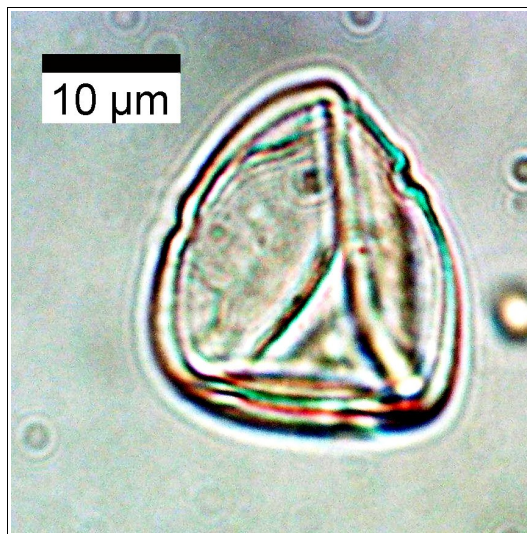




# ArkéoMap

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



**ANALYSES PALYNOLOGIQUES DE DEUX PRÉLÈVEMENTS RÉALISÉS  
LORS DE L'OPÉRATION DU SITE DE L'IMPASSE MARTHE  
BROSSEAU SUR LA COMMUNE DE SAINT-PHILIBERT-DE-  
GRAND-LIEU (44). SITE MÉDIÉVAL (Xe – XIIe).**

**OPÉRATION : OA 187221**

**ARCHEODUNUM**

Rapport d'analyses palynologiques

**Juin 2025**

# ARCHEODUNUM

ARCHEODUNUM SAS - Agence Nord-Ouest

247 rue de la Bougrière F-44980

44980 Sainte-Luce-sur-Loire

---

**Analyses palynologiques de deux prélèvements réalisés lors de l'opération du site de l'impasse Marthe Brosseau sur la commune de Saint-Philibert-de-Grand-Lieu (44).  
Opération : OA 187221**

## **Références des échantillons étudiés :**

PR 202 (US 1023.4) et PR 204 (US 1023.7)

---

## **Rapport d'analyses palynologiques**

---

**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)

---

**Juin 2025**

*Illustration de la page de couverture : Pollen de chanvre/houblon (Cannabis sp. / Humulus sp.).  
Grossissement x1000. L'échelle représente des micromètres. Prélèvement n°204 (US 1023.7)*

## 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.....	7
2.3 Le diagramme pollinique .....	9
<b>3. RESULTATS, INTERPRETATION.....</b>	<b>10</b>
3.1. Analyse critique des résultats.....	10
3.2. Interprétation des résultats.....	12
<b>4. SYNTHESE .....</b>	<b>15</b>
<b>5. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>17</b>
<b>6. FIGURES.....</b>	<b>19</b>
<b>7. ANNEXE.....</b>	<b>23</b>
7.1. Détail du protocole d'extraction utilisé :.....	23
7.2. Description des échantillons et des traitements .....	26

## INTRODUCTION

Ce document présente les résultats d'analyses palynologiques complémentaires de deux prélèvements réalisés lors de l'opération archéologique du site de l'impasse Marthe Brosseau sur la commune de Saint-Philibert-de-Grand-Lieu (44).

Le site est au cœur du bourg actuel (mais en limite du bourg médiéval) à une centaine de mètres vers l'ouest de l'abbatiale d'époque carolingienne. L'emprise de la fouille présente une occupation de type arrière-cour/jardin située entre les habitations médiévales (ou zone artisanale) et les zones marécageuses.

Ces analyses font suite à la réalisation de tests (Gaudin, 2023) visant à mesurer la conservation pollinique à l'intérieur de cinq échantillons.

Les résultats des tests montrèrent des conservations hétérogènes. Deux des cinq prélèvements ont été jugés suffisamment intéressants (en terme de qualité et de quantité de pollens) pour mener des analyses complémentaires (Gaudin, 2023). Nous avons donc poussé l'étude de manière à obtenir un « diagramme pollinique » sur la base de ces deux prélèvements.

Cette opération a été menée par la société ARCHEODUNUM. L'étude a été commandée par Madame Emilie Merveilleux, responsable de l'opération.

# 1. PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS, STRATIGRAPHIE et OBJECTIFS

Les cinq prélèvements proviennent des comblements de deux grandes fosses. Ils ont été directement réalisés en stratigraphie (Fig. 1 et 2).

INVENTAIRE PALYNOLOGIQUE	
<b>Commune :</b>	Saint-Philibert-de-Grand-Lieu (44)
<b>Nom de l'opération / Lieu-Dit :</b>	impasse Marthe Brosseau
<b>Année :</b>	2023
<b>N° OA :</b>	OA 187221
<b>Resp. d'Op. ; commanditaire</b>	Emilie MERVEILLEUX
<b>Type d'opération :</b>	Préventif
<b>Période d'analyse pressentie</b>	2023

N° de prélèvement	Faits	Type	US	Masse envoyée (g)	Description	Ech. Retenu pour analyse complète
201	F1023	US du fond de fosse 1023, qui a livré beaucoup de graines d'Apiacées	1023.2	200	Limoneux-argileux : brun-gris	Non
202			1023.4	170	Limono-sableux : orangé	Oui
203			1023.5	210	Limoneux : brun orangé	Non
204			1023.7	170	Limoneux : brun avec quelques grains argileux et petits cailloux	Oui
205	F1050	fond de fosse 1050, qui a fournit des pépins de raisins, « des graines de lycopes et graines à picots »	1050.2	162	Limoneux-argileux : brun-gris	Non

Figure 1. Inventaire des prélèvements sélectionnés pour les tests puis retenus pour des analyses « complètes » de ce rapport.

Les prélèvements ont été réalisés à l'intérieur des comblements de deux fosses de grandes dimensions (5m x 2m et 1,30 m de profondeur) (Fig. 1 et 2). Cinq prélèvements ont fait l'objet d'extractions polliniques :

- Quatre prélèvements sur quatre US différentes au fond de la fosse 1023, qui a livré beaucoup de graines d'Apiacées,
- un sur l'US du fond de la fosse 1050, qui a fourni des pépins de raisin, graines de lycopes et graines à picots (étude en cours).

Deux autres fosses du même type ont également permis la conservation de graines d'Apiacées (?), de lycopes, de graines à picots (?) et de graines de prunus (type cerises) (étude en cours). Au tamisage, des fragments de végétaux (brins d'herbe, copeaux et éclat de bois) ont également été observés.

L'étude céramologique a par ailleurs permis de dater l'utilisation de ces structures entre les Xe et XIIe siècles.



Figure 2. Photographie des stratigraphies des deux comblements des fosses F1023 (à gauche) et F1050 (à droite).

Les contextes archéologiques sont généralement peu propices à la conservation pollinique. Sous nos latitudes, ce sont principalement les conditions sédimentaires anaérobies, en particulier les sols saturés en eau, qui permettent de limiter la biodégradation des grains de pollen.

Les couches sédimentaires décrites dans les comblements des deux fosses ne présentaient pas de conditions anaérobies permanentes (ex. nappe d'eau), ce qui rend généralement la conservation des pollens aléatoire.

Toutefois, la couleur « grise » ou « brun-grise » décrite sur plusieurs échantillons (ex. n° prélèvement 201) ainsi que les macrorestes (brins d'herbe, graines diverses) observés à l'intérieur des comblements constituent des indices a priori favorables à la conservation pollinique (contextes réducteurs, anaérobie ?).

Seuls des tests pouvaient permettre de juger véritablement du potentiel palynologique des prélèvements (Fig. 3) (extrait de Gaudin, 2023).

Code des prélèvements	Nombre de pollens comptés	Nombre de spores et pollens comptés	Lycopodes introduits comptés	Concentration absolue pollen et spores	Concentration absolue pollen uniquement	Etat de conservation	Diversité taxonomique	Remarque	Indice de potentiel d'étude
201 (F1023, US 1023.2)	8	19	98	1427	601	Mauvais	3		5
202 (F1023, US 1023.4)	19	34	52	4814	2690	Moyen	7		3
203 (F1023, US 1023.5)	6	20	73	2017	605	Mauvais	4		5
204 (F1023, US 1023.7)	62	86	47	13472	9713	Bon	16	Céréales, thèques d'oeuf de vers parasites Trichuris	2
205 (F1050, US 1050.2)	9	67	78	5270	708	Mauvais	7	Œuf de vers parasites Trichuris, Ascaris	4

Figure 3. Opération archéologique du site de l'impasse Marthe Brosseau sur la commune de Saint-Philibert-de-Grand-Lieu (44). Opération : OA 187221. Tableau synthétisant les sommes, les concentrations absolues en spores et pollens (en nb/mL de sédiment) ainsi que la diversité taxonomique de chaque prélèvement suite aux résultats des tests palynologiques (extrait de Gaudin, 2023). 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).

Les résultats des tests révélèrent des conservations polliniques hétérogènes (Fig.3).

En effet, un prélèvement montra une concentration pollinique plutôt « moyenne » de l'ordre de 2500 pollens / mL (prélèvements n° 202). Un prélèvement (n°204) était positif avec une concentration de l'ordre de 10000 pollens / mL. En revanche, les prélèvements n°201, n°203, n°205 étaient très pauvres en pollens (moins de 1000 grains / mL).

Compte tenu de ces premiers résultats, en concertation avec les archéologues, nous avons retenu l'échantillon positif (prélèvement n°204) en plus du prélèvement de concentration « moyenne » (n°202) pour des analyses complémentaires. Pour ces deux prélèvements, les analyses complémentaires avaient surtout pour objectif de consolider l'image « qualitative » des compositions polliniques.

## 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 7.1. ).

### 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 OLYMPUS CX21 et CX40).



Figure 4. 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. Nous avons cherché dans la mesure du possible à obtenir un nombre minimum de 300 grains par échantillon. En effet, ce nombre est préconisé dans de nombreux travaux sur le sujet qui précisent qu'au « delà de 300 l'information ne s'accroît que

dans des proportions infimes » (Reille, 1990). Dans le cadre de cette étude, ce nombre a pu être atteint.

Nous avons aussi calculé des fréquences polliniques absolues afin d'estimer le nombre de grains par volume (cm<sup>3</sup> ou mL) de sédiment. Nous nous sommes basés pour cela sur une méthode préconisant l'introduction de pastilles de spores de Lycopes au nombre connu dans les préparations (Stockmarr, 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 adventices (ex. *Centaurea sp.*, *Rumex sp.*) ou de plantes rudérales (ex. Urticacées) qui peuvent rendre cohérente ou non la détermination.

## 2.3 Le diagramme pollinique

Le diagramme sporo-pollinique (spores et pollens) a été réalisé à l'aide du logiciel « C2 data analysis version 1.7.6 » (Fig. 7).

Le pourcentage de chaque taxon a été calculé par rapport à une somme de base correspondant au total des pollens observés.

La question de la prise en compte des spores dans la somme de base n'est pas sans poser quelques problèmes. L'exemple de *Sphagnum sp.* a été étudié par J. Heim (1970) qui a constaté que la production de spores de sphaigne pouvait varier sans concordance évidente avec le couvert végétal du site considéré. Plus généralement, les Ptéridophytes et les Bryophytes présentent une sporulation souvent difficile à interpréter. Aussi, les spores sont généralement exclues de la somme de base (Voetzel, 1987 ; Barbier, 1999 ; Ouguerram, 2002). Pour notre part, les caractéristiques de production et de dispersion des spores étant différentes des caractéristiques polliniques, nous avons aussi choisi d'exclure les spores de la somme de base.

Les diagrammes sont réalisés à partir de ces pourcentages et les échantillons analysés apparaissent en lignes.

Sur ces diagrammes figurent de la gauche vers la droite :

- l'identifiant du prélèvement correspondant dans notre cas aux unités stratigraphiques,
- l'ensemble des fréquences relatives de chaque taxons d'arbres puis des arbustes déterminés lors du comptage,
- un diagramme de type « Iversen », synthétisant la somme des pollens d'arbres vis à vis des pollens d'herbacées (AP / NAP : Pollens d'arbres / Pollens d'herbacées) et de plantes aquatiques. Ces courbes permettent d'estimer l'évolution des parts relatives des végétations boisées vis-à-vis des végétations herbacées et aquatiques dans le paysage environnant,
- les courbes individuelles continues en pourcentages relatifs des taxons polliniques de plantes herbacées et aquatiques. Au sein des herbacées, les taxons sont ordonnés par leurs affinités écologiques,
- les courbes individuelles continues des spores de Ptéridophytes, des Bryophytes puis des microfossiles non polliniques.

### Remarque :

- Lorsqu'un taxon n'est représenté que par une ou deux occurrences seulement (moins de 1%), il est matérialisé sur le diagramme par un point.
- les fréquences des spores et des microfossiles non polliniques sont calculées sur la base des sommes polliniques.

### 3. RESULTATS, INTERPRETATION

Les résultats sont donnés sous la forme d'un tableau de comptages et d'un diagramme représentant les effectifs des différents pollens, spores et micro-fossiles non polliniques identifiés (Figures 6 et 7).

#### 3.1. Analyse critique des résultats

- L'analyse de l'échantillon n°202 (US 1023.4) livra une composition pollinique incomplète. La composition pollinique est affectée par des conservations différentielles.

Environ 200 grains de pollens et de spores ont été observés pour le prélèvement de l'US 1023.4 (Fig. 6).

La détection très importante des spores de Lycopodes introduits dans les volumes extraits (162 Lycopodes comptés, Fig. 9), témoigne de la réussite du traitement physico-chimique d'extraction du matériel sporo-pollinique.

La concentration de pollens constatée est de l'ordre de 3300 pollens / mL. Cette concentration est plutôt faible en comparaison avec les concentrations obtenues dans des dépôts organiques (ex. tourbières), souvent de l'ordre de 50000 pollens / mL.

En ce qui concerne la qualité de la composition pollinique, seule une douzaine de taxons sporo-polliniques, souvent les plus résistants à la corrosion, ont été comptés et ce malgré les observations complémentaires (Fig. 6 et 9).

On constate une sur-représentation des pollens de Cichorioïdées et de spores monolètes, taxons particulièrement résistants. Il est possible que le sédiment de l'US 1023.4 se soit trouvé régulièrement en contexte plus ou moins « aérobies » propices à l'oxydation biologique ou physico-chimique des pollens les moins résistants. En effet, le contexte plutôt « sablo-limoneux » de cette US n'est pas très favorable au maintien de conditions anaérobies en période sèche. La conservation pollinique assez moyenne constatée est une conséquence de ces conditions, mais peut-être aussi à une dynamique de comblement assez rapide, ne permettant pas un temps de contact suffisant pour accumuler beaucoup de pollens.

Il faut donc interpréter le résultat de cet échantillon avec précaution. Les valeurs quantitatives (fréquences relatives) notamment, ne peuvent être directement interprétées comme une image représentative des proportions de la végétation. Nous nous baserons davantage sur les associations polliniques observées (les groupements de végétations) pour interpréter les résultats de ce prélèvement.

- L'analyse du prélèvement n°204 (US 1023.7) permet d'obtenir une composition pollinique riche et variée.

Les spores de Lycopodes exotiques ont été observés en quantité (368 Lycopodes) témoignant ainsi de la réussite du traitement physico-chimique d'extraction du matériel sporo-pollinique (Fig. 9).

La concentration pollinique obtenue est de l'ordre de 17000 pollens / mL ce qui correspond à une concentration assez importante, comparable à celles obtenues dans les dépôts organiques (ex. tourbière).

De plus, une trentaine de taxons environ y ont été identifiés (Fig. 6 et 9). Cette diversité pollinique permet de raisonner sur les associations polliniques.

Les pollens les plus résistants à la corrosion (ex. Asteracées, Cichorioïdées, résineux, spores monolètes) n'apparaissent pas particulièrement sur-représentés. Ce constat est un indice d'une bonne conservation pollinique globale et l'absence ou faible conservation différentielle. La composition pollinique observée pour le prélèvement n°204 est donc probablement assez fidèle au dépôt pollinique initial.

Les pollens et spores identifiés correspondent essentiellement à des végétations herbacées (environ 80 % des pollens, Fig. 6). Ce résultat tendrait donc à décrire un paysage largement ouvert. Toutefois, il est probable que cette image soit déformée à cause de la nature des sédiments analysés et du mode de dépôt à l'intérieur de la fosse. En effet, contrairement aux analyses polliniques réalisées dans des contextes de dépôts sédimentaires « naturels et ouverts », où la pluie pollinique a pour principale origine des apports aériens (apports polliniques régionaux), dans notre cas le comblement est vraisemblablement avant tout associé aux ruissellements, infiltrations depuis les environs immédiats (apports polliniques plutôt locaux), voire des apports anthropiques direct (ex. excréments, rejets alimentaires). Ce sont donc plutôt des cortèges polliniques locaux ou liés aux activités humaines autour de la fosse qui sont pressentis.

Notons l'observation de nombreux micro-fossiles non pollinique du type « ascospores du groupe coprophile Sordariales (Type HdV 55) » (Fig. 8) et de « thèques d'œuf de vers parasites (type *Trichuris sp.*) » témoignant d'apports par ruissellement en « eaux-usées » depuis les surfaces environnantes, voire des dépôts directs d'excréments...

## 3.2. Interprétation des résultats

Les deux ensembles polliniques correspondent à deux phases de comblement de la fosse F1023. Il est donc tentant d'interpréter les résultats de façon diachronique. Toutefois, compte tenu de la différence de conservation, il est très difficile de pouvoir comparer les deux compositions polliniques.

Les résultats ont été décrits et interprétés séparément (Fig. 6 et 7).

- Interprétation des résultats d'analyse du prélèvement n°202 (US 1023.4) :

Les spectres polliniques sont dominés par les pollens d'herbacées à plus de 95%, ce qui correspondrait à un paysage très ouvert. Toutefois, la sur-représentation des pollens de Cichorioïdées (pollens les plus résistants) accentue probablement très largement la proportion des pollens d'herbacées au détriment des pollens d'arbres, pour la plupart plus fragiles.

Les rares pollens d'arbres observés correspondent à des fragments de résineux, probablement d'origine lointaine, et quelques pollens de saule (*Salix sp.*).

Les pollens de saule témoignent de **boisements hygrophiles**, peut-être depuis une zone alluviale ou des bords d'une zone humide.

En ce qui concerne les végétations herbacées, les communautés végétales sont principalement représentées par des pollens de graminées (Poacées) (12%), de Cichorioïdées (73%) et des spores monolètes.

Notons toutefois que l'abondance des taux de Cichorioïdées et de spores monolètes est avant tout liée à la conservation différentielle de leurs enveloppes sporo-polliniques particulièrement résistantes à la corrosion. Il faut donc modérer la sur-représentation de ces deux taxons.

Néanmoins, même si la composition est lacunaire, les taxons identifiés permettent malgré tout d'interpréter la présence de plusieurs groupements végétaux. On détecte les **groupements de friches et de jachères** (Poaceae, Asteraceae dont Cichorioïdeae, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Geraniaceae), **les groupements de communautés rudérales, de lieux de pacage, de chemins** (*Plantago lanceolata*, Chenopodiaceae, Asteraceae, Caryophyllaceae, Poaceae) et de **prairies hygro- à mésophiles pâturées** (Poaceae, Cyperaceae).

Le nombre de spores monolètes, trilètes et de polypodes (*Polypodium sp.*) est important puisque 68 grains ont été comptés. Les fréquences de ces spores (fougères et mousses) observées sont souvent aléatoires et difficilement interprétables. Ces spores pourraient provenir de mousses et de fougères situées à proximité, voire à l'intérieur de la fosse.

Notons qu'aucun pollen de céréale, ni de plante aquatique n'a été observé.

- La composition pollinique du prélèvement n°204 (US 1023.7)

Ce prélèvement correspond au niveau de comblement du fond de la fosse F1023.

La composition pollinique apparaît plus riche (368 spores et grains de pollen dénombrés) et plus diversifiée (28 taxons identifiés). Les phénomènes de conservation différentielle ne semblent pas avoir significativement affecté l'ensemble pollinique (cf. chapitre 3.1. ). Toutefois, ces résultats doivent être interprétés au regard du mode de dépôt des pollens à l'intérieur de la fosse. En effet, la déposition des grains de pollen s'est probablement faite principalement par des apports directs, tels que des rejets alimentaires ou des excréments, ou par ruissellement depuis les surfaces environnantes, plutôt que par dépôt aérien naturel. L'image reflétée est donc davantage celle du paysage local, voire des activités humaines ayant eu lieu à proximité immédiate.

La proportion de pollens arboréens ne représente que 20 % du total (Fig. 7), ce qui correspond à un paysage largement ouvert.

Les pollens d'arbres correspondent surtout à des grains de chêne (*Quercus sp.*), d'aulne (*Alnus sp.*), de noisetier (*Corylus avellana*) et plus ponctuellement de résineux (dont pin *Pinus sp.*), de tilleul (*Tilia sp.*), de hêtre (*Fagus sp.*), de rosacées arbustifs (type aubépine) et de lierre (*Hedera sp.*).

Les pollens de chêne, de tilleul, de hêtre, voire de noisetier, pourraient provenir de **boisements de type chênaie diversifiée** (chêne et tilleul) voire **de la chênaie-hêtraie** (chêne et hêtre). Ces boisements de chêne se développent sur des sols bien drainés. Au regard des faibles taux polliniques observées, ces boisements forestiers devaient être éloignés ou très clairsemés, voire présents sous forme de haies.

Les grains de noisetier, essences colonisatrices, témoignent de **boisements clairs**, voire de secteurs en déprise agricole ou de haies.

**Des boisements hygrophiles**, réduits ou éloignés, sont perçus par l'intermédiaire de quelques pollens d'aulne (environ 4 %) et potentiellement de noisetier.

Enfin quelques pollens de résineux (environ 1%), probablement d'origine lointaine, ont aussi été détectés.

Les compositions polliniques correspondant aux végétations herbacées sont dominées par les Poacées (environ 38% des pollens). La part des Cichorioïdées arrive en seconde position avec 18% des pollens, ce qui indique probablement d'une légère conservation différentielle.

Les associations polliniques en présence permettent d'interpréter des groupements de **friches et de jachères** (Poaceae, Cichorioideae, Asteraceae, Chenopodiaceae, *Rumex sp.*, *Plantago sp.*, *Plantago lanceolata*, Brassicaceae), de **prairies hygro- à mésophiles pâturées** (Poaceae, Cyperaceae, Asteraceae, Dipsacaceae, *Plantago sp.*) et des **groupements de communautés rudérales, de lieux de pacage, de chemins** (*Plantago sp.*, *Plantago lanceolata*, Chenopodiaceae, Asteraceae, *Rumex sp.*).

**L'association des cultures** est bien représentée avec l'identification de pollens de céréales (*Cerealia type*, env. 3%) mais aussi de chanvre / houblon (*Cannabis sp.* / *Humulus sp.*, env. 2%) accompagnés de pollens de plantes

adventices (*Rumex sp.*, voire de *Centaurea type jacea*) et de plantes rudérales (*Plantago sp.*, Chenopodiaceae, Cichorioideae, Apiaceae, Chenopodiaceae).

L'observation de plusieurs pollens de céréale dans ce contexte de fosse pose question car ce sont des essences qui produisent et diffusent relativement peu (Fig. 10, d'après Mazier *et al.*, 2012). La détection de ces pollens de céréale est donc à mettre en relation soit avec la proximité de cultures, soit d'activités de traitements (ex. battages) des céréales dans les environs de la fosse. L'hypothèse d'apports liés à des rejets alimentaires ou autres (ex. eaux usées, excréments) est aussi très probable au regard de la détection des nombreux thèques d'œuf de vers parasites intestinaux de type *Trichuris sp* et d'ascospores du groupe coprophile type HdV-55 indifférenciés.

Concernant de potentielles activités de traitement du chanvre (ex. rouissage), notons qu'aucun spore d'algue du genre *Pediastrum* ou de cyanobactéries, indicateurs de conditions eutrophes, n'a été observé. Toutefois, l'hypothèse de tels traitements dans les environs de la fosse reste possible.

L'observation de nombreux spores monolètes, de spores trilètes (fougères et mousses) mais aussi de quelques spores de *Polypodium sp.* est là encore difficilement interprétable (Figures 6 et 7). Ces spores pourraient provenir de mousses et de fougères situées à proximité, voire à l'intérieur de la fosse.

Enfin, beaucoup de microrestes non polliniques sont présents, notamment des « amérospores des types HdV-207 » (genre *Glomus*, parasite de plantes herbacées), des amérospores des types TM-505, des Phragmospores – HdV-729, des spores algales et supposées - HdV-181. Ce sont pour la plupart des microrestes d'origine fongique (champignons) mais dont la signification écologique n'est pas toujours très claire.

L'identification de plusieurs ascospores du groupe coprophile « HdV-55 Sordariale » (photographie Fig. 8) dans le prélèvement n°204 témoigne de la présence de matières fécales (ex. excrément, fumier). Cela pourrait renforcer l'hypothèse d'une zone de rejets de latrines ou bien l'image d'un environnement de prairies pâturées ou d'activités tournées vers l'élevage.

De nombreuses cuticules ou thèques d'œuf de vers parasites de type *Trichuris sp.* (prélèvements n°204 et 205) et d'*Ascaris sp.* (Prélèvement n°205) ont été observées (Fig. 6 et photographies Fig. 8). Ce sont des vers parasites du tube digestif humain pouvant affecter aussi les chiens, le renard et le porc. La détection de ces microfossiles caractérise la présence de matières fécales en cohérence avec l'hypothèse de ruissellement d'eau usées et/ou la présence d'excréments dans la fosse.

## 4. SYNTHÈSE

Cette étude apporte des informations de compréhension du site sous l'angle de la palynologie.

- L'analyse complémentaire du prélèvement n°202 (US 1023.4) permet d'obtenir une concentration pollinique moyenne (3300 grains de pollens / mL) avec une diversité faible (environ 12 taxons sporo-polliniques) (Figures 6, 7 et 9). La composition pollinique de ce prélèvement montre des signes marqués de conservations différentielles. Les pollens de Cichorioïdées et les spores monolètes, taxons particulièrement résistants à la dégradation, y sont nettement sur-représentés, tandis que les grains de pollen plus fragiles sont presque totalement absents. Par conséquent, l'image paléoenvironnementale restituée en est fortement biaisée. La composition pollinique suggère un paysage très ouvert, toutefois, cette interprétation doit être envisagée avec prudence. En effet, les problèmes de conservation constatés n'excluent pas la présence de formations boisées dans l'environnement. Malgré ces limites, il est possible d'interpréter la présence de groupements végétaux de friches et jachères, de prairies et de communautés rudérales (chemins, habitats, lieux de pacages)(Fig. 5).

- Le prélèvement n°204 correspond au niveau du fond de la fosse (US 1023.7). L'analyse permet d'obtenir une composition pollinique plus riche et plus diversifiée (concentration pollinique de l'ordre de 17000 pollens / mL et 28 taxons sporo-polliniques). La conservation pollinique est donc bien meilleure que celle observée dans le prélèvement n°202. En conséquence, une comparaison directe entre les deux ensembles polliniques n'est pas pertinente.

Le taux de pollens arboréens, d'environ 20 %, indique là aussi un environnement local ouvert. Les résultats mettent en évidence, par ordre d'importance, la dominance des groupements de friches et de jachères, des prairies hygro- à mésophiles pâturées, ainsi que des communautés rudérales associées aux chemins et aux habitats. Le paysage était également ponctué de quelques formations boisées, telles que des chênaies diversifiées (chêne, tilleul), des chênaies-hêtraies, des boisements clairs à noisetier et des boisements humides dominés par l'aulne. La présence de plantes cultivées apparaît de manière plus marquée, en particulier à travers la détection de pollens de céréales et de chanvre/houblon. L'interprétation de cultures est plausible car des pollens de plantes adventices et rudérales sont aussi associés (Fig. 5).

Il convient toutefois de souligner que la nature du capteur pollinique, en l'occurrence une fosse, a très probablement influencé la composition du spectre pollinique. Il faut envisager des apports de pollens non seulement par ruissellement depuis les surfaces environnantes, mais aussi, voire surtout, par les activités humaines pratiquées à proximité (par exemple le battage, le rouissage), ou encore par des rejets alimentaires et des excréments. La présence de nombreux microfossiles non polliniques, notamment des ascospores appartenant au groupe coprophile HdV-55 et, plus particulièrement, des cuticules d'œufs de vers parasites intestinaux (type *Trichuris* sp.), témoigne en effet de dépôts fécaux à l'intérieur ou à proximité de la fosse.

Identifiants prélèvements		202 (F1023, US 1023.4)	204 (F1023, US 1023.7)
Type de structure		Fosse 1023	
Taux de pollen d'arbres (AP)		4,00%	21,00%
Boisements	Chênaie mixte		++
	Chênaie-hêtraie		+
	Boisements clairs, haies		+
	Boisements hygrophiles	+	+
	Résineux	-	-
Végétations herbacées	Prairies hygro- à mésophiles pâturées	+	++
	Communautés rudérales, chemins, pacages, habitats...	+	+
	Friches et jachères (Cichorioïdées)	+++	+++
	Cultures (types) (Céréales, chanvre/houblon, et adventices : <i>Rumex sp.</i> et <i>Centaurea jacea</i> )		++
MNP	Thèque œuf vers parasites type <i>Trichuris</i>		++
	Ascospores gp coprophiles – HdV 55 – Sordariales		+

Figure 5. Tableau synthétisant les principales caractéristiques et principaux groupements végétaux identifiés dans les prélèvements n°202 (US 1023.4) et n°204 (US 1023.7).

## 5. BIBLIOGRAPHIE

- BARBIER D., 1999 – Histoire de la végétation du nord-mayennais de la fin du Weischelien à l'aube du XXIème siècle Mise en évidence d'un Tardiglaciaire armoricain Interactions Homme-Milieu. Thèse de doctorat, Université de Nantes, Editions Groupe d'Etude des Milieux Naturels, Nantes, tome I, texte : 284 p., tome II, illustration : 63 Figures.
- 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.
- 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.
- GAUDIN L., 2023 – Tests palynologiques de cinq prélèvements réalisés lors de l'opération du site de l'impasse Marthe Brosseau sur la commune de Saint-Philibert-de-Grand-Lieu (44). Site médiéval (Xe - XIIe). Opération : OA 187221. 19p. (Destinataire privé : société ARCHEODUNUM, RO. Mme. Emilie Merveilleux).
- LOPEZ SAEZ J.-A., LOPEZ GARCIA P. et BURJACHS F., 2003 – Arqueopalinologia : sintesis critica. *Polen* 12, p. 5-35.
- OUGUERRAM A., 2002 – Histoire de la vallée de l'Erdre (affluent de la Loire, Massif armoricain, France) de la fin du Tardiglaciaire aux époques actuelles. Thèse de doctorat, Université de Moulay Ismaïl de Meknès (Maroc), Editions Groupe d'Etude des Milieux Naturels, 121 p., 24 Figures.
- MAZIER F., GAILLARD M. J., KUNEŠ P., SUGITA S., TRONDMAN A. K., BROSTRÖM A., 2012 - Testing the effect of site selection and parameter setting on REVEALS-model estimates of plant abundance using the Czech Quaternary Palynological Database." *Review of Palaeobotany and Palynology* no. 187 p. 38-49. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.revpalbo.2012.07.017>.
- 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.

VOELTZEL D., 1987 - Recherches pollenanalytiques sur la végétation holocène de la plaine alluviale de l'estuaire de la Loire et des coteaux environnants. Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille III, Laboratoire d'Ecologie et de Phytogéographie Faculté des Sciences et des Techniques, Nantes, 178 p.

## 6. FIGURES

Taxons \ Code Prélèvements		202 (F1023, US 1023.4)	204 (F1023, US 1023.7)
Pollens	Frag. Pollen résineux	2	2
	Pinus	0	1
	Quercus	0	22
	Tilia	0	2
	Fagus	0	1
	Corylus	0	10
	Alnus	0	10
	Salix	2	0
	Hedera	0	2
	ROSACEAE arbustif	0	1
	Pourcentage des Pollens d'arbres	3,60%	20,80%
	POACEAE	13	92
	CICHORIOIDEAE	82	44
	ASTERACEAE	4	6
	CARYOPHYLLACEAE	3	0
	CHENOPODIACEAE	2	20
	BRASSICACEAE	0	1
	Plantago	1	3
	Plantago lanceolata	0	1
	DIPSACACEAE	0	1
	Erica	0	2
	Cerealia type	0	8
	Cannabis / Humulus	0	5
	Rumex	0	2
	Centaurea type jacea	0	1
	GERANIACEAE	1	0
	PLUMBAGINACEAE	0	1
	CYPERACEAE	2	7
Spores	Pteris	0	1
	Spore monolète	68	108
	Polypodium	0	5
	Spore trilète	1	9
Non pollinique	Concentricyste	2	0
	Thèque œuf type Trichuris	0	15
	Ascospores gp coprophiles – HdV-55 – Sordariales	0	9
	Amérospores – TM-505	0	1
	Amérospores – HdV-207	4	9
	Phragmospores – HdV-729	0	2
	Spores algales et supposées – HdV-181	0	1
	Micro-charbons	231	31
Indéterminés	1	1	
SOM. pollen (somme de base)	112	245	
SOM. Sporo-pollinique	181	368	
CONC. ABS Pollen (nb / cm3)	3394	11135	
CONC. ABS Pollen et Spores (nb / cm3)	5484	16725	

Figure 6. Opération archéologique du site de l'impasse Marthe Brosseau sur la commune de Saint-Philibert-de-Grand-Lieu (44). Opération : OA 187221. Comptages correspondant aux pollens, spores et quelques autres types de fossiles non polliniques 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 mL de sédiment.

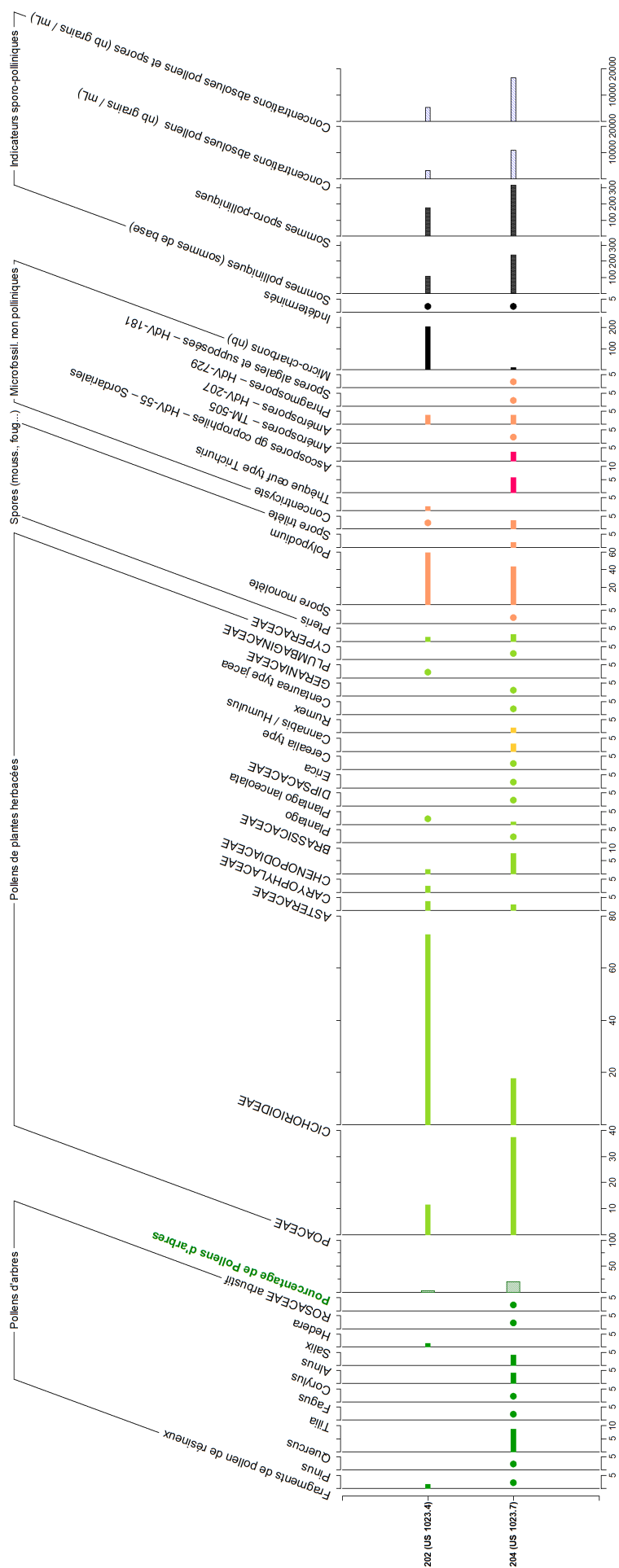


Figure 7. Diagramme sporo-pollinique du site de l'impasse Marthe Brosseau sur la commune de Saint-Philibert-de-Grand-Lieu (44). Opération : OA 187221. Les valeurs sont exprimées en fréquences relatives (%). La somme de base utilisée pour calculer les fréquences correspond à la somme des grains de pollens. Les spores ont donc été exclus de cette somme de base. La courbe (PA/PNA) correspond au rapport entre pollens d'arbres (PA)/ pollens non arborescents (PNA). Les valeurs inférieures à 1% sont symbolisées par des points. Les concentrations absolues sont exprimées en nombre de grains / mL de sédiment.

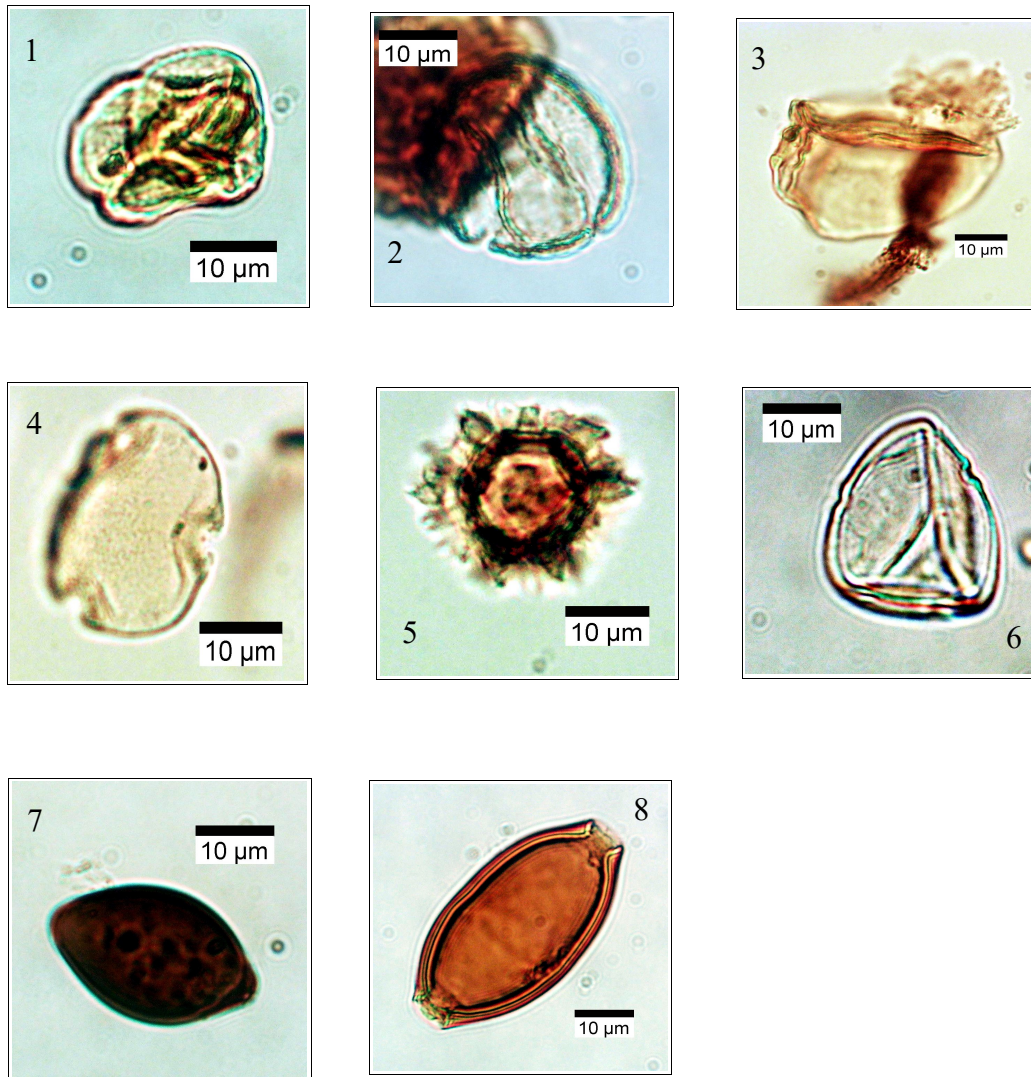


Figure 8. Photographies de pollens sous microscope optique à immersion, grossissement x1000. Les échelles représentent des micromètres. 1. Pollen d'Ericacée (famille de la bruyère) (Plv 204) ; 2. Pollen de chêne (*Quercus* sp.) (Plv 204) ; 3. Pollen de céréale (*Cerealia* type), (Plv 204) ; 4. Pollen de tilleul (*Tilia* sp.) (Plv 204) ; 5. Pollen de Cichorioïdées (Plv 204) ; 6. Pollen de chanvre/houblon (*Cannbis* sp. / *Humulus* sp.) (Plv 204) ; 7. Ascospores gp coprophile Hdv-55 Sordariales, (Plv 204) ; 8. Thèque d'œuf *Trichuris* sp. (Plv 204) ;

Code des prélèvements	Nombre de pollens comptés	Nombre de spores comptés	Nombre de Lycopodes introduits comptés	Concentration absolue pollen et spores	Concentration absolue pollen uniquement	Etat de conservation	Diversité taxonomique
202 (F1023, US 1023.4)	112	181	243	5484	3394	Moyen	12
204 (F1023, US 1023.7)	245	368	162	16725	11135	Bon	28

Figure 9. Nombre de pollens et de spores comptés, nombre de grains par mL sédiment, diversité taxonomique.

Taxon	Production pollinique	Vitesse de chute dans l'air
	relative/Poaceae PPE (SE)	des grains de pollen (m/s)
Abies	6.88 (1.44)	0.120
Alnus	9.07 (0.10)	0.021
Artemisia	3.48 (0.20)	0.025
Betula	3.09 (0.27)	0.024
Calluna vulgaris	0.82 (0.02)	0.038
Carpinus	3.55 (0.43)	0.042
Ceralia-t	1.85 (0.38)	0.060
Corylus	1.99 (0.20)	0.025
Fagus	2.35 (0.11)	0.057
Filipendula	2.81 (0.43)	0.006
Fraxinus	1.03 (0.11)	0.022
Juniperus	2.07 (0.04)	0.016
Picea	2.62 (0.12)	0.056
Pinus	6.38 (0.45)	0.031
Plantago lanceolata	1.04 (0.09)	0.029
Plantago media	1.27 (0.18)	0.024
Plantago montana	0.74 (0.13)	0.030
Poaceae	1.00 (0.00)	0.035
Quercus	5.83 (0.15)	0.035
Rumex acetosa-t	2.14 (0.28)	0.018
Salix	1.22 (0.11)	0.022
Secale	3.02 (0.05)	0.060
Tilia	0.80 (0.03)	0.032
Ulmus	1.27 (0.05)	0.032

Figure 10. Tableau récapitulatif des valeurs moyennes des productions polliniques européens et des vitesses de chute dans l'air des grains de pollen des taxons étudiés (d'après Mazier *et al.*, 2012).

Taxons \ Code Prélèvements		PLV n°201 (F1023, US 1023.2)	PLV n°202 (F1023, US 1023.4)	PLV n°203 (F1023, US 1023.5)	PLV n°204 (F1023, US 1023.7)	PLV n°205 (F1050, US 1050.2)
Pollens	Pinus sylvestris	0	0	1	0	0
	Quercus	0	0	0	3	0
	Tilia	0	0	0	1	0
	Corylus	0	0	0	3	0
	Alnus	0	0	0	3	0
	Hedera	0	0	0	1	0
	POACEAE	1	1	2	22	1
	CICHORIOIDEAE	7	11	3	15	6
	ASTERACEAE	0	1	0	0	0
	CARYOPHYLLACEAE	0	3	0	0	0
	CHENOPODIACEAE	0	2	0	3	1
	BRASSICACEAE	0	0	0	1	0
	Plantago	0	1	0	1	0
	DIPSACACEAE	0	0	0	1	0
	ERICACEAE	0	0	0	1	0
	Cerealia type	0	0	0	3	0
	Alchemilla	0	0	0	0	1
CYPERACEAE	0	0	0	4	0	
Spores	Spore monolète	11	15	14	23	47
	Polypodium	0	0	0	0	9
	Spore trilète	0	0	0	1	2
Non polliniques	Concentricyste	0	1	1	0	0
	Thèque œuf type <i>Trichuris</i>	0	0	0	8	1
	Thèque œuf type <i>Ascaris</i>	0	0	0	0	2
	Ascospores gp coprophiles – HdV-55 – Sor	0	0	0	0	1
	Amérospores – TM-505	0	0	0	1	0
	Amérospores – HdV-207	1	0	0	2	1
	Phragmospores – HdV-729	0	0	1	1	0
	Dictyospores – TM-329	2	0	2	0	1
	Micro-charbons	45	52	118	4	67
	Indéterminés	0	1	2	1	1
	SOM. pollen (somme de base)	8	19	6	62	9
	SOM. Sporo-pollinique	19	34	20	86	67
CONC. ABS Pollen (nb / cm3)	601	2690	605	9713	708	
CONC. ABS Pollen et Spores (nb / cm3)	1427	4814	2017	13472	5270	

Figure 11. Opération archéologique du site de l'impasse Marthe Brosseau sur la commune de Saint-Philibert-de-Grand-Lieu (44). Opération : OA 187221. Résultats des tests palynologiques. Comptages des pollens et spores déterminés (extrait de Gaudin, 2023)

## 7. ANNEXE

### 7.1. 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 glycéinée

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.

## 7.2. Description des échantillons et des traitements

SERIE N°	TECH	Date	Sol Exotique (lycopodes...)	Nombre grains	Num (1-8)	NOM DE LA CAROTTE	TRONCON	Prof top	Prof base	VOL	Poids sec	HCL	HF 48%	HF 70%	filtration 5/10/15 microns	filtration Ultrason(s)	Type de montage (G,L)
2708	MG	20/09/23	lycopodes	18407	A	St Philibert	grand lieu	PLV	201	2,5	6,396	X	X	X	10	20	L
2708	MG	20/09/23	lycopodes	18407	B	St Philibert	grand lieu	PLV	202	2,5	6,891	X	X	X	10	20	L
2708	MG	20/09/23	lycopodes	18407	C	St Philibert	grand lieu	PLV	203	2,5	5,698	X	X	X	10	20	L
2708	MG	20/09/23	lycopodes	18407	D	St Philibert	grand lieu	PLV	204	2,5	6,244	X	X	X	10	20	L
2708	MG	20/09/23	lycopodes	18407	E	St Philibert	grand lieu	PLV	205	3	6,847	X	X	X	10	20	L

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