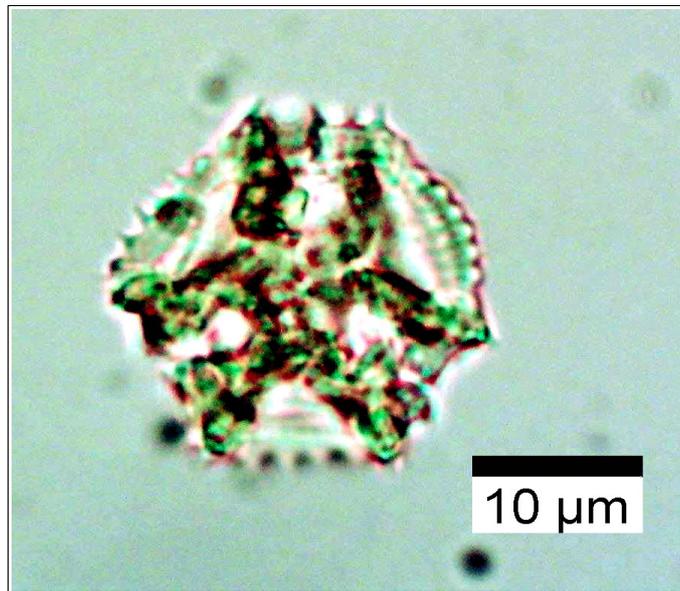




# ArkéoMap

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



**TESTS PALYNOLOGIQUES DE DOUZE PRÉLÈVEMENTS RÉALISÉS  
LORS DE L'OPÉRATION SUR LA COMMUNE DE VALENTON (94),  
7 RUE DU COLONEL FABIEN. CODE PATRIARCHE : 1011010**

**ARCHEOPOLE**

Rapport sur les tests palynologiques

**Février 2022**

**ARCHEOPOLE**  
**9 Z.A. Des Wattines, Pavé d'Halluin**  
**59126 Linselles**

---

**Opération archéologique de Valenton.**

**Code Patriarche : 1011010**

---

**Rapport des tests palynologiques de douze prélèvements**

---

**Références des échantillons étudiés :**

Prélèvements provenant des structures et US indiquées :

F. 1406 (US 2338), F. 2732 (US 2838), F. 2181 (US 2226), F. 2352 (US 2353), F. 2648 (US 2792), US 1170, US 1196, F. 1927 (US 1146), F. 1936 (US 1126), F. 2181 (US 2297), F. 2181 (US 2180), US 1047.

---

**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)

---

**Février 2022**

*Illustration de la page de couverture : Pollen de Cichorioïdée observé dans le prélèvement du Fait 1927, US 1146. Grossissement x1000.*

## 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>6</b>
2.1 Le protocole d'extraction utilisé.....	6
2.2 Les comptages et déterminations.....	7
<b>3. RESULTATS DES TESTS.....</b>	<b>9</b>
<b>4. PRECONISATIONS ET RESULTATS.....</b>	<b>12</b>
<b>5. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>15</b>
<b>6. ANNEXE.....</b>	<b>16</b>
6.1. Détail du protocole d'extraction utilisé :.....	16
6.2. Description des échantillons et des traitements .....	19

## INTRODUCTION

La fouille concerne une occupation allant du Bas-Empire à l'époque contemporaine.

Ce document présente les résultats de tests palynologiques de douze prélèvements réalisés dans des comblements de silos, puits, fosses et niveaux de jardin (Fig. 1).

les choix d'échantillons s'est porté sur :

- deux structures antiques : puits 1406 et fosse 2732,
- un silo mérovingien (Fait 2181) : 3 couches différentes,
- deux silos du Moyen Âge classique : Faits 2352 et 2648,
- deux fosses de plantations modernes : Faits 1927 et 1936,
- des niveaux de jardin : deux de la phase moderne, un au phasage indéterminé (médiéval?)

Ce rapport vise à estimer le contenu palynologique des prélèvements dans l'optique de faire des analyses plus approfondies et de décrire la mosaïque paysagère qui environnait le site.

Cette opération a été menée par la société Archéopole. La fouille ci-présente a été dirigée par Mme Julie Delas, responsable d'opération.

# 1. PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS, STRATIGRAPHIE et OBJECTIFS

De façon générale les couches sédimentaires ne présentaient pas de conditions anaérobies permanentes (ex. nappe d'eau), ce qui rend généralement la conservation des pollens très aléatoire.

A l'exception des prélèvements des US 2338 (puits) et US 2838 (fosse), les sédiments analysés montraient une dominance minérale (Fig. 1). Seuls des tests pouvaient permettre d'obtenir une information sur le potentiel palynologique des prélèvements.

INVENTAIRE ANTHRACOLOGIQUE					
<b>Commune :</b>		Valenton (94)			
<b>Nom de l'opération / Lieu-Dit :</b>		7 rue du Colonel Fabien			
<b>Année :</b>		2021			
<b>N° OA :</b>		code patriarche : 1011010			
<b>Resp. d'Op.</b>		Julie Delas			
<b>Type d'opération :</b>		fouille préventive			
<b>Période d'analyse pressentie</b>		début février 2022			
Faits	US	SD	Nature	Description sédimentaire	Période / date
1406	2338	207	puits	Sablo-limoneux– tendance minérale	antique
2732	2838	327	Fosse	Organique – couleur noirâtre	antique
2181	2226		silos	Limoneux– tendance minérale nette	Mérovingien
2352	2353		silos	Limono-argileux	MAC
2648	2792		silos	Limono-argileux	MAC
/	1170	16	Niveau de jardin	Sablo-limoneux– tendance minérale nette	moderne
/	1196	88	Niveau de jardin	Sablo-limoneux– tendance minérale nette	moderne
1927	1146		fosse de plantation	Limono-argileux	moderne
1936	1126		fosse de plantation	Sablo-limoneux– tendance minérale nette	moderne
2181	2297		silos	Limono-argileux	
2181	2180		silos	Limoneux– tendance minérale nette	
/	1047	36	Niveau de jardin	Sablo-limoneux– tendance minérale nette	?

Figure 1. Inventaire et descriptif des prélèvements étudiés

## 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 2. 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).

### 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 3).

	Fait 1406 – US 2338	Fait 2732 – US 2838	Fait 2181 – US 2226	Fait 2352 – US 2353	Fait 2648 – US 2792	/ - US 1170	/ - US 1196	Fait 1927 – US 1146	Fait 1936 – US 1126	Fait 2181 – US 2297	Fait 2181 – US 2180	/ - US 1047
<b>Pollens</b>												
Frag. Gymno	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Pinus	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
Quercus	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	1	0
Corylus	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Betula	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Alnus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juglans	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
POACEAE	3	0	0	10	12	2	2	0	0	2	3	0
CICHOARIOIDEAE	24	9	3	6	6	10	4	15	1	1	12	17
ASTERACEAE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
CHENOPODIACEAE	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
BRASSICACEAE	1	4	1	6	8	2	0	2	0	0	1	3
Polygonum aviculare	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ERICACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0
Cerealia type	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Cannabis / Humulus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Centaurea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Centaurea type nigra	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
RANUNCULACEAE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trifolium	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
VALERIANACEAE	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
CYPERACEAE	4	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
Nymphaea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Spores</b>												
Spore monolète	19	14	4	6	21	17	6	10	10	2	25	8
Polysticum	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spore trilète	2	0	1	0	0	0	0	3	0	0	1	0
Concentricyste	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>Non pollinique</b>												
Ascospores gp coprophiles – Type HdV-55 – Sordariales	0	2	0	0	0	3	0	1	0	0	1	4
Amérospores – Type TM-505	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Amérospores – Type TM-357	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Amérospores – Type HdV-207	15	45	18	16	8	34	11	5	41	6	19	37
Amérospores – Type HdV-27	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dictyospores – Type HdV-200	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0
Phytolithes	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0	0
Cutic. Oeuf type Trichuris sp.	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	1	0
Microrestes hyalins – Type HdV-181	0	3	0	1	0	0	0	0	3	1	3	3
Microcharbons indiff.	9	13	3	22	5	3	948	21	18	1	9	51
Microcharbons – trachéides	1	1	0	0	0	0	60	2	1	0	0	3
Ponte ?	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0
Indéterminés	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SOM. pollen (somme de base)	37	17	4	25	30	16	7	20	13	6	24	23
SOM. Sporo-pollinique	59	31	9	31	51	33	13	33	23	8	50	31
CONC. ABS Pollen (nb / cm3)	9081	2235	944	3540	4060	2356	1227	1774	798	547	2561	3387
CONC. ABS Pollen et Spores (nb / cm3)	14480	4076	2124	4389	6903	4859	2279	2927	1411	729	5335	4565

Figure 3. Opération archéologique de la commune de Valenton (94). Comptages correspondant aux pollens et spores déterminés dans chacun des 12 prélèvements testés. 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 et Lycopodes introduits comptés	Concentration absolue pollen spores	Concentration absolue pollen uniquement	Etat de conservation	Diversité taxonomique	Remarque	Ordre de priorité
Fait 1406 – US 2338	37	59	30	14480	9081	Moyen	12		3
Fait 2732 – US 2838	17	31	56	4076	2235	Mauvais	6		4
Fait 2181 – US 2226	4	9	39	2124	944	Très mauvais	4		5
Fait 2352 – US 2353	25	31	52	4389	3540	Mauvais	7		4
Fait 2648 – US 2792	30	51	68	6903	4060	Mauvais	8		4
/ - US 1170	16	33	50	4859	2356	Mauvais	6		4
/ - US 1196	7	13	42	2279	1227	Très mauvais	4		5
Fait 1927 – US 1146	20	33	83	2927	1774	Très mauvais	7		5
Fait 1936 – US 1126	13	23	120	1411	798	Très mauvais	6	noyer	5
Fait 2181 – US 2297	6	8	101	729	547	Très mauvais	6		5
Fait 2181 – US 2180	24	50	69	5335	2561	Moyen	13	Céréale et chanvre/houblon	3
/ - US 1047	23	31	50	4565	3387	Mauvais	5		4

Figure 4. Opération archéologique de la commune de Valenton (94). Tableau synthétisant les sommes, les concentrations absolues en spores et pollens (en nb/mL de sédiment) ainsi que la diversité taxonomique de chaque prélèvement. Quelques faits remarquables sont aussi indiqués. Un ordre de priorité 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).

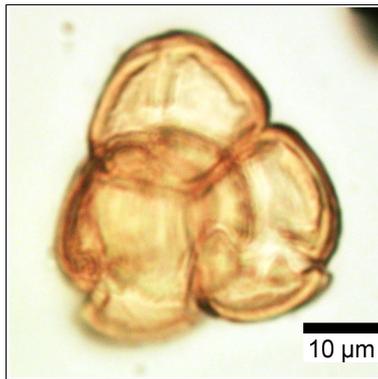


Figure 5. Opération archéologique de la commune de Valenton (94). Photographie d'un pollen de bruyère (*Erica sp.*), grossissement x1000, prélèvement US1126.

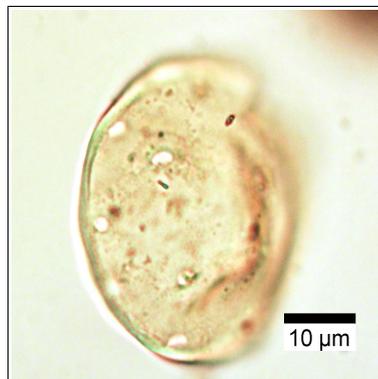


Figure 6. Opération archéologique de la commune de Valenton (94). Photographie d'un pollen de noyer (*Juglans sp.*), grossissement x1000, prélèvement de l'US 1126.

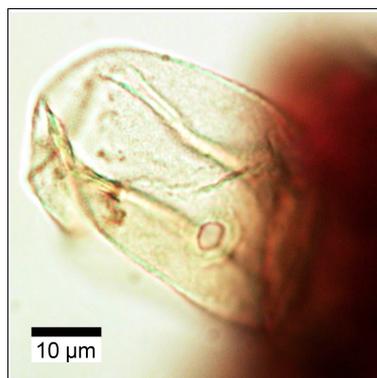


Figure 7. Opération archéologique de la commune de Valenton (94). Photographie d'un pollen de céréale (*Cerealia type*) grossissement x1000, prélèvement de l'US 2180.

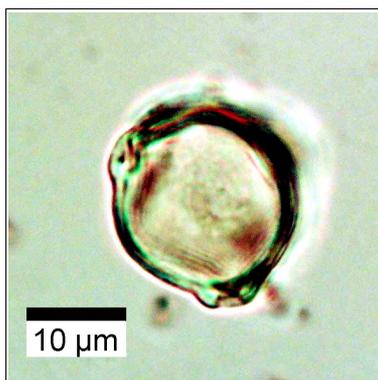


Figure 8. Opération archéologique de la commune de Valenton (94). Photographie d'un pollen de bouleau (*Betula sp.*), grossissement x1000, prélèvement de l'US 2297.

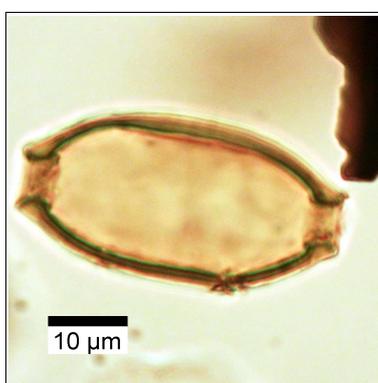


Figure 9. Opération archéologique de la commune de Valenton (94). Photographie d'une cuticule d'œuf de vers parasite (type *Trichuris sp.*), grossissement x1000, prélèvement de l'US 2792.

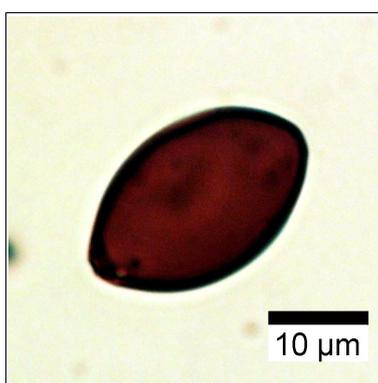


Figure 10. Opération archéologique de la commune de Valenton (94). Photographie d'un ascospores du groupe coprophiles – Type HdV-55 – Sordariales, grossissement x1000, prélèvement de l'US 1146.

## 4. PRECONISATIONS ET RESULTATS

L'observation des échantillons a livré des résultats généralement assez pauvres en microrestes. Les concentrations absolues vont d'environ 10000 pollens / mL (US 2338) à moins de 1000 grains / mL (US 2297), Fig. 4, ce qui est très peu en comparaison avec les concentrations polliniques observées dans les tourbières, (souvent supérieurs à 50000 pollens / mL). Environ 25 taxons polliniques ont été observés en totalité, mais la diversité ne dépasse jamais une douzaine de taxons par prélèvement. De plus, trois types de spores et une dizaine de microfossiles non polliniques ont été identifiés lors de ces tests (Fig. 3 et 4).

La détection systématique et relativement importante des spores de Lycopodes exotiques introduits dans les volumes extraits (de 30 à 120 Lycopodes comptés, Figure 4), témoigne de la réussite du traitement physico-chimique d'extraction du matériel sporo-pollinique. Ce constat montre que la faiblesse du stock pollinique 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. Il vaut mieux privilégier si possible des secteurs à sédimentation très lente pour réaliser les prélèvements.

L'autre facteur important est le contexte de conservation pollinique. De nombreux « débris organiques » (microcharbons) ont été constatés sans qu'il soit possible d'identifier des taxons. Une part importante des grains observés correspond à des taxons résistants à la corrosion comme par exemple les Cichorioïdées, les spores monolètes, les amérospores type HdV-207 (Fig. 3). La nature de ces restes laisse penser que les pollens se sont trouvés à un moment donné dans des contextes aérobies (ou dans une zone de battement de nappe) propices à l'oxydation biologique ou physico-chimique.

Le potentiel pollinique est assez différent d'un prélèvement à l'autre. Tenant compte des concentrations polliniques observées, de l'état de conservation des pollens et des diversités constatées nous avons tenté d'estimer « un indice de priorité » en vue d'approfondir ou non l'analyse de chaque prélèvement (Fig. 4).

Parmi les douze prélèvements nous avons attribué un indice « moyen » à deux prélèvements (Fait 1406 – US 2338 et Fait 2181 – US 2180).

- L'échantillon de l'US 2338 (comblement de puits antique) montre une concentration pollinique de l'ordre de 10000 pollens / mL, ce qui correspond à une abondance minimum mais correcte. Toutefois, ce sont des pollens de Cichorioïdées, pollens résistants, qui contribuent le plus à cette concentration. De plus, la diversité (12 taxons) et l'absence d'essences remarquables ne sont pas très encourageants en vue d'approfondir l'analyse.
- L'étude du prélèvement de l'US 2180 (comblement de silo) montre une concentration pollinique très faible (2500 pollens / mL). Mais l'assemblage pollinique observé, par sa diversité relativement plus « importante » (13 taxons) mais aussi par l'observation de quelques pollens de céréales et de chanvre/houblon pourrait éventuellement avoir un intérêt. Car ces essences « remarquables » pourraient potentiellement être associées au fonctionnement du silo (à voir à quelle US correspond exactement le prélèvement). Notons par ailleurs l'observation à la fois d'une cuticule d'œuf de vers parasite de type *Trichuris sp.* (ces vers parasitent le tube digestif humain caractérisent généralement la présence de matières fécales ou d'apports de fumures dans les environs, Fig. 9), mais aussi d'un ascospore du groupe coprophiles – Type HdV-55

– Sordariales, significatif là aussi d'excréments en décomposition (Fig. 10). La présence de ces microfossiles non polliniques caractérisent vraisemblablement une phase d'abandon et de comblement du silo par des rejets « domestiques » des environs. Il n'est d'ailleurs pas à exclure que les pollens de céréales et de chanvre/houblon soit directement associés à ces rejets. Il faudrait dans ce cas interpréter leur présence comme des rejets de restes alimentaires. Un pollen de Brassicacée (famille du chou) est d'ailleurs aussi à noter. L'interprétation serait à discuter au regard des autres artefacts archéologiques.

Les autres prélèvements montrent des concentrations polliniques et des diversités trop insuffisantes pour pouvoir espérer obtenir des résultats interprétables de façon fiable. Les indices de priorités d'analyses ont été estimés à « mauvais » et « très mauvais » pour ces prélèvements (Fig. 4 et 11).

Les compositions polliniques obtenues pour ces échantillons sont très lacunaires :

- pour les échantillons de la période antique (US 2338 et 2838, comblement de fosse et de puits) :

La végétation arborescente est caractérisée par quelques pollens de résineux (pin). Un pollen d'aulne (*Alnus sp.*) indique l'existence de boisements hygrophiles. Les végétations herbacées se caractérisent par des grains de graminées (Poacées) accompagnés de Cichorioïdées, Asteracées, *Polygonum* et Brassicacées pouvant correspondre à des végétations de « friches et jachères ». Les formations de prairies hygro- à mésophiles pâturées sont aussi probablement présentes (Poacées, Cyperacées, Asteracées, *Centaurea type nigra* et Ranunculacées). Deux ascospores du groupe coprophiles – Type HdV-55 indiquent la présence d'excréments (US 2838 dans fosse).

- pour l'échantillon de la période mérovingienne (US 2226, comblement de silo) :

Les pollens d'arbres sont absents. Un pollen de Brassicacée (famille du chou) et des pollens de Cichorioïdées (pollens résistants) ont été observés. La composition est très lacunaire.

- pour les échantillons du Moyen-Age Central (US 2353 et 2792, complements de silo) :

Un pollen de résineux a été observé. Les végétations herbacées sont caractérisées par des pollens de graminées (Poacées), Cichorioïdées, Chénopodiacées, Brassicacées assez typiques de « friches et jachère ». Quelques pollens de centaurée noire (*Centaurea type nigra*), trèfle (*Trifolium sp.*), Cyperacées, associées au graminées proviennent probablement de prairies hygro- à mésophiles.

- pour les échantillons de la période moderne (US 1170, 1196, 1146, 1126, niveaux de jardin et fosses de plantation) :

Les végétations arborescentes sont représentées par un pollen de résineux (US 1170) mais aussi par des pollens de chêne, noisetier, en provenance peut-être d'une chênaie. A noter l'identification de trois pollens de noyer (*Juglans sp.*) dans l'échantillon de l'US 1126 (fosse de plantation).

En ce qui concerne les herbacées, on constate des pollens de graminées (Poacées), Cichorioïdées, Chenopodiacées, Brassicacées, Ericacées (famille des bruyères).

Les pollens de noyer et de bruyères correspondent potentiellement à des plantations.

Compte tenu des faibles effectifs étudiés (ce sont des tests), il faut interpréter ces 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 des US 2338 et US 2180 pourraient éventuellement faire l'objet d'études plus approfondies. En revanche, la poursuite de l'analyse des autres échantillons paraît moins pertinente (Fig. 11).

Code des prélèvements	Nature	Ordre de priorité
<b>Fait 1406 – US 2338</b>	puits	3
<b>Fait 2732 – US 2838</b>	Fosse	4
<b>Fait 2181 – US 2226</b>	silo	5
<b>Fait 2352 – US 2353</b>	silo	4
<b>Fait 2648 – US 2792</b>	silo	4
<b>/ - US 1170</b>	Niveau de jardin	4
<b>/ - US 1196</b>	Niveau de jardin	5
<b>Fait 1927 – US 1146</b>	fosse de plantation	5
<b>Fait 1936 – US 1126</b>	fosse de plantation	5
<b>Fait 2181 – US 2297</b>	silo	5
<b>Fait 2181 – US 2180</b>	silo	3
<b>/ - US 1047</b>	Niveau de jardin	4

Figure 11. Opération archéologique de la commune de Valenton (94). Tableau récapitulatif de l'ordre de priorité des analyses palynologiques. Un ordre de priorité 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).

## 5. BIBLIOGRAPHIE

BEUG 2004 : BEUG H.-J., *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*. Publisher Verlag Friedrich Pfeil, Munich, 542 p.

CUGNY 2011 : CUGNY C., 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.

REILLE 1990 : REILLE M., *Leçon de palynologie et d'analyse pollinique*. CNRS, Paris, 206 pages.

REILLE 1992 : REILLE M., *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord.*, Editions Louis-Jean, Gap, 520 p.

STOCKMARR 1972 : STOCKMARR J., Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollens et spores*, 13, p. 615-621.

VAN GEEL, APTROOT 2006 : VAN GEEL B., APTROOT A., Fossil Ascomycetes in Quaternary deposits. *Nov Hedw*, 82, p. 313-329.

## 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°	Nom du demandeur	TECH	Date	Coul (N,B,R,V)	Sol Exotique (lycopodes...)	Nombre grains	Num (1-8)	NOM DE LA CAROTTE	TRONCON	VOL	HCL	HF 48%	HF 70%	filtration 5/10/15 microns	filtration Ultrason(s)	Type de montage (G,L)
2555	GAUDIN	MG	07/12/21	V	lycopodes	18407	A	VALENTON	US 2338	2,5	X	X	X	10	10	L
2555	GAUDIN	MG	07/12/21	V	lycopodes	18407	B	VALENTON	US 1146	2,5	X	X	X	10	10	L
2555	GAUDIN	MG	07/12/21	V	lycopodes	18407	C	VALENTON	US 1126	2,5	X	X	X	10	10	L
2555	GAUDIN	MG	07/12/21	V	lycopodes	18407	D	VALENTON	US 2180	2,5	X	X	X	10	10	L
2555	GAUDIN	MG	07/12/21	V	lycopodes	18407	E	VALENTON	US 2226	2	X	X	X	10	10	L
2555	GAUDIN	MG	07/12/21	V	lycopodes	18407	F	VALENTON	US 2297	2	X	X	X	10	10	L
2555	GAUDIN	MG	07/12/21	V	lycopodes	18407	G	VALENTON	US 2353	2,5	X	X	X	10	10	L
2555	GAUDIN	MG	07/12/21	V	lycopodes	18407	H	VALENTON	US 2792	2	X	X	X	10	10	L
2555	GAUDIN	MG	07/12/21	V	lycopodes	18407	C	VALENTON	US 2838	2,5	X	X	X	10	10	L
2555	GAUDIN	MG	07/12/21	V	lycopodes	18407	B	VALENTON	US 2654	2,5	X	X	X	10	10	L
2555	GAUDIN	MG	07/12/21	V	lycopodes	18407	A	VALENTON	US 1170	2,5	X	X	X	10	10	L
2555	GAUDIN	MG	07/12/21	V	lycopodes	18407	D	VALENTON	US 1047	2,5	X	X	X	10	10	L

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