité des éléments squelettiques sont présents. Si les parties osseuses corticales (e.g. diaphyses d'os longs) et spongieuses (e.g. carpiens, vertèbres, bois, côtes) montrent une conservation égale, on notera l'absence des épiphyses des longs.

D'une manière générale, le matériel est très bien conservé malgré sa fragmentation et/ou sa fracturation. Les surfaces osseuses sont bien lisibles et montrent de nombreux impacts de carnivores (*pits*, *punctures*, *chipping back*) ainsi que des altérations physico-chimiques, sous la forme de cupules ou de vermiculations. Quelques impacts anthropiques ont aussi été identifiés. Le matériel n'est pas concrétionné, mis à part le fragment de bois de chevreuil.

#### 9.4.3.2.1 *Cervus elaphus* Linnaeus, 1758

**Synthèse**  $NRT = 25$ ;  $NMIc = 3$  (+ cf. *Cervus elaphus* = 5)

**Matériel** E9.486 (fgt mandibule D); E9.488 (os crochu G); F9.296 (tibia distal D); F9.300 (phalange 2 distale); F10.309 (métatarsien III+ IV D); F10.356 (phalange 1); F11.NA (mandibule D); F11.251 (fgt diaph radius G); G9.344 (fgt diaph tibia G); F10.233 (fgt diaph métatarsien III+ IV); G9.354 (I/2 D); G9.345 (fgt diaph radius G); E10.217 (fgt côte) F10.219 (fgt diaph métacarpien III+ IV); G.361 (I/3 D); E10.207 (fgt diaph radius); F9.268 (fgt côte); G10.298 (fgt diaph tibia G); G10.297 (fgt diaph métatarsien III+IV G); G9.331 (C/. D); F9.267 (fgt diaph humérus D); G9.327 (D2/ D); G9.328 (D4/D); G9.343 (capitato-trapézoïde D); G9.343 (pisiforme D); G9.343 (fgt scapula D); F10.204 (fgt bois G); F10.211 (fgt bois G); [].268 (phalange 3).

**Description** Il semble qu'au moins trois individus puissent être distingués : un individu sub-adulte représenté par la D2/ et la D4/ droite, un jeune adulte avec les incisives I/2 et I/3 droites ainsi que la canine incisiforme gauche. Enfin un fragment de bois gauche appartient clairement à un individu dans la force de l'âge. Parmi les restes de cerfs collectés en 2018 aux Auzières II, la pièce la plus remarquable est sans aucun doute un bois de grande dimension, dont les modalités de prélèvement à la fouille ont nécessité qu'il reçoive deux numéros : F10.204 et F10.211 (fig. 9.20). Si ces deux pièces remontent, elles n'étaient pas pour autant en connexion à la fouille. Il s'agit d'un grand fragment de bois de massacre, gauche, conservé sur une longueur d'environ 48 cm, de la base de la meule à l'extrémité conservée du merrain, et de 55 cm si l'on considère la base conservée de l'os frontal, jusqu'à l'extrémité du merrain. Le cercle de pierrure est conservée sur toute sa circonférence (DAP : 78,9 ; DT : 68,6 ; circonf : 23,4) et est épais, bien marqué. Juste au-dessus de celui-ci se développe l'andouiller basilaire dont il ne subsiste que la base. Cet andouiller montre une section ellipsoïdale, engendrée par une compression transversale (DAP : 44,5 ; DT : 30,7 ; circonf : 11,5). En vue craniale, l'andouiller basilaire montre une orientation externe dès sa base. Il en va de même de l'andouiller de glace, qui se développe 3 cm au-dessus de l'andouiller basilaire, dont la courbure externe est nettement plus accusée. La base de cet andouiller de glace est légèrement décentrée (côté externe) par rapport à l'axe andouiller basilaire-merrain A. Sa section est sub-circulaire (DAP : 28 ; DT : 25,2 ; circonf : 8,4). Au-dessus de cet andouiller se développe le merrain A qui, en vue antérieure, présente une légère courbure vers le bord externe, tandis qu'en vue externe il est nettement rectiligne et orienté postérieurement. A l'intersection entre le merrain A et le merrain B, on observe la base de l'andouiller central, de section sub-circulaire (DAP : 40,8 ; DT : 37,1 ; circonf : 13) et qui, en vue craniale, accuse une très légère orientation interne. Le merrain B, situé au-dessus, présente en vue externe une courbure postéro-antérieure. Il est marqué, à son extrémité distale et sur son bord externe, d'un renflement qui pourrait, d'après nos premières observations, soit marquer le début de l'empaumure, soit constituer une particularité anatomique propre à l'individu ou une malformation. Rappelons en ce sens que les bois des cervidés sont des appendices caduques, annuels et saisonniers, qui présentent une très forte variabilité d'une année à l'autre et même une forte dissymétrie d'un bois à l'autre sur une même tête. Malgré tout, les particularités anatomiques que nous venons de décrire pour ce fragment de bois sont caractéristiques du Cerf d'Europe. Ce bois est à rapporter à un individu mâle, dans la force de l'âge. Malheureusement, il sera difficile de préciser cet âge à l'aide de la méthode développée par Ulrich (1961 cité par RIGLET 1977) puis par ISAKOVIC et al. (1973) et RIGLET (cité par 1977), à partir d'un quotient prenant en compte le diamètre et la longueur des pivots. En effet, le pivot gauche du spécimen étudié n'est pas conservé sur une longueur suffisante pour pouvoir être mesuré. Le métatarsien III+ IV droit (F10.309) est sub-complet dans sa longueur. Il manque toutefois la face dorsale depuis la partie proximale de l'os jusque dans la partie médiale de la diaphyse. La phalange 1 (F10.356) présente de nombreuses

TAB. 9.7 – Ostéométrie des restes de cerf élaphe. Données en millimètres.

Élément	L	H	DT	DT prox	DT dist	DAP	DAP prox	DAP dist
E9.488		17.4	17.2			24.7		
F9.296					52.1			39.0
F10.309					41.8			28.1
F10.356	61.2			21.4	21.1		28.3	18.8
□.268	50.1			18.4			27.0	



FIG. 9.20 – Bois de *C. elaphus* (F10.204 et F10.211). Clichés N. Lateur, 2018.

petites exostoses au niveau de la diaphyse et des tubérosités pour les insertions musculaires, qui pourraient témoigner d'un vieil animal ou d'une pathologie au niveau des articulations de la patte. F11.NA correspond à la partie supérieure de la branche de la mandibule, avec le processus condyloïde, l'incisure mandibulaire et la base du processus coronoïde.

Les études réalisées cette année sont tout à fait conformes à ce que nous avons pu observer suite aux campagnes précédentes. Pour rappel, lors de la synthèse produite en 2017 à l'occasion du rapport de l'opération triennale, nous avons précisé que 218 restes (NRT) de Cervidés avaient été mis au jour dans le secteur 2. Parmi ceux-ci, 196 ont été déterminés taxonomiquement (NRDt). Ils appartiennent à deux espèces : le cerf (*Cervus elaphus*) qui est le plus abondant ( $n = 167$ , 85 %NRDt), suivi par le chevreuil (*Capreolus capreolus*;  $n = 29$ , 15 %NRDt). A ceux-là, viennent donc s'ajouter les 42 restes collectés

en 2018.

**9.4.3.2.2 Considérations paléoenvironnementales et paléoécologiques** Bien que ces deux taxons présentent une grande plasticité écologique, leur association dans l'ensemble E211 et l'US 215 signalent un environnement tempéré. Le Cerf élaphe est sans doute le cervidé qui présente la plus grande plasticité écologique, au regard de l'étendue de sa distribution actuelle, des monts de l'Atlas en Afrique du Nord jusqu'en Norvège, de l'Espagne jusqu'à la Sibérie. Dans cette distribution africaine, eurasiatique et nord-américaine, *Cervus elaphus* rencontre la grande majorité des domaines géographiques et climatiques de l'hémisphère nord : océanique froid et tempéré, continental, méditerranéen, alpin. L'Élaphe se rencontre aussi bien en plaine littorale qu'en montagne. HAINARD (1997) signale qu'il peut monter au-dessus de la limite arborée, et qu'il n'est pas rare de le retrouver en été ou à l'automne au-dessus des troupeaux de chamois. À ces climats sont associées des communautés végétales particulières, plus ou moins riches en taxons arborées et non arborées, qui témoignent de l'excellente capacité d'adaptation du Cerf. Ainsi, on le rencontre aussi bien dans la région de Vila Viçosa, dans le sud-est du Portugal, sous l'influence d'un climat méditerranéen, qu'en Europe continentale, dans la forêt de Bialowieza au sein de la dernière forêt primaire du Vieux Continent où les résineux et les arbres à feuillage caduque dominant l'étage supérieur (JAEDRZEJEWSKI et al. 2006). Dans le Nieder Tauern (Alpes autrichiennes), son habitat s'étend entre 900 et 2260 m d'altitudes, jusqu'au niveau des prairies alpines. La végétation boréale qui se développe jusqu'à 1750 m est composée principalement de résineux. Au-delà de cette limite arborée, les prairies alpines sont formées de graminées, d'*Ericaceae* et de *Cyperaceae* (K. SCHMIDT 1993).

Le Chevreuil d'Europe est lui aussi un animal d'environnement tempéré. Il affectionne particulièrement les forêts-steppes, les forêts caducifoliées ou mixtes. Il habite aussi les forêts de conifères, si celles-ci disposent d'une sous-couverture riche en feuilles (Flerov 1952 cité par LISTER 1984). En milieu boisé, le Chevreuil doit pouvoir disposer de zones ouvertes à proximité de la forêt pour brouter. Il s'installe dans des habitats ouverts, step-piques, ou dans les landes que s'il existe des couvertures d'arbustes (prunelliers, sureaux, aubépine), des fourrés ou des hautes herbes pour s'abriter (CARRUETTE, ETIENNE et MAILLER 2004). Par ailleurs, le Chevreuil a besoin de s'abreuver régulièrement, ce qui nécessite que son habitat dispose d'un point d'eau accessible. Ce facteur, et par conséquent l'aridité du milieu, limite actuellement l'extension méridionale de son habitat (Flerov 1952 cité par LISTER 1984). Son aire de répartition comprend une grande partie de l'Europe, à l'exception de certains milieux insulaires comme la Corse, la Sardaigne ou l'Irlande. Cette aire ne s'étend pas à l'Amérique. L'interfluve du Don, du Khoper et de la Volga marque l'aire de sympatrie de *Capreolus capreolus* et *Capreolus pygargus*, le Chevreuil de Sibérie (SEMPERE, SOKOLOV et DANILKIN 1996).

Ces deux espèces sont récurrentes dans les cortèges fauniques du Pléistocène supérieur de l'Europe de l'ouest. Dans le sud-est de la France, on les trouve associés dans de

nombreux sites du MIS 5 et en particulier de l'Eémien (MIS 5e). C'est le cas à la grotte de Saint-Marcel (couche u), la baume Moula (couches XII à XIV) et la baume Flandin (couche 3) en Ardèche (Évelyne CRÉGUT-BONNOURE, BOULBES et al. 2010). On les rencontre aussi à la fin du MIS 6, au Bau de l'Aubesier (couche H) dans le Vaucluse ou à la grotte du Ranc Pointu n°2 en Ardèche (MONCEL, PUAUD et al. 2014), ainsi qu'à l'abri des Pêcheurs au cours du stade 5d (Évelyne CRÉGUT-BONNOURE, BOULBES et al. 2010).

**9.4.3.2.3 Sur le statut taxinomique des Cervidés Pléistocènes** Les Cervidés montrent une large distribution géographique et écologique (GEIST 1999) et les différents environnements qui se sont succédé en Europe de l'ouest au Pléistocène — de la forêt tempérée à la toundra arctique — ont favorisé le développement de nombreuses espèces et sous-espèces. L'identification systématique des Cervidés quaternaires n'est pas toujours facile en raison de la grande diversité taxinomique de cette famille et de leur relative homogénéité morphologique, à l'exclusion des bois.

Le cerf est particulièrement concerné par cette question. Deux espèces de cerfs ont été distinguées à la fin du Pléistocène moyen et la première moitié du Pléistocène supérieur : *C. elaphus* et *C. simplicidens* (GUADELLI 1987; GUADELLI 1996). Cette dernière est caractérisée par une structure dentaire simple (fusion moins fréquente entre le métacornide et le paraconide chez la P/4, faible développement du cingulum, de l'ectostyle et de l'entostyle sur les dents jugales) et par leurs petites dimensions dentaires et osseuses. Bien qu'il pourrait être présent dès la fin du Pléistocène moyen (MIS 6) à Combe-Grenal (Dordogne), *C. simplicidens* a été identifié dans les couches 54 à 50A attribuées au MIS 5 (LAQUAY 1981; GUADELLI 1987; GUADELLI 1996; DELPECH et PRAT 1995) de ce même gisement. Ce taxon est associé dans ces dépôts à un environnement fortement boisé. D'autres formations datées du stade isotopique 5 ont livré des restes de cette espèce : Artenac (c.10), et l'aven de Saint-Projet en Charente (DELAGNES et al. 1999; TOURNEPICHE 1996), la grotte de l'Adaouste, Bouches-du-Rhône (A. DEFLEUR, BEZ et al. 1994) ou encore la Madonna dell'Arma, Italie (VALENSI, PSATHI et LACOMBAT 2004). Enfin, le petit cerf se rencontre aussi dans les avens de Rochelot (Charente), dans la grotte d'Unikoté I (Pyrénées-Atlantiques) et dans le foyer inférieur 2 de l'abri Olha (Pyrénées-Atlantiques) dont les remplissages sont contemporains du Würm ancien supérieur (GUADELLI 1987; GUADELLI 1996; TOURNEPICHE 1996; MICHEL 2005). Ainsi, d'un point de vue morphologique et biométrique cette forme semble s'individualiser des grands élaphe que l'on peut rencontrer au Pléistocène moyen ou supérieur, comme à Combe-Grenal (couches 35 à 1, MIS 4-3) ou à Jaurens, Corrèze, MIS 3 (GUADELLI 1987; GUADELLI 1996; VALLI et C. GUÉRIN 2000). Son statut taxinomique, espèce ou sous-espèce, reste encore à être mieux défini.

La multiplication des études morphométriques du registre fossile à partir de populations diachroniques de diverses régions devrait alors permettre de préciser l'étendue de la variation de ces taxons et leurs relations phylétiques en intégrant ces approches biogéographiques et paléoécologiques dans un cadre chronologique strict.



Le site des Auzières, dont le remplissage est contemporain des stades 5 et 6, semble pouvoir apporter des données importantes pour préciser notre connaissance sur le statut spécifique du cerf et sa paléoécologie. Les premières analyses montrent que les cerfs des Auzières présentent des caractères communs au cerf de petite taille *C. simplicidens* et au cerf de grande taille *C. Celaphus*. Les années devraient enrichir le matériel ostéologique et offrir un échantillon statistique plus confortable pour développer ces questions qui concernent le paléoenvironnement animal des groupes de chasseurs-cueilleurs pléistocènes.

## 9.5 Paléontologie des micro-mammifères (E. Desclaux & J. Cohen)

Les fouilles menées au cours des dernières années dans le gisement des Auzières II à Méthamis (Vaucluse) ont permis de recueillir plusieurs dizaines d'éléments anatomiques de micromammifères. 21 taxons se rapportant aux soricomorphes, aux chiroptères, aux rongeurs et aux lagomorphes et à 161 individus (d'après le NMI) ont ainsi pu être mis en évidence (tab. 9.8 et inventaire détaillé en annexe).

La liste faunique est la suivante :

- Soricomorphes
- *Talpa* cf. *europaea* Linné, 1758 (taupe commune)
- *Crocidura* cf. *suaveolens* Pallas, 1811 (crocidure des jardins)
- *Crocidura leucodon* Hermann, 1780 (crocidure leucode)
- Chiroptères
- *Rhinolophus* cf. *hipposideros* Bechstein, 1800 (petit rhinolophe)
- *Rhinolophus ferrumequinum* Schreber, 1774 (grand rhinolophe)
- *Miniopterus schreibersii* Kuhl, 1817 (minioptère de Schreibers)
- *Tadarida teniotis* Rafinesque, 1814 (molosse de Cestoni)
- *Pipistrellus pipistrellus* Schreber, 1774 (pipistrelle commune)
- *Myotis* sp.
- *Myotis* gr. *myotis/blythii*
- Rongeurs
- *Glis glis* Linné, 1758 (loir)<sup>3</sup>
- *Apodemus sylvaticus* Linné, 1758 (mulot sylvestre)
- *Microtus* ex gr. *arvalis-agrestis*
- *Microtus arvalis* Pallas, 1778 (campagnol des champs)
- *Microtus agrestis* Linné, 1761 (campagnol agreste)
- *Microtus (Chionomys) nivalis* Martins, 1842 (campagnol des neiges)
- *Microtus (Terricola)* cf. *duodecimcostatus* de Séllys-Longchamps, 1839 (campagnol souterrain de Provence)

---

<sup>3</sup>Spécimen vraisemblablement actuel ou sub-actuel, à vérifier.

TAB. 9.8 – Distribution des micromammifères dans le remplissage des Auzières II (d'après le NMI).

Espece	Profondeur (cm)	
	z < 400	z > 400
<b>Soricomorphes</b>		
Talpa europaea	3	4
Crocidura leucodon	2	2
Crocidura suaveolens	1	2
Sorex ex. gr. araneus/coronatus		1
<b>Chiroptères</b>		
Tadarida teniotis		1
Miniopterus schreibersii		2
Rhinolophus ferrumequinum	2	12
Rhinolophus hipposideros	1	2
Myotis gr. myotis/blythii		1
Pipistrellus pipistrellus		1
<b>Rongeurs</b>		
Apodemus cf. sylvaticus	4	31
Glis glis		2
Arvicola ex. gr. amphibius/sapidus	1	4
Microtus arvalis	1	8
Microtus agrestis	1	6
Microtus (Chionomys) nivalis	1	3
Microtus (Terricola) duodecimcostatus	15	39
Microtus (Terricola) multiplex	1	3
<b>Lagomorphes</b>		
Oryctolagus cuniculus	3	1

- *Microtus (Terricola) multiplex* Fatio, 1905 (campagnol souterrain des Alpes)
- *Arvicola* sp.
- *Arvicola* cf. *sapidus* Miller, 1908 (campagnol amphibie)
- Lagomorphes
- *Oryctolagus cuniculus* Linné, 1758 (lapin de garenne)

TAB. 9.9 – Dimensions de la M/1 de *Crocidura leucodon* du secteur 2.

Espèce	N	Longueur			Largeur du trigonide (TRW)			Largeur du talonide (TAW)		
		Min-Max	X	ET	Min-Max	X	ET	Min-Max	X	ET
<b>Les Auzières</b>										
<i>Crocidura leucodon</i>	2	1.78-1.80			1.18-1.20			1.29-1.30		
<b>Artenac</b>										
<i>Crocidura robusta</i>	4	1.88-2.01	1.96		1.20-1.41	1.23		1.29-1.41	1.33	
<b>Actuel</b>										
<i>Crocidura leucodon</i>	28	1.65-1.97	1.79	0.082	1.05-1.22	1.14	0.039	1.22-1.35	1.27	0.035
<i>Crocidura russula</i>	21	1.61-1.83	1.74	0.059	0.96-1.08	1.02	0.032	1.09-1.20	1.16	0.031
<i>Crocidura suaveolens</i>	22	1.31- 1.58	1.46	0.061	0.77-0.92	0.85	0.037	0.89-0.99	0.94	0.029
<i>Suncus etruscus</i>	10	0.93-1.07	1.01	0.039	0.61-0.68	0.65	0.020	0.68-0.79	0.73	0.032

## 9.5.1 Systématique

### 9.5.1.1 *Crocidura leucodon* et *Crocidura suaveolens*

Les Crocidurinae du genre *Crocidura* sont caractérisés par une dentition non pigmentée, un condyle articulaire de type crocidién, une incisive inférieure généralement unilobée, une incisive supérieure non bifide, une P/4 (A/2) unicuspidée sous laquelle est situé un foramen et une M/3 à talonide réduit (JAMMOT 1977).

Quatre *Crocidurinae* actuels sont susceptibles d'être identifiées dans les séquences du Pléistocène en Europe occidentale. Il s'agit de *Crocidura russula* (Hermann 1780), *Crocidura leucodon* (Hermann 1780), *Crocidura suaveolens* (Pallas 1811) et *Suncus etruscus* (Savi 1822).

N.B. : Le genre *Suncus* est considéré par différents spécialistes comme un sous-genre de *Crocidura*, et selon JAMMOT (1977), l'utilisation du genre *Suncus* n'offre aucun intérêt sur le plan phylogénétique. Les critères morphologiques et métriques ont permis d'effectuer une diagnose spécifique précise des éléments anatomiques se rapportant au genre *Crocidura*.

Compte tenu du nombre relativement limité d'éléments crâniens récoltés et du mauvais état de conservation de ces derniers, nous avons également utilisé les critères morphologiques de distinction élaborés par POITEVIN (1984). Cet auteur a en effet montré que la morphologie du cingulum de la M/2 permet généralement de séparer les espèces du genre *Crocidura* :

- Chez *Crocidura russula*, en vue latérale externe, le cingulum de la M/2 présente une constriction bien marquée,
- Chez *Crocidura leucodon*, cette constriction est peu ou pas visible,
- Chez *Crocidura suaveolens*, elle est inexistante.

Les données métriques (fig. 9.21 et tab. 9.9) et morphologiques (fig. 9.22) ont permis d'attribuer à *Crocidura leucodon* les éléments anatomiques récoltés en 2014.

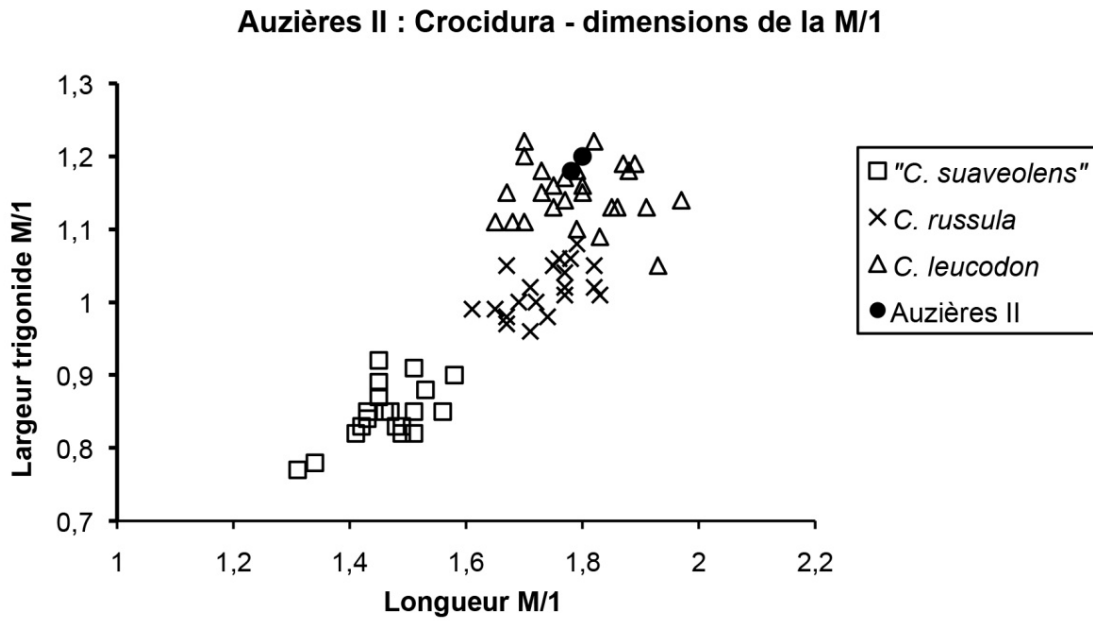


FIG. 9.21 – Dimensions de la M/1 de *Crocidura leucodon* du secteur 2.

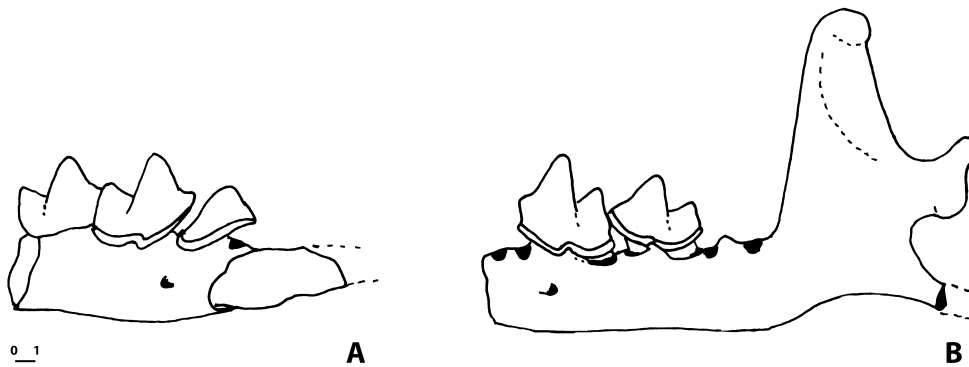


FIG. 9.22 – *Crocidura leucodon* : Vue latérale externe. (A) I/1-M/2 D (F10,  $z = 400 - 405$ ); (B) M/2-M/3 G (E9  $z = 402 - 408$ ). Echelle en mm.

On notera également que 2 mandibules dont le cingulum des M/2 ne présentait aucune constriction (F7.TM.9  $z = 362 - 369$  et G9.TM.60  $z = 433 - 435$ ) ont été attribuées à *Crocidura suaveolens*.

### 9.5.1.2 *Rhinolophus ferrumequinum* et *Rhinolophus hipposideros*

Les critères dimensionnels des éléments du squelette céphalique et post-céphalique permettent généralement de distinguer les espèces se rapportant au *Rhinolophus* (tab. 9.10).

*Rhinolophus ferrumequinum* est la plus grande espèce de Rhinolophe en Europe. Le grand Rhinolophe apparaît sous sa forme actuelle dès le Pléistocène inférieur (TOPÁL 1979), et est cité en premier lieu en Autriche (RABEDER 1973). Peu de variations de la taille sont observées au cours du Pléistocène (SEVILLA GARCIA 1988). Ce taxon est rencontré assez fréquemment dans les gisements du Pléistocène moyen et supérieur européen. En France, on le rencontre au Pléistocène moyen à la Caune de l'Arago (E. DESCLAUX 1992a ; E. DESCLAUX 1992b), la grotte de l'Eglise, l'abri Vaufrey (DUPUIS 1986), Fontéchevade (SCHREUDER 1958), la Baume Bonne (ABBASSI 1992), Payre (MONCEL, DÉBARD et al. 2002 ; E. DESCLAUX et al. 2008) ainsi qu'à la grotte du Lazaret (Constance HANQUET et al. 2010) et à Moula-Guercy (Emmanuel DESCLAUX et Alban DEFLEUR 1997). Il est représenté au Pléistocène supérieur à l'Hortus, à l'Adaouste (JULLIEN 1972 ; A. DEFLEUR, BEZ et al. 1994), à Moula-Guercy (Emmanuel DESCLAUX et Alban DEFLEUR 1997) et à Pié Lombard (TEXIER et al. 2012). Dans la péninsule ibérique, *R. ferrumequinum* est cité au Pléistocène moyen à la Sierra de Quibas (MONTROYA et al. 2001), Las Yedras (RUIZ BUSTOS 1978) et le gisement d'El Hingueron (SEVILLA GARCIA 1988). On le retrouve fréquemment dans le remplissage des sites datant du Pléistocène supérieur (LOPEZ GARCIA 2008).

*Rhinolophus hipposideros* est la plus petite espèce de rhinolophe européen (SCHOBER et GRIMMBERGER 1991). Elle est connue depuis le Pléistocène inférieur à Hundsheim (RABEDER 1973). On la cite en France au Pléistocène moyen à la grotte du Lazaret et à la grotte du Prince (SEVILLA et Jean CHALINE 2011). Au Pléistocène supérieur, on cite cette espèce à Fontéchevade (SCHREUDER 1958), à l'Hortus (JULLIEN 1972), à Pié Lombard (TEXIER et al. 2012), à la Roche aux Loups (DUPUIS 1986) et à Santenay (Jean CHALINE 1972).

Selon MENU et POPELARD (1987) et SEVILLA GARCIA (1988), la mandibule possède deux incisives et 3 prémolaires. Les molaires inférieures, de grande taille, sont nyctalodontes et pourvues d'un fin cingulum. Le talonide de la M/3 est réduit.

### 9.5.1.3 *Arvicola sapidus*

Au sein des représentants actuels du genre *Arvicola*, les M/1 de petite taille et caractérisées par des triangles T4 et T5 opposés, une boucle antérieure dissymétrique et un

TAB. 9.10 – *R. ferrumequinum* et *R. hipposideros* : dimensions de l'humérus (DT distal).

Site	N	Min-Max	X	ET
<b><i>Rhinolophus ferrumequinum</i></b>				
Les Auzières (sect. 2)	2	4.90-5.10		
Moula-Guercy	7	4.92-5.36	5.04	0.159
Actuel	5	4.98-5.16	5.03	
Actuel	1	5.1		
Fontechevade	1	5.6		
Caune de l'Arago	3	4.90-5.15	5.06	0.144
<b><i>Rhinolophus euryale-mehelyi</i></b>				
Moula-Guercy	8	4.18-4.87	4.65	0.251
Actuel — <i>R. mehelyi</i>	1	4.5		
Actuel — <i>R. euryale</i>	1	4.3		
Caune de l'Arago — <i>R. euryale-mehelyi</i>	9	4.27-4.73	4.61	
L'église — <i>R. euryale</i>	3	4.35-4.58	4.44	
Roche aux loups — <i>R. euryale</i>	20	4.46-4.61	4.55	
Gazel — <i>R. euryale</i>	5	4.46-4.61	4.55	
Gazel — <i>R. mehelyi</i>	3	4.76-4.82	4.80	
<b><i>Rhinolophus hipposideros</i></b>				
Les Auzières (sect. 2)	2	3.20-3.38		
Moula-Guercy	2	3.43-3.51		
Actuel	1	3.1		
Fontechevade	1	3.5		

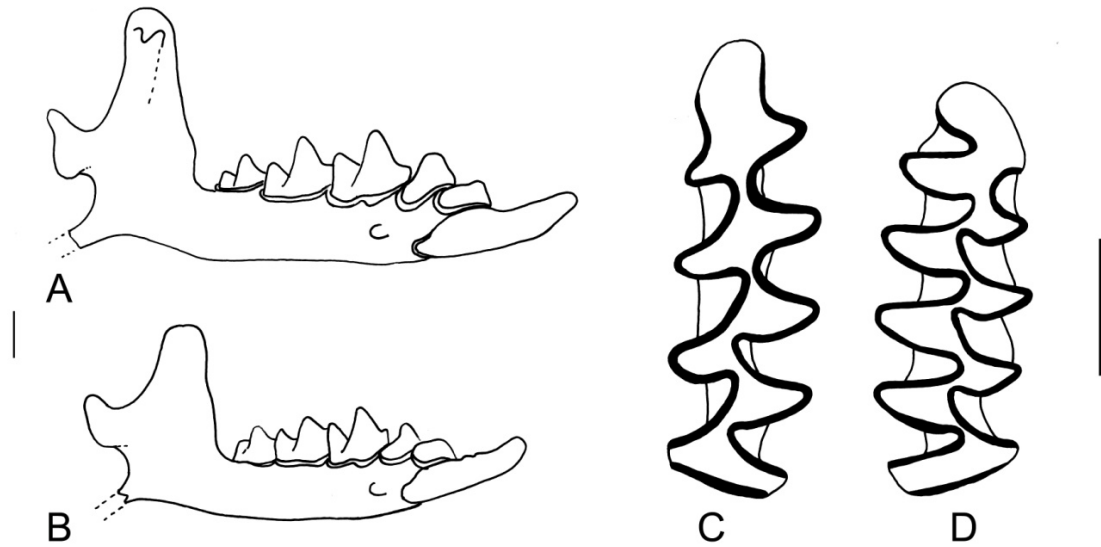


FIG. 9.23 – Micromammifères du secteur 2. (A) mandibule droite (I/1-M/3) *Crocidura* cf. *leucodon* (E9.395.1); (B) mandibule droite (I/1-M/3) *Crocidura suaveolens* (G9.TM.60  $z = 433 - 435$ ); (C) M/1 G *Microtus (Terricola)* cf. *duodecimcostatus* (G10.TM.28  $z = 479 - 486$ ) et (D) M/1 D *Microtus* cf. *agrestis* (F9.TM.15  $z = 343 - 352$ ). Échelle = 1 mm.

col plus ou moins large (correspond au morphotype *praeceptor* défini initialement par HINTON 1926) ont été attribuées au morphotype *terrestris*.

Les M/1 de plus grande taille présentant une boucle antérieure de forme triangulaire et symétrique à col généralement étroit (morphotype *grenii* selon HINTON 1926) ont été rapportées au morphotype *sapidus*. On notera que, d'une façon générale, la boucle antérieure présente une morphologie variable avec tous les intermédiaires entre les formes décrites ci-dessus.

La taille importante de la M/1 se rapportant au genre *Arvicola* ( $L = 4.10$  mm) et ses caractéristiques morphologiques (fig. 9.23 et 9.23) permettent de l'attribuer à *Arvicola sapidus*.

#### 9.5.1.4 *Microtus (Terricola) cf. duodecimcostatus*

Les campagnols souterrains ont longtemps été rattachés au genre *Pitymys* (MacCurtie, 1831). Récemment, à la suite d'analyses cytogénétiques effectuées notamment par GRAF (1982) ces espèces ont été rangées dans le genre *Microtus* (Shrank, 1798). Toutefois, à l'issue des travaux de J. CHALINE, BRUNET-LECOMTE et GRAF (1988) et de Brunet-Lecomte (1988; 1989; 1990; 1995), les quaternaristes les classent désormais en deux sous-genres :



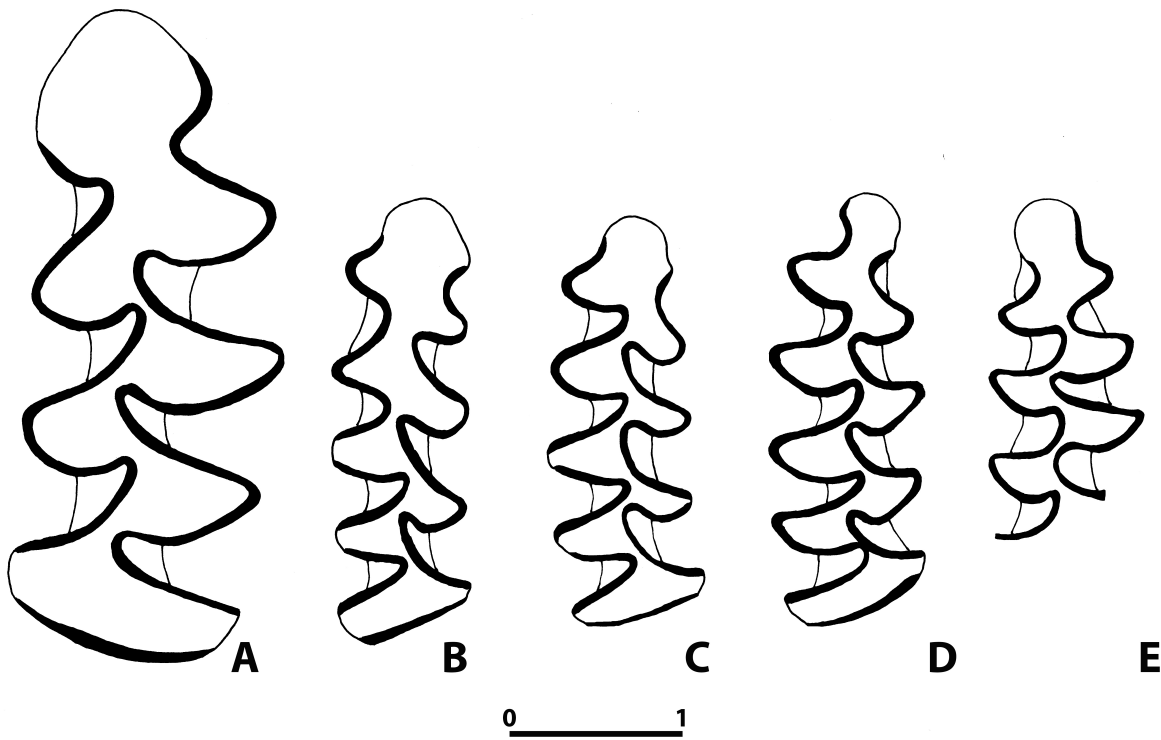


FIG. 9.24 – Rongeurs du secteur 2. (A) M/1 G *Arvicola sapidus* (F10, effondrement coupe); (B) M/1 D *M. (T.) cf. duodecimcostatus* (F10  $z = 390 - 400$ ); (C) M/1 D *Microtus arvalis* (E10  $z = 403 - 410$ ); (D) M/1 D *Microtus arvalis* (E9  $z = 406 - 415$ ); (E) M/1 G *Microtus arvalis* (E10  $z = 403 - 412$ ).

- *Microtus (Terricola)* (Fatio, 1907) pour les espèces du paléarctique,
- *Microtus (Pitymys)* (Mac Curtie, 1831) pour les espèces du néarctique.

Parmi les 12 espèces se rapportant au sous-genre *Terricola* présentes en Europe de l'ouest, six sont actuellement présentes en France (LE LOUARN et QUÉRÉ 2003) et deux sont représentées en Provence, dans sa conception géographique la plus large (FAYARD 1984) :

- *Microtus (T.) multiplex* occupe les Alpes, les Préalpes occidentales et la rive gauche de la vallée du Rhône (BRUNET-LECOMTE 1995),
- *Microtus (T.) duodecimcostatus* est une espèce méridionale présente dans le Midi méditerranéen mais aussi dans les vallées du Rhône, de la Durance et du Drac au nord jusqu'à Grenoble.

Il est cependant difficile d'effectuer une diagnose spécifique à partir du seul examen visuel de la morphologie des M/1. On sait cependant que *M. (T.) subterraneus* et *M. (T.) multiplex* possèdent une boucle antérieure (BA) assez fermée à très fermée. *M. (T.) duodecimcostatus* a une boucle antérieure assez ouverte à très ouverte et un rhombe pitomyen (RP) qui tend à être plus incliné au niveau du quatrième triangle (T4) par rapport à *M. (T.) subterraneus* et surtout *M. (T.) multiplex*.

La morphologie du col de la boucle antérieure permet de penser que les M/1 récoltées dans le secteur 2 des Auzières (fig. 9.23) correspondent majoritairement à *M. (T.) duodecimcostatus*. Quelques M/1 semblent également se rapporter à *M. (T.) multiplex*.

#### 9.5.1.5 *Microtus arvalis*

*Microtus arvalis* et *Microtus agrestis* sont deux espèces jumelles. En effet, les premières molaires inférieures sont morphologiquement très proches et la distinction des spécimens fossiles et actuels est particulièrement délicate. Nadachowski (1982) a cependant proposé des critères morphométriques (notamment le rapport entre la largeur des triangles internes et externes en fonction de la longueur de la M/1) qui permettent de distinguer des deux espèces.

Du strict point de vue de la morphologie des M/1, on notera que le morphotype "arvaloïde" est dominant aux Auzières II (fig. 3 et 4). Nous pouvons rappeler ici que le morphotype "arvaloïde" est caractérisé par une faible dissymétrie, un col large, des triangles T6 et T7 généralement opposés (ou très peu alternes) et un ciment moyennement abondant dans les angles rentrants. Le morphotype "agrestoïde" est caractérisé par une nette asymétrie de la M/1, les triangles internes étant plus développés que les triangles externes.

Les dimensions des rares M/1 mesurables sont en accord avec ces observations (fig. 9.25).

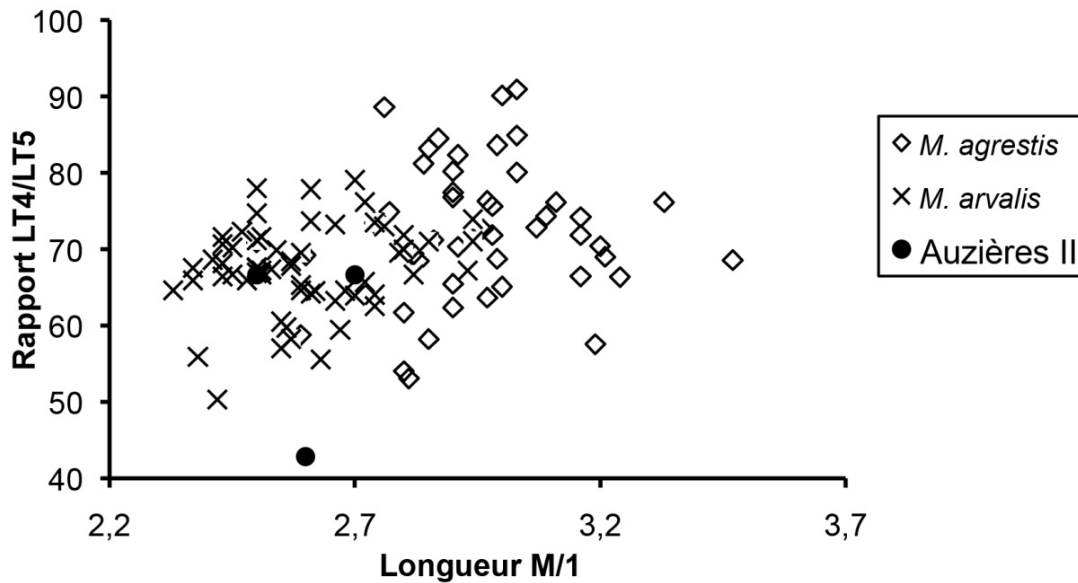


FIG. 9.25 – Dimensions de la M/1 de *Microtus arvalis* du secteur 2. Comparaison avec des populations actuelles de *M. arvalis* et *M. agrestis*. Avec : L T4 = largeur du triangle T4, L T5 = largeur du triangle T5 et L M/1 = longueur de la M/1.

### 9.5.2 Implications paléoécologiques

Les éléments anatomiques provenant des fouilles menées depuis 2014 dans le secteur 2 des Auzières fournissent des indications sur les paléoclimats et les paléoenvironnements au sein de la séquence. Nous pouvons dans un premier rappeler les affinités paléoécologiques des espèces identifiées :

- *Talpa europaea* est un animal souterrain qui se rencontre dans des milieux très variés dès lors que la nature du sol lui convient. La taupe est commune en Eurasie, de l'Espagne à l'Ob, l'Irtych et l'Altaï (SCHILLING, SINGER et DILLER 1986). Selon SAINT-GIRONS (1973), les Taupes ne circulent qu'exceptionnellement à la surface du sol, le plus souvent à la recherche d'eau pendant les périodes de sécheresse et au moment de la dispersion de jeunes de l'année. Selon cet auteur, c'est sans doute dans ces circonstances qu'elles sont capturées par les rapaces. On peut noter qu'on rencontre régulièrement, quoiqu'en nombre réduit, des ossements de Taupe dans les pelotes de réjection de différents rapaces
- *Crocidura leucodon* appartient au groupe oriental des Crocidurinae formé par *Crocidura leucodon* et *Crocidura suaveolens* qui présentent en effet des fréquences relativement élevées dans la partie est de l'Europe. Selon SAINT-GIRONS (1973) *Crocidura leucodon* est absente des régions méditerranéennes.
- *Crocidura suaveolens* vit dans des milieux variés tels que forêts, broussailles, haies,

maquis, dunes côtières, mais parfois aussi en bordure de cours d'eau ou de lacs. Sa répartition est sporadique en France (littoral atlantique, Pyrénées, région méditerranéenne et vallée du Rhône), mais elle est largement répandue en Europe méridionale et centrale, jusqu'au Caucase.

- *Sorex* ex. gr. *araneus/coronatus* occupe une large partie de l'Europe occidentale mais est exclue du biome méditerranéen dans le sud-est de la France.
- *Rhinolophus ferrumequinum* est sédentaire, cavernicole et thermophile. Il est largement répandu en Europe moyenne et méditerranéenne. La limite nord de son aire de répartition est située au niveau des îles Britanniques et des pays du Benelux. Ailleurs, on le rencontre au Maghreb, en Asie Mineure, au Caucase, au Proche-Orient et au sud de l'Asie centrale jusqu'à la Chine orientale et le Japon (SCHILLING, SINGER et DILLER 1986).
- *Rhinolophus hipposideros* habite les régions chaudes, en milieux ouverts mais relativement boisés. Il peut vivre jusqu'à 2000 m d'altitude dans les Alpes. Il hiberne dans les grottes. Son aire de répartition est plus vaste et plus septentrionale que les autres taxons du genre *Rhinolophus* puisqu'elle atteint l'Irlande, le nord de l'Allemagne, jusqu'au sud de l'Ukraine.
- *Miniopterus schreibersii* est un chiroptère cavernicole. On le rencontre dans les paysages karstiques, tant en plaine qu'en montagne. Cette espèce est connue en Europe méridionale et dans les Balkans, mais aussi dans plusieurs pays d'Afrique tropicale (Guinée, Nigéria, Cameroun).
- *Tadarida teniotis* un chiroptère rare en France et préférentiellement présent en région méditerranéenne où il habite notamment les falaises du. La capture de spécimens au nord de leur aire supposée de répartition permet de penser qu'il peut se déplacer sur de grandes distances, la vallée du Rhône étant alors un couloir de passage.
- *Pipistrellus pipistrellus* est une espèce très anthropophile et ubiquiste qui vit habite aussi bien les cavités que les troncs d'arbre.
- *Microtus arvalis* est présent dans la majeure partie de l'Europe, en Asie Mineure et Moyenne, jusqu'aux plaines de Sibérie (SCHILLING, SINGER et DILLER 1986). Cette espèce est encore largement répandue en France. SAINT-GIRONS (1973) a noté que le Campagnol des champs est absent des régions méditerranéennes (où la végétation ne lui est guère favorable).
- *Microtus agrestis* a une vaste distribution européenne. Cette espèce est largement répandue dans les milieux ouverts (champs, plaines) plutôt humides.
- *Microtus (Chionomys) nivalis* vit dans les milieux rocaillieux de montagne à faible couvert végétal, buissons sur sols pierreux, éboulis, entre 1000 et 4700 m. Il est le seul campagnol européen à vivre en haute altitude. *M. (C.) nivalis* est néanmoins présent en basse altitude sur les versants rocheux et boisés, notamment en garrigue méditerranéenne. Sa répartition fragmentaire en Europe est restreinte principalement aux massifs montagneux : Pyrénées, Alpes, Apennins, Carpates et montagnes de la péninsule balkanique. On le rencontre également dans le Caucase et en Anatolie.
- *Apodemus sylvaticus* est présent dans la quasi-totalité de l'Europe (SCHILLING,

SINGER et DILLER 1986). Du fait de ses importantes facultés d'adaptation, on rencontre le Mulot sylvestre dans des biotopes très variés ; dès lors qu'il y a une végétation herbacée (forêts de feuillus, forêts de conifères).

- *Apodemus flavicollis* présente une écologie proche de celle d'*Apodemus sylvaticus*.
- *Glis glis* est une espèce plutôt fréquente en France méridionale. Dans les Alpes, le loir ne dépasse guère 1500 m d'altitude.
- *Microtus (T.) duodecimcostatus* est principalement cantonné au biome méditerranéen.
- *Microtus (T.) multiplex* est présent dans le quart sud-est de la France en rive gauche du Rhône et se rencontre jusqu'à 2000 m d'altitude dans les Alpes.
- Deux écotypes sont reconnus chez les représentants de l'espèce *A. amphibius* : la forme semi-aquatique (*A. amphibius*) et la forme fouisseuse (*A. scherman*). Les populations aquatiques fréquentent les mêmes types de milieux que *A. sapidus* et peuvent vivre jusqu'à 3210 m d'altitude. La forme fouisseuse occupe les milieux ouverts au sol frais et humide, dans les prairies de montagne de moyenne et haute altitude (jusqu'à 2500 m), rarement en zones boisées. Ce taxon a une vaste distribution dans toute l'Europe. Elle est absente de la quasi-totalité de la péninsule ibérique, de l'ouest de la France (sauf Pyrénées), du sud de la Norvège, de l'Italie et des Balkans.

Nous avons utilisé deux méthodes afin de tenter de reconstituer les paléoenvironnements et les paléoclimats contemporains du remplissage du secteur 2.

### 9.5.2.1 Méthode des climatogrammes

L'analyse des proportions relatives de rongeurs est couramment employée dans le but d'étudier le signal paléoécologique des associations d'espèces. La méthode des climatogrammes prend en compte les proportions d'espèces de rongeurs regroupées en catégories climato-écologiques selon leurs affinités, permettant ainsi d'appréhender les variations du climat et de l'environnement.

Les rongeurs identifiés dans le remplissage des Auzières (secteur 2) se rapportent aux 6 catégories climato-écologiques suivantes :

Steppes continentales (CONT) : *Microtus arvalis* Montagnes (MONT) : *Microtus (Chionomys) nivalis* Bordures d'eau (EAU) : *Arvicola amphibius/sapidus* Espaces ouverts humides (HUM) : *Microtus agrestis*, *Microtus (Terricola) multiplex* Forêts tempérées (TEMP) : *Apodemus sylvaticus*, *Apodemus flavicollis*, *Glis glis* Zones méditerranéennes (MED) : *Microtus (Terricola) duodecimcostatus*

Les proportions relatives des rongeurs mettent en évidence une forte influence du climat méditerranéen et un développement conséquent des zones forestières (fig. 9.26).

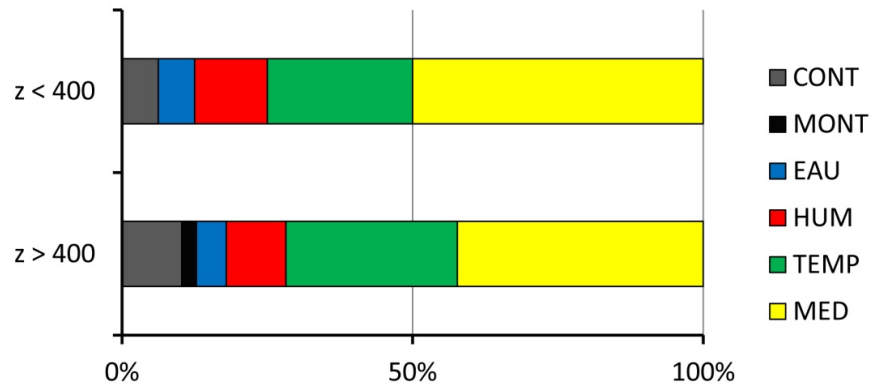


FIG. 9.26 – Climatogramme des Auzières, secteur 2.

### 9.5.2.2 Méthode de l'indice taxonomique d'habitat (ITH)

Élaborée par ANDREWS (1990), cette méthode présente l'avantage de prendre en considération l'ensemble des espèces de micro-mammifères identifiés, indépendamment de leurs proportions relatives, tout en tenant compte de la diversité de leurs milieux de vie.

Les indices d'habitat des micro-mammifères du secteur 2 des Auzières (tab. 9.11, fig. 9.27) ont été établis à partir des observations effectuées sur différentes communautés fossiles de micro-mammifères de France et d'Europe occidentale, notamment par ANDREWS (1990), J. CHALINE (1977), J. CHALINE (1983), MARQUET (1989), Emmanuel DESCLAUX et Alban DEFLEUR (1997), A. DEFLEUR, É. CRÉGUT-BONNOURE et al. (2001), E. DESCLAUX et al. (2008), C. HANQUET (2011) et FOURY et al. (2016).

La méthode de l'ITH suggère un développement important des milieux forestiers — y compris et surtout de la forêt méditerranéenne — mais cependant limité par la présence d'espèces inféodées à des biotopes plus continentaux (régions montagneuses notamment). La collecte de nouveaux éléments anatomiques, liée à la poursuite des fouilles, permettra vraisemblablement d'appréhender de façon plus pertinente et mieux aboutie cette association faunique.

### 9.5.3 Conclusion

Le remplissage du secteur 2 des Auzières a livré plus d'une centaine d'éléments anatomiques de micromammifères déterminables au niveau générique et spécifique. Ainsi, 21 taxons, se rapportant aux soricomorphes, aux chiroptères, aux rongeurs et aux lagomorphes et à 16 individus (d'après le NMI) ont pu être mis en évidence.

Si la communauté micromammalienne identifiée ne présente pas d'intérêt biostratigraphique majeur, elle livre des informations sur les paléoclimats et les paléoenvironnements au sein de la séquence. En effet, elle est constituée d'espèces thermophiles susceptibles

TAB. 9.11 – Micromammifères des Auzières, secteur 2 : indices taxinomiques d'habitat (ITH). Avec : Tu = toundra, B = forêt boréale, Mo = montagne S = steppe, Fs = forêt et steppe A = milieux arides, D = forêt caducifoliée et Med = biotopes méditerranéens.

	Tu	B	Mo	S	Fs	A	D	Med
T. europaea	0.0	0.20	0.00	0.10	0.10	0.00	0.50	0.10
S. araneus/coronatus	0.2	0.20	0.30	0.05	0.10	0.05	0.10	0.00
C. suaveolens	0.0	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.30	0.30
C. leucodon	0.0	0.00	0.30	0.20	0.10	0.20	0.20	0.00
C. russula	0.0	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.30	0.30
A. sylvaticus	0.0	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
M. arvalis	0.0	0.00	0.00	0.10	0.10	0.50	0.30	0.00
M. agrestis	0.0	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.50	0.30
Arvicola	0.1	0.15	0.02	0.05	0.05	0.00	0.35	0.28
G. glis	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.40
M. (C.) nivalis	0.0	0.00	0.40	0.10	0.20	0.00	0.10	0.20
M. (T.) duodecimcostatus	0.0	0.00	0.00	0.00	0.15	0.15	0.20	0.50
M. (T.) multiplex	0.0	0.00	0.50	0.00	0.10	0.00	0.30	0.10
O. cuniculus	0.0	0.00	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.40



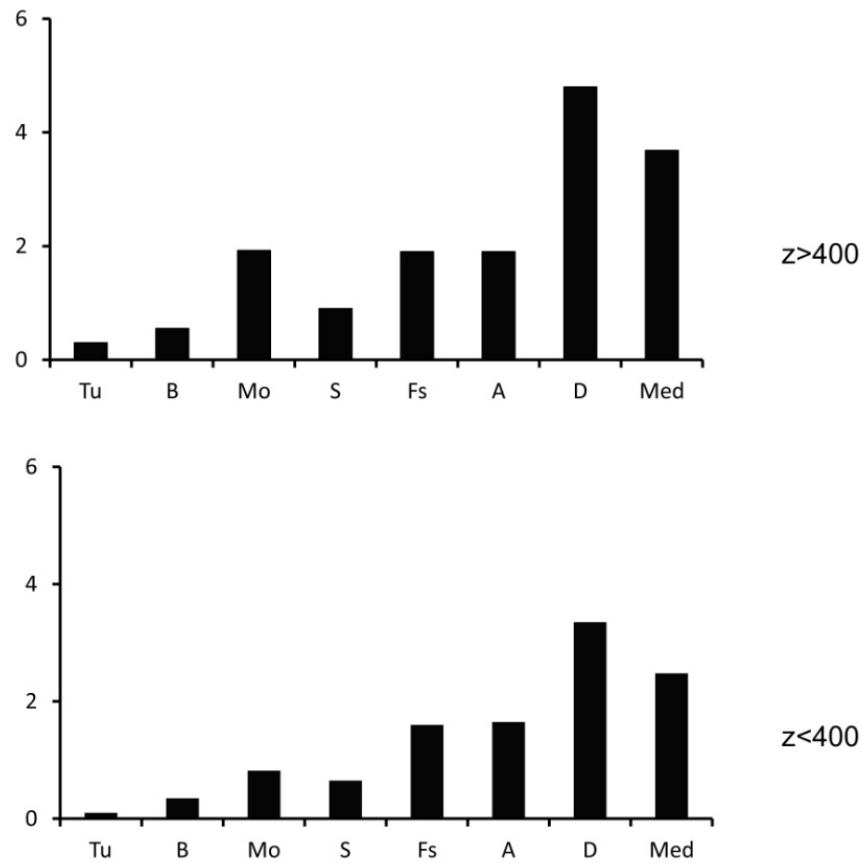


FIG. 9.27 – Micromammifères des Auzières, secteur 2 : indices taxinomiques d’habitat (ITH). Avec : Tu = toundra, B = forêt boréale, Mo = montagne S = steppe, Fs = forêt et steppe A = milieux arides, D = forêt caducifoliée et Med = biotopes méditerranéens.

d'être encore présentes actuellement dans la région [*Talpa europaea*, *Crocidura suaveolens*, *R. ferrumequinum*, *M. schreibersii*, *Tadarida teniotis*, *Pipistrellus pipistrellus*, *Microtus agrestis*, *A. sylvaticus*, *M. (T.) multiplex* et *M. (T.) duodecimcostatus*] et de quelques taxons généralement absents du biome méditerranéen [*Sorex* ex gr. *araneus/coronatus*, *Crocidura leucodon* et *M. arvalis*].

Les méthodes du climatogramme et de l'indice taxonomique d'habitat (ITH) évoquent un cachet tempéré et forestier fortement prononcé, cependant limité par la présence d'espèces inféodées à un climat plus continental et donc exclues actuellement du biome méditerranéen dans le sud-est de la France.

## 9.6 Paléontologie des amphibiens et reptiles (S. Baillon)

Dans ce rapport, nous présentons les résultats préliminaires de l'étude des restes d'amphibiens et de reptiles squamates (lézards et serpents) récoltés au cours des campagnes de fouille de 2018 (la plus grande partie des restes) et 2017 du secteur 2 du site des Auzières. Ils proviennent du lavage et le tamisage des sédiments obtenus dans les carés E8 à E11; F6 à F11 et G9 à G11 et dans des niveaux dont la profondeur varie essentiellement entre 200 et 400 cm.

Au total, 787 restes d'herpétofaune ont été déterminés. Parmi ceux-ci, 19 (environ 2.5 % du total des restes) appartiennent à des amphibiens anoures, 9 ossements à des sauriens (environ 1 % du total des restes) et 759 à des serpents (94.5 % du total).

Huit ou neuf taxons semblent y être présents : le Crapaud commun (*Bufo bufo*) (fig. 9.28 A et B) et un anoure de petite taille (*Pelodytes* ou *Hyla*) parmi les amphibiens anoures; deux ou trois lacertidés, dont un lézard de taille moyenne, le Lézard vert occidental (*Lacerta bilineata*; fig. 9.28 C et D), et probablement deux lézards de petite taille — le Lézard des souches (*Lacerta agilis*) et peut être un représentant du genre *Psammotromus* (une étude plus poussée permettra de confirmer ou de réfuter la présence de ces deux derniers taxons aux Auzières) — et l'Orvet fragile (*Anguis fragilis s.l.*; fig. 9.28 E et F) parmi les sauriens et trois serpents, la Couleuvre d'Esculape (*Zamenis longissimus*; fig. 9.28 G et H), un représentant du genre *Coronella* et la Vipère aspic (*Vipera aspis*; fig. 9.29). Parmi les différents taxons d'herpétofaune déterminés, la Vipère aspic, avec 748 restes (95 % du total des restes), est l'espèce la plus abondante et mieux représentée dans l'ensemble de la séquence étudiée.

L'ensemble de l'herpétofaune est dominé par la présence d'espèces à distribution sud-européenne méridionale (Lézard vert occidental, Couleuvre d'Esculape et Vipère aspic) ou avec des affinités méridionales (l'Orvet fragile). Le lézard des souches possède une distribution plus septentrionale qui évite la région méditerranéenne, tandis que les représentants du genre *Psammotromus*, sont des hôtes caractéristiques de cette dernière région. Le crapaud commun est une espèce eurasiatique à très large distribution. Cet

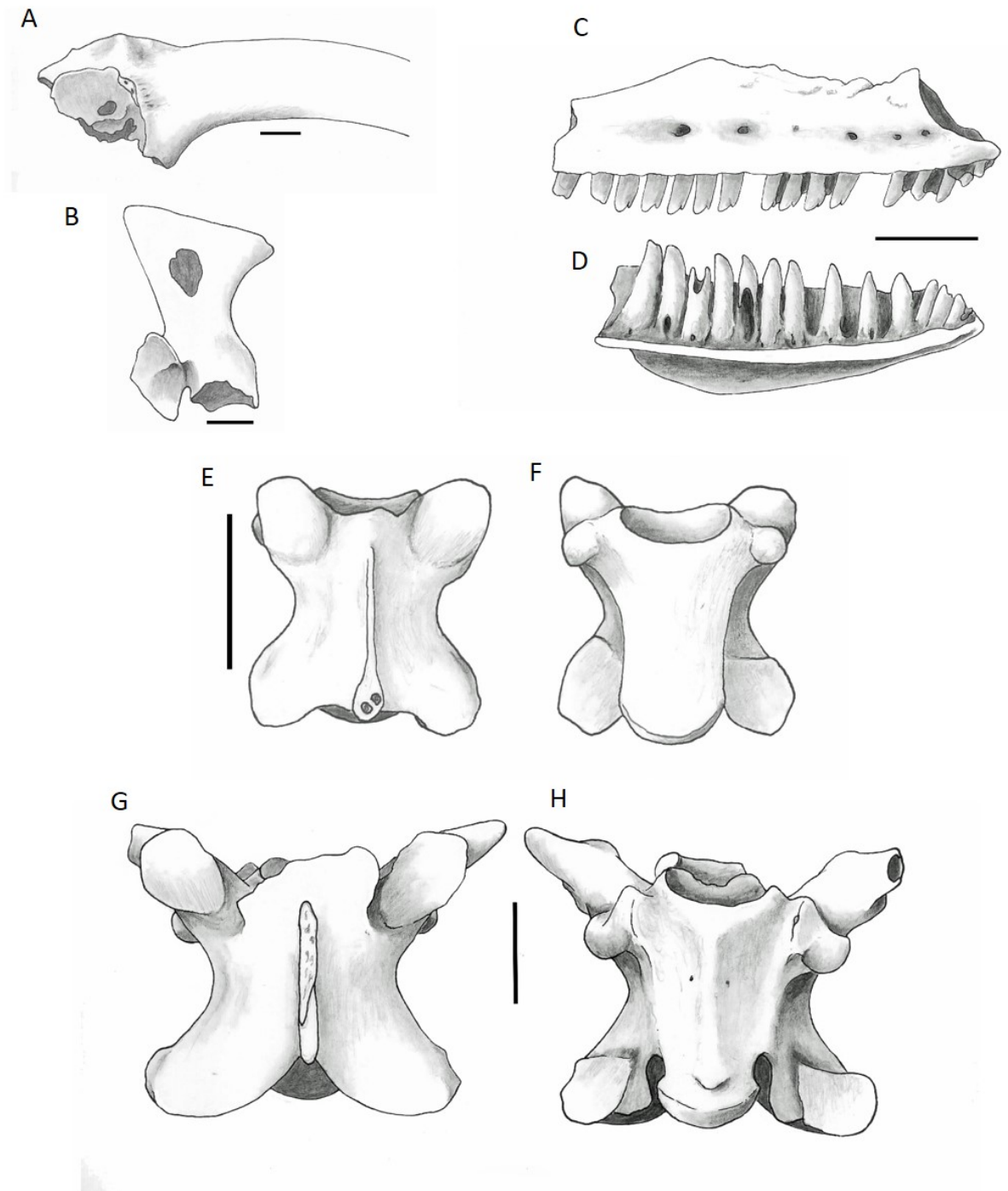


FIG. 9.28 – *Bufo bufo* : (A) ilion droit (vue latérale); (B) scapula droit (vue dorsale). *Lacerta bilineata* : (C) maxillaire droit (vue latérale); (D) dentaire gauche (vue médiale). *Anguis fragilis* : (E) et (F) vertèbre dorsale (vues dorsale et ventrale). *Zamenis longissimus* : (G) et (H) vertèbre dorsale (vues dorsale et ventrale). Échelle : 2 mm.

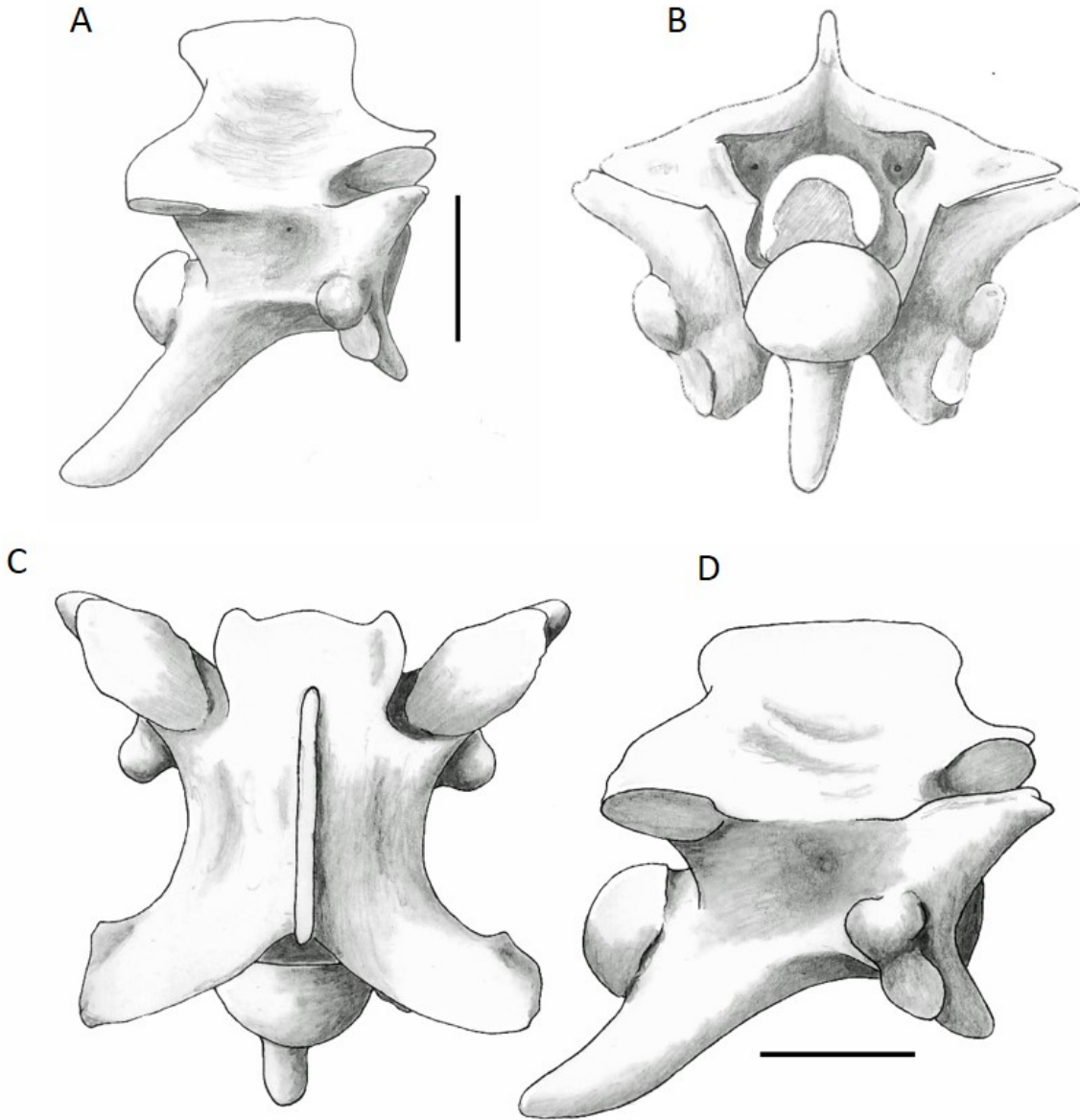


FIG. 9.29 – *Vipera aspis* : (A) vertèbre cervicale (vue latérale droite) ; (B), (C) et (D) vertèbre dorsale (vues postérieure, dorsale et latérale droite). Échelle : 2 mm.

ensemble évoque donc l'existence d'un climat relativement tempéré dont les composants typiquement méditerranéens semblent rares ou absents.

## 9.7 Coprologie

### 9.7.1 Palynologie (J. Argant)

En 2018, les quatre coprolithes de *Crocota crocuta spelaea* qui font l'objet de cette analyse provenaient des fouilles 2016 et 2017 du secteur 2 et viennent s'ajouter aux neuf coprolithes ayant déjà donné des résultats dans ce secteur (Argant *in* Jean-Baptiste FOURVEL et Nicolas FREREBEAU 2014 ; J.-B. FOURVEL et N. FREREBEAU 2015-2017).

En 2019, les huit coprolithes de *Crocota crocuta spelaea* qui font l'objet de l'étude palynologique proviennent des fouilles 2016 et 2018 : quatre sont issus du secteur 1 et les quatre autres du secteur 2.

#### 9.7.1.1 Traitement des échantillons

Le traitement des échantillons s'est fait selon la méthode habituelle de concentration en liqueur dense ( $d = 2$ ) utilisée pour les sédiments minéraux :

- Décarbonatation par l'acide chlorhydrique ;
- Désilicification par l'acide fluorhydrique (40 % à froid 24 h minimum) ;
- Traitement par la potasse à chaud (10 min) pour éliminer de la matière organique ;
- Concentration par centrifugation en liqueur dense ( $d = 2$ ) après agitation pendant 10 minutes ;
- Montage du culot dans la glycérine ;
- Détermination et comptage au microscope.

La décarbonatation des échantillons a été rapide dans tous les cas, traduisant leur pauvreté relative en carbonate de calcium. Il est probable que la proportion des vestiges résiduels d'os dans ces coprolithes était faible. Cela pourrait indiquer dans ce cas précis que la nourriture des hyènes était prélevée plutôt sur les parties molles des herbivores consommés et qu'elles n'avaient pas besoin de broyer les os, ce qu'elles ne font que dans les périodes de nourriture difficiles.

#### 9.7.1.2 Conventions de comptages

Les grains de pollen indéterminables et les spores de Ptéridophytes ne sont pas pris en compte dans la somme pollinique totale qui regroupe donc seulement les grains de pollen des arbres et des herbacées.

### 9.7.1.3 Résultats

Les quatre échantillons étudiés en 2018 sont riches en pollen (fig. 9.30) et contiennent un nombre de taxons variant de 18 à 33. Sur les huit échantillons traités en 2019, trois se sont révélés trop pauvres en pollen pour permettre d'établir un spectre utilisable : Q11.1 et Q10.12 (secteur 1) et E10.155 (secteur 2). Il reste donc cinq coprolithes dont le nombre de taxons oscille entre 21 et 29.

**9.7.1.3.1 Coprolithes G9.213, G9.247 et F9.184** Les spectres polliniques obtenus à partir de ces trois coprolithes (tab. 9.12) ont en commun une nette domination du pollen d'arbres et parmi eux des conifères : *Pinus* type *silvestris* essentiellement (45 à 73 %), et accessoirement *Abies* qui, représenté par quelques grains, atteint au plus 2 % de la somme pollinique. *Picea*, *Cedrus* et une Cupressaceae apparaissent également, mais sporadiquement, avec un ou deux grains de pollen seulement. Les feuillus représentent rarement plus de 1 % de la somme pollinique chacun : ce sont surtout *Quercus*, *Tilia* (fig. 9.30B), *Corylus* et *Betula*, présents dans les trois cas. On note également *Alnus*, *Acer* et une Rosaceae.

Les herbacées apparaissent donc minoritaires et ce sont les Composées (Asteraceae) diverses qui l'emportent toujours devant le groupe des steppiques (*Artemisia*, *Plantago*, *Rumex*, *Helianthemum*, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Rubiaceae et *Thalictrum*). Il faut remarquer la faible représentation des Poaceae (0,68 à 2,18 %) dans les trois spectres et la présence du genre asphodèle (*Asphodelus*) en G9.213 (fig. 9.30C). On trouve la plupart des espèces d'asphodèles sur les terrains dégradés dans la région méditerranéenne où elles résistent aux incendies. G9.247 livre une vingtaine de grains de pollen de *Carduncellus* (fig. 9.30D), genre d'Asteraceae à feuilles épineuses, dont les diverses espèces sont à affinités méditerranéennes.

1. Les variations de pourcentage des différents taxons peuvent être importantes d'un coprolithe à l'autre : c'est le cas notamment pour les Asteraceae dans le coprolithe G9.249 et les Fabaceae dans G9.213. *Caltha* est le seul taxon qui pourrait évoquer un lieu humide et il n'apparaît qu'en quantité modeste, dans le seul échantillon G9.213.
2. Toutes ces variations d'un coprolithe à l'autre peuvent être attribuées à la diversité des trajets de l'animal, à ses préférences, à la source de pollen (proie herbivore ou omnivore, boisson, léchage de la fourrure, etc.) et peut-être surtout à la saison, le tout dans un milieu possédant toujours les mêmes caractéristiques : relativement ouvert, avec des parties boisées où se côtoient des conifères (pin surtout) et quelques feuillus, et des espaces occupés par des plantes herbacées basses où dominent les Composées. Ce constat rejoint celui établi lors des études précédentes pour un groupe d'échantillons (groupe 1) provenant du secteur 2 des Auzières auquel ces trois coprolithes s'intègrent parfaitement, comme le montrent le tableau 9.12 et la figure 9.31 reprenant la représentation graphique du rapport de synthèse 2015–2017 (Argant in J.-B. FOURVEL et N. FREREBEAU 2015–2017).

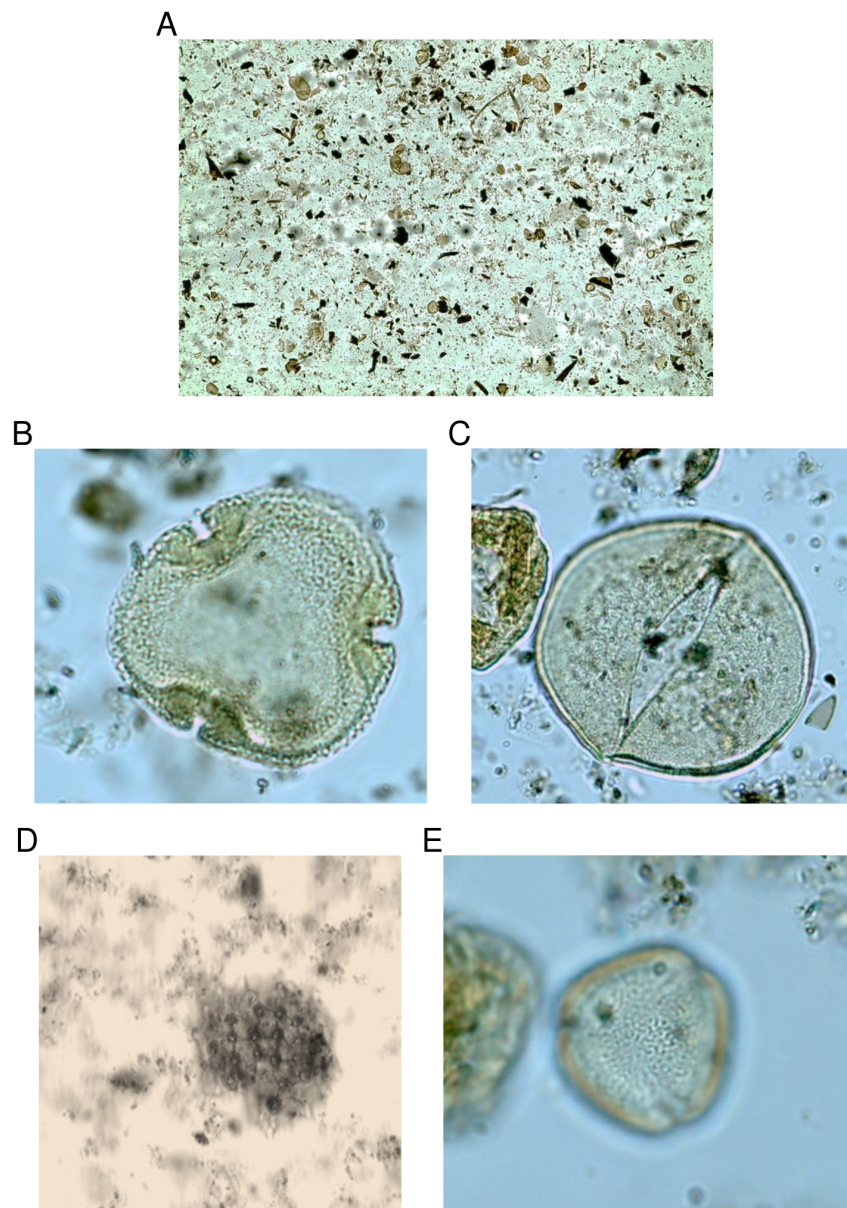


FIG. 9.30 – Pollens issus de l'étude des coprolithes des Auzières, secteur 2. Microscopie optique (clichés J. Argant). (A) G9.213, aspect d'une lame avec débris de lignine (grossissement  $\times 100$ ) et de nombreux grains de pollen parmi lesquels on reconnaît *Pinus* (plusieurs grains), deux Asteraceae, *Corylus*, spore monolète. (B) G9.213, *Tilia* (30  $\mu\text{m}$ ). (C) G9.213, *Asphodelus* (50  $\mu\text{m}$ ). (D) F9.184, *Spergularia* (20  $\mu\text{m}$ ). (E) G9.247, *Carduncellus* (40  $\mu\text{m}$ ).

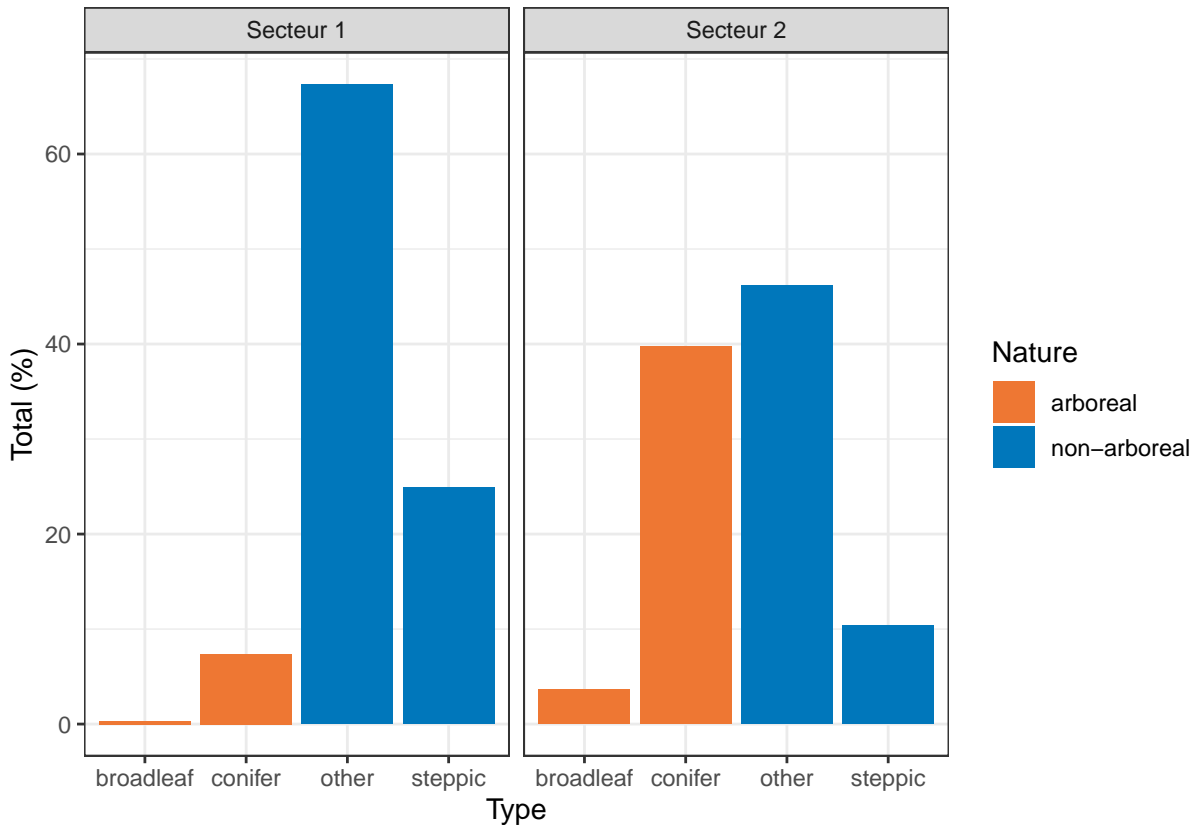


FIG. 9.31 – Résultats simplifiés de l'analyse pollinique des coprolithes issus des secteurs 1 et 2.

**9.7.1.3.2 Coprolithe G10.278** Le spectre correspondant à ce coprolithe se distingue des précédents par :

1. Un pourcentage d'arbres beaucoup plus faible (20,62 %), mais *Pinus* est toujours l'élément dominant et *Abies* figure toujours avec 2,77 %. Les feuillus sont moins diversifiés. *Viscum* (le gui) est à noter.
2. La progression nette des taux d'herbacées est due surtout à l'abondance du pollen d'une Caryophyllaceae (*Spergularia* type, fig. 9.30E) comme rencontré déjà dans le coprolithe Q10.11 du secteur 1 des Auzières (Argant *in* J.-B. FOURVEL et N. FREREBEAU 2015-2017). On note également un taux relativement élevé de *Melampyrum* (4,31 %).

Par contre, la représentation des Poaceae est très faible comme dans le cas des trois coprolithes précédents. Ce spectre peut être rattaché au sous-groupe 2b de la figure 9.32, zone regroupant les coprolithes du secteur 1 et 3 échantillons du secteur 2.

**9.7.1.3.3 Coprolithes F9.287 et G9.217** Dans les échantillons F9.287 et G9.217, provenant tous deux du secteur 2, le pollen d'arbres atteint respectivement 79.30 % et 68.45



TAB. 9.12 – Résultats simplifiés de l'analyse pollinique des coprolithes issus des secteurs 1 et 2.

ID	Taxons	Arbres (%)		Herbacées (%)	
		Feuillus	Conifères	NAP autres	Steppiques
E07.128	21	5.1	64.0	30.2	0.7
E07/8.NN	25	0.5	5.4	86.9	7.3
E08.268	27	1.7	55.0	29.7	13.5
E09.457	21	0.6	17.3	68.4	13.7
F08.169	22	0.0	5.9	85.6	8.6
F08.171	26	4.4	1.9	57.1	36.7
F08.173	12	1.0	74.0	21.2	3.8
F09.184	21	4.8	75.9	16.9	2.4
F09.287	28	6.4	72.9	17.8	2.9
F09.89	24	7.5	66.7	17.6	8.2
F09.93	20	3.4	63.9	25.0	7.7
F09.98	28	7.4	60.7	23.0	8.9
F09.R1	24	8.4	45.3	32.0	14.3
G09.213	33	7.0	47.3	35.5	10.2
G09.217	25	3.9	64.6	27.9	3.6
G09.247	18	4.8	55.9	38.0	1.3
G10.278	20	2.2	23.7	72.6	1.5
Q10.01	22	0.4	8.1	55.9	35.7
Q10.02	19	0.3	12.2	53.8	33.4
Q10.03	1	100.0	0.0	0.0	0.0
Q10.09	23	0.0	3.6	72.3	24.1
Q10.10	20	0.0	13.2	56.6	30.2
Q10.11	22	0.4	0.7	90.4	8.5
Q10.12	4	0.0	40.0	40.0	20.0
Q11.01	4	16.7	33.3	50.0	0.0

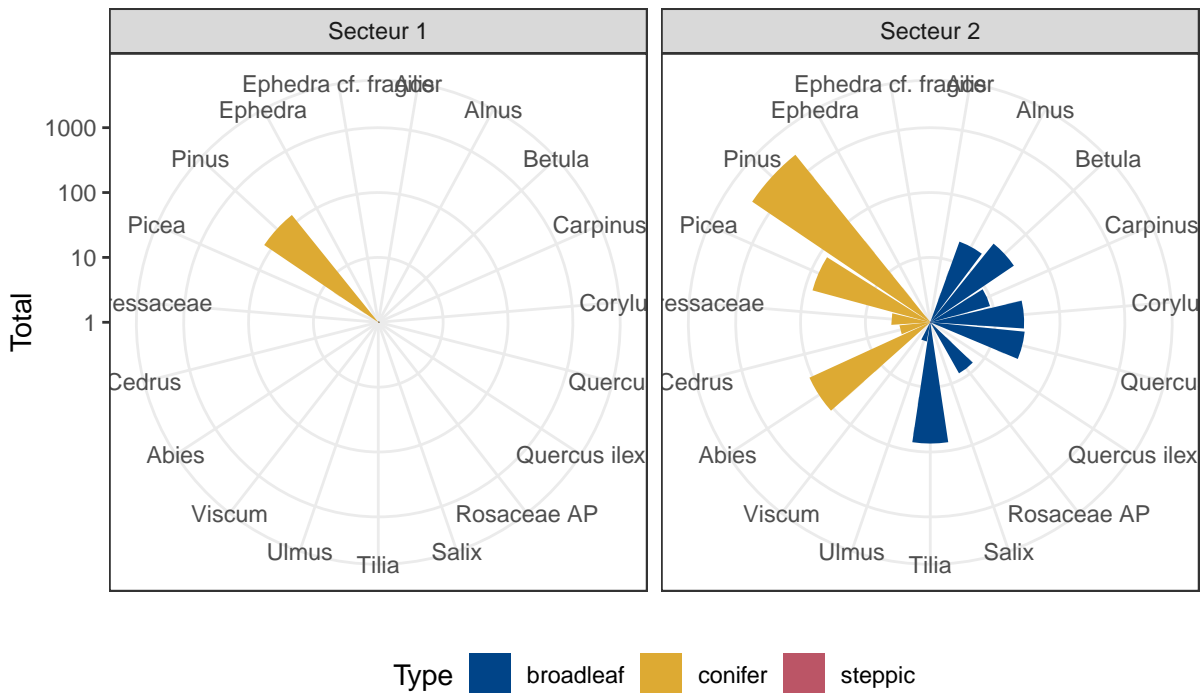


FIG. 9.32 – Représentation schématique des résultats simplifiés de l'analyse pollinique des coprolithes issus des secteurs 1 et 2 (Les Auzières).

% de la somme pollinique avec 75.86 % et 63.8 % de conifères toujours dominés par le pin. Ces spectres constituent une nouvelle preuve de la stabilité des résultats et de leur cohérence parmi les coprolithes du secteur 2.

Notons que F9.287 contient un taux de pollen de sapin de 10 %, relativement élevé par rapport à ce qui est observé dans tous les autres échantillons, et voisin du taux enregistré dans le coprolithe F9.98 analysé en 2014 (7.41 %). Ces deux coprolithes pourraient être très proches chronologiquement.

Comme dans les analyses précédentes Les arbres feuillus sont toujours très minoritaires. Six taxons apparaissent, : bouleau, aulne, noisetier, chêne, orme, tilleul (fig. 9.33A), charme (fig. 9.33C. Ces deux coprolithes peuvent donc être rattachés sans hésitation au groupe 1 (*infra*).

**9.7.1.3.4 Coprolithes E9.457, Q10.9 et Q10.10** Les deux coprolithes du secteur 1, Q10.9 et Q10.10 et un appartenant au secteur 2, E9.457, s'intègrent bien quant à eux dans le groupe 2 riche en herbacées (*infra*). Certains taxons dominent largement : ce sont surtout des Asteraceae dans le cas de Q10.9 et Q10.10, Fabaceae et Lamiaceae pour E9.457. Le caractère steppique de l'environnement est bien illustré dans Q10.9 en particulier, par la cardoncelle (ou carthame, *Onobroma caerulea*) (fig. 9.33D) rencontrée actuellement sur les terrains maigres de Provence, du Languedoc et de Corse entre 0 et 300 m d'altitude.

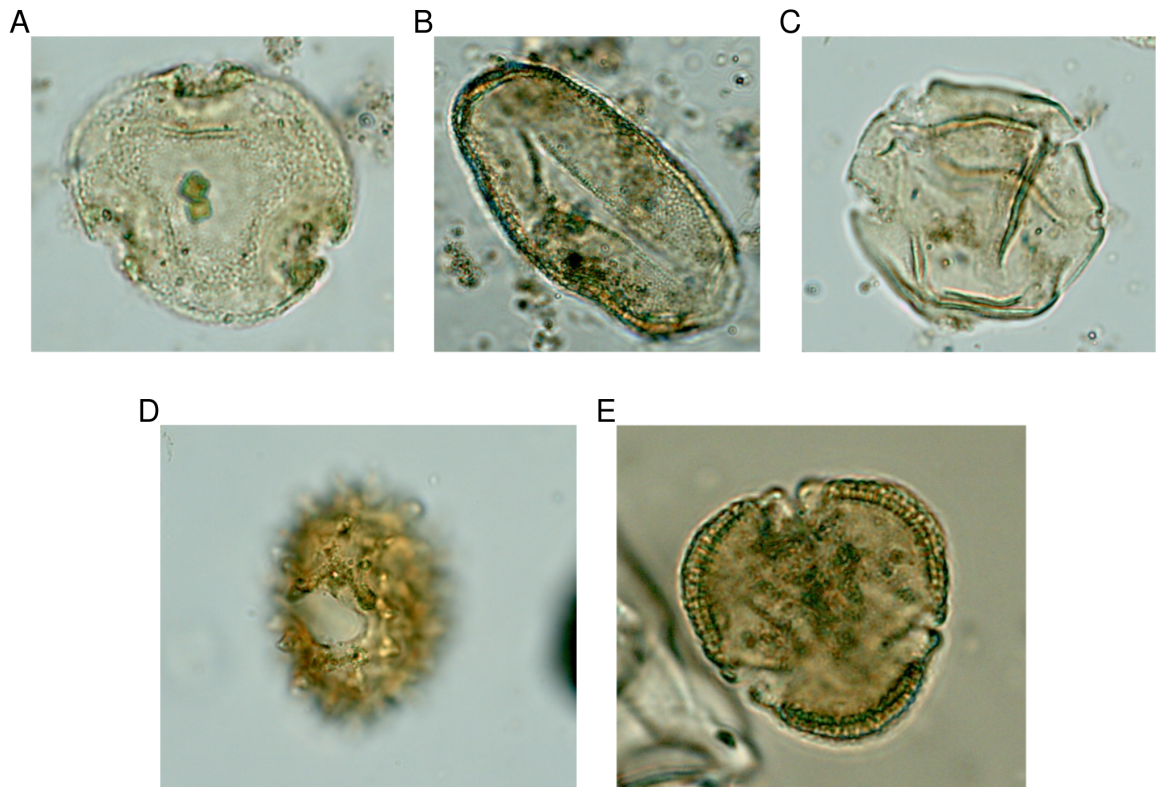


FIG. 9.33 – Pollens issus de l'étude des coprolithes des Auzières. Microscopie optique (clichés J. Argant). (A) *Tilia* (E9.457). (B) *Liliaceae* type *Scilla* (E9.457). (C) *Carpinus* (E9.457). (D) Asteraceae cf. *Onobroma caerulea* (= *Carduncellus caerulea*) (Q10.9). (E) Euphorbiaceae (Q10.9).

#### 9.7.1.4 Hypothèses d'interprétation

Cette nouvelle série d'analyses prend tout son intérêt lors de la comparaison avec les études précédentes. Elle vient renforcer l'interprétation et les hypothèses formulées à l'occasion de la synthèse réalisée en 2017 (Argant *in* J.-B. FOURVEL et N. FREREBEAU 2015-2017). La représentation graphique de tous les résultats obtenus jusque là (fig. 9.32) fait toujours apparaître nettement les deux principaux types de spectres signalés dans l'analyse :

- Le groupe 1, homogène, réunit neuf coprolithes sur treize du secteur 2, caractérisés par un pourcentage élevé de conifères (pin, épicéa, sapin) le plus souvent supérieur à 50 %, et la présence discrète de feuillus. Corrélativement, les herbacées s'expriment peu (souvent moins de 10 % pour les steppiques et moins de 30 % pour les herbes plus ubiquistes). Le tout évoque une formation boisée discontinue comparable par sa composition aux forêts subalpines ou boréales actuelles. Il faut noter la présence d'espèces à affinités méditerranéennes s'accommodant de terrains laissant supposer des zones rocheuses (?), à sols relativement pauvres et secs.
- Le groupe 2 est caractérisé par la très faible proportion d'arbres (représentés presque exclusivement par le pin), voire leur absence totale. On a alors l'image d'un milieu très ouvert mais avec deux faciès distincts : prairie à Poaceae abondantes (sous groupe 2a) ou milieu à caractère plus nettement steppique (sous groupe 2b).

Plusieurs causes possibles peuvent être proposées pour expliquer les différences entre les spectres :

1. Deux milieux différents, une même époque : saison, parcours de chasse, proies évoluant en milieu ouvert et/ou fermé. Le rayon du territoire de chasse est cependant trop faible pour enregistrer d'aussi importantes variations de la représentation des arbres dans les spectres compte tenu du fort pouvoir de dispersion du pollen des conifères — pin surtout (J. ARGANT 2004).
2. Deux milieux différents, deux époques différentes : conditions climatiques.
  - (1) Milieu forestier : période fraîche et humide (OIS 5d ou 5b par exemple ?) ;
  - (2a et 2b) Milieu ouvert : baisse des précipitations (OIS 4 ?).
3. Trois milieux différents, trois époques différentes : conditions climatiques.
  - (1) Milieu forestier : période fraîche et humide (OIS 5d ou 5b par exemple ?) ;
  - (2a) Milieu de prairies plus ou moins humides (OIS 4 ?) ;
  - (2b) Milieu plus sec avec steppiques (toujours OIS 4 ?).

Il semble qu'on puisse pour l'instant rejeter la première hypothèse d'une seule et même époque pour tous les coprolithes : les seules explications liées aux circonstances d'ingestion du pollen ne suffisent pas en effet à justifier les différences importantes entre les groupes. Il y aurait donc bien, au moins, deux époques différentes, voire trois.

Les trois coprolithes du secteur 1 (Q10.1, Q10.2 et Q10.11) auxquels il faut ajouter F8.171 et G10.278 du secteur 2, reflètent une période *a priori* la plus rigoureuse, plus froide et relativement sèche (groupe 2b). Les spectres pourraient être compatibles par exemple avec les conditions du début du stade OIS 4.

Les autres coprolithes du secteur 2 pourraient quant à eux appartenir à deux périodes distinctes :

- Onze d'entre eux (groupe 1 : E7.128, F9.89, F9.98, F9.93, F9.287, E8.268, F9.R1, G9.213, G9.217, G9.247, F9.184) évoquent une forêt boréale comme celle qui apparaît dans la phase de transition entre l'optimum climatique de l'Eémien (stade OIS 5e) et le Pléniglaciaire inférieur (stade OIS 4). Il pourrait s'agir par exemple du stade OIS 5d ou du stade 5 b où, d'après les analyses palynologiques de longues séquences des Vosges, du Massif central et des Echets (PONS et al. 1992) quelques feuillus apparaissent en petites quantités dans une forêt boréale de conifères.
- Les six autres (groupe 2a : E9.457, F8.169, G10.278, E7/E8 ( $z = 315$ ), Q10.9, Q10.10), nettement différents des précédents, se rapprochent de ceux du secteur 1 par la rareté du pollen d'arbres. Soit il s'agit de coprolithes appartenant au même stade que ces derniers (OIS 4 par exemple), mais à l'intérieur d'un épisode moins sec et moins froid ; soit il faut les rattacher au groupe 1 en supposant que la présence presque exclusive de pollen d'herbacées est seulement due à la consommation d'une panse d'herbivore ayant brouté dans un espace totalement découvert.

Ces hypothèses d'interprétation seront à réviser lorsque la stratigraphie et le rapport entre les deux secteurs du gisement seront mieux établis. La confrontation avec les conclusions de toutes les études engagées sur le site sera déterminante.

Au vu des résultats 2019, les nouveaux exemples enregistrés montrent la variabilité de ces taxons dominants : Poaceae, Caryophyllaceae, Fabaceae, Asteraceae, etc. On peut alors uniquement constater des spectres à caractère steppique, dont la variabilité peut s'expliquer entre autre par la saison et les conditions d'ingestion du pollen (Argant *in* J.-B. FOURVEL et N. FREREBEAU 2015-2017). Aussi il semble désormais préférable d'abandonner la distinction de deux sous-groupe au sein du groupe 2 (facies 2a *vs* 2b) qui ne figure donc plus dans le diagramme de synthèse (fig. 9.32).

### 9.7.2 Paléoparasitologie (A. Hoffmann)

Dans le cadre de la campagne 2017, douze coprolithes associés au sédiment sous-jacent ont été prélevés pour réaliser une analyse paléoparasitologique. A ce jour, seuls deux coprolithes ainsi que le sédiment associé ont été analysés en microscopie optique.

### 9.7.2.1 Méthode

**9.7.2.1.1 Prélèvements de coprolithes** Les contaminations actuelles possibles constituent le principal risque lors du prélèvement. Il est nécessaire de prélever le coprolithe ainsi que le sédiment sous-jacent, et donc différencier les deux échantillons.

**9.7.2.1.2 Prélèvements de sédiments en cours de fouille** Le sédiment doit être enlevé sur une épaisseur d'environ 2 mm pour éviter des problèmes de contamination dû à la fouille, et ensuite prélevé. Entre chaque prélèvement, les outils doivent être nettoyés, débarrassés du sédiment qui pourraient contaminer les futurs échantillons. Un premier outil est utilisé pour enlever les parties de terre qui pourraient être contaminées, puis un deuxième outil sert à prélever. Ainsi ce dernier ne se trouve jamais en contact avec des parties non nettoyées.

**9.7.2.1.3 Conservation des échantillons** Pour éviter une altération des œufs, les prélèvements ne sont jamais laissés au soleil ou à des températures trop importantes. Les prélèvements sont donc stockés à l'abri de la lumière et de la chaleur.

**9.7.2.1.4 Protocole d'extraction et d'analyse** Le protocole détaillé ci-dessous a été comparé à des méthodes utilisées en coprologie médicale (DOMMELIER-ESPEJO 2001). Cette méthode d'analyse a été, de nouveau, testée sous la dénomination RHM (*rehydration-homogenization-micro-sieving*) à Besançon, Laboratoire de Chrono-environnement, université de Franche-Comté (DUFOUR et LE BAILLY 2013). Elle offre le meilleur rendu entre diversité des différents taxons parasites et concentration.

**Réhydratation** 5 à 10 g d'échantillon est mis à réhydrater pendant une semaine dans des erlenmeyers, contenant 50 mL d'eau glycinée à 5 % et 50 mL de solution aqueuse de phosphate trisodique à 0,5 %. Le glycérol permet d'intensifier la réhydratation des éléments les plus lithifiés (BOUCHET 2002). Le phosphate trisodique a été utilisé la première fois en 1960 par Callen et Cameroun, dans le cadre de matériel archéologique provenant du Pérou. Cette première étape permet d'ameublir le sédiment, sans altérer la forme ou le contenu des œufs. Quelques gouttes de formol sont ajoutées à ce mélange pour éviter la prolifération d'algues ou de champignons, qui pourrait gêner l'opération de tamisage et les lectures en microscopie.

**Homogénéisation** Les échantillons sont broyés au mortier et placés ensuite dans une cuve à ultrason pendant une minute. Ce procédé permet de séparer les œufs de parasites, des particules organiques et minérales. Cette opération facilite l'observation au microscope.

TAB. 9.13 – Propagules retrouvées au sein de contextes paléolithiques.

Nom du site	Chronologie	Type de site	Matériau	Types d'œufs	Commentaires	Auteur
Arcy-sur-Cure	30000-25000	grotte	?	Ascarididae		@bouchet1996
Ramandils	128000 ± 15000	grotte	coprolithes	Toxocaridae et Ascarididae	Ensemble II	@lartigot-campin2017
Caune de l'Arago	550000	grotte	coprolithes	Dicrocoeliidae	Photographie peu convaincante (non pris en compte)	@jouy-avantin1997
Menez-Dregan	300000-500000	plein air	sédiments	Toxocaridae		@bouchet2003

**Tamissage** Le mélange, une fois réhydraté et homogénéisé, est filtré à travers une colonne composée de quatre tamis, respectivement de 315 µm, 160 µm, 50 µm et 25 µm. La colonne de tamis est placée sous un flux constant d'eau clair. La filtration, se fait jusqu'à ce que les échantillons soient débarrassés de toutes les argiles ainsi que les éléments ayant une taille inférieure à 25 µm. Seuls les refus de tamis provenant des mailles de 25 µm et de 50 µm sont observés au microscope. En effet la plupart des œufs d'helminthes observés ont une taille de 30 µm à 160 µm de long pour 15 µm à 90 µm de large. Les refus des deux tamis sont placés dans des tubes à hémolyse, bouchés et formolés. Les échantillons sont ensuite stockés en attendant d'être analysés au microscope optique.

**Lecture au microscope optique** Les échantillons sont observés à raison de 10 lames par fraction (DOMMELIER-ESPEJO 2001). Les préparations sont prélevées à l'aide de pipettes Pasteur, puis montées entre lames et lamelles. Les observations sont annotées dans un cahier (paysage : les différents éléments microscopiques observés hors parasites), chaque œuf retrouvé est identifié, mesuré, comptabilisé et photographié grâce à une caméra numérique reliée au microscope.

### 9.7.2.2 Résultats

Les quatre échantillons analysés ont été négatifs à la détection de propagules helminthologiques. Les échantillons malgré l'augmentation de la quantité de sédiment mis à réhydrater par rapport à l'Holocène ce sont avéré pauvre en restes organiques. Cependant, les analyses réalisées sur l'échantillon provenant du coprolithe G9.280 ont démontré une conservation des matériaux organiques et notamment de pollens bien conservés. Ce résultat est encourageant pour les futures analyses du gisement.

À ce jour, il n'y a que peu de données sur les œufs de parasites retrouvés en contexte paléolithiques (tab. 9.13). Un hiatus important de la recherche se trouve également au sein du développement des laboratoires. En effet, les seuls gisements qui ont fait l'objet d'analyses positives sur le territoire européen se situent en France.

TAB. 9.14 – Synthèse des charbons prélevés par campagne.

Campagne	Total	% total
2003	1	0.5
2004	22	10.0
2005	5	2.3
2014	12	5.5
2015	2	0.9
2016	40	18.2
2017	56	25.5
2018	44	20.0
2019	15	6.8
2021	23	10.5

## 9.8 Anthracologie

Depuis 2014, les campagnes successives de fouilles ont permis de mettre au jour de nombreux vestiges charbonneux. 601 charbons ont pu être observés, 592 ont été localisés dans l'espace et 220 ont pu être prélevés (tab. 9.14). On notera à ce titre que la quantité de charbon augmente au fur et à mesure que les travaux se concentrent sur le niveau anthropique (fig. 9.34).

Ces vestiges présentent une très grande diversité d'état de préservation. Quelques spécimens sont bien conservés et taille centimétrique (fig. 9.35). La majeure partie de l'assemblage consiste cependant dans des éléments de charbon de petit calibre (inférieur au centimètre). Ces nombreux charbons de faibles dimensions sont inventoriés et localisés dans l'espace, mais ne sont pas collectés : leur état de conservation (généralement désagrégé) n'autorise pas de prélèvement.

Les charbons de bois ayant pu être prélevés vont faire l'objet d'une étude, en collaboration avec I. Théry-Parisot (UMR 7264 CEPAM). L'étude anthracologique du site des Auzières combinée à des analyses isotopiques ( $\Delta^{13}C$ ) réalisées sur charbon de bois, contribuera à préciser le contexte paléoclimatique et paléoenvironnemental de la fréquentation du site. L'étude des charbons de bois du site des Auzières, entre par ailleurs dans le cadre du programme ReseArch (2019–2021), porté par I. Théry-Parisot et ayant reçu un financement de la Région Sud pour l'acquisition d'équipements du laboratoire de microscopie électronique du CEPAM. Le projet s'inscrit dans une perspective de connaissance et de valorisation du patrimoine archéologique, de la biodiversité et des interactions Hommes/Milieus en Région Sud. Il s'appuie sur la spécificité géographique régionale pour étudier les relations hommes/milieus sur la longue durée. Plus particulièrement, une partie du projet est dédié au réexamen de séries anthracologiques en Région Sud,



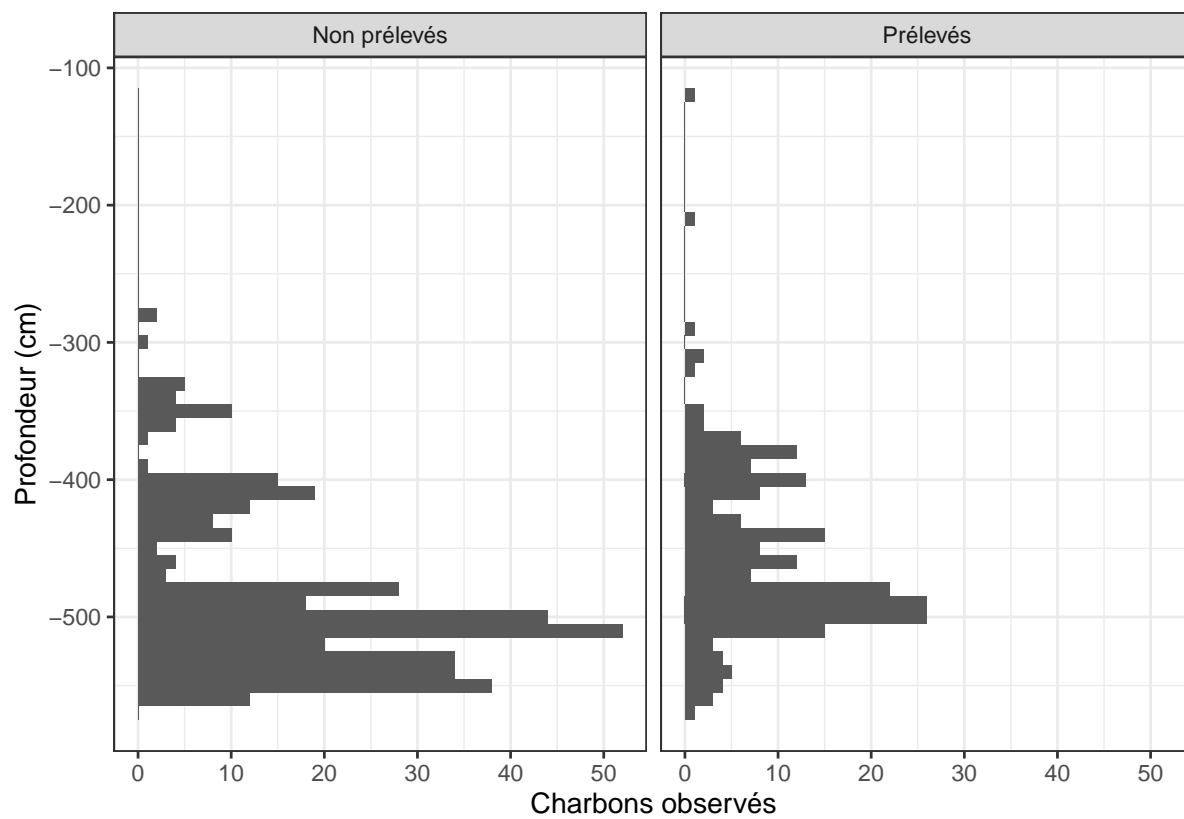


FIG. 9.34 – Nombre de charbons observés dans le secteur 2 en fonction de la profondeur.



FIG. 9.35 – Charbon centimétrique préservé en stratigraphie. Les Auzières, secteur 2 (cliché J.-B. Fourvel).

s'appuyant sur des méthodologies innovantes et à fort potentiel pour la connaissance des environnements.

Les analyses en microscopie optique et électroniques seront réalisées au CEPAM. Les analyses isotopiques seront réalisées au LOV (Laboratoire d'Océanographie de Villefranche), suivant les procédures définies dans le cadre de la thèse de B. Audiard.

## 9.9 Industries lithiques (L. Slimak)

En 2014, ce sont quatre pièces lithiques indubitablement anthropiques qui ont été mis au jour (tab. 9.15). 23 pièces lithiques ont été mises au jour lors des travaux 2015–2017 dont huit supports Levallois, deux pointes pseudo-Levallois et deux ébauches de nucléus à plan équatorial (tab. 9.16). La campagne 2018 a permis la collecte de 13 pièces lithiques anthropiques parmi lesquelles deux produits finis : un racloir simple convexe (E9.452) et un éclat Levallois unipolaire convergent à tendance laminaire (G9.329 ; tab. 9.17). La campagne 2019 a livrée total de 23 pièces (tab. 9.18).

### 9.9.1 Rappels concernant l'opération 2014

L'opération 2014 n'avait livré que 4 pièces lithiques clairement pléistocènes et issues de l'ensemble E211 (tab. 9.15). Ces 4 pièces présentent une forte patine blanche et quelques altérations, ébréchures et microdenticulations de tranchants.

La première pièce E9.R001<sup>4</sup> est un support massif et allongé  $113 \times 40 \times 29$  mm correspondant à une phase initiale d'un débitage. Son talon est à la fois large et lisse n'enregistrant aucune préparation préalable. La seconde pièce est une pointe pseudo-Levallois G10.R005 ( $42 \times 35 \times 8$  mm). Son talon est lisse. Le support déborde à droite. Cette pointe pseudo-Levallois est ici intéressante car ce sous-produit semble bien s'inscrire au sein d'un débitage Levallois.

Les deux derniers supports sont un proximal d'éclat à talon facetté F9.86 mesurant en l'état  $29 \times 27 \times 8$  mm (mais seule l'épaisseur est ici originale) et un fragment d'éclat massif et irrégulier F9.99 ( $68 \times 36 \times 16$  mm — seule l'épaisseur est originale dans ces mesures).

Il était impossible d'établir de conclusion sur la présence de ces 4 pièces. La pointe pseudo-Levallois et le fragment d'éclat à talon facetté ont clairement une valeur diagnostique rattachant ces éléments à la sphère des systèmes techniques du Moustérien. Mais ces quelques pièces très altérées, dont la moitié est fracturée, et en l'absence de tout micro-éclat indiquant des productions locales marquaient-elles réellement une présence

---

<sup>4</sup>E9.R001 dans un sachet avec étiquette, recto : “n° voir carnet Monchot & Marchal” / verso : “E9 sondage R1-2 Z-380.” Vérifier le numéro d'inventaire G10.R005.

TAB. 9.15 – Industrie lithique moustérienne issue de la campagne 2014 (Les Auzières, secteur 2).

Numéro	Description	Talon
G10.R005	Pointe pseudo-Levallois	Lisse
F9.86	Fragment proximal d'éclat	Facetté
F9.99	Fragment mésial de gros éclat	
E9.R001	Gros éclat élané d'amorce	

moustérienne au sein de la cavité où elles ont été retrouvées ou la présence de ces pièces relevaient-elles de l'évolution du site et de son remplissage postérieur ?

Par ailleurs, la piètre conservation de ces 4 pièces moustériennes de l'ensemble E211 tranchait nettement avec l'aspect relativement frais des industries holocènes de l'US 2001 (mésolithique ?) représentées par 206 pièces (Slimak *in* Jean-Baptiste FOURVEL et Nicolas FREREBEAU 2014).

### 9.9.2 Triennale 2015–2017

En 2015 le secteur 2 des Auzières a livré deux éclats (F8.TM2 et E7.TM1) et une ébauche de nucléus (probablement moustérien ; G10.247). Ces trois pièces sont associées à plusieurs centaines de fragments de silex naturel extrêmement altérées, désilicifiées et présentant des cupules de gel. En 2016, sept supports, dont 4 éclats Levallois (tab. 9.16) ont été mis au jour. S'ajoute à ces pièces une unique esquille de silex (R10.16). En 2017, ce sont 12 supports, dont 4 Levallois et une ébauche de nucléus, à plan équatorial qui ont été mis au jour. S'ajoutent à ces 13 éléments 18 micro-éclats de moins de 20 mm.

L'exercice 2015–2017 a ainsi livré un total de 23 pièces lithiques de plus de 20 mm, dont 8 supports Levallois, 2 pointes pseudo-Levallois, 2 ébauches de nucléus à plan équatorial et 2 éclats à flanc cortical (tab. 9.16, fig. 9.36).

TAB. 9.16 – Industrie lithique moustérienne 2015-2017 (Les Auzières, secteur 2).

Réf.	Détermination	Matière	Talon	Observations
E10.160	Éclat Levallois unip. conv.	Crétacé brûlé	Dièdre	
F8.186	Éclat Levallois unip. conv.	Crétacé	Facetté	
E10.163	Éclat Levallois unip.	Crétacé	Lisse	
F9.177	Éclat Levallois unip.	Crétacé	Lisse	
E9.425	Éclat	Crétacé	Lisse	
F9.183	Éclat Levallois unip.	Crétacé	Facetté	
F9.218	Éclat Levallois unip. conv.	Crétacé	Lisse	
F9.216	Éclat Siret	Crétacé brûlé		
E9.430	Éclat Levallois	Crétacé	Facetté	25 x 25
E9.414	Éclat	Crétacé	Lisse	Proximal
G11.221	Pointe pseudo-Levallois	Crétacé	Dièdre	
E9.434	Éclat Levallois	Crétacé	Dièdre	Outrepassé
E9.435	Éclat	Crétacé	Lisse	
E9.444	Pointe pseudo-Levallois	Crétacé	Lisse	
E9.401	Éclat	Brûlé		Mésial
G12.6	Éclat	Crétacé	Lisse	
F10.190	Ébauche de nucléus	Crétacé		10 enlèvements. Ébauche Levallois ? Ébauche de corniche sur 40 % périphérie
F8/F9.TM1	Éclat	Crétacé	Lisse	
E9.448	Éclat flanc cortical G	Crétacé	Dièdre	
E11.TM1	Éclat flanc cortical D	Crétacé		Rebroussé
F8.TM2	Éclat	Crétacé		
E7.TM1	Éclat	Crétacé		
G10.247	Ébauche de nucléus	Crétacé		

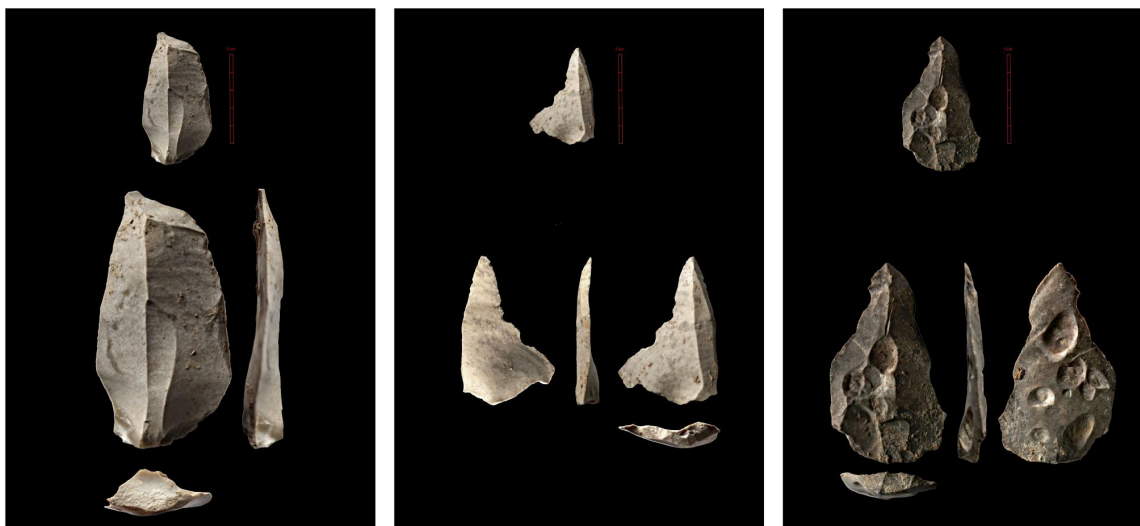


FIG. 9.36 – Industries lithiques. De gauche à droite : produit Levallois (E10.163), produit Levallois (F8.186), produit Levallois brûlé (E10.160). Clichés L. Slimak.

Les supports Levallois, représentant plus du tiers de ce corpus et sont donc surnuméraires. Les éléments liés à leur obtention ne sont pas attestés dans les espaces fouillés, soit que les espaces de production soient effectivement en dehors du site, soit que ceux-ci soient localisés dans d'autres secteurs encore inexplorés. On relèvera que non seulement la part des éclats, mais aussi celle des micro-éclats est sous-représentée, ce qui laisserait entendre que les phases de production des éléments Levallois en présence auraient plutôt été établies hors site, au sens large.

6/8 des éclats Levallois sont obtenus à partir de débitage unipolaires ( $n = 3$ ) ou unipolaires convergents ( $n = 3$ ). Les trois éclats à talon facetté de cette série de 21 supports sont reconnus sur ces éclats Levallois (3 talons facettés sur 16 reconnaissables).

L'ensemble des roches employées sont ici des silex crétacés dont l'origine semble à rechercher dans un rayon assez local. Il faut noter la présence de trois pièces profondément brûlées, un éclat Levallois, un éclat Siret et un mésial d'éclat (fig. 9.36). Il semble probable que ces pièces, littéralement détruites (quant à leur potentiel fonctionnel) par l'action du feu ont été brûlées localement, ce qui témoigne ici, dans la proximité immédiate des zones fouillées ou du site, de l'existence de foyers.

Ces quelques éléments anthropiques restent rares, avec une moyenne de 7 à 8 pièces lithiques, et autant de micro-éclats, découverts par campagne de fouille, mais ils témoignent pour la première fois d'une présence humaine concrète dans cette cavité.

Reste à comprendre la raison et l'organisation de ces passages humains dans la cavité. Est-ce la partie émergée de l'iceberg ? Avec de plus fortes signatures anthropiques dans d'autres secteurs du site ? On relèvera que 11 des 23 produits proviennent de la bande

9, ainsi que 13 des 18 micro-éclats. Rien qui permette à ce stade de poser la moindre conclusion, mais une indication de spatialisation des occupations humaines dans ce réduit spatial pourrait effectivement être envisagée.

Les pièces bien que systématiquement patinées, présentant des voiles blancs de différentes amplitudes, permettant épisodiquement de deviner l'aspect originel du matériau (patine différentielle probablement à valeur spatiale dans le site). Les supports ne montrent aucune altération physique des tranchants, ébréchures, esquillements, encoches, leurs tranchants étant globalement assez frais, induisant probablement l'absence de déplacements physiques taphonomiques ; ces pièces lithiques sont alors vraisemblablement dans l'espace où les groupes humains les ont abandonnées.

Ces éléments concernent essentiellement l'US G (16/23), bien que quelques éléments proviennent des US F1 (1 éclat), F2 (2 éclats) et F3 (4 pièces : 1 ébauche de nucléus, 1 éclat à flanc cortical droit, 1 pointe pseudo-Levallois et 1 éclat Levallois unipolaire convergent).

On ne peut, à ce stade, avancer plus loin dans nos conclusions sur la base de ces 23 (+18) éléments lithiques. La présence de ce très petit corpus lithique est en soi informatif et tranche probablement avec les 24 éléments des premières fouilles qui montraient certaines altérations physiques pouvant laisser entendre que ces pièces n'étaient pas associées aux niveaux paléontologiques pléistocènes dans lesquels ils avaient été retrouvés (MARCHAL et al. 2009).

En tant que tel, la campagne 2015–2017 a révélé pour la première fois des éléments permettant de démontrer une présence anthropique pléistocène aux Auzières, laquelle est marquée par la présence de produits finis Levallois d'assez grand module 70 à 80 mm et la marque probable de l'emploi de foyers dans ou à proximité directe du site.

### 9.9.3 Triennale 2018–2020

L'opération 2018 aux Auzières a permis de mettre en évidence 13 pièces lithiques d'origine anthropique (tab. 9.17). Ces 13 pièces comprennent deux éclats intégralement corticaux ou essentiellement corticaux, non retouchés et ne présentant aucun stigmate sur leurs tranchants permettant d'envisager une utilisation effective de ces pièces. Cette indication permet de penser que ces pièces proviennent d'un débitage s'étant établi dans la cavité, probablement à proximité de la zone de fouille. Quelques micro-éclats de moins de 20 mm soutiennent cette proposition.

Deux produits finis sont attestés dans cette petite collection, un racloir simple convexe (E9.452) et un éclat Levallois unipolaire convergent à tendance laminaire (G9.329).

Les roches sont essentiellement crétacées et d'origine locale. Les modules souvent importants des éclats non utilisés, communément env. 10 cm de longueur, permet d'envisager la présence immédiate dans l'environnement de silex de qualité et une accessibilité aisée à ces ressources.

TAB. 9.17 – Inventaire des pièces lithiques découvertes en 2018 (Les Auzières, secteur 2).

Numéro	Détermination	Matière	Talon	Observations
E8.276	Eclat à flanc cortical droit	Crétacé	Lisse	
F9.253	Eclat cortical	Crétacé	Lisse	
E9.483	Eclat	Crétacé	Lisse	
E10.242	Distal éclat cortical	Crétacé		
F9.256	Eclat rebroussé		Lisse	
E9.471	Micro-éclat inf. 20 mm	Crétacé	Lisse	
F10.218	Eclat	Crétacé	Lisse	
F10.225	Amorce corticale	Crétacé	Lisse	
E10.201	Amorce corticale II	Crétacé	Lisse	
E9.458	Eclat rebroussé 25 mm	Crétacé	Lisse	
E7.142	Micro-éclat inf. 20 mm	Crétacé	Lisse	
E9.452	Racloir simple convexe sur éclat à dos cort G		Lisse	
G9.329	Eclat Levallois unipolaire convergent	Crétacé	Lisse	Tendance laminaire

Malgré la discrétion numérique de cette industrie ces pièces sont d'une fraîcheur remarquable permettant d'affirmer que les niveaux sont strictement en place et n'ont probablement connu aucun remaniement important. Cette collection, à la suite des quelques pièces relevées en 2017, est indicatrice d'une présence humaine bien affirmée dans le secteur 2 des Auzières. Ces éléments tranchent avec les collections lithiques des premières campagnes et des campagnes antérieures, composées de pièces fortement patinées dont les tranchants montraient des déplacements importants (et une probable entrée dans la cavité par des phénomènes taphonomiques gravitaires). Ces quelques pièces parfaitement conservées encouragent à la poursuite des opérations dans ces unités pour aborder la question des organisations de ces sociétés néandertaliennes.

La série lithique issue de la campagne de fouilles 2019 comprend un total de 23 pièces (tab. 9.18). L'ensemble de ces pièces est anthropique. La série est petite, mais intéressante et méritera par la suite de faire l'objet d'une analyse des roches et une analyse fonctionnelle. Ces pièces s'ajoutent à la série déjà acquise lors des campagnes précédentes ( $n = 40$ ). Une première analyse préliminaire permet de faire les commentaires suivants (fig. 9.37) :

- Ces pièces sont toutes *in situ* et ne montrent pas d'altération liées à des déplacements physiques naturels — taphonomiques —, les altérations sont exclusivement chimiques (patines blanches) ;
- Au moins une pièce est un produit fini, une pointe Levallois très caractéristique et indiscutable (E9.499) ;



TAB. 9.18 – Inventaire des pièces lithiques découvertes en 2019 (Les Auzières, secteur 2).

Carré	Numéro	US	Identification
E10	248	20015	petit éclat
E10	250	20015	éclat Levallois (?)
E10	252	20015	éclat
E7	144	20011/20015	éclat appointé
E7	149	20011/20015	PPL
E7	152	20011/20015	éclat appointé
E7	153	20011/20015	mésial laminaire
E9	499	20015	pointe Levallois
F10	250	20015	éclat
F10	255	20015	petit éclat
F10	261	20015	petit éclat
F10	272	20015	?
F11	259	20015	petit éclat
F9	295	20015	proximal d'éclat
F9	297	20015	éclat
F9	299	20015	éclat
F9	304	20015	éclat
F9	306	20015	?
F9	308	20015	distal d'éclat
F9	315	20015	éclat
F9	330	20015	éclat
G10	306	20015	?
G10	311	20015	proximal laminaire

- Deux pièces fragmentées semblent indiquer la présence d'un débitage laminaire non intrusif, moustérien (E7.153 et G10.311) ;
- Il y a présence d'une pointe pseudo-Levallois, sous produit de débitages Levallois (E7.149).

## 9.10 Taphonomie (J.-B. Fourvel)

La particularité des Auzières, motivant les travaux de terrains mis en place depuis 2014, est la succession d'occupations humaines et animales situées entre l'OIS5 et l'OIS4.

Les recherches menées depuis quelques années maintenant ont permis la reconnaissance

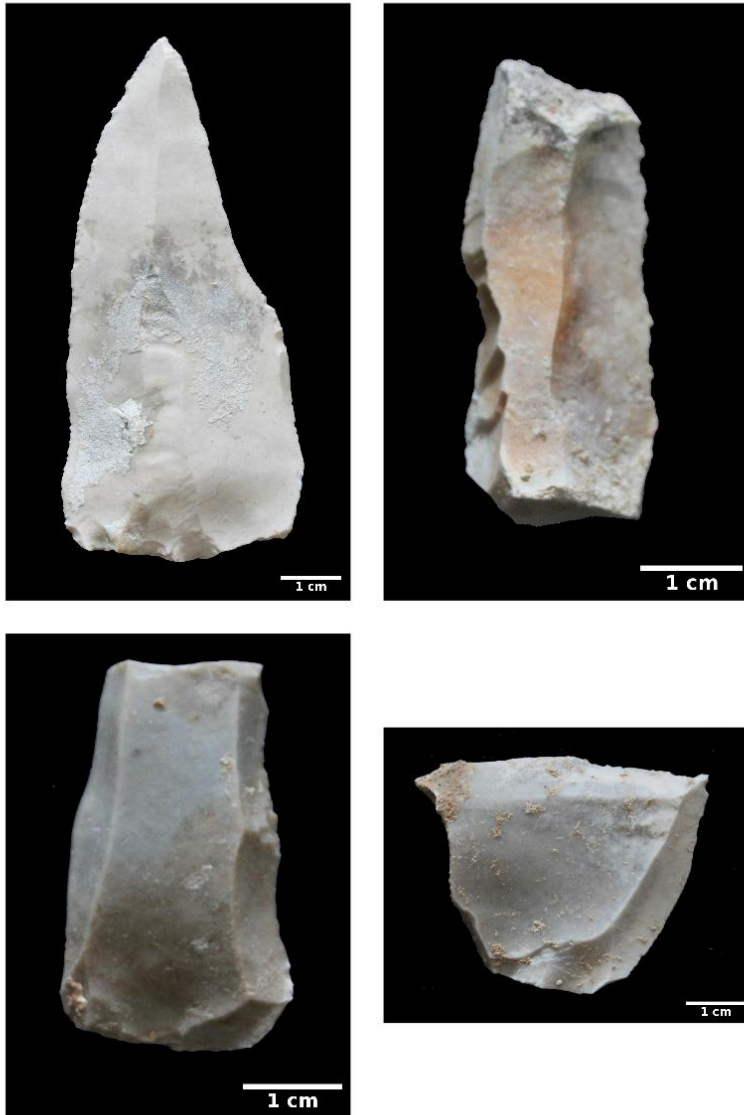


FIG. 9.37 – Industries lithiques. De haut en bas et de gauche à droite : pointe Levallois (E9.499), éclat fragmenté laminaire (E7.153), éclat fragmenté laminaire (G10.311), pointe pseudo-Levallois (E7.149). Clichés J.-B. Fourvel



FIG. 9.38 – Phalange de cheval (G13.21). Fragment distale de première phalange digéré. Cliché J.-B. Fourvel.

d'un niveau (ensemble E211 estimé à 60 ka BP caractérisant un repaire d'hyène des cavernes et d'une unité sous-jacente (US 215 rapporté à l'OIS5e) attestant quant à elle du passage des groupes humains (néandertaliens).

Les données collectées au cours de ce programme triennal apportent de nouvelles précisions quant aux occupations successives.

L'ensemble E211 présente des caractéristiques faunistiques et taphonomiques singulières. Le spectre de faune apparaît très diversifié. On retrouve sept carnivores distincts dont l'ours des cavernes, le lynx et le renard. L'hyène est le grand carnivore le plus abondant : le prédateur est attesté par des vestiges paléontologiques attestant d'individus âgés très probablement morts naturellement dans la cavité. Par ailleurs, l'hyène est attestée par une centaine de coprolithes ; leur présence traduit l'occupation du site par le carnivore.

Depuis 2014, les campagnes successives ont mis au jours les reliefs des nombreuses proies du prédateur (dont chevaux, bouquetins, rhinocéros, mammouths). Ce matériel présente fréquemment des traces de dent typiques.

Les travaux engagés depuis 2019 dans la partie interne de la cavité au sein de l'ensemble E211 n'ont pas permis la mise au jour de pièces portant des traces de dents. En revanche, de nombreux restes de chevaux (de poulains en particulier, et plus souvent des dents) et de très nombreuses esquilles osseuses centimétriques (souvent issu des tamis) présentent un aspect poli, parfois piqueté et perforé (fig. 9.38). Ces indices signent l'ingestion puis la régurgitation (ou la défécation) d'une grande quantité d'ossement.

US 2015 (campagne 2017) - E9.442 - Portion mandibulaire d'ours des cavernes *Ursus spelaeus* avec stries de boucherie



FIG. 9.39 – Mandibule d'ours des cavernes (E9.442) avec stries de boucherie. Clichés J.-B. Fourvel et J.-B. Javel.

## 9.11 Archéozoologie (N. Lateur & J.-B. Fourvel)

Depuis plusieurs campagnes, les opérations de terrain ont permis la mise au jour d'un nombre croissant de vestiges osseux témoignant de leur origine anthropique. Os brûlés, fracturés ou découpés, sont autant d'indices d'un assemblage d'origine humaine :

Lors de l'opération 2017, nous avons déjà pu mettre au jour quelques spécimens exploités (stries de boucherie) dont une portion de mandibule d'ours (*infra*) accompagnée de restes de cerfs.

Lors de la campagne 2018, 17 spécimens présentant des traces d'activités bouchères (stries, encoches de percussion/fracturation, crémation) ont été identifiés. Il s'agit pour l'essentiel de restes osseux de cerf auquel s'accompagne un os coxal de cheval et quelques fragments de carapace de tortue.

De nouveaux restes, mis au jour en 2019 et 2021, attestent de l'exploitation des ressources carnées par les groupes néandertaliens des Auzières.

### 9.11.1 Exploitation de l'ours des cavernes

En 2017, nous avons mis au jour et brièvement présenté une portion de mandibule d'ours des cavernes (E9.442) issue de l'US 215 (J.-B. FOURVEL et N. FREREBEAU 2015-2017). Comme nous avons pu le mentionner alors, cette pièce atteste de l'exploitation de l'ursidé par les communautés humaines néandertaliennes. Situé sous le condyle, une série de stries suggère la découpe des chairs et des muscles en vu d'une désarticulation de la mâchoire de l'animal (fig. 9.39).

Si aucune nouvelle trace d'exploitation stricte de l'ours n'a été enregistré au cours de la campagne 2018, soulignons la présence d'une portion de côte d'ours issue du même niveau que la mandibule.

La campagne 2019 s'avère plus riche que la précédente. Deux pièces ont été mises au jour : une phalange portant des traces de découpe (E10.270) et un fragment mandibulaire (F10.271 + E10.275) fracturé.

La portion mandibulaire (F10.271 + E10.275) s'avère être le symétrique de la mandibule d'ours (E9.442) mise au jour lors de la campagne 2017. Contrairement à cette dernière, F10.271 + E10.275 ne présente pas de stries d'origine anthropique. En revanche, ce spécimen correspond en réalité à deux vestiges mis au jour distinctement et remontant ensemble. La fracture séparant ces pièces est d'aspect frais, attestant de la fracturation de la mandibule bien avant son enfouissement, et très probablement peu de temps après la mort de l'animal. Par ailleurs, le remontage des fragments F10.271 et E10.275 autorise l'observation d'une encoche tout à fait diagnostique d'une fracturation intentionnelle. Cette encoche se démarque, par sa morphologie, des traces que peuvent produire les carnivores suite à l'éclatement de l'os lors de sa consommation. À l'inverse, cette encoche est bien plus similaire au résultat d'une fracturation d'origine anthropique.

La phalange (E10.270) porte quant à elle les stigmates clairs de son exploitation par les communautés humaines. Une série de stries de boucherie est observable sur la face palmaire de la phalange (fig. 9.40). Celles-ci sont situées dans la partie proximale de la diaphyse et son transverse par rapport à l'axe de l'os. Régulièrement observés, ces traces d'activité bouchère sont souvent le fruit du dépouillement de l'animal.

Ces spécimens s'intègrent dans les problématiques des relations entre les communautés paléolithiques et ursines (chasse à l'ours, "culte de l'ours", etc.), pan de la recherche développé depuis près d'un siècle.

### 9.11.2 Exploitation des ongulés

Nous avons précédemment reconnu une importante exploitation bouchère des faunes d'ongulé de l'US 215 (identification des traces de boucherie dès la campagne 2017). Le cerf (espèce la plus abondante dans l'US 215) est, jusqu'à présent l'espèce la plus fréquemment exploitée.

Lors de la campagne 2017, l'étude archéozoologique a montré que onze fragments d'os longs montrent des fractures sur os frais en forme de spirale (cerf :  $n = 7$  ; chevreuil :  $n = 4$ ), impact imputable à l'homme et cinq éléments présentent des stries de boucheries. Parmi les restes de cerf collectés en 2018, au moins trois spécimens montrent un impact anthropique. Par ailleurs, 13 fragments de diaphyses d'os longs présentent des traces de fracturations sur os frais (fracture spirale).

Parmi les sept restes de cerf identifiés en 2019, au moins quatre d'entre eux montrent des traces d'un impact anthropique.



FIG. 9.40 – Phalange d’ours des cavernes (E10.270). Vue plantaire et détail des stries de boucherie. Clichés J.-B. Javel.

Le fragment de mandibule droite (carré F11) est particulièrement intéressant. D’une part on remarque la présence de très nombreuses stries sur le bord postérieur de la branche, sous le condyle de la mandibule, ainsi qu’autour de la fosse massétérique. Celles-ci sont de longueur et de profondeur variables. D’autre part, la base de la branche de la mandibule conservée montre une fracture sur os frais. Cette fracturation est reconnaissable à la forme “en languette” de l’os.

Le fragment distal de tibia droit (F9) porte lui aussi de nombreuses stries sur sa face antérieure, autour d’une tubérosité. Cet os a également été fracturé à l’état frais, comme en témoignent l’aspect spiralé de l’extrémité conservée de la diaphyse, ainsi que les pans de fractures lisses et obliques (VILLA et MAHIEU 1991).

Deux stries visibles sur la face interne de la phalange 1 (F10.356).

Enfin, signalons que le métatarsien III+IV (F10.309) présente dans la partie médiane de la diaphyse une fracturation dont les stigmates sont en tous points identiques à ceux observés sur le tibia. Néanmoins compte-tenu de l’absence d’autres impacts anthropiques — et au regard de la présence de quelques *scorings* sur la partie distale de la diaphyse — nous resterons prudent quant à l’origine anthropique de cette fracturation.

### 9.11.3 Exploitation des Équidés

Un os coxal droit de cheval atteste de son exploitation et de sa consommation par les communautés humaines. E9.482 et G9.378 représentent les deux pièces majeures de la campagne 2018. En effet, elles attestent, par les stigmates observables (stries et encoches), leur dispersion (près d'un mètre cinquante les sépare) et le degré de préservation (faible degré d'altération abiotique post-dépositionnelle), d'une part de l'exploitation bouchère *in situ* intégrant différentes étapes de la chaîne opératoire (découpe des matières carnées, extraction des matières grasseuses) et d'autre part du faible degré de remaniement secondaire du niveau archéologique.

Ces deux pièces correspondent à un même élément osseux (fig. 9.41). Le remontage des vestiges est incontestable. Les bords de fracture frais attestent de la fracturation du bassin peu de temps après la mort de l'animal. Par ailleurs, le remontage nous permet d'observer une nette et importante encoche sub-circulaire témoignant de la fracturation intentionnelle. Une analyse plus fine permettra sûrement de préciser les modalités de cette fracturation (sur enclume?).

Les deux restes portent des traces d'exploitation bouchère (stries). La portion d'ilium G9.378 présente de nombreuses stries sur la face interne de la palette (fig. 9.41). Ces traces comparables sont observables sur le bord supérieur (à proximité de la fracture) de la branche iliaque et à l'arrière de l'acetabulum (au niveau de l'épine sciatique) du second fragment, E9.482 (fig. 9.41). La localisation de ces traces sont consécutives de la décarnisation de la pièce (prélèvement de la viande).

### 9.11.4 Exploitation des Cervidés

Parmi les restes de Cervidés collectés en 2018, au moins trois spécimens montrent un impact anthropique. Tous appartiennent au Cerf élaphe.

1. Le premier est un fragment de branche horizontale de mandibule droite (E9.486) qui porte, sur sa face ventrale, une strie courte. Cet élément présente par ailleurs les stigmates d'une fracturation de type spirale (pans de fracture obliques et lisses, morphologie torse de la fracturation).
2. Le deuxième est un fragment de diaphyse de métapode (F10.213) qui montre, sur sa face ventrale, deux courtes stries parallèles.
3. Le troisième est un fragment médial de côte (G9.373) qui présente, sur sa face ventrale, au moins deux séries de stries très fines.

Si, sur les 42 restes de Cervidés reconnus cette année, 13 fragments de diaphyses d'os longs présentent des traces de fracturation sur os frais (fracture spirale), aucun négatif d'enlèvement, aucun éclat diaphysaire et aucune trace de combustion n'ont pu être observés.



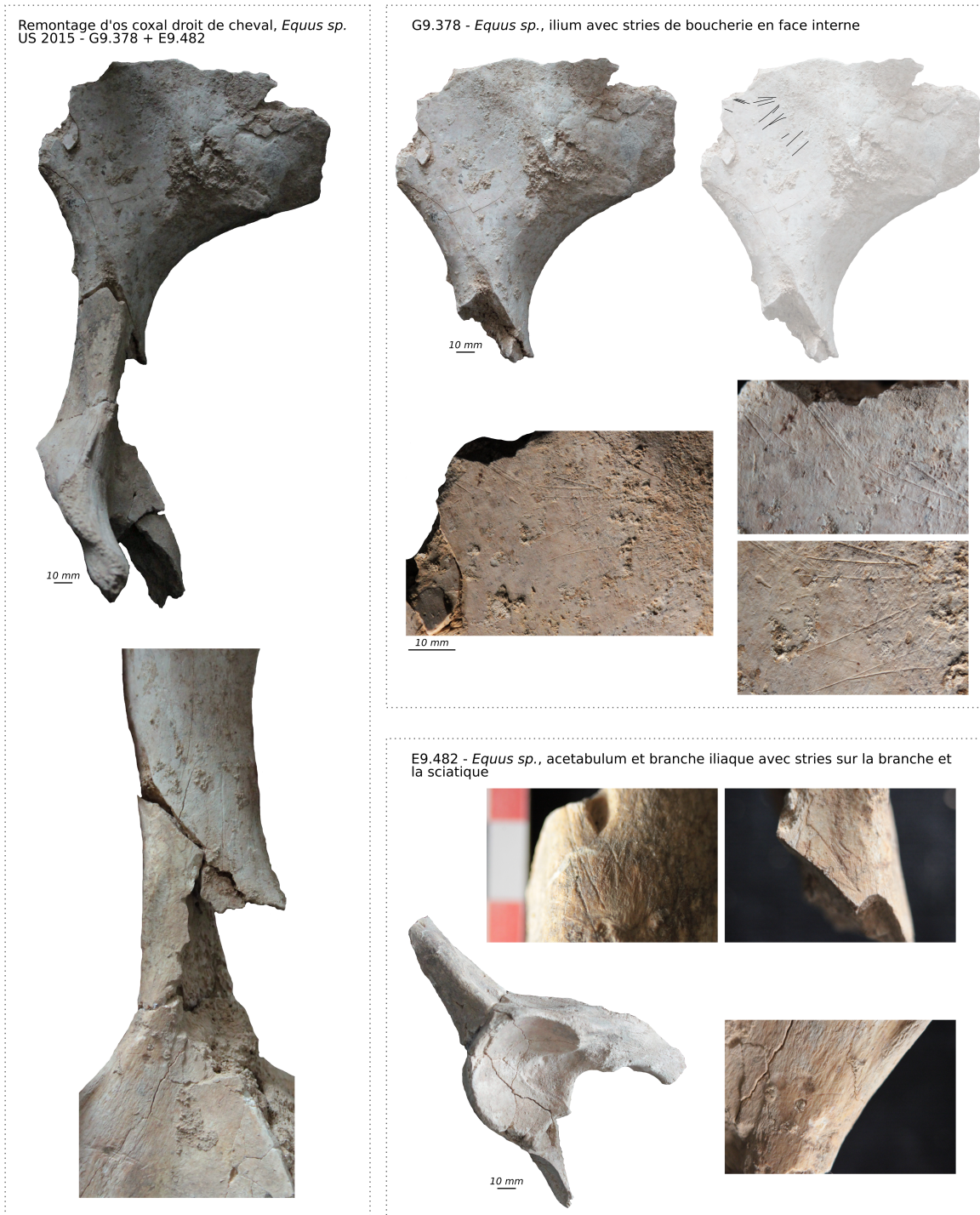


FIG. 9.41 – Os coxal de cheval (E9.482 et G9.378) présentant des traces d'exploitation bouchères (encoche de fracturation et stries de boucherie). Clichés J.-B. Fourvel.





FIG. 9.42 – Fragment de carapace de tortue d’Hermann brûlé (F9.261). Échelle : 1 cm.  
Clichés J.-B. Javel.

Aussi, ces rares impacts anthropiques permettent peu d’analyses pour ce qui concerne l’exploitation des ressources animales par l’Homme. Toutefois, la localiation de ces traces suggèreraient des pratiques en lien avec la récupération de la peau (mandibule), de la viande et/ou des viscères (côte) et peut-être des tendons (métapode). Toutefois, il convient de rester prudent sur ces interprétations, tant le nombre d’indices reste ténu.

### 9.11.5 Exploitation des tortues

La tortue d’Hermann (*Eurotestudo hermanni*) a déjà été identifié aux Auzières, sous la forme de fragments de carapace et un fragment d’humérus. Nous avons déjà mentionné le fait que la tortue ne soit pas un animal troglodyte et que sa présence au sein de la cavité pose la question de son origine.

Nous avons mis au jour depuis 2018 — en particulier en 2021 (*infra*) — les indices d’une exploitation des tortues par les communautés humaines néandertaliennes des Auzières avec l’identification de plusieurs fragments de carapace brûlés (à différents degrés, depuis la trace de chauffe jusqu’à la calcination ; fig. 9.42).

Si de nombreux phénomènes autres qu’un impact anthropique peuvent être à l’origine de la calcination des restes de tortue (voir ROYER et al. 2011), les données contextuelles (association d’industries lithiques et forte exploitation bouchère des faunes mammaliennes) tendent à confirmer que ces pièces sont bien le fruit d’une exploitation par les groupes humains.

Depuis 2014, ce sont 5 restes de tortue reconnus à la fouille et coordonnés qui ont pu être collectés (tab. 9.19). Ces vestiges se répartissent entre l’US 215 et l’US 216. L’US

TAB. 9.19 – Décompte des restes de tortue coordonnées par campagne.

Campagne	Total
2014	1
2016	3
2017	3
2018	1
2021	95

TAB. 9.20 – Décompte par carré des restes de tortue coordonnées et issus des refus de tamis de la campagne 2021.

Carré	in situ	Tamis	Total
E9	10	11	21
F9	30	6	36
G9	24	9	33
F10	30		30
G10		1	1

216 renferme près de 120 pièces issues à la fois de la fouille et du tamisage des sédiments collectés (tab. 9.20). Ce matériel est extrêmement concentré, dispersé sur cinq mètres carrés (E/F/G-9/10) et sur une profondeur de moins de 15 cm..

L'ensemble des 121 pièces semble correspondre à un minimum de deux individus. Le premier individu correspond à une demi-carapace présentant des traces de combustion (fig. 9.43 et 9.44). Ce spécimen conserve à la fois sa carapace (dorsale) et son plastron. Extrêmement bien préservée, la carapace n'a pas été disloquée par des processus post-dépositionnels et a été mise au jour reposant directement sur son plastron (fig. 9.45).

Le second individu est représenté par une carapace reposant à l'envers, complètement disloquée et fracturée, dispersé sur les carrés E9 et F9 (9.46). Elle présente comme la précédente des traces de combustion et a été mise au jour en association avec une pièce d'industrie lithique et un bois de cerf (en mauvais état de conservation).

Outre les traces de combustion, différents vestiges présentent les traces d'une action anthropique. Nous retrouvons différents éclats de carapace résultant d'une percussion intentionnelle. Une vertèbre présente elle aussi des traces de combustion et un fragment de carapace porte des stries de boucherie (9.47).

Une analyse archéozoologique complète est en cours, en prenant en compte les données existantes pour d'autres aires de la Méditerranée occidentale (Espagne, Portugal, Italie) et moyen orientale (Israël). La poursuite de la fouille permettra de disposer de don-



FIG. 9.43 – Carapace de tortue d’Hermann présentant des traces de combustion. Cliché J.-B. Fourvel.



FIG. 9.44 – Comparaison de la carapace de tortue des Auzières avec une carapace de tortue d’Hermann actuelle. Cliché J.-B. Fourvel.





FIG. 9.45 – Modélisation 3D (photogrammétrie) de la carapace de tortue. Clichés J.-B. Fourvel.

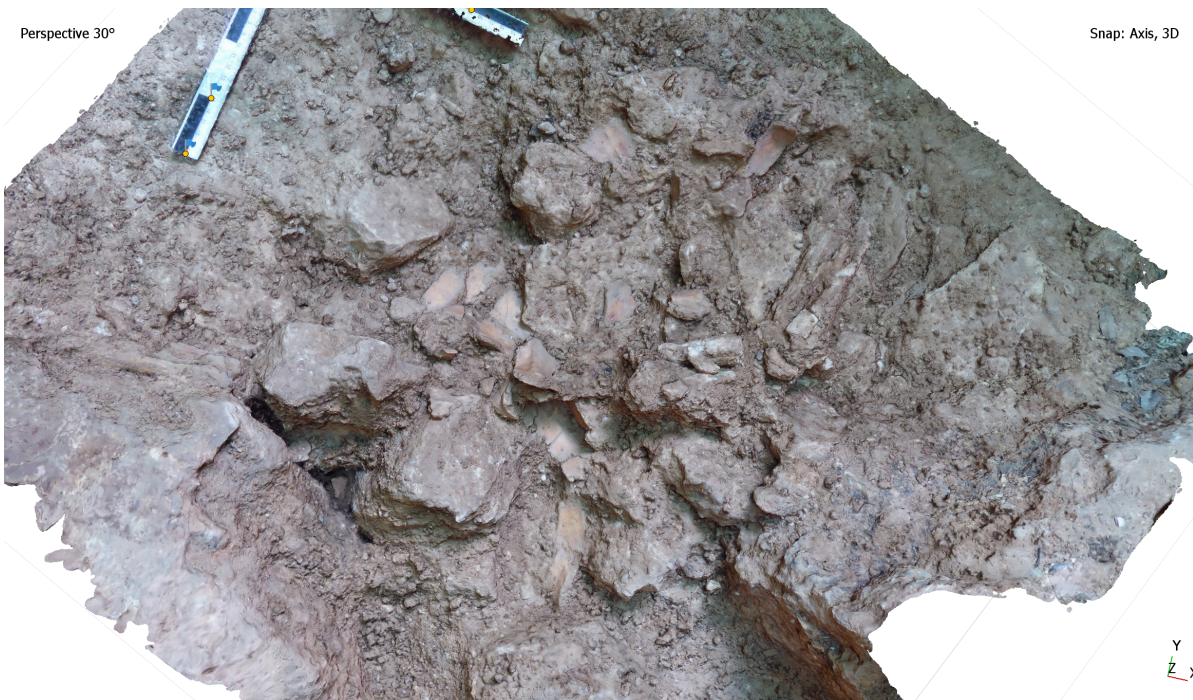


FIG. 9.46 – Modélisation 3D (photogrammétrie) du "sol à tortue" des carrés E9/F9. Clichés J.-B. Fourvel.

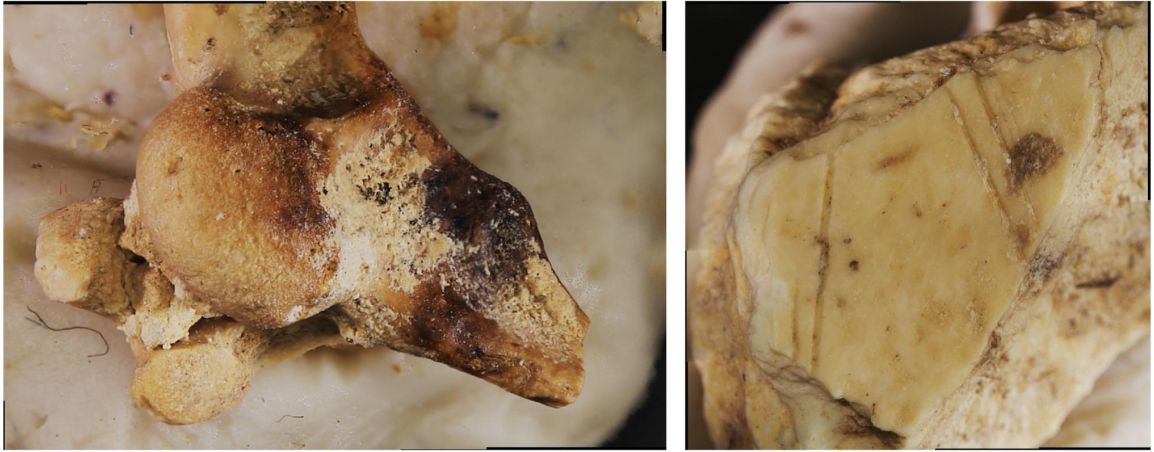


FIG. 9.47 – Gauche : vertèbre dorsale de tortue présentant des traces de combustion.  
Droite : Fragment de carapace de tortue présentant des traces de découpe.  
Clichés J.-B. Fourvel.

nées inédites d'un comportement de subsistance des communautés humaines tout à fait atypique.

### 9.11.6 Synthèse

A ce jour, et à la lumière des données collectées et synthétisées depuis 2014, nous pouvons proposer un premier tableau de synthèse caractérisant l'ensemble E211 et l'US 215. Le tableau 9.21 produit la comparaison entre ces deux US selon différents critères (paléobiologiques, archéozoologiques et taphonomiques).

La diversité faunique (en particulier les proies dans des contextes de prédatons ainsi que le ratio Ongulé/Carnivore) est un critère tout à fait pertinent pour discriminer les modalités d'occupation entre hommes et carnivores. Le nombre d'espèce et la diversité de carnivore est généralement important dans les sites à carnivores (FOSSE 1994). A l'inverse, cette diversité est généralement restreinte dans les sites anthropiques. Ainsi, 17 espèces de grands mammifères ont été reconnues dans l'ensemble E211 dont 10 ongulés, tandis que six composent le spectre de l'US 215 parmi lesquelles cinq ongulés et un unique carnivore. En outre, le cerf représente plus de 80 % du matériel osseux ( $NR = 267$ ) de l'US 215, les autres taxons sont représentés dans de très faibles proportions (seulement 3 restes de chevaux et 11 de sanglier).

Alors que l'hyène domine le cortège des carnivores de l'ensemble E211, et que les données paléobiologiques (âge des individus, coprolithes, etc.) suggèrent une occupation pérenne du site, le seul carnivore de l'US 215, l'ours des cavernes, appartient au même titre que le cerf au cortège des faunes chassées et exploitées par les groupes humains (mandibule

TAB. 9.21 – Synthèse des hypothèses issues de l'analyse pollinique des coprolithes.

Critère	E211	US215
<b>Faune</b>		
Diversité faunique	10 (Ung) / 7 (Carn)	5 (Ung) / 1 (Carn)
Ongulé dominant	<i>Equus germanicus</i>	<i>Cervus elaphus</i>
Carnivore dominant	<i>Crocuta spelaea</i>	<i>Ursus spelaeus</i>
<b>Paléobiologie</b>		
Coprolithe	N = 101	
<b>Taphonomie</b>		
Carnivore (traces)	++ (fréquent)	- (rare)
Os digérés	+++ (abondant)	
<b>Archéozoologie</b>		
Boucherie	N = 1	N = 18
Encoche		Fréquent
Crémation		Présent (dont tortue)
<b>Interprétation</b>		
	Repaire d'hyène	Halte de chasse

et phalange striées, etc.). À ce titre, les traces laissées par le passage des carnivores sont rares (voir inexistante pour les os digérés) dans l'US 215 alors qu'elles affectent une large majorité du matériel de l'ensemble E211.

A l'inverse, une unique pièce portant des stries de boucherie a été reconnue dans l'ensemble E211. Rappelons ici qu'il est fréquent de retrouver des indices anthropiques dans les sites à carnivores et que leur origine peut être multiple (introduction fortuite, chapardage par les prédateur...). Les traces d'origine anthropique (stries, encoches de fracturation, os brûlés) sont plus abondantes dans l'US 215.

A l'issue de cette première synthèse des données paléoécologiques composant l'ensemble E211 et l'US 215, il apparaît clairement que ces ensembles attestent d'occupation distincte :

- À la lumière des éléments reconnus, l'ensemble E211 peut être identifié comme un niveau repaire d'hyène. Il reste à définir les modalités comportementales de l'animal (organisation du groupe entre autre, en terme d'âge et de sexe) et d'occupation d'espace au sein même de la cavité (type de repaire, distribution spatiale des activités...);
- A l'inverse, tous les aspects de l'US 215 concordent vers un passage des communautés humaines avec une chasse spécialisée aux cervidés (cerf en particulier). Il s'agit maintenant de préciser la fonction du site (occupation pérenne vs. halte de chasse) et de discuter le statut des différentes espèces-proies (e.g., l'ours des



cavernes).

## 9.12 Analyse spatiale (J.-B. Fourvel & N. Frerebeau)

L'étude de la dispersion spatiale des vestiges est essentielle à la compréhension des modalités de mise en place des différents dépôts archéo-paléontologiques. Après plusieurs campagnes de terrain, l'élargissement des surfaces fouillées et la mise au jour et la collecte d'un échantillon conséquent de vestiges archéologiques et paléontologiques, nous sommes en mesure de produire une première analyse spatiale. Cette approche éclaire d'un jour nouveau la distribution des vestiges ainsi que les différents dépôts archéo-stratigraphiques.

La projection spatiale considérant le type de vestige (charbon, silex et coprolithe) permet d'observer une première césure entre les ensembles à carnivore et l'occupation humaine (fig. 9.48 et 9.49). Si on retrouve toujours un peu d'industrie lithique dans les niveaux à carnivores (E211) et inversement, si on note la présence de quelques coprolithes dans le niveau anthropique (US 215), on enregistre une réelle inversion de tendance aux alentours de la côte  $Z = -450$ . A partir de cette profondeur la densité de coprolithe tend à diminuer alors que la part d'industrie lithique se renforce. A cela s'ajoute une réelle abondance des charbons de bois qui, en dépit de leur présence tout au long de la séquence, sont davantage concentrés à partir de ce niveau profond.

L'analyse de la répartition des vestiges osseux en fonction des altérations de surface observées abonde dans le sens de la projection précédente (fig. 9.50). Nous avons considéré deux grands ensembles de modifications :

- Les traces de carnivores (intégrant les traces de dent *stricto sensu.* et les os digérés) ;
- Les traces d'origine anthropique (comprenant les éléments avec stries de boucherie, les encoches de percussion, les os brûlés).

Une fois encore, à partir de  $z = -450$ , on observe un réel changement dans les modifications de surface enregistrées avec un signal anthropique dominant dans les secteurs profonds (correspondant à l'US 215) et une présence anecdotique dans les niveaux supérieurs (ensemble E211). Les traces de carnivores sont quant à elles très peu présentes sous la barre des 4,5 m.

La dernière projection illustrée ici est celle de la distribution des faunes (fig. 9.51). Nous avons pris le parti de considérer non pas les espèces mais les familles (Cervidé, Boviné, Équidé, Capriné, Carnivore). Si les résultats sont moins nets que sur les projections précédentes, il n'en reste pas moins vrai une représentation des faunes distinctes entre les ensembles au-dessus de 4,5 m et sous 4,5 m. Nous soulignerons ici la moindre diversité sous la côte des 4,5 m, la quasi-omniprésence des cervidés et la rareté des carnivores

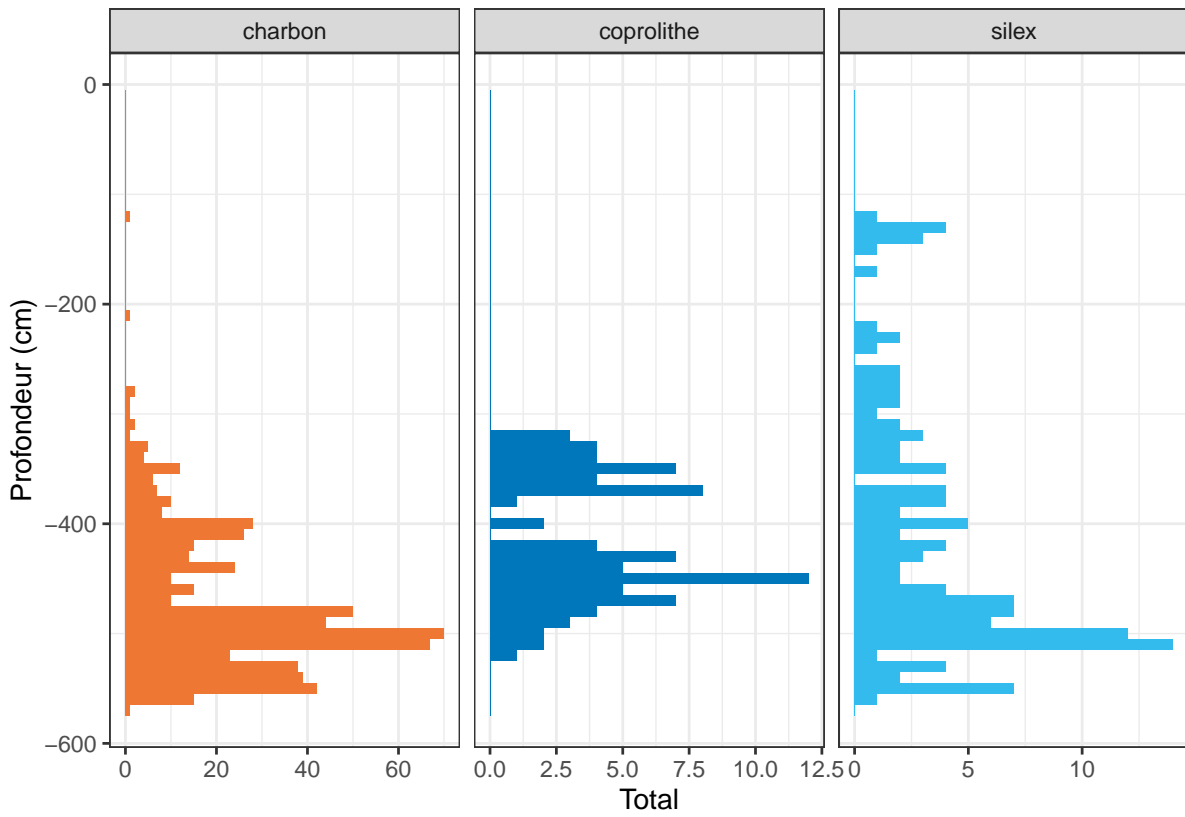


FIG. 9.48 – Distribution spatiale en fonction de la profondeur des vestiges archéologiques et paléontologiques par type de matériel.



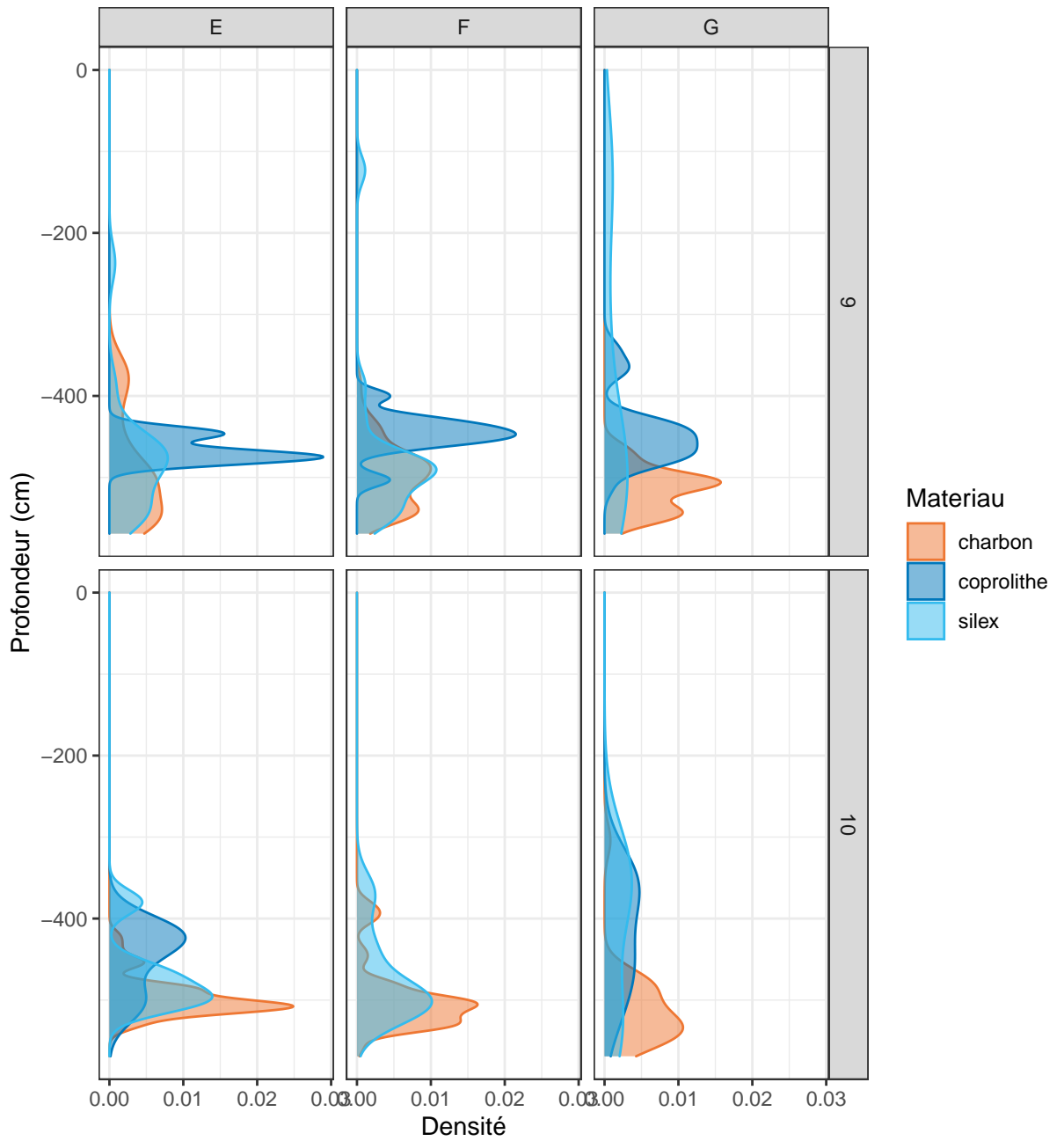


FIG. 9.49 – Densité des vestiges archéologiques et paléontologiques en fonction de la profondeur par type de matériel.

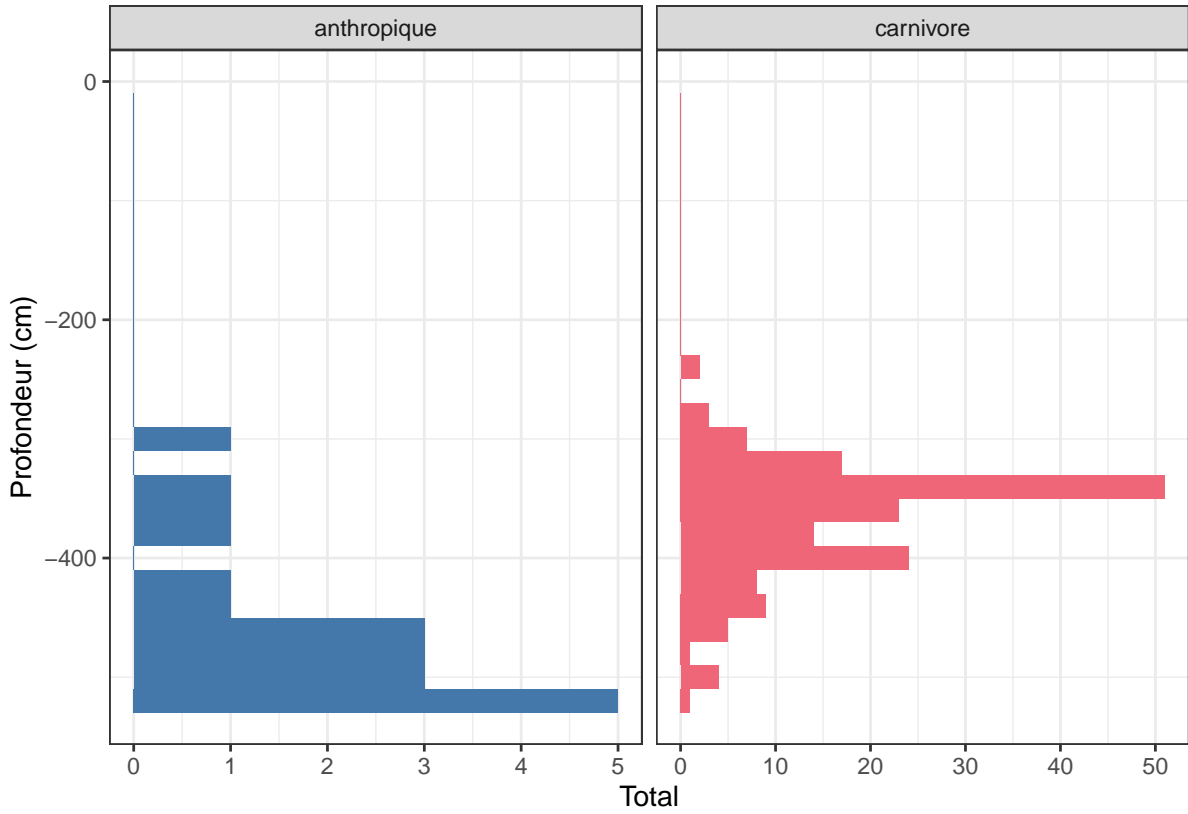


FIG. 9.50 – Distribution spatiale en fonction de la profondeur des observations taphonomiques par type d'agent.

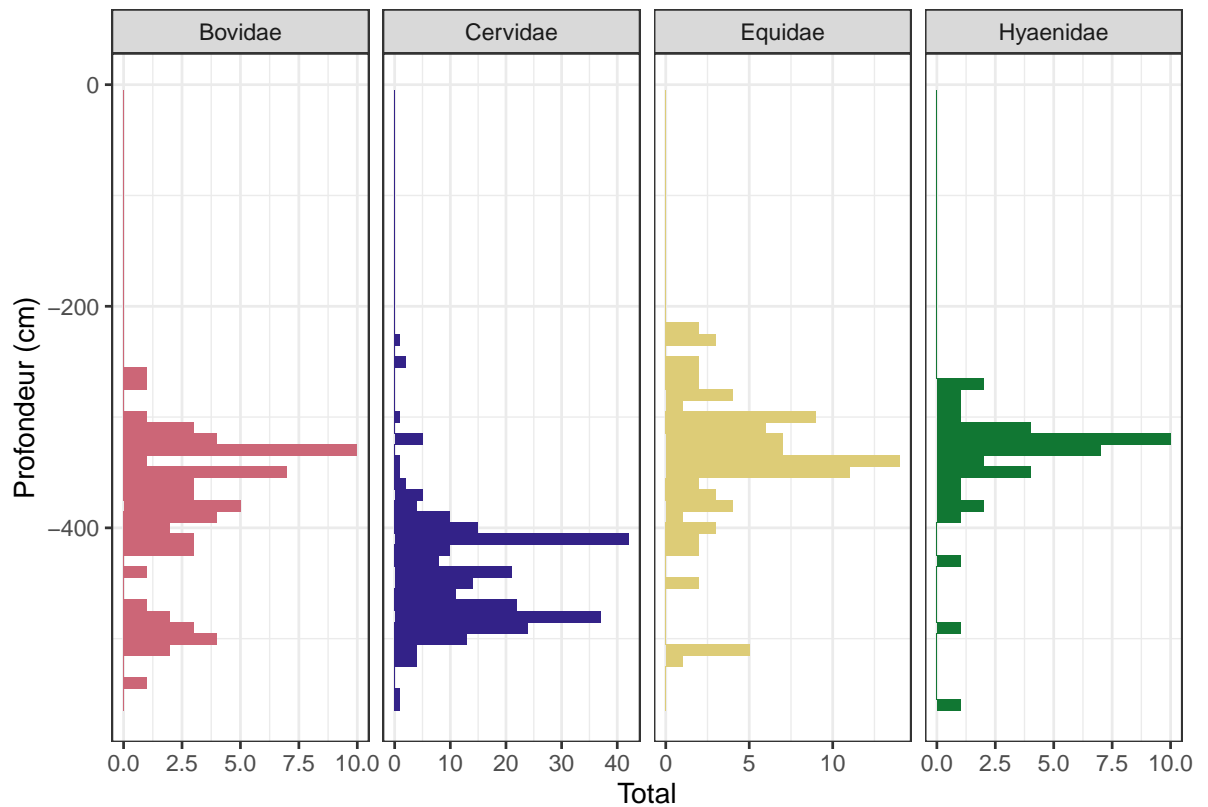


FIG. 9.51 – Distribution spatiale en fonction de la profondeur des os et dents par groupe faunique.

(incluant d'ailleurs une mandibule découpée). À l'inverse, les ensembles sus-jacents renferme une forte diversité animale et une abondance des carnivores.

De nouvelles projections, en plan et en coupe, intégrant de nouveaux niveaux de lecture, sont en cours afin de préciser ces premières observations.

## 10 Synthèse et perspectives

Le gisement archéologique et paléontologique des Auzières est un site remarquable, dans une zone géographique où la connaissance des modalités d'exploitation des territoires par les Hommes du Paléolithique reste encore faible. Ce site offre en effet une opportunité rare pour aborder les problématiques propres aux successions d'occupations et de partage des territoires entre les grands prédateurs non-humains et les communautés humaines néandertaliennes.

Les recherches de terrains menées depuis 2014 sur le site paléolithique des Auzières (opération annuelle en 2014, puis programmes triennaux 2015–2017 et 2018–2020) font suite à un historique déjà ancien. Dès les années 1980, le site a fait l'objet de sondages (opérations M. Paccard et M. Livache) avant d'être fouillé de manière systématique entre 1998 et 2005 sous la direction de H. Monchot et F. Marchal. Les travaux menés dans le cadre du programme triennal 2018–2021 visent à préciser les conditions de mise en place des ensembles archéologiques des Auzières et les données contextuelles (notamment paléoenvironnementales) les caractérisant. Les campagnes successives (associées à la révision — toujours en cours — des collections déjà existantes) attestent de son caractère unique. Rare site paléolithique moyen du secteur des Gorges de la Nesque, il offre une importante séquence stratigraphique (plus de 4 mètres de remplissage). Celle-ci reflète des modalités d'occupations diversifiées, depuis les occupations humaines néandertaliennes de courtes durées au cours du Stade Isotopique 5 (ca. 100-110 ka BP) jusqu'aux tanières d'hyènes du Stade Isotopique 4 (ca. 60 ka BP).

La fouille de l'ensemble E211 (entrée de la cavité actuelle) atteste de l'occupation de la cavité par les hyènes des cavernes. Le niveau, toujours riche en matériel osseux, renferme les reliefs de l'alimentation du prédateur (entre autres chevaux mais aussi bouquetin et ours des cavernes). L'hyène est attestée par du matériel paléontologique (dents), essentiellement des animaux âgés très vraisemblablement morts naturellement au sein même de la cavité. Au sein du cortège faunique, la reconnaissance de nouveau taxon, jusqu'alors inédits aux Auzières, illustrent les évolutions environnementales. Le renne et le renard polaire renforcent le caractère froid de l'ensemble E211 daté ca. 60 ka BP, soit à la transition entre les stades isotopiques 4 et 3.

L'US 215 (mise au jour dans ces carrées E9, F9, F10, G9, G10) documente une occupation d'origine humaine. Le matériel paléontologique (faunique) et archéologique (lithique) découvert, couplé à une série de datations U/Th, atteste de la présence de l'Homme de

Néandertal lors d'une phase tempérée du Stade Isotopique 5 (ca. 110 ka). Le site des Auzières constitue l'unique occurrence néandertalienne des gorges la Nesque (à l'exception du Bau de l'Aubesier, dont l'occupation est plus ancienne) :

- Si le cerf reste l'espèce majeure de l'US 215, le cheval semble apparaître comme la seconde proie la plus fréquente. La présence de stries de boucherie attestent de son exploitation par les groupes humains.
- L'ours des cavernes, bien qu'identifié dès 2017, a de nouveau été reconnu au sein de l'US 215. Une portion mandibulaire présentant une encoche de fracturation et une phalange sont de nouveaux éléments permettant de questionner la place et le statut du carnivore aux yeux des communautés néandertaliennes.

L'US 216, identifiée en 2021 sous l'US 215, se distingue très nettement de l'US 215 par le type de vestiges qu'elle contient. En effet, sur à peine trois mètres carré et environ 20 cm de profondeur, près d'une centaine de restes de tortue (tortue d'Hermann) — dont une demi carapace — ont été mis au jour. Ces derniers présentent des traces de combustion, des impacts de fracturation et de rares stries de boucherie. Ce matériel est associé à une dizaine de vestiges lithiques, un talus de bovidé (aurochs?) présentant des traces de découpe et un bois de cerf. Il s'agit d'une découverte unique. L'exploitation de la tortue par les communautés néandertaliennes est connue en Europe (Italie, Espagne, Portugal), mais il s'agit ici de la première mention d'une exploitation effective de la tortue en France au cours du stade isotopique 5<sup>1</sup>.

Enfin, la fouille de la partie interne de la cavité (secteur 2) des est un aspect que nous avons cherché à développer dès les premières campagnes de terrain (dès 2014). Grâce à la mise en place d'une nouvelle stratégie de fouille nous avons pu, ces dernières années, ouvrir près de six mètres carrés à l'entrée de la cavité (bandes G, H, 12, 13, 14) et y documenter les occupations. Cet espace offre désormais l'opportunité de documenter l'assemblage et les occupations des Auzières sans que les assemblages soient perturbés par les bouleversements extérieurs (notamment liés à l'effondrement du porche). Le matériel correspond toujours à une présence animale, et plus spécifiquement à une occupation par les hyènes des cavernes. De nombreux vestiges portent les traces manifestes de leur consommation par les carnivores :

- Le spectre faunique est diversifié. Il comprend quatre prédateurs (hyène, lynx, renard, ours) et au moins deux ongulés (cheval abondant, et bouquetin).
- Le matériel paléontologique (en particulier les dents de poulains et les esquilles osseuses) porte fréquemment les traces de digestion.
- L'hyène des cavernes est représentée par des vestiges osseux et dentaires (individus âgés morts naturellement) ainsi que des coprolithes.

Au vu des données collectées, il s'avère nécessaire de poursuivre les recherches de terrain avec un soin particulier apporté à l'élargissement des zones de fouilles vers l'intérieur de

---

<sup>1</sup>Il existe un important échantillon de tortue d'Hermann en contexte Paléolithique moyen au Grand Abri aux Puces (Entrechaux, Vaucluse) mais son origine anthropique n'a pas été démontré (Slimak *et al.* 2012).

---

la cavité. La poursuite des recherches géomorphologiques et sédimentologiques conjointes sur les secteurs 1 et 2 devrait contribuer à la corrélation stratigraphique des deux remplissages et, par extension, de préciser l'histoire de la cavité. Enfin, si le matériel lithique demeure limité en quantité, il n'en demeure pas moins intéressant et fera l'objet à partir de 2022 d'une analyse des matières premières et une analyse fonctionnelle.





# Bibliographie

- ABBASSI, M. (1992). « Contribution à l'étude des micromammifères de la Baume bonne. Données paléontologiques, paléoclimatiques et biostratigraphiques. Premiers résultats. » DEA du MNHN. Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle. 101 p.
- ALTUNA, J. (2004). « Estudio Biométrico de *Vulpes Vulpes* L y *Alopex Lagopus* L. Contribución a Su Diferenciación En Los Yacimientos Paleolíticos Cantábricos ». In : *MUNIBE* 56, p. 45-59.
- ANDREWS, Peter (1990). *Owls, Caves, and Fossils : Predation, Preservation, and Accumulation of Small Mammal Bones in Caves, with an Analysis of the Pleistocene Cave Faunas from Westbury-sub-Mendip, Somerset, UK*. Chicago : University of Chicago Press. 231 p. ISBN : 978-0-226-02037-2.
- ARGANT, A. (2010). « Carnivores (Canidae, Felidae et Ursidae) de Romain-la-Roche (Doubs, France) ». In : *Revue de Paléobiologie* 29.2, p. 495-601.
- ARGANT, Jacqueline (déc. 2004). « Le gisement pliocène final de Saint-Vallier (Drôme, France) : palynologie ». In : *Geobios* 37, S81-S90. ISSN : 00166995. DOI : 10.1016/S0016-6995(04)80008-1. URL : <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0016699504800081> (visité le 21/02/2018).
- BARTOLINI LUCENTI, Saverio et Joan MADURELL-MALAPEIRA (mai 2020). « Unraveling the Fossil Record of Foxes : An Updated Review on the Plio-Pleistocene *Vulpes* Spp. from Europe ». In : *Quaternary Science Reviews* 236, p. 106296. ISSN : 02773791. DOI : 10.1016/j.quascirev.2020.106296. URL : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0277379120302584> (visité le 26/01/2022).
- BERGER, G.W. et al. (août 2008). « Luminescence Chronology of Cave Sediments at the Atapuerca Paleanthropological Site, Spain ». In : *Journal of Human Evolution* 55.2, p. 300-311. ISSN : 00472484. DOI : 10.1016/j.jhevol.2008.02.012. URL : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0047248408000420> (visité le 26/01/2022).
- BONIFAY, M. (1971). *Carnivores Quaternaires du Sud-Est de la France*. Mémoire du Muséum National d'Histoire Naturelle. Paris : Muséum National d'Histoire Naturelle. 377 p.
- BOUCHET, F. (2002). « Identification d'oeufs d'helminthes dans des coprolithes du Néolithique ». In : *Des sources du savoir aux médicaments du futur*. 4e Congrès Européen d'Ethnopharmacologie (11-13 mai 2000 ; Metz). Sous la dir. de J. FLEURENTIN et al., p. 73-80.
- BOUCHEZ, Jean-Luc (jan. 2000). « Anisotropie de susceptibilité magnétique et fabrication des granites ». In : *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series IIA - Earth and Planetary Science* 330.1, p. 1-14. ISSN : 12518050. DOI : 10.1016/S1251-8050(00)00120-

8. URL : <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1251805000001208> (visité le 18/12/2018).
- BRUGAL, J.-P. et J. JAUBERT (1991). « Les gisements paléontologiques pléistocènes à indices de fréquentation humaine : un nouveau type de comportement de prédation ? » In : *Paléo* 3, p. 15-41. DOI : 10.3406/pal.1991.1034.
- BRUNET-LECOMTE, P. (1988). « Les campagnols souterrains (Terricola, Arvicolidae, Rodentia) actuels et fossiles d'Europe occidentale ». Thèse de doctorat. Dijon : Université de Bourgogne. 146 p.
- (1989). « La Répartition Géographique Des Campagnols Souterrains (Arvicolidae, Rodentia) Au Quaternaire En Europe Occidentale ». In : *Mammalia* 53.4. ISSN : 0025-1461, 1864-1547. DOI : 10.1515/mamm.1989.53.4.605. URL : <https://www.degruyter.com/view/j/mamm.1989.53.issue-4/mamm.1989.53.4.605/mamm.1989.53.4.605.xml> (visité le 07/03/2018).
- (1990). « Evolution morphologique de la première molaire inférieure des campagnols souterrains d'Europe (Arvicolidae, Rodentia) ». In : *Z. Saugetierkunde* 55, p. 371-382. ISSN : 0044-3468.
- (1995). « Le campagnol souterrain des Alpes *Microtus* (Terricola) *multiplex* (Rodentia, Arvicolidae) dans la partie Est de la vallée du Rhône ». In : *Bull. mens. Soc. linn. Lyon* 64.10, p. 467-473.
- CARRUETTE, P., P. ETIENNE et M. MAILLER (2004). *Le Chevreuil*. Paris : Delachaux et Niestlé. 192 p.
- Carte géologique de la France au 1/50 000, 941, Carpentras* (1975). Avec la coll. de J.-J. BLANC, J. ROUIRE et J.-P. MASSE. carte géologique. Orléans.
- CHALINE, J. (1977). « Les rongeurs au pilori ? Analyse critique des reconstitutions paléoécologiques en microthériodontologie ». In : *Approche écologique de l'homme fossile*. Sous la dir. de J. RENAULT-MISKOVSKY et H. LAVILLE. Supplément au Bulletin de l'AFEQ 47, p. 75-81.
- (1983). « Les rongeurs, les paléoenvironnements et les climats du Pléistocène moyen de Vergranne (Doubs) ». In : *Annales Scientifiques de l'Université de Besançon. Géologie* 5.4, p. 31-45.
- CHALINE, J., P. BRUNET-LECOMTE et J.-D. GRAF (1988). « Validation de *Terricola Fatio*, 1867 pour les campagnols souterrains (Arvicolidae, Rodentia) paléarctiques actuels et fossiles ». In : *C.R. Acad. Sci. Paris* III.306, p. 475-478.
- CHALINE, Jean (1972). *Les Rongeurs du Pléistocène moyen et supérieur de France (Systématique, Biostratigraphie, Paléoclimatologie)*. CNRS Editions. Cahiers de Paléontologie. Paris. 410 p.
- CLOT, A. et al. (1976). « Montoussé 5 (Hautes-Pyrénées), un nouveau remplissage de fissure à faune de vertébrés du Pléistocène inférieur ». In : *Géobios* 9.4, p. 511-514.
- CRÉGUT-BONNOURE, Évelyne, Nicolas BOULBES et al. (2010). « Nouvelles données sur la grande faune de l'Émien dans le Sud-Est de la France ». In : *Quaternaire* 21.3, p. 227-248. URL : <http://journals.openedition.org/quaternaire/5592>.
- CRÉGUT-BONNOURE, Évelyne, Claude GUÉRIN et Cécile MOURER-CHAUVIRÉ (1983). « La faune des Auzières II à Méthamis (Vaucluse) ». In : *Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle de Lyon* 21, p. 53-58.

- 
- DAVIDSON, A. et G. W. BROWN (2012). « Paraloid TM B-72 : Practical Tips for the Vertebrate Fossil Preparator ». In : *Collection Forum* 26.1-2, p. 99-119.
- DEFLEUR, A., J.-F. BEZ et al. (1994). « Le Niveau Moustérien de La Grotte de l'Adaouste (Jouques, Bouches-du-Rhône). Approche Culturelle et Paléoenvironnements ». In : *Bull. Mus. Anthropol. Préhist. de Monaco* 37, p. 11-48.
- DEFLEUR, A., É. CRÉGUT-BONNOURE et al. (juil. 2001). « Présentation paléoenvironnementale du remplissage de la Baume Moula-Guercy à Soyons (Ardèche) : implications paléoclimatiques et chronologiques ». In : *L'Anthropologie* 105.3, p. 369-408. ISSN : 00035521. DOI : 10.1016/S0003-5521(01)80022-4. URL : <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003552101800224> (visité le 07/03/2018).
- DELAGNES, Anne et al. (1999). « Le gisement Pléistocène moyen et supérieur d'Artenac (Saint-Mary, Charente) : premier bilan interdisciplinaire ». In : *Bulletin de la Société préhistorique française* 96.4, p. 469-496. ISSN : 0249-7638. DOI : 10.3406/bspf.1999.11013. URL : [https://www.persee.fr/doc/bspf\\_0249-7638\\_1999\\_num\\_96\\_4\\_11013](https://www.persee.fr/doc/bspf_0249-7638_1999_num_96_4_11013) (visité le 29/12/2018).
- DELPECH, Françoise et François PRAT (1995). « Nouvelles observations sur les faunes acheuléennes de Combe-Grenal (Domme, Dordogne) ». In : *Paléo* 7.1, p. 123-137. ISSN : 1145-3370. DOI : 10.3406/pal.1995.1210. URL : [http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/pal\\_1145-3370\\_1995\\_num\\_7\\_1\\_1210](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/pal_1145-3370_1995_num_7_1_1210) (visité le 29/12/2018).
- DESCLAUX, E. (1992a). « Les petits vertébrés de la Caune de l'Arago à Tautavel (Pyrénées-orientales). Paléontologie, paléoécologie et taphonomie ». Thèse de doctorat du Muséum National d'Histoire Naturelle. Paris. 444 p.
- (1992b). « Les petits vertébrés de la Caune de l'Arago à Tautavel (Pyrénées-Orientales) : biostratigraphie, paléoécologie et taphonomie ». In : *Suppl. Bull. Mus. Anthropol. Préhist. de Monaco* 4, p. 9-19.
- DESCLAUX, E. et al. (2008). « Le contexte paléoenvironnemental des occupations humaines. L'apport de la microfaune, des restes aviaires et de la malacofaune. Le site de Payre – occupations humaines dans la vallée du Rhône à la fin du Pléistocène moyen et au début du Pléistocène supérieur ». In : *Mémoire de la S.P.F.* XLVI, p. 91-106.
- DESCLAUX, Emmanuel et Alban DEFLEUR (1997). « Étude préliminaire des micromammifères de la Baume Moula-Guercy à Soyons (Ardèche, France). Systématique, biostratigraphie et paléoécologie ». In : *Quaternaire* 8.2, p. 213-223. ISSN : 1142-2904. DOI : 10.3406/quate.1997.1574. URL : [http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/quate\\_1142-2904\\_1997\\_num\\_8\\_2\\_1574](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/quate_1142-2904_1997_num_8_2_1574) (visité le 07/03/2018).
- DOMMELIER-ESPEJO, S. (2001). « Contribution à l'étude parasitologique des sites néolithiques en environnement lacustre dans les domaines jurassiens et périalpins ». Thèse de doctorat inédite. Reims : Université de Reims Champagne-Ardenne. 263 p.
- DUFOUR, Benjamin et Matthieu LE BAILLY (sept. 2013). « Testing New Parasite Egg Extraction Methods in Paleoparasitology and an Attempt at Quantification ». In : *International Journal of Paleopathology* 3.3, p. 199-203. ISSN : 18799817. DOI : 10.1016/j.ijpp.2013.03.008. URL : <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1879981713000302> (visité le 20/02/2018).
-

- DUPUIS, I. (1986). « Les Chiroptères du Quaternaire en France ». Mémoire de maîtrise. Paris : Université Paris 1 Panthéon – Sorbonne. 561 p.
- DURCAN, Julie A., Georgina E. KING et Geoffrey A.T. DULLER (juin 2015). « DRAC : Dose Rate and Age Calculator for Trapped Charge Dating ». In : *Quaternary Geochronology* 28, p. 54-61. ISSN : 18711014. DOI : 10.1016/j.quageo.2015.03.012. URL : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871101415000692> (visité le 24/01/2022).
- EVANS, M. E. et F. HELLER (2003). *Environmental Magnetism. Principles and Applications of Enviromagnetics*. Amsterdam : Academic Press. 293 p. ISBN : 0-12-243851-5.
- FAYARD, Armand (1984). *Atlas des Mammifères sauvages de France*. Paris : Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères. 299 p. ISBN : 978-2-905216-00-7.
- FOSSE, Philippe (1994). « Taphonomie Paléolithique : Les grands mammifères de Soleilhac (Haute-Loire) et de Lunel-Viel 1 (Hérault) ». Thèse de doctorat. Aix-en-Provence : Université Aix-Marseille 1. 318 p. URL : <https://www.theses.fr/1994AIX10042>.
- FOURVEL, J.-B. et N. FREREBEAU (2015-2017). *Les Auzières (Méthamis, Vaucluse)*. Document Final de Synthèse. Aix-en-Provence, France : Direction Régionale des Affaires Culturelles PACA, Service Régional de l'Archéologie, p. 184.
- FOURVEL, Jean-Baptiste et Nicolas FREREBEAU (2014). *Les Auzières (Méthamis, Vaucluse)*. Document Final de Synthèse RAP07065. Aix-en-Provence, France : Direction Régionale des Affaires Culturelles PACA, Service Régional de l'Archéologie, p. 122.
- FOURY, Yann et al. (1<sup>er</sup> mar. 2016). « Evolution Des Faunes de Rongeurs En Moyenne Vallée Du Rhône (Rive Droite, Ardèche, France) Au Cours Du Pléistocène Moyen Final et Du Pléistocène Supérieur Ancien, Du Mis 6 Au Mis 4 ». In : *Quaternaire* (vol. 27/1), p. 55-79. ISSN : 1142-2904, 1965-0795. DOI : 10.4000/quaternaire.7527. URL : <http://journals.openedition.org/quaternaire/7527> (visité le 07/03/2018).
- GEIST, V. (1999). *Deer of the World. Their Evolution, Behaviour, and Ecology*. Shrewsbury : Swan Hill. 421 p. ISBN : 1-84037-094-7.
- GRAF, J.-D. (1982). « Génétique biochimique, zoographique et taxonomie des Arvicolidae (Mammalia, Rodentia) ». In : *Rev. Suisse zool.* 89, p. 749-787.
- GUADELLI, Jean-Luc (1987). « Contribution à l'étude des zoocénoses préhistoriques en Aquitaine (Würm ancien et interstade würmien) ». Thèse de doctorat inédite. Talence : Université Bordeaux 1. 1247 p.
- (1996). « Les cerfs du Würm ancien en Aquitaine ». In : *Paléo* 8.1, p. 99-108. ISSN : 1145-3370. DOI : 10.3406/pal.1996.908. URL : [http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/pal\\_1145-3370\\_1996\\_num\\_8\\_1\\_908](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/pal_1145-3370_1996_num_8_1_908) (visité le 29/12/2018).
- GUÉRIN, G. et al. (août 2017). « Absorbed Dose, Equivalent Dose, Measured Dose Rates, and Implications for OSL Age Estimates : Introducing the Average Dose Model ». In : *Quaternary Geochronology* 41, p. 163-173. ISSN : 18711014. DOI : 10.1016/j.quageo.2017.04.002. URL : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871101416300954> (visité le 24/01/2022).
- GUÉRIN, Guillaume, Norbert MERCIER et Grzegorz ADAMIEC (mai 2011). « Dose-Rate Conversion Factors : Update ». In : *Ancient TL* 29.1, p. 1-4.
- GUIBERT, P. et M. SCHVOERER (jan. 1991). « TL Dating : Low Background Gamma Spectrometry as a Tool for the Determination of the Annual Dose ». In : *Inter-*

- 
- national Journal of Radiation Applications and Instrumentation. Part D. Nuclear Tracks and Radiation Measurements* 18.1-2, p. 231-238. ISSN : 13590189. DOI : 10.1016/1359-0189(91)90117-Z. URL : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/135901899190117Z> (visité le 08/01/2020).
- GUIBERT, Pierre, Françoise BECHTEL et Max SCHVOERER (1997). « Déséquilibre des séries de l'uranium, implications sur la dose annuelle en datation par thermoluminescence : une étude à la grotte XVI, Cénac et Saint-Julien, Dordogne (France) [ Uranium series disequilibrium, consequences on annual dose-rate in thermoluminescence dating : a study at grotte XVI, Cénac and Saint-Julien, Dordogne (France).] » In : *Quaternaire* 8.4, p. 377-389. ISSN : 1142-2904. DOI : 10.3406/quate.1997.1587. URL : [https://www.persee.fr/doc/quate\\_1142-2904\\_1997\\_num\\_8\\_4\\_1587](https://www.persee.fr/doc/quate_1142-2904_1997_num_8_4_1587) (visité le 20/01/2022).
- GUIBERT, Pierre, Christelle LAHAYE et Françoise BECHTEL (mar. 2009). « The Importance of U-series Disequilibrium of Sediments in Luminescence Dating : A Case Study at the Roc de Marsal Cave (Dordogne, France) ». In : *Radiation Measurements* 44.3, p. 223-231. ISSN : 13504487. DOI : 10.1016/j.radmeas.2009.03.024. URL : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350448709000602> (visité le 20/01/2022).
- HAINARD, R. (1997). *Les Mammifères sauvages d'Europe*. Paris : Delachaux et Niestlé. 670 p.
- HANQUET, C. (2011). « Evolution des paléoenvironnements et des paléoclimats au Pléistocène moyen, en Europe méridionale, d'après les faunes de micromammifères ». Thèse de doctorat. Montpellier : Université Montpellier 3 Paul Valéry. 341 p.
- HANQUET, Constance et al. (1<sup>er</sup> sept. 2010). « Caractérisation du climat et de la biodiversité au Pléistocène moyen final, d'après les faunes de vertébrés de la grotte du Lazaret (Nice, France) ». In : *Quaternaire* 21.3, p. 215-226. ISSN : 1142-2904, 1965-0795. DOI : 10.4000/quaternaire.5579. URL : <http://journals.openedition.org/quaternaire/5579> (visité le 07/03/2018).
- HEXT, George R. (1963). « The Estimation of Second-Order Tensors, with Related Tests and Designs ». In : *Biometrika* 50.3-4, p. 353-373. ISSN : 0006-3444, 1464-3510. DOI : 10.1093/biomet/50.3-4.353. URL : <https://academic.oup.com/biomet/article-lookup/doi/10.1093/biomet/50.3-4.353> (visité le 18/12/2018).
- HINTON, M. A. C. (1926). *Monograph of the Voles and Lemmings (Microtinae), Living and Extinct*. T. 1. London : British Museum (Natural History).
- HROUDA, František (avr. 1982). « Magnetic Anisotropy of Rocks and Its Application in Geology and Geophysics ». In : *Geophysical Surveys* 5.1, p. 37-82. ISSN : 0046-5763, 1573-0956. DOI : 10.1007/BF01450244. URL : <http://link.springer.com/10.1007/BF01450244> (visité le 18/12/2018).
- ISAKOVIC, I. et al. (1973). « The Determination of the Age of Male Red Deer, *Cervus Elaphus* L., According to the Pedicle ». In : XI Congress IVGB. Stockholm, p. 553-560.
- JAEDRZEJEWSKI, Włodzimierz et al. (oct. 2006). « Group Size Dynamics of Red Deer in Białowieża Primeval Forest, Poland ». In : *Journal of Wildlife Management* 70.4, p. 1054-1059. ISSN : 0022-541X, 1937-2817. DOI : 10.2193/0022-541X(2006)70[1054:GSDORD]2.0.CO;2. URL : <http://www.bioone.org/doi/abs/10.2193/0022-541X%282006%2970%5B1054%3AGSDORD%5D2.0.CO%3B2> (visité le 29/12/2018).
-

- JAMMOT, D. (1977). « Les musaraignes (Soricidae, Insectivora) du Plio-Pléistocène d'Europe – Considérations générales sur les Soricidae : Évolution, Phylogénie, Classification ». Thèse de doctorat d'État. Dijon : Université de Dijon. 341 p.
- JELINEK, Vit (nov. 1981). « Characterization of the Magnetic Fabric of Rocks ». In : *Tectonophysics* 79.3-4, T63-T67. ISSN : 00401951. DOI : 10.1016/0040-1951(81)90110-4. URL : <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0040195181901104> (visité le 18/12/2018).
- JULLIEN, R. (1972). « Les Chiroptères du Würmien II de la grotte de l'Hortus (Valfaunes, Hérault) ». In : *Etudes Quaternaires* I, p. 247-265.
- KREUTZER, Sebastian, Loïc MARTIN et al. (21 fév. 2018). « Environmental Dose Rate Determination Using a Passive Dosimeter : Techniques and Workflow for  $^{-}Al_2O_3 : C$  Chips ». In : *Geochronometria* 45.1, p. 56-67. ISSN : 1897-1695. DOI : 10.1515/geochr-2015-0086. URL : <http://content.sciendo.com/view/journals/geochr/45/1/article-p56.xml> (visité le 26/11/2018).
- KREUTZER, Sebastian, C SCHMIDT et al. (2012). « Introducing an R Package for Luminescence Dating Analysis ». In : *Ancient TL* 30.1. URL : <http://epic.awi.de/36350>.
- LAQUAY, G. (1981). « Recherches sur les faunes du Würm I en Périgord ». Thèse de doctorat inédite. Talence : Université Bordeaux 1. 506 p.
- LE LOUARN, H. et J.-P. QUÉRÉ (2003). *Les rongeurs en France : faunistique et biologie*. Paris : Institut National de la Recherche Agronomique. ISBN : 978-2-7380-1091-9.
- LISTER, A. M. (1984). « Evolutionary and Ecological Origins of British Deer ». In : *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Section B. Biological Sciences* 82.04, p. 205-229. ISSN : 0269-7270. DOI : 10.1017/S0269727000003754. URL : [http://www.journals.cambridge.org/abstract\\_S0269727000003754](http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0269727000003754) (visité le 29/12/2018).
- LOPEZ GARCIA, J. M. (2008). « Evolucion de la diversidad taxonomica de los micromamíferos en la Peninsula Iberica y cambios Palaeoambientales durante el Pleistoceno Superior ». Thèse de doctorat. Tarragona : Universitat Rovira i Virgili. 368 p.
- MARCHAL, François et al. (juil. 2009). « Neandertals Paleoenvironment in Western Provence : The Contribution of Les Auzières 2 (Méthamis, Vaucluse, France) ». In : *Comptes Rendus Palevol* 8.5, p. 493-502. ISSN : 16310683. DOI : 10.1016/j.crpv.2009.03.004.
- MARQUET, J.-C. (1989). « Paléoenvironnement et chronologie des sites du domaine atlantique français d'âge Pléistocène moyen et supérieur d'après l'étude des rongeurs ». Thèse de doctorat. Dijon : Université de Bourgogne. 636 p.
- MCCALPIN, J., éd. (1996). *Paleoseismology*. San Diego : Academic Press. 583 p.
- MENU, H. et J.-B. POPELARD (1987). « Utilisation des caractères dentaires pour la détermination des vespertilioninés de l'ouest européen ». In : *Le Rhinolophe* 4, p. 1-88.
- MICHEL, P. (2005). « Un repaire Würmien d'hyène des cavernes. La grotte d'Unikoté (Iholdy, Pyrénées-Atlantiques, France) ». In : *Neartentales cantábricos, estado de la cuestión*. Sous la dir. de Ramón MONTES BARQUÍN et Jose Antonio LASHERAS CORRUCHAGA. T. 20. Monografías. Altamira : Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira, p. 131-150.
- MIGEON, S. et al. (sept. 1998). « SCOPIX : A New X-ray Imaging System for Core Analysis ». In : *Geo-Marine Letters* 18.3, p. 251-255. ISSN : 0276-0460, 1432-1157.

- 
- DOI : 10.1007/s003670050076. URL : <http://link.springer.com/10.1007/s003670050076> (visité le 18/12/2018).
- MONCEL, Marie-Hélène, Evelyne DÉBARD et al. (2002). « Le cadre de vie des hommes du Paléolithique moyen (stades isotopiques 6 et 5) dans le site de Payre (Rompon, Ardèche) : d'une grotte à un abri sous roche effondré ». In : *Bulletin de la Société préhistorique française* 99.2, p. 249-273. ISSN : 0249-7638. DOI : 10.3406/bspf.2002.12656. URL : [http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bspf\\_0249-7638\\_2002\\_num\\_99\\_2\\_12656](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/bspf_0249-7638_2002_num_99_2_12656) (visité le 07/03/2018).
- MONCEL, Marie-Hélène, Simon PUAUD et al. (fév. 2014). « Le site du Ranc-Pointu no 2 à Saint-Martin-d'Ardèche : une occupation du Paléolithique moyen ancien dans le Sud-Est de la France ». In : *Comptes Rendus Palevol* 13.2, p. 121-136. ISSN : 16310683. DOI : 10.1016/j.crpv.2013.08.004. URL : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1631068313001498> (visité le 29/12/2018).
- MONCHOT, Hervé, François MARCHAL et Dominique CAUCHE (1998). *Les Auzières 2 (Méthamis - Vaucluse)*. Document Final de Synthèse RAP05550. Aix-en-Provence : Direction Régionale des Affaires Culturelles PACA, Service Régional de l'Archéologie, p. 35.
- MONCHOT, Hervé, François MARCHAL, Dominique CAUCHE et al. (2000). « Un probable repaire de hyènes du début du Würm – Les Auzières II, Méthamis (Vaucluse) ». In : *Bulletin Archéologique de Provence* 28, p. 77-84.
- MONCHOT, Hervé, François MARCHAL et Céline COUSSOT (2001). *Les Auzières 2 (Méthamis - Vaucluse)*. Document Final de Synthèse RAP05549. Aix-en-Provence : Direction Régionale des Affaires Culturelles PACA, Service Régional de l'Archéologie, p. 30.
- (2003). *Les Auzières 2 (Méthamis - Vaucluse)*. Document Final de Synthèse RAP00902. Aix-en-Provence : Direction Régionale des Affaires Culturelles PACA, Service Régional de l'Archéologie, p. 35.
- (juil. 2004). *Les Auzières 2 (Méthamis - Vaucluse)*. Document Final de Synthèse RAP00557. Aix-en-Provence : Direction Régionale des Affaires Culturelles PACA, Service Régional de l'Archéologie, p. 44.
- (juil. 2005). *Les Auzières 2 (Méthamis - Vaucluse)*. Document Final de Synthèse RAP01045. Aix-en-Provence : Direction Régionale des Affaires Culturelles PACA, Service Régional de l'Archéologie, p. 37.
- MONCHOT, Hervé, François MARCHAL, Céline COUSSOT et Alexandre MAITREROBERT (2002). *Les Auzières 2 (Méthamis - Vaucluse)*. Document Final de Synthèse RAP00075. Aix-en-Provence : Direction Régionale des Affaires Culturelles PACA, Service Régional de l'Archéologie, p. 39.
- MONTOYA, Plinio et al. (mar. 2001). « Une faune très diversifiée du Pléistocène inférieur de la Sierra de Quibas (province de Murcia, Espagne) ». In : *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series IIA - Earth and Planetary Science* 332.6, p. 387-393. ISSN : 12518050. DOI : 10.1016/S1251-8050(01)01544-0. URL : <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1251805001015440> (visité le 07/03/2018).
- MURRAY, A.S. et A.G. WINTLE (août 2003). « The Single Aliquot Regenerative Dose Protocol : Potential for Improvements in Reliability ». In : *Radiation Measurements*
-

- 37.4-5, p. 377-381. ISSN : 13504487. DOI : 10.1016/S1350-4487(03)00053-2. URL : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350448703000532> (visité le 20/01/2022).
- PACCARD, M. (1971). « I. Analyse de sols et structures : Le camp mésolithique de Gramari à Méthamis (Vaucluse) ». In : *Gallia préhistoire* 14.1, p. 47-84. ISSN : 0016-4127. DOI : 10.3406/galip.1971.1378. URL : [http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/galip\\_0016-4127\\_1971\\_num\\_14\\_1\\_1378](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/galip_0016-4127_1971_num_14_1_1378).
- (1983). « L'ensemble karstique des Auzières à Méthamis (Vaucluse) ». In : *Nouv. Arch. du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon* 21, p. 49-52. URL : [www.persee.fr/doc/mhnly\\_0399-1725\\_1983\\_num\\_21\\_1\\_1287](http://www.persee.fr/doc/mhnly_0399-1725_1983_num_21_1_1287).
- PACHER, Martina et Anthony J. STUART (mai 2009). « Extinction Chronology and Palaeobiology of the Cave Bear ( *Ursus Spelaeus* ) ». In : *Boreas* 38.2, p. 189-206. ISSN : 03009483, 15023885. DOI : 10.1111/j.1502-3885.2008.00071.x. URL : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1502-3885.2008.00071.x> (visité le 26/01/2022).
- PETRONIO, Carmelo, Emanuele di CANZIO et Giuseppe di STEFANO (29 oct. 2003). « Morphological and Biometrical Differences in the Limb Bones of *Ursus Arctos* and *Ursus Spelaeus* and Phylogenetical Considerations on the Two Species ». In : *Palaeontographica Abteilung A* 269.4-6, p. 137-152. ISSN : 0375-0442. DOI : 10.1127/pala/269/2003/137. URL : [http://www.schweizerbart.de/papers/pala/detail/269/100783/PetronioMorphological\\_and\\_biometrical\\_differences\\_?af=crossref](http://www.schweizerbart.de/papers/pala/detail/269/100783/PetronioMorphological_and_biometrical_differences_?af=crossref) (visité le 26/01/2022).
- POITEVIN, F. (1984). *Biogéographie et écologie des crocidures méditerranéennes (Insectivores, Soricidés) Crocidura russula (Hermann, 1780) et Crocidura suaveolens (Pallas, 1811) : importance de la compétition interspécifique dans la compréhension de leurs distributions*. Mém. Trav. 14. EPHE, Inst. Montpellier. 100 p.
- PONS, A. et al. (jan. 1992). « Recent Contributions to the Climatology of the Last Glacial-Interglacial Cycle Based on French Pollen Sequences ». In : *Quaternary Science Reviews* 11.4, p. 439-448. ISSN : 02773791. DOI : 10.1016/0277-3791(92)90026-5. URL : <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0277379192900265> (visité le 21/02/2018).
- RABEDER, G. (1973). « Fossile Fledermausfaunen aus Österreich ». In : *Myotis* 11, p. 3-14.
- RICHTER, Daniel, Andreas RICHTER et Kay DORNICH (4 déc. 2015). « Lexsyg Smart - A Luminescence Detection System for Dosimetry, Material Research and Dating Application ». In : *Geochronometria* 42.1. ISSN : 1897-1695. DOI : 10.1515/geochr-2015-0022. URL : <https://www.sciendo.com/article/10.1515/geochr-2015-0022> (visité le 20/01/2022).
- RICHTER, T. O. et al. (2006). « The Avaatech Core Scanner : Technical description and Applications to NE Atlantic Sediments ». In : *New Ways of Looking Atsediment Core and Core Data*. Sous la dir. de R. G. ROTHWELL. London : Geol. Soc. Spec. Publ., p. 39-50.
- RIGLET, P. H. (1977). « Contribution à l'étude de l'âge du Cerf élaphe (*Cervus elaphus* L.) » Thèse de doctorat inédite. Alfort : Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort. 71 p.
- ROYER, Aurélien et al. (2011). « Les brûlures, des traces ambiguës aux Origines multiples. Application aux vestiges de tortues de l'Abri du Mourre de Sève (Sorgues, Vaucluse) ». In : *Taphonomie des Petits Vertébrés : Référentiels et Transferts aux Fossiles*. Sous



- 
- la dir. de V. LAROULANDIE, J.-B. MALLYE et C. DENYS. BAR International Series 2269. Oxford : Archaeopress, p. 181-194.
- RUIZ BUSTOS, A. (1978). « Edad y estudio faunístico del yacimiento karstico de Las Yedras (Sierra de la Alfaguara, Granada) ». In : *Estudios geológicos* 34, p. 323-330.
- SAINT-GIRONS, M. C. (1973). *Les Mammifères de France et du Bénélux*. Paris : Doin. 488 p.
- SCHILLING, D., D. SINGER et H. DILLER (1986). *Guide des mammifères d'Europe*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé. 280 p.
- SCHMIDT, Karoline (1993). « Winter Ecology of Nonmigratory Alpine Red Deer ». In : *Oecologia* 95.2, p. 226-233. ISSN : 0029-8549, 1432-1939. DOI : 10.1007/BF00323494. URL : <http://link.springer.com/10.1007/BF00323494> (visité le 29/12/2018).
- SCHOBER, Wilfried et Eckard GRIMMBERGER (1991). *Guide des chauves-souris d'Europe : biologie, identification, protection*. Neuchâtel : Delachaux et Niestlé. ISBN : 978-2-603-00748-8.
- SCHREUDER, A. (1958). « La microfaune des Vertébrés ». In : *La Grotte de Fontchevade*. Mémoires 29. Paris : Arch, de l'Institut de Paléontologie humaine, p. 230-240.
- SEMPERE, Antoine J., Vladimir E. SOKOLOV et Aleksey A. DANILKIN (27 déc. 1996). « Capreolus Capreolus ». In : *Mammalian Species* 538, p. 1. ISSN : 00763519. DOI : 10.2307/3504309. URL : <https://academic.oup.com/mspecies/article-lookup/doi/10.2307/3504309> (visité le 29/12/2018).
- SEVILLA, Paloma et Jean CHALINE (mar. 2011). « New Data on Bat Fossils from Middle and Upper Pleistocene Localities of France ». In : *Geobios* 44.2-3, p. 289-297. ISSN : 00166995. DOI : 10.1016/j.geobios.2011.01.002. URL : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0016699511000222> (visité le 20/12/2018).
- SEVILLA GARCIA, P. (1988). « Estudio paleontológico de los Quiropteros del Cuaternario español ». In : *Paleontological evolucion* 22, p. 113-123.
- TAIRA, A. (1989). « Magnetic Fabrics and Depositional Processes ». In : *Sedimentary Facies in the Active Plate Margin*. Sous la dir. d'A. TAIRA et F. MASUDA. Tokyo : Terra Sci. Publishing, p. 43-77.
- TARLING, Donald H. et František HROUDA (1993). *The Magnetic Anisotropy of Rocks*. London : Chapman & Hall. 217 p. ISBN : 978-0-412-49880-0.
- TEXIER, P. J. et al. (2012). « L'abri Pié Lombard à Tourrettes-sur-Loup (Alpes-Maritimes) : anciennes fouilles, nouvelles données ». In : *Bull. Mus. Anthropol. Préhist. de Monaco* 51, p. 19-49.
- THIEL, Christine et al. (avr. 2011). « Luminescence Dating of the Stratzing Loess Profile (Austria) – Testing the Potential of an Elevated Temperature Post-IR IRSL Protocol ». In : *Quaternary International* 234.1-2, p. 23-31. ISSN : 10406182. DOI : 10.1016/j.quaint.2010.05.018. URL : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1040618210002156> (visité le 20/01/2022).
- TOPÁL, G. (1979). « Fossil Bats of Rhinolophus Ferrumequinum Group in Hungary (Mammalia, Chiroptera) ». In : *Fragmenta Minerologica et Palaeontologica* 11, p. 43-54.
- TOURNEPICHE, Jean-François (1996). « Les grands mammifères pléistocènes de Poitou-Charente ». In : *Paléo* 8.1, p. 109-141. ISSN : 1145-3370. DOI : 10.3406/pal.1996.909.

- URL : [http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/pal\\_1145-3370\\_1996\\_num\\_8\\_1\\_909](http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/pal_1145-3370_1996_num_8_1_909) (visité le 29/12/2018).
- VALENSI, P., E. PSATHI et F. LACOMBAT (2004). « Le Cerf Élaphe Dans Les Sites Du Paléolithique Moyen Du Sud-Est de La France et de Ligurie. Intérêt Biostratigraphique, Environnemental et Taphonomique ». In : XIV Congrès UISPP (2-8 Sept. 2001). Sous la dir. de P. HARSERTS et F. DAMBLON. T. 1271. BAR International Series. Oxford : Archaeopress, p. 97-106.
- VALLI, A. et Claude GUÉRIN (2000). « Le gisement pleistocene supérieur de la grotte de Jaurens à Nespouls, Corrèze : Les Bovidae (Mammalia, Artiodactyla) ». In : *Cahiers Scientifiques du Muséum d'Histoire Naturelle de Lyon* 1, p. 41-81.
- VILLA, P. et E. MAHIEU (1991). « Breakage Patterns of Human Long Bones ». In : *Journal of Human Evolution* 21, p. 27-48. DOI : 10.1016/0047-2484(91)90034-S.
- WINTLE, Ann G. (déc. 1997). « Luminescence Dating : Laboratory Procedures and Protocols ». In : *Radiation Measurements* 27.5-6, p. 769-817. ISSN : 13504487. DOI : 10.1016/S1350-4487(97)00220-5. URL : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350448797002205> (visité le 08/01/2020).

# Table des figures

2.1	Répartition des étudiants participant au chantier (total 2015-2021). (A) Par genre et par année. (B) Par niveau d'étude. (C) Par formation d'origine (la surface des rectangles est proportionnelle au nombre d'étudiants ; CHS : Culture Humaniste et Scientifique ; SVT : Sciences de la Vie et de la Terre). . . . .	9
2.2	Établissement d'origine des étudiants participant au chantier (total 2015-2021). . . . .	11
3.1	Élévation des Monts de Vaucluse et localisation du site des Auzières. Relevés GPS : J.-B. Fourvel & N. Frerebeau, 2014-2017. Fond cartographique : ©IGN 2016 - RGEALTI®. . . . .	14
3.2	Élévation du débouché des Gorges de la Nesque (Méthamis, Vaucluse) et localisation des principales cavités. Relevés GPS : J.-B. Fourvel & N. Frerebeau, 2014-2017. Fond cartographique : ©IGN 2016 - RGEALTI®. . . . .	15
3.3	Débouché des Gorges de la Nesque vu depuis le Sud-Ouest (Méthamis, Vaucluse). Source des données : ©IGN 2016 - RGEALTI®, BDORTHO®. . . . .	16
3.4	Vue de face du complexe des Auzières (photogramétrie R. Hautefort). . . . .	17
3.5	Extrait de la carte géologique de Carpentras au 1/50000 ( <i>Carte géologique de la France au 1/50 000, 941, Carpentras 1975</i> ) avec localisation du site des Auzières. . . . .	19
3.6	Vue générale d'un couloir de cisaillement subvertical intensément fracturé dans les calcaires entre les entrées des secteurs 1 et 2 des Auzières (cliché J.-L. Schneider). . . . .	20
3.7	Avancée de la fouille par carré du secteur 2 : (A) nombre de pièces coordonnées, (B) profondeur maximale atteinte (cm). Hors géofact et pièces de nature indéterminée. . . . .	26
3.8	Nombre de pièces coordonnées dans le secteur 2 en fonction de la profondeur. Hors géofact et pièces de nature indéterminée. . . . .	27
4.1	Restauration des murs de terrasse pour contenir les déblais (cliché J.-B. Fourvel, 2014). . . . .	30
4.2	Clôture et signalisation. Haut : entrée du secteur 1 (cliché N. Frerebeau, 2017) ; bas : entrée du site (cliché J.-B. Fourvel, 2017). . . . .	31
5.1	Extrait du cadastre au 1/1000 extsuperscripte . . . . .	35
5.2	Extrait de la carte topographique au 1/25000 extsuperscripte . . . . .	37

5.3	Extrait de la carte topographique au 1/250000 extsuperscripte . . . . .	39
8.1	Petites failles normales affectant les alternances de limon et d'argile bien laminés (cliché L. Bruxelles). . . . .	68
8.2	Synthèse des relations entre unités stratigraphiques du secteur 1. Les terminus sont indiqués en rouge, les âges sont donnés à titre indicatifs (voir le texte pour plus de détails). . . . .	71
8.3	Vue d'ensemble du remplissage sédimentaire du site des Auzières 1 (prise depuis l'entrée de la cavité; cliché J.-L. Schneider). On distingue deux ensembles sédimentaires superposés. . . . .	72
8.4	Aspect général des dépôts de l'ensemble sédimentaire supérieur à proximité de l'entrée de la cavité (située à gauche de la photographie; cliché J.-L. Schneider). Noter la disposition verticale des éléments les plus grossiers et la présence d'un niveau subhorizontal enrichi en clastes. Échelle : 20 cm. . . . .	73
8.5	Coupe sédimentologique (section 4) montrant la succession des différents types d'intervalles sédimentaires (ensemble sédimentaire inférieur; Les Auzières, secteur 1). . . . .	75
8.6	Succession de dépôts sablo-silteux granoclassés à laminations planes (cliché J.-L. Schneider). Les lamines claires correspondent aux termes argileux du sommet des séquences de dépôt. L'aspect rythmique de l'enregistrement sédimentaire présente une convergence faciologique avec des dépôts varvés. . . . .	76
8.7	Structures de déformation affectant les dépôts de l'ensemble sédimentaire inférieur (Les Auzières, secteur 1; cliché J.-L. Schneider). A. Failles normales conjuguées affectant l'intervalle argileux rouge sombre en milieu de coupe. Remarquer les rejets associés aux mouvements le long de ces accidents qui s'enracinent dans les dépôts sablo-silteux sous-jacents. B. Réseau complexe de failles de pendages variables affectant des dépôts sablo-silteux granoclassés à laminations planes. C. Filon clastique en forme de coin comblé par les sédiments provenant du niveau sableux sus-jacent. D. Failles normales conjuguées et structures plissées. Les lignes blanches en pointillés épais indiquent la position des fractures. Les lignes blanches en pointillés fins marquent les limites de niveaux sédimentaires de granularités contrastées. . . . .	78
8.8	Microphotographies en lumière polarisée analysée de lames minces d'échantillons prélevés dans l'intervalle sédimentaire inférieur (Les Auzières, secteur 1; cliché J.-L. Schneider). A. Vue d'un intervalle de dépôt silto-sableux granoclassé. Remarquer la présence de grains de quartz (flèche blanche) dans l'horizon grossier inférieur. B. Vue d'une microfracture avec déplacement relatif des niveaux sédimentaires à son contact. Remarquer les recristallisations de carbonates le long des épontes (flèche blanche). . . . .	79

8.9	Résultats de l'analyse de la fabrique magnétique des échantillons du site Auzières_1_ASM7 (10 échantillons). A. Diagramme $P - K_{mean}$ ( $10^{-3}$ SI). B. Diagramme $T - P$ . C. Diagramme $F - L$ . Projection stéréographique (hémisphère inférieur, aires conservées) des axes des ellipsoïdes des 10 échantillons et report des tenseurs moyens $K_{mean\ max}$ , $K_{mean\ int}$ et $K_{mean\ min}$ pour le site. Les ellipses de confiance ( $\alpha_{95}$ ) des trois tenseurs moyens sont également reportées. . . . .	80
8.10	Coupe stratigraphique du secteur 1 et localisation des échantillons datés par OSL. . . . .	85
8.11	Illustration des prélèvements OSL par grattage de surface (A) et de la mise en place de dosimètre passif (B) sur le site des Auzières (clichés B. Lebrun et J.-B. Javel). . . . .	86
8.12	Exemple de résultat obtenus sur quartz à l'aide du protocole SAR. . . . .	89
8.13	Plateau de préchauffe observé pour l'échantillon BDX25320. . . . .	90
8.14	Exemple d'aliquote à saturation, échantillon BDX25318. . . . .	92
8.15	Exemple de résultat obtenus sur feldspath à l'aide du protocole pIRIR290. . . . .	93
8.16	Distribution (abanico plot) des doses équivalentes de l'échantillon BDX25316. . . . .	94
8.17	Distribution (abanico plot) des doses équivalentes de l'échantillon BDX25317. . . . .	95
8.18	Distribution (abanico plot) des doses équivalentes de l'échantillon BDX25318. . . . .	96
8.19	Distribution (abanico plot) des doses équivalentes de l'échantillon BDX25319. . . . .	97
8.20	Distribution (abanico plot) des doses équivalentes de l'échantillon BDX25320. . . . .	98
8.21	Distribution (abanico plot) des doses équivalentes de l'échantillon BDX25321. . . . .	99
8.22	Étude du déséquilibre dans les chaînes de l'uranium. . . . .	100
8.23	Activités spécifiques par échantillon. . . . .	101
8.24	Synthèse des âges OSL obtenus dans le secteur 1. . . . .	103
9.1	Synthèse des relations entre unités stratigraphiques du secteur 2. Les terminus sont indiqués en rouge, les âges sont donnés à titre indicatifs (voir le texte pour plus de détails). . . . .	107
9.2	Ouverture du conduit karstique du secteur 2 des Auzières (cliché L. Bruxelles, 2018). . . . .	108
9.3	Secteur 2, coupe nord (photogrammétrie R. Hautefort, 2018). . . . .	109
9.4	Secteur 2, coupe sud (photogrammétrie R. Hautefort, 2018). . . . .	110
9.5	Relevé du log 1, secteur 2, carrés G9-F9. Relevé L. Bruxelles et C. Mologni. . . . .	114
9.6	Relevé du log 2, secteur 2, carré H13. Relevé L. Bruxelles et C. Mologni. . . . .	116
9.7	Faces antérieure (A) et postérieure (B) et face antérieure (C) d'humérus d'ours des cavernes. Cliché Camille Thabard. . . . .	121

9.8	Odontométrie comparée des p4 d'hyène : projection bivariée (rapport DVL/DMD). . . . .	124
9.9	Humérus gauche d'hyène des cavernes (A. face antérieure, B. face postérieure, C. face distale). Cliché Camille Thabard. . . . .	124
9.10	Odontométrie comparée des p3 de renard : projections bivariée (A) et univariées (B et C). . . . .	127
9.11	Odontométrie comparée des p4 de renard : projections bivariée (A) et univariées (B et C). . . . .	128
9.12	Odontométrie comparée des m1 de renard : projections bivariée (A) et univariées (B et C). . . . .	129
9.13	Odontométrie comparée des m2 de renard : projections bivariée (A) et univariées (B et C). . . . .	130
9.14	Ostéométrie du renard roux et du renard polaire. . . . .	131
9.15	P4 (H12.11.1, H13.35.1), M1 et M2 (H12.11.2, H13.35.2) de renard roux (A., D. face occlusale, B. face linguale, C. face vestibulaire). Cliché Camille Thabard. . . . .	132
9.16	Ulna droit de renard polaire (A. face médiale, B. face latérale, C. face antérieure). Cliché Camille Thabard. . . . .	133
9.17	Tibia gauche de chat sauvage F8.19 (A. vue antérieure, B. vue postérieure, C. vue distale). Cliché Camille Thabard. . . . .	134
9.18	Osteométrie comparée du chat sauvage. . . . .	135
9.19	Odontométrie comparée de la P3 de lynx (G12.25.2) : projections bivariée (A) et univariées (B et C). . . . .	136
9.20	Bois de <i>C. elaphus</i> (F10.204 et F10.211). Clichés N. Lateur, 2018. . . . .	143
9.21	Dimensions de la M/1 de <i>Crocidura leucodon</i> du secteur 2. . . . .	149
9.22	<i>Crocidura leucodon</i> : Vue latérale externe. (A) I/1-M/2 D (F10, $z = 400 - 405$ ); (B) M/2-M/3 G (E9 $z = 402 - 408$ ). Echelle en mm. . . . .	149
9.23	Micromammifères du secteur 2. (A) mandibule droite (I/1-M/3) <i>Crocidura</i> cf. <i>leucodon</i> (E9.395.1); (B) mandibule droite (I/1-M/3) <i>Crocidura suaveolens</i> (G9.TM.60 $z = 433 - 435$ ); (C) M/1 G <i>Microtus</i> ( <i>Terricola</i> ) cf. <i>duodecimcostatus</i> (G10.TM.28 $z = 479 - 486$ ) et (D) M/1 D <i>Microtus</i> cf. <i>agrestis</i> (F9.TM.15 $z = 343 - 352$ ). Échelle = 1 mm. . . . .	152
9.24	Rongeurs du secteur 2. (A) M/1 G <i>Arvicola sapidus</i> (F10, effondrement coupe); (B) M/1 D <i>M. (T.)</i> cf. <i>duodecimcostatus</i> (F10 $z = 390 - 400$ ); (C) M/1 D <i>Microtus arvalis</i> (E10 $z = 403 - 410$ ); (D) M/1 D <i>Microtus arvalis</i> (E9 $z = 406 - 415$ ); (E) M/1 G <i>Microtus arvalis</i> (E10 $z = 403 - 412$ ). 153	
9.25	Dimensions de la M/1 de <i>Microtus arvalis</i> du secteur 2. Comparaison avec des populations actuelles de <i>M. arvalis</i> et <i>M. agrestis</i> . Avec : L T4 = largeur du triangle T4, L T5 = largeur du triangle T5 et L M/1 = longueur de la M/1. . . . .	155
9.26	Climatogramme des Auzières, secteur 2. . . . .	158

9.27	Micromammifères des Auzières, secteur 2 : indices taxinomiques d'habitat (ITH). Avec : Tu = toundra, B = forêt boréale, Mo = montagne S = steppe, Fs = forêt et steppe A = milieux arides, D = forêt caducifoliée et Med = biotopes méditerranéens. . . . .	160
9.28	<i>Bufo bufo</i> : (A) ilion droit (vue latérale); (B) scapula droit (vue dorsale). <i>Lacerta bilineata</i> : (C) maxillaire droit (vue latérale); (D) dentaire gauche (vue médiale). <i>Anguis fragilis</i> : (E) et (F) vertèbre dorsale (vues dorsale et ventrale). <i>Zamenis longissimus</i> : (G) et (H) vertèbre dorsale (vues dorsale et ventrale). Échelle : 2 mm. . . . .	162
9.29	<i>Vipera aspis</i> : (A) vertèbre cervicale (vue latérale droite); (B), (C) et (D) vertèbre dorsale (vues postérieure, dorsale et latérale droite). Échelle : 2 mm. . . . .	163
9.30	Pollens issus de l'étude des coprolithes des Auzières, secteur 2. Microscopie optique (clichés J. Argant). (A) G9.213, aspect d'une lame avec débris de lignine (grossissement $\times 100$ ) et de nombreux grains de pollen parmi lesquels on reconnaît <i>Pinus</i> (plusieurs grains), deux Asteraceae, <i>Corylus</i> , spore monolète. (B) G9.213, <i>Tilia</i> (30 $\mu\text{m}$ ). (C) G9.213, <i>Asphodelus</i> (50 $\mu\text{m}$ ). (D) F9.184, <i>Spergularia</i> (20 $\mu\text{m}$ ). (E) G9.247, <i>Carduncellus</i> (40 $\mu\text{m}$ ). . . . .	166
9.31	Résultats simplifiés de l'analyse pollinique des coprolithes issus des secteurs 1 et 2. . . . .	167
9.32	Représentation schématique des résultats simplifiés de l'analyse pollinique des coprolithes issus des secteurs 1 et 2 (Les Auzières). . . . .	169
9.33	Pollens issus de l'étude des coprolithes des Auzières. Microscopie optique (clichés J. Argant). (A) <i>Tilia</i> (E9.457). (B) <i>Liliaceae</i> type <i>Scilla</i> (E9.457). (C) <i>Carpinus</i> (E9.457). (D) Asteraceae cf. <i>Onobroma caerulea</i> (= <i>Carduncellus caerulea</i> ) (Q10.9). (E) Euphorbiaceae (Q10.9). . . . .	170
9.34	Nombre de charbons observés dans le secteur 2 en fonction de la profondeur. . . . .	176
9.35	Charbon centimétrique préservé en stratigraphie. Les Auzières, secteur 2 (cliché J.-B. Fourvel). . . . .	177
9.36	Industries lithiques. De gauche à droite : produit Levallois (E10.163), produit Levallois (F8.186), produit Levallois brûlé (E10.160). Clichés L. Slimak. . . . .	181
9.37	Industries lithiques. De haut en bas et de gauche à droite : pointe Levallois (E9.499), éclat fragmenté laminaire (E7.153), éclat fragmenté laminaire (G10.311), pointe pseudo-Levallois (E7.149). Clichés J.-B. Fourvel . . . . .	185
9.38	Phalange de cheval (G13.21). Fragment distale de première phalange digéré. Cliché J.-B. Fourvel. . . . .	186
9.39	Mandibule d'ours des cavernes (E9.442) avec stries de boucherie. Clichés J.-B. Fourvel et J.-B. Javel. . . . .	187
9.40	Phalange d'ours des cavernes (E10.270). Vue plantaire et détail des stries de boucherie. Clichés J.-B. Javel. . . . .	189
9.41	Os coxal de cheval (E9.482 et G9.378) présentant des traces d'exploitation bouchères (encoche de fracturation et stries de boucherie). Clichés J.-B. Fourvel. . . . .	191

9.42	Fragment de carapace de tortue d'Hermann brûlé (F9.261). Échelle : 1 cm. Clichés J.-B. Javel. . . . .	192
9.43	Carapace de tortue d'Hermann présentant des traces de combustion. Cliché J.-B. Fourvel. . . . .	194
9.44	Comparaison de la carapace de tortue des Auzières avec une carapace de tortue d'Hermann actuelle. Cliché J.-B. Fourvel. . . . .	194
9.45	Modélisation 3D (photogrammétrie) de la carapace de tortue. Clichés J.-B. Fourvel. . . . .	195
9.46	Modélisation 3D (photogrammétrie) du "sol à tortue" des carrés E9/F9. Clichés J.-B. Fourvel. . . . .	195
9.47	Gauche : vertèbre dorsale de tortue présentant des traces de combustion. Droite : Fragment de carapace de tortue présentant des traces de découpe. Clichés J.-B. Fourvel. . . . .	196
9.48	Distribution spatiale en fonction de la profondeur des vestiges archéologiques et paléontologiques par type de matériel. . . . .	199
9.49	Desité des vestiges archéologiques et paléontologiques en fonction de la profondeur par type de matériel. . . . .	200
9.50	Distribution spatiale en fonction de la profondeur des observations taphonomiques par type d'agent. . . . .	201
9.51	Distribution spatiale en fonction de la profondeur des os et dents par groupe faunique. . . . .	202



# Liste des tableaux

2.1	Liste des intervenants techniques . . . . .	5
2.2	Liste des intervenants scientifiques. . . . .	6
3.1	Résumé des interventions de terrain. . . . .	21
3.2	Total de pièces coordonnées par type. . . . .	25
3.3	Total de pièces coordonnées par campagne. . . . .	26
4.1	Surfaces fouillées lors des différentes interventions de terrain sur le site des Auzières. . . . .	29
8.1	Liste des unités stratigraphiques du secteur 1. . . . .	70
8.2	Échantillons prélevés pour datation OSL. . . . .	84
8.3	Valeurs de dose moyenne obtenues sur les quartz des différents échantillons. . . . .	92
8.4	Résultat de l'application de l'ADM aux distributions de doses équivalentes des échantillons. . . . .	96
8.5	Teneurs K exprimées en pourcent, le reste est exprimé en ppm. . . . .	97
8.6	Débit de dose environnemental gamma ( $\mu\text{Gy/a}$ ). . . . .	99
8.7	Âges OSL et valeurs associées. . . . .	102
9.1	Liste des unités stratigraphiques du secteur 2 et équivalence des systèmes de numérotation. . . . .	106
9.2	Odontométrie de la hyène. Données en millimètres. . . . .	123
9.3	Ostéométrie de l'humérus d'hyène. . . . .	123
9.4	Odontométrie des restes dentaires de Vulpini. Données en millimètres. . . . .	127
9.5	Odontométrie des restes dentaires de Lynx. Données en millimètres. . . . .	136
9.6	Caractéristiques environnementales et écologiques des taxons des Auzières. . . . .	138
9.7	Ostéométrie des restes de cerf élaphe. Données en millimètres. . . . .	143
9.8	Distribution des micromammifères dans le remplissage des Auzières II (d'après le NMI). . . . .	147
9.9	Dimensions de la M/1 de <i>Crocidura leucodon</i> du secteur 2. . . . .	148
9.10	<i>R. ferrumequinum</i> et <i>R. hipposideros</i> : dimensions de l'humérus (DT distal). . . . .	151
9.11	Micromammifères des Auzières, secteur 2 : indices taxinomiques d'habitat (ITH). Avec : Tu = toundra, B = forêt boréale, Mo = montagne S = steppe, Fs = forêt et steppe A = milieux arides, D = forêt caducifoliée et Med = biotopes méditerranéens. . . . .	159
9.12	Résultats simplifiés de l'analyse pollinique des coprolithes issus des secteurs 1 et 2. . . . .	168

9.13	Propagules retrouvées au sein de contextes paléolithiques. . . . .	174
9.14	Synthèse des charbons prélevés par campagne. . . . .	175
9.15	Industrie lithique moustérienne issue de la campagne 2014 (Les Auzières, secteur 2). . . . .	179
9.16	Industrie lithique moustérienne 2015-2017 (Les Auzières, secteur 2). . . . .	180
9.17	Inventaire des pièces lithiques découvertes en 2018 (Les Auzières, secteur 2). . . . .	183
9.18	Inventaire des pièces lithiques découvertes en 2019 (Les Auzières, secteur 2). . . . .	184
9.19	Décompte des restes de tortue coordonnées par campagne. . . . .	193
9.20	Décompte par carré des restes de tortue coordonnées et issus des refus de tamis de la campagne 2021. . . . .	193
9.21	Synthèse des hypothèses issues de l'analyse pollinique des coprolithes. . . . .	197