



# ArkéoMap

## **ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES ARCHÉOLOGIQUES : TESTS PALYNOLOGIQUES**



**TESTS PALYNOLOGIQUES DE HUIT PRÉLÈVEMENTS RÉALISÉS SUR  
LE SITE DE LA VILLA ANTIQUE DE « LA CAPELLE 2 » SUR LA  
COMMUNE DE LA FARLÈDE (83).**

**ARCHEODUNUM**

Rapport de tests palynologiques

**Septembre 2022**

## ARCHEODUNUM

---

### Opération archéologique « La Capelle » sur la commune de La Farlède (83)

---

#### Références des échantillons étudiés :

**Prélèvements provenant de fonds de puits** : PR 154 (US 2014-7) et PR 158 (US 2209-5)  
**Prélèvements en stratigraphie dans le comblement d'une ancienne zone humide** : PR12 et PR13 (US1020-3), PR14 et PR15 (US1020-4), PR16 et PR17 (US1020-19 et US1020-6).

---

#### Loïc GAUDIN

membre associé à l'UMR 6566 CReAAH et chargé de cours l'Université de Rennes 1

E-mail : [loic.gaudin@arkeomap.com](mailto:loic.gaudin@arkeomap.com)

Site web : [arkeomap.com](http://arkeomap.com)

---

**Août 2022**

*Illustration de la page de couverture* : Opération archéologique du site « La Capelle 2 », commune de La Farlède (83). Prélèvement 12 - US 1020-3 (inf.). Pollen d'olivier (*Olea sp.*). Grossissement x1000, l'échelle représente des micromètres.

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>1. PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS, STRATIGRAPHIE et OBJECTIFS.....</b>	<b>5</b>
<b>2. TRAITEMENT CHIMIQUE et OBSERVATION DES ECHANTILLONS.....</b>	<b>7</b>
2.1 Le protocole d'extraction utilisé.....	7
2.2 Les comptages et déterminations.....	8
<b>3. RESULTATS DES TESTS.....</b>	<b>10</b>
<b>4. DIAGNOSTIC ET PRECONISATIONS.....</b>	<b>13</b>
<b>5. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>16</b>
<b>6. ANNEXE.....</b>	<b>17</b>
6.1. Détail du protocole d'extraction utilisé :.....	17
6.2. Description des échantillons et des traitements .....	20

## INTRODUCTION

Ce document présente les résultats de huit tests palynologiques de prélèvements réalisés lors de l'opération archéologique du site « La Capelle » sur la commune de La Farlède (83). Le site correspond à une villa oléicole et viticole antique.

Les prélèvements ont été réalisés dans le comblement de puits mais aussi en stratigraphie, à l'intérieur du comblement d'une zone humide aménagée en mare lors de l'occupation antique.

Cette analyse palynologique vient compléter les résultats d'autres études paléoenvironnementales (géomorphologie, carpologie, malacologie) visant à mieux comprendre l'environnement du site.

Ce rapport vise à estimer le contenu palynologique des prélèvements dans l'optique de faire des analyses plus approfondies.

L'étude a été commandée Monsieur Jérôme Grasso, responsable de l'opération.

# 1. PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS, STRATIGRAPHIE et OBJECTIFS

INVENTAIRE PALYNOLOGIQUE				
<b>Commune :</b>		La Farlède (83)		
<b>Nom de l'opération / Lieu-Dit :</b>		« Projet de centralité 2 », lieu-dit : « La Capelle »		
<b>Année :</b>		2022		
<b>N° OA Patriarche :</b>		10534		
<b>Resp. d'Op.</b>		Jérôme Grasso		
<b>Type d'opération :</b>		fouille préventive		
<b>Période d'analyse pressentie</b>		01/09/22		
Identifiants prélèvements	US	Masses envoyées (g)	Description sédimentaire	Structures archéologiques
PR12	1020 – 3 (inf.)	78	Limono-argileux, couleur : brun foncé : organique	US de comblement d'une ancienne zone humide, et aménagée en mare au cours de l'Antiquité.
PR13	1020 – 3 (sup.)	90	Limono-argileux, couleur : brun foncé : organique	
PR14	1020 – 4 (inf.)	111	Limono-argileux, couleur : brun orangé	
PR15	1020 – 4 (sup.)	129	Limono-argileux, couleur : brun orangé	
PR16	1020 – 19	99	Limono-argileux, couleur : brun foncé	
PR17	1020 – 6	120	Limono-argileux, couleur : brun gris	
PR154	2014 - 7	118	Sablo-limoneux, couleur orangée	Us de comblement de puits
PR158	2209-5	128	Sablo-limoneux, couleur orangée	Us de comblement de puits

Figure 1. Description de l'opération et inventaire des prélèvements étudiés

Sur les huit prélèvements, deux proviennent de comblement de puits (PR 154 et PR 158). Les échantillons étudiés proviennent de niveaux inférieurs encore humides. L'humidité constatée lors de la fouille des puits est un indice à priori favorable à la conservation pollinique. Toutefois, le maintien de conditions anaérobies de façon permanente depuis l'antiquité n'est pas du tout certaine.

Les six autres prélèvements ont été réalisés en stratigraphie, à l'intérieur du comblement d'une vaste zone humide aménagée en mare au cours de l'Antiquité. Elle aurait servi de point de captage pour les eaux de ruissellement (site en pente) et de dépotoir au cours de l'occupation. Les couches archéologiques avaient un aspect grisâtre (voir rosé pour l'US 1020-4) ce qui tendrait à montrer le maintien de conditions réductrices, caractère plutôt favorable à la conservation pollinique.

L'objectif de ces tests vise à estimer la conservation et le contenu pollinique en vue d'analyses plus complètes si les résultats étaient positifs.

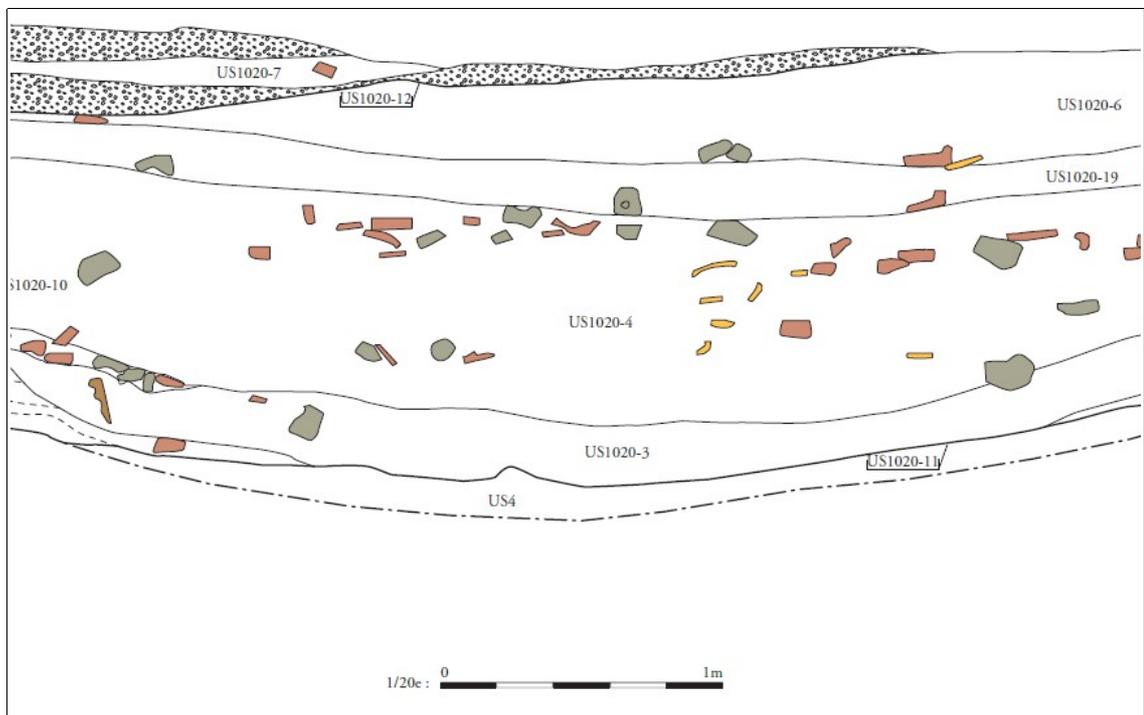


Figure 2. Photographie de la stratigraphie N-S et extrait du relevé stratigraphique correspondant au comblement de la zone humide. Sur la photographie, l'US 1020-3 (PR12 et PR13) correspond aux niveaux inférieurs « noirâtres », l'US 1020-4 (PR14 et PR15) correspond aux niveaux intermédiaires de couleur « rose », les US 1020-19 et US 1020-6 aux niveaux supérieurs de couleur gris clair et gris foncé.

## 2. TRAITEMENT CHIMIQUE et OBSERVATION DES ECHANTILLONS

### 2.1 Le protocole d'extraction utilisé

L'extraction pollinique a été réalisée au sein du laboratoire de l'UMR CNRS 5805 EPOC (Environnements et Paléoenvironnements Océaniques et Continentaux) à l'université de Bordeaux.

Le protocole utilisé est détaillé en annexe (chapitre 6.1. ).

## 2.2 Les comptages et déterminations

Les pollens ont été observés au sein du laboratoire ARKEOMAP. L'observation des extractions a été réalisée sous microscope optique à immersion aux grossissements x500 et x1000 (microscopes OLYMPUX CX21 et CX40).



Figure 3. Microscope d'observation (Olympus CX 21, ArkéoMap)

Les outils utilisés pour les déterminations sont de plusieurs sortes :

- des lames de référence du Laboratoire de l'UMR 6566 « CREAAH », de pollens actuels portant principalement sur la flore hygrophile des marais,
- des clichés photographiques pris au microscope optique et électronique,
- des atlas photographiques « pollens et spores d'Europe et d'Afrique du Nord » (Reille, 1992) et « Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete » (Beug, 2004).

Le nombre de grains de pollens et de spores comptés par échantillon peut être variable en fonction des conditions de conservation et de la nature des sédiments. L'objectif de cette pré-étude étant avant tout d'estimer le potentiel palynologique, nous n'avons pas cherché à atteindre le nombre de 300 pollens préconisé par M. Reille (1990).

Nous nous sommes néanmoins attachés à quelques règles et indices pour estimer le contenu palynologique :

- le balayage d'une dizaine « d'allers-retours » de la lamelle,
- un minimum d'une à deux heures a été consacré au balayage de chaque lamelle.

Nous avons aussi calculé des fréquences polliniques absolues afin d'estimer le nombre de grains par volume (mL) de sédiment. Nous nous sommes basés pour cela sur une méthode préconisant l'introduction de pastilles de Lycopodes au nombre connu dans les préparations (Stokmarr, 1972).

#### Remarque par rapport à la détection des microfossiles non-polliniques (MNP) :

Le parcours des lames polliniques permet souvent d'observer des microfossiles non-polliniques. Ils peuvent être d'origines diverses : spores algales, ascospores fongiques, fructifications, restes de métazoaires, œufs ou kystes de parasites, ...

Il n'est pas toujours possible de déterminer ces microfossiles. Néanmoins, nous nous sommes basés sur les inventaires de Van Geel *et al.* (2006) et C. Cugny (2011) pour identifier certains microfossiles et ainsi compléter l'interprétation des résultats polliniques. La typologie adoptée est celle initiée par B. van Geel, réutilisée et complétée par C. Cugny (2011).

#### Remarque par rapport à la détection des pollens de « Cerealia type » :

La différenciation entre pollens issus de Poacées «sauvages » et Poacées « cultivées » (céréales) repose sur des critères biométriques (Heim, 1970 ; Visset, 1974 ; Chester P. I. et Ian Raine, 2001). Afin de limiter au maximum les erreurs de détermination, seuls les pollens de Poacées dont la taille est comprise entre 40 et 60µm, et dont le diamètre extérieur du pore aréolé est supérieur à 10µm peuvent être considérés comme étant des « céréales type » (Chester P. I. et Ian Raine, 2001). Le taxon « Cerealia type » indiqué dans les diagrammes du rapport correspond à ce type de pollen.

Ces critères anatomiques ont cependant été remis en cause par certains chercheurs (Planchais N., 1971 ; Heim J., 1970 ; Lopez Saez *et al.*, 2003) qui évoquent la ressemblance dimensionnelle entre les pollens de céréales et ceux de Poacées naturels (ex. genre *Glyceria sp.*, *Elymus sp.*, *Agropyrum sp.*).

Aussi, lorsque des grains de « type céréale » sont observés de manière sporadique il est prudent avant de les interpréter comme céréales, de s'intéresser à l'ensemble des indices anthropiques (ex. ouverture du paysage) ainsi que des cortèges floristiques de plantes adventives (ex. *Centaurea sp.*, *Rumex sp.*) ou de plantes rudérales (ex. Urticacées) qui peuvent rendre cohérente ou non la détermination.

### 3. RESULTATS DES TESTS

Les résultats des tests sont donnés sous la forme d'un tableau de comptages représentant les effectifs des différents pollens, spores et quelques microfossiles non polliniques (MNP) identifiés (Figure 4) .

Taxons \ Code Prélèvements	PR12 - US 1020 - 3 (inf.)	PR13 - US 1020 - 3 (sup.)	PR14 - US 1020 - 4 (inf.)	PR15 - US 1020 - 4 (sup.)	PR16 - US 1020-19	PR17 - US 1020-6	PR154 - US 2014 - 7	PR158 - US 2209-5
Frag. Gymnosperme	3	11	27	12	0	2	1	1
Pinus	3	1	3	2	0	1	0	0
Pinus sylvestris	0	0	0	1	0	2	0	0
Quercus	0	1	3	1	0	0	0	0
Quercus type ilex	0	1	0	0	0	0	0	0
ROSACEAE	0	0	1	0	0	0	0	0
Juglans	1	1	1	0	0	0	0	0
Olea	5	4	7	0	0	0	0	0
Vitis	0	1	3	0	0	0	0	0
POACEAE	18	14	15	1	0	0	0	0
CICHORIODEAE	2	5	8	1	0	6	11	4
ASTERACEAE	1	2	1	1	0	0	0	0
Artemisia	0	1	0	0	0	0	0	0
CHENOPODIACEAE	1	1	0	0	0	0	0	0
BRASSICACEAE	2	0	1	0	0	0	0	0
Plantago	0	0	0	1	0	0	0	0
URTICACEAE	1	0	0	0	0	0	0	0
Erica	0	0	2	0	0	0	0	0
GENTIANACEAE	0	0	1	0	0	0	0	0
Cerealial type	0	1	0	0	0	0	0	0
Centaurea	0	0	1	0	0	0	0	0
RANUNCULACEAE	0	0	2	0	0	0	0	0
GERANIACEAE	0	1	0	0	0	0	0	0
Mercurialis	0	1	0	0	0	0	0	0
ROSACEAE	0	0	1	1	0	0	0	0
PRIMULACEAE	0	1	0	0	0	0	0	0
CYPERACEAE	2	0	5	4	0	0	0	0
Lemna	1	0	4	0	0	0	0	0
Nuphar	1	1	1	0	0	0	0	0
Spores	19	27	55	60	46	81	14	20
POLYPODIACEAE	0	1	0	0	0	0	0	0
Spore trilète	1	0	0	0	0	0	0	0
Microfossiles Non polliniques	0	0	0	0	0	1	0	0
Concentricystes	0	0	0	0	0	0	0	0
Cyanobacteries	0	0	0	1	0	0	0	0
Dictyospores - HdV-126	0	0	1	0	0	1	0	0
HdV-353b	0	0	0	0	1	1	0	0
Améropores - HdV-207	0	3	5	13	2	12	0	5
Améropores - HdV-27	1	0	0	0	0	0	0	0
Dictyospores - TM-329	0	0	0	0	0	1	0	0
Spores algales et supposées - TM-4021	1	0	0	0	0	0	0	0
Spores algales et supposées - HdV-181	1	1	1	5	2	3	0	1
Microcharbons (tracheïdes : résineux)	0	0	0	2	0	0	17	1
Microcharbons (feuillus)	4	3	39	28	0	24	235	33
Thèque œuf <i>Trichuris</i> sp.	3	1	3	0	0	0	0	0
Thèque œuf <i>Ascaris</i> sp.	3	0	0	0	0	0	0	0
Indéterminés	1	5	3	0	0	0	0	0
SOM. pollen (somme de base)	41	48	87	25	0	11	12	5
SOM. Sporo-pollinique	61	76	142	85	46	92	26	25
CONC. ABS Pollen (nb / cm3)	41927	31555	18198	2739	0	953	729	271
CONC. ABS Pollen et Spores (nb / cm3)	62379	49962	29702	9313	6538	7969	1579	1353

Figure 4. Opération archéologique du site « La Capelle 2 », commune de La Farlède (83). Comptages correspondant aux pollens et spores déterminés. Les valeurs grisées correspondent à des sommes polliniques, sommes sporo-polliniques et pour les deux dernières lignes à des concentrations absolues de pollens et de spores + pollens. Les concentrations absolues sont exprimées en nombre de grains par volume (mL) de sédiment.

Code des prélèvements	Nombre de pollens comptés	Nombre de spores comptés	de Lycopodes introduits comptés	Concentration absolue pollen spores	Concentration absolue pollen uniquement	Etat de conservation	Diversité taxonomique	Remarque	Indice de potentiel d'étude
PR12 - US 1020 – 3 (inf.)	41	61	9	62379	41927	Bon	15		1
PR13 - US 1020 – 3 (sup.)	48	76	14	49962	31555	Bon	19	Noyer, Olivier, Vigne, Céréale	1
PR14 - US 1020 – 4 (inf.)	87	142	44	29702	18198	Bon	20		2
PR15 - US 1020 – 4 (sup.)	25	85	84	9313	2739	Moyen	11		3
PR16 - US 1020-19	0	46	37	6538	0	Très mauvais	1		5
PR17 - US 1020-6	11	92	85	7969	953	Très mauvais	5		4
PR154 - US 2014 - 7	12	26	101	1579	729	Très mauvais	3		5
PR158 - US 2209-5	5	25	85	1353	271	Très mauvais	3		5

Figure 5. Opération archéologique du site « La Capelle 2 », commune de La Farlède (83). Tableau synthétisant les sommes, les concentrations absolues en spores et pollens (en nb/mL de sédiment) ainsi que la diversité taxonomique de chaque prélèvement. Un ordre des potentialités d'analyses des échantillons est proposé en tenant compte des résultats des tests (l'indice de 1 correspondant à un test très favorable, l'indice 5 correspondant à un résultat très défavorable).



Figure 6. Opération archéologique du site « La Capelle 2 », commune de La Farlède (83). Prélèvement 12 - US 1020-3. Photographie d'un fragment de pollen de noyer (*Juglans sp.*) grossissement x1000.



Figure 7. Opération archéologique du site « La Capelle 2 », commune de La Farlède (83). , prélèvement 13 – US 1020-3 (sup.). Photographie d'un pollen de type Céréale. grossissement x1000.

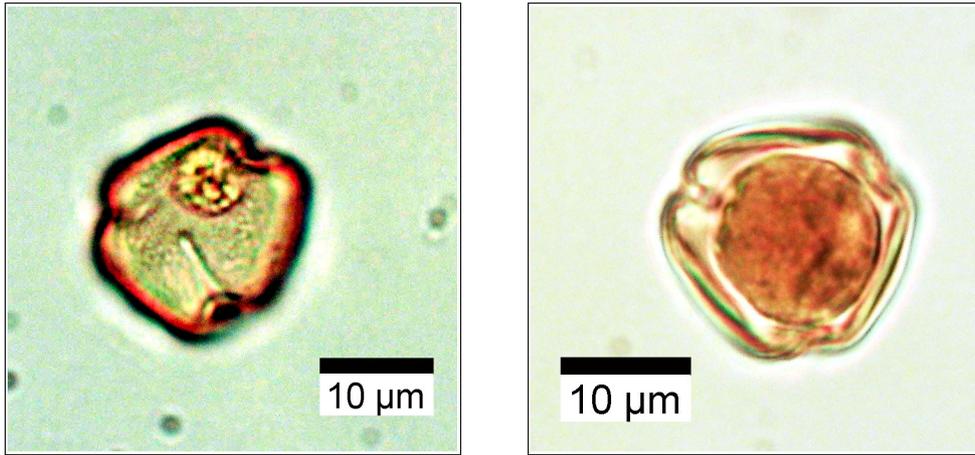


Figure 8. Opération archéologique du site « La Capelle 2 », commune de La Farlède (83). Prélèvement 14 - US 1020-4 (sup.). Photographies de pollens de vigne (*Vitis sp.*) grossissement x1000.

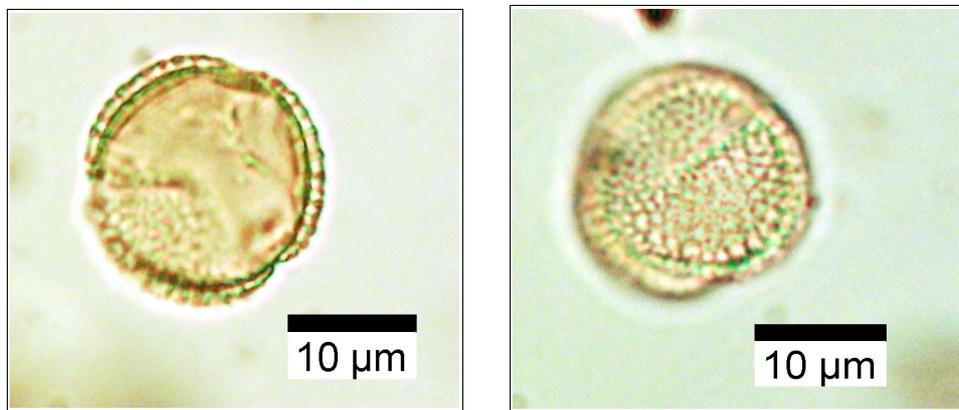


Figure 9. Opération archéologique du site « La Capelle 2 », commune de La Farlède (83). Prélèvement 12 - US 1020-3 (inf.). Photographies de pollens d'olivier (*Olea sp.*), grossissement x1000.



Figure 10. Opération archéologique du site « La Capelle 2 », commune de La Farlède (83). Prélèvement 12 - US 1020-3 (inf.). Photographie d'un thèque d'œuf de vers parasite de type *Trichuris sp.*, grossissement x1000.

## 4. DIAGNOSTIC ET PRECONISATIONS

L'observation des échantillons a livré des résultats contrastés (Fig. 4 et 5).

Les prélèvements provenant des comblements de puits (PR154 et PR 158) n'ont livré que très peu de pollens. Les prélèvements des niveaux supérieurs (US 1020-19, US 1020-6) du comblement de la zone humide sont aussi très pauvres voire stériles (PR16).

Pour ces quatre prélèvements les concentrations polliniques ne dépassent pas 1000 pollens / mL. De plus les diversités taxonomiques sont très faibles (5 types polliniques maximum pour le prélèvement n°17). Les pollens détectés correspondent à des types sporo-polliniques résistants comme les Cichorioïdées ou les spores monolètes.

Pour rappel, ces valeurs sont à comparer avec les concentrations polliniques observées dans les dépôts organiques tels que dans les bas-marais ou les tourbières, souvent supérieures à 50000 pollens / mL avec des diversités de l'ordre de 50 taxons.

Les résultats des tests des quatre prélèvements du fond de comblement sont en revanche plus encourageants. On constate des concentrations et des diversités intéressantes. Les concentrations sont de l'ordre de 30000 à 60000 pollens/ mL pour les prélèvements n°12, 13 et 14 et de l'ordre de 10000 pollens / mL pour le prélèvement n°15, ce qui reste correcte. Les diversités observées sont elles aussi assez importantes avec 11 à 20 types sporo-polliniques constatés par prélèvement (Fig. 5).

La détection systématique de spores de Lycopodes exotiques introduits dans les volumes extraits (de 9 à 101 Lycopodes comptés, Figure 5), témoigne de la réussite du traitement physico-chimique d'extraction du matériel sporo-pollinique. Ce constat montre aussi que la faiblesse des stocks polliniques constatées dans certains prélèvements, tient à la pauvreté des sédiments et non à la méthodologie employée pour l'extraction.

Le temps de contact entre la pluie pollinique et les couches archéologiques est un facteur qui a pu jouer pour expliquer ces résultats. Tout dépend de la durée de fonctionnement et de la dynamique (vitesse) de comblement sédimentaire des structures archéologiques.

Il est probable qu'une différence de fonctionnement (nature des dépôts : ruissellement des surfaces environnantes dans un premier temps puis détritique dans un second temps ?) et de sédimentation (vitesse lente puis plus rapide) à l'intérieur du bassin pourrait expliquer le contraste entre les valeurs observées.

L'autre facteur important est le contexte de conservation pollinique. Pour les quatre prélèvements pauvres en pollens, de nombreux débris organiques ont été constatés sans qu'il soit possible d'en identifier la nature (ex. restes ligneux, fibres...). Pour la plupart de ces échantillons, les quelques grains observés correspondent à des taxons plutôt résistants à la corrosion comme par exemple les pollens de résineux, de Cichorioïdées et les spores monolètes (Fig. 4). Le contexte de prélèvement, sur site archéologique (à la différence d'une zone humide de type tourbière), laisse penser que les pollens se sont trouvés dans des contextes aérobies (ou dans une zone de battement de nappe) propices à l'oxydation biologique ou physico-chimique.

En ce qui concerne les résultats obtenus (Fig. 4):

- Pour les quatre échantillons pauvres en pollens :

L'information perçue pour ces prélèvements est très lacunaire car ils sont soumis à d'importantes conservations différentielles, seuls les pollens les plus résistants sont encore présents : Cichorioïdées (herbacées) et résineux (pin) notamment. Quelques pollens de chêne (*Quercus sp.*) sont détectés dans le prélèvement n°17.

Quelques microfossiles non polliniques tels que des Concentricystes, Spores algales et supposées – HdV-181 montrent l'existence de contextes humides. A noter la très forte concentration de micro-charbons de bois de feuillus mais aussi de résineux dans le prélèvement n°154 (US 2014-7).

- Pour les quatre échantillons provenant des niveaux du fond de comblement de la zone humide :

Les premiers résultats d'analyse montrent un potentiel intéressant. Plusieurs associations végétales sont perceptibles :

Les pollens observés correspondent surtout à des végétations herbacées, même si quelques arbres (pin, chêne) devaient aussi environner le site. Notons que les résineux (pins) sont connus pour leurs fortes productions et importantes diffusions polliniques. Ces pollens sont donc peut-être d'origine lointaine.

Le caractère agricole des environs de la villa est aussi perçu. De nombreux pollens d'olivier (*Olea sp.*), vigne (*Vitis sp.*), mais aussi dans une moindre mesure de noyer (*Juglans sp.*) et voire de céréale (une occurrence) ont été observés (cf. aussi photographies, Fig. 6, 7, 8 et 9).

Des pollens de plantes accompagnatrices des **cultures** (Asteracées, Cichorioïdées, *Centaurea*, *Artemisia sp.*, *Mercurialis sp.*) sont aussi identifiés.

Des attestations de chénopode (*Chenopodiacees*) associés aux pollens de plantes rudérales (*Plantago sp.*, *Artemisia sp.*, Asteracées, Cichorioïdées, Géraniacées, Urticacées) pourraient caractériser **des végétations de « friches et jachères » et/ ou des végétations rudérales (chemins, zones d'habitats).**

**L'association des prairies hygro- à mésophiles** peut aussi être suggérée par l'intermédiaire des pollens de Poacées, Cyperacées, *Centaurea sp.*

Plusieurs attestations de plantes aquatiques telles que des lentilles d'eau (*Lemna sp.*) nénuphar (*Nuphar sp.*) mais aussi des spores d'algues et « supposées » (HdV-181, TM-4021) suggèrent **l'existence d'une zone humide « assez profonde »**.

Quelques « amérospores du type HdV-207 et HdV-27 » ont aussi été observés, ce sont des microrestes d'origine fongique (champignons). De façon générale, les spores monolètes, trilètes et amérospores correspondent à des végétations de mousses, de fougères et de champignons difficilement interprétables.

Enfin notons, l'observation régulière de cuticules ou thèques d'œuf de vers parasites de type *Trichuris sp.* (Fig. 10) et *Ascaris sp.* Ce sont des vers parasites du tube digestif humain pouvant affecter aussi les chiens, le renard et le porc. La détection de ces microfossiles caractérisent la présence de matières fécales ou d'apports de « fumures » dans les environs. On peut penser que des eaux usées sont venues « contaminées » les eaux de la zone humide par ruissellement.

Les effectifs observés dans le cadre de ces tests sont évidemment trop faibles pour pouvoir davantage affiner l'image des associations végétales environnantes. Compte tenu de la pauvreté pollinique, il faut interpréter ces premiers résultats avec beaucoup de précaution.

Au regard de l'état de conservation global des pollens, des diversités et des quelques « taxons remarquables » observés, seuls les prélèvements provenant du fond de comblement de l'ancienne zone humide (PR12, PR13, PR14 voire PR15) semblent intéressants pour des analyses complètes. Le prélèvement n°15 montre une conservation de qualité un peu moindre mais correcte.

Les quatre autres prélèvements montrent des concentrations polliniques et des diversités trop insuffisantes pour pouvoir espérer obtenir des résultats interprétables. Les indices de priorités d'analyses ont été estimés à « très mauvais » pour ces prélèvements (Fig. 5 et 11). La poursuite d'analyse pour ces prélèvements paraît peu pertinente.

Code des prélèvements	Indice de potentiel d'étude
PR12 - US 1020 – 3 (inf.)	1
PR13 - US 1020 – 3 (sup.)	1
PR14 - US 1020 – 4 (inf.)	2
PR15 - US 1020 – 4 (sup.)	3
PR16 - US 1020-19	5
PR17 - US 1020-6	4
PR154 - US 2014 - 7	5
PR158 - US 2209-5	5

Figure 11. Opération archéologique du site « La Capelle 2 », commune de La Farlède (83). . Tableau récapitulatif de l'ordre de priorité des analyses palynologiques. Un ordre de « potentiel d'analyse » des échantillons est proposé en tenant compte des résultats des tests (l'indice de 1 correspondant à un test très favorable, l'indice 5 correspondant à un résultat très défavorable).

## 5. BIBLIOGRAPHIE

- BEUG H.-J., 2004 - *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*. Publisher Verlag Friedrich Pfeil, Munich, 542 p.
- CHESTER P.I. & IAN RAINE J., 2001 - Pollen and spore keys for Quaternary deposits in the northern Pindos Mountains, Grana, 40, Greece, p. 299-387.
- COUTEAUX M. 1970. Étude palynologique des dépôts quaternaires de la Vallée de la Sûre à Echternach et à Berdorf et de la Moselle à Metert. Archeological Institute of Grand-Duchy of Luxembourg, 34, 297-336.
- CUGNY C., 2011 - Apport des microfossiles non-polliniques à l'histoire du pastoralisme sur le versant nord pyrénéen. Entre référentiels actuels et reconstitution du passé. Thèse de doctorat, Université Toulouse 2 Le Mirail, 2 vol., 373 p.
- HEIM J., 1970 - Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale. Thèse, Université de Louvain, Laboratoire de Palynologie et Phytosociologie, 181 p.
- LOPEZ SAEZ J.-A., LOPEZ GARCIA P. et BURJACHS F., 2003 - Arqueopalinologia : sintesis critica. *Polen* 12, p. 5-35.
- PLANCHAIS N., 1971 - *Histoire de la végétation post-würmienne des plaines du bassin de la Loire, d'après l'analyse pollinique*. Thèse d'Etat, Montpellier, 2 vol., 115 p.
- REILLE M., 1990 - Leçon de palynologie et d'analyse pollinique. CNRS, Paris, 206 pages.
- REILLE M., 1992 - *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord.*, Editions Louis-Jean, Gap, 520 p.
- STOCKMARR J., 1972 - Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollens et spores*, 13, p. 615-621.
- VAN GEEL B., APTROOT A., 2006 - Fossil Ascomycetes in Quaternary deposits. *Nov Hedw*, 82, p. 313-329.
- VISSET L. 1974 - Le tumulus de Dissignac à Saint-Nazaire (Loire-Atlantique), étude palynologique. *Bulletin de la Société scientifique de Bretagne*, 48, p. 7-14.

## 6. ANNEXE

### 6.1. Détail du protocole d'extraction utilisé :

Afin d'isoler et de concentrer les grains de pollen, le protocole utilisé au sein de l'UMR EPOC comporte les étapes suivantes :

#### Préparation du sédiment

**1-** Le sédiment (environ 5g) est séché à l'étuve à 40°C pendant une nuit ou plus, suivant la teneur en eau.

#### Estimation du volume de sédiment

**2-** Dans une éprouvette de 25cc en polypropylène, mettre 15cc d'eau distillée. Poser celle-ci sur une balance, faire la tare, puis ajouter le sédiment. La colonne d'eau augmente, enregistrer le poids ainsi que le volume.

#### Lavage du sédiment

Ce lavage permet de travailler sur deux proxies. La fraction supérieure est récupérée pour, en particulier, l'étude des foraminifères, et la fraction inférieure pour l'étude des pollens et dinoflagellés.

**3-** Prendre un tamis de maille 150µm et de diamètre 10cm, le poser sur un bécher de 1000ml. Vider le contenu de l'éprouvette sur le tamis, et laver délicatement à l'eau du robinet. Lorsque le résidu > à 150µm est propre, bien le rincer à l'eau distillée et le récupérer dans une coupelle toujours avec de l'eau distillée. La fraction inférieure récupérée dans le bécher est mise à décanter pendant 48h minimum. Ne pas oublier de couvrir les bécher pour éviter toute pollution.

#### Attaque à l'acide chlorhydrique (HCl)

Cette attaque permet d'éliminer tous les organismes et particules calcaires.

**4-** Aspirer l'eau à l'aide d'une trompe à vide. Celle-ci est équipée, à l'extrémité du tuyau, d'un embout en plastique présentant un angle de 90° par rapport à la paroi du bécher. Cet embout permet d'éviter toute aspiration accidentelle du résidu décanté au fond du bécher. Récupérer le résidu dans un tube de 100ml à fond rond en polypropylène.

**5-** Centrifuger 7mn à 2500tr/mn. Eliminer l'eau, remettre en suspension avec l'agitateur. Mettre une ou deux pastilles de Lycopodes dans le tube, le nombre de pastilles étant défini en fonction de la concentration supposée en pollen ou en dinoflagellés. Elles permettent d'estimer les concentrations en palynomorphes.

**6-** L'attaque à l'HCl à **froid** se fait en trois étapes. Une première attaque à **10%**, remuer à l'aide d'une baguette d'agitation en verre, laisser agir quelques minutes, si le sédiment est riche en carbonates il est important de commencer par l'HCl à faible concentration afin d'éviter une importante effervescence et également un débordement des tubes. Continuer par de l'HCl à **25%** attendre quelques minutes et terminer par de l'HCl à **50%**. Cette dernière attaque est essentielle pour la suite de la manipulation. Bien s'assurer que la réaction est terminée en ajoutant de l'HCl à 50%. Lorsqu'il n'y a plus d'effervescence dans le tube, la réaction est terminée.

#### Attaque à l'acide fluorhydrique (HF)

Cette attaque permet d'éliminer la silice et les silicates.

**7-** Centrifuger les tubes de 100ml pendant 7mn à 2500tr/mn et éliminer le surnageant. Remettre le culot en suspension avec l'agitateur, puis mettre environ 40 à 50cc d'HF à **45% à froid**. Fermer les tubes avec le bouchon approprié et les poser sur le secoueur, laisser agiter pendant 4 à 5h. Bien respecter la concentration de l'HF, car une concentration supérieure peut entraîner une forte effervescence, avec risque de perte de sédiment.

**8-** Centrifuger à nouveau les tubes, 7mn à 2500tr/mn, éliminer le surnageant. Remettre en suspension avec l'agitateur, puis mettre environ 40 à 50cc d'HF à **70% à froid**. Poser les tubes sur le secoueur, laisser agiter pendant **28 à 30h**.

**Note :** Attention pour faire cette manipulation il est impératif de respecter les mesures de sécurité, mettre des longs gants, ainsi que des lunettes. Travailler toujours sous hotte aspirante bien fermée. Travailler également les tubes toujours fermés.

#### Deuxième attaque à l'acide chlorhydrique (HCl)

Elimination des fluorosilicates.

**9-** Centrifuger les tubes, 7mn à 2500tr/mn, éliminer le surnageant. Remettre en suspension avec l'agitateur, puis mettre environ 40 à 50cc d'HCL à **25% à froid**. Poser les tubes sur le secoueur, laisser agiter pendant 15mn.

**Note :** Il est très important de faire cette attaque à l'HCl avant de rincer à l'eau distillée. Des risques de formation de fluorures peuvent avoir lieu et donc gêner le reste de la manipulation.

#### Rinçage

**10-** Centrifuger les tubes, 7mn à 2500tr/mn, éliminer le surnageant. Remettre en suspension le culot avec l'agitateur, remplir les tubes d'eau distillée. Centrifuger les tubes, 7mn à 2500tr/mn. Eliminer l'eau, les résidus sont prêts pour la filtration.

#### Filtration

Cette opération nécessite la mise en œuvre d'un système de filtration. Ce matériel est posé sur une fiole à vide de 2l reliée à une trompe à vide.

**11-** Remettre en suspension le culot avec l'agitateur et verser une partie ou la totalité du résidu, suivant la concentration, sur le filtre en nylon de maille 10µm. Rincer à l'eau distillée avec une pissette de 50ml. La contenance de la pissette est essentielle car elle permet de l'avoir bien en main et donc de presser suffisamment fort pour avoir un jet assez puissant pour la filtration. Lorsque cela colmate, mettre 20 à 40s d'ultrasons et rincer abondamment, en même temps, avec la pissette. Le succès de cette opération est basé sur la coordination entre les ultrasons et la pissette. Il est important de bien gérer le temps des ultrasons, car l'abus peut casser les microorganismes.

**12-** Récupérer le résidu, une fois bien lavé, avec la pissette dans un tube à fond conique de 50ml en polypropylène. Bien froisser le filtre entre les doigts pour décoller éventuellement les micro-organismes qui pourraient rester sur le filtre.

**13-** Centrifuger les tubes, 7mn à 2500tr/mn, éliminer le surnageant à l'aide de la trompe à vide munie de l'embout à 90°. Transvaser le résidu avec de l'eau distillée dans un tube à fond conique de 8cc en plastique. Centrifuger les tubes, 7mn à 2500tr/mn, éliminer le surnageant toujours avec la trompe à vide. Le résidu est prêt pour le montage.

**14 – En fonction du caractère organique du résidu il est parfois nécessaire d'effectuer un traitement supplémentaire au HNO<sub>3</sub> :** Séparation du culot en 2 puis sur une moitié, attaque HNO<sub>3</sub> 2mn, filtration 10µ, 20s Ultra son, 2mn HNO<sub>3</sub>, filtration 10µ

### Montage

#### Montage à la glycérine bidistillée phénolée (lames mobiles)

Cette technique de montage est utilisée pour l'étude des grains de pollen.

**14b-** Poser une lame sur la plaque chauffante (T° 200°C-250°C), mettre sur celle-ci une goutte de glycérol (*voir annexes*), ajouter quelques gouttes de résidus, doser suivant la concentration voulue. Laisser évaporer l'eau. Pendant ce temps préparer la lamelle en posant sur les longueurs de la lamelle de l'histolaque. Une fois l'évaporation terminée poser la lamelle sur la lame. Retirer la lame de la plaque chauffante et luter les deux côtés restants.

### Conservation

**15-** Pour la conservation remplir les tubes de 8cc d'eau distillée, puis ajouter quelques gouttes de glycérine bidistillée phénolée

### Annexes

- Fournisseur des pastilles de lycopodes

Lund University  
Department of Geology  
Quaternary Sciences  
Sölvegatan 12  
SE-223 62 Lund  
Sweden  
Fax : 46-46-2224830

- Fournisseur des filtres de 10µm

Saulas et Cie  
5, rue des epinettes  
BP 20  
10160 Paisy cosdon  
fax : 03 25 40 74 87

- Préparation de la gélatine glycinée

Mettre dans un bécher 10g de gélatine plus 34,2cc d'eau distillée. Laisser reposer pendant 2h à froid sans agitation. Ensuite, ajouter 51cc de glycérol à 98% plus 1g de phénol. Chauffer jusqu'à complète dissolution. La solution se solidifie à froid. Lors du montage mettre le bécher sur la plaque chauffante.

- Préparation du glycérine bidistillée phénolée pour la conservation

Mettre dans 1l de glycérol à 98% 1% de phénol.

## 6.2. Description des échantillons et des traitements

SERIE N°	Date	Sol Exotique (lycopode s...)	Nombre grains	Num (1-8)	NOM DE LA CAROTTE	TRONCON	VOL	Poids sec	HCL	HF 48%	HF 70%	filtration 5/10/15 microns	filtration Ultrason(s)	Date de montage	NB de lame	Résidu (I,M,F,N)
2601	06/09/22	oui	18407	1	La Farlède	PR 12	2	4,683	X	X	X	10	20	16/9/22	1	M
2601	06/09/22	oui	18407	2	La Farlède	PR 13	2	4,425	X	X	X	10	20	16/9/22	1	M
2601	06/09/22	oui	18407	3	La Farlède	PR 14	2	4,424	X	X	X	10	20	16/9/22	1	M
2601	06/09/22	oui	18407	4	La Farlède	PR 15	2	5,09	X	X	X	10	20	16/9/22	1	M
2601	06/09/22	oui	18407	5	La Farlède	PR 16	3,5	6,231	X	X	X	10	20	16/9/22	1	M
2601	06/09/22	oui	18407	6	La Farlède	PR 17	2,5	5,109	X	X	X	10	20	16/9/22	1	M
2601	06/09/22	oui	18407	7	La Farlède	PR 154	3	7,481	X	X	X	10	20	16/9/22	1	M
2601	06/09/22	oui	18407	8	La Farlède	PR 158	4	8,279	X	X	X	10	20	16/9/22	1	M

Figure 12. Description des traitements réalisés pour l'extraction pollinique (UMR EPOC).