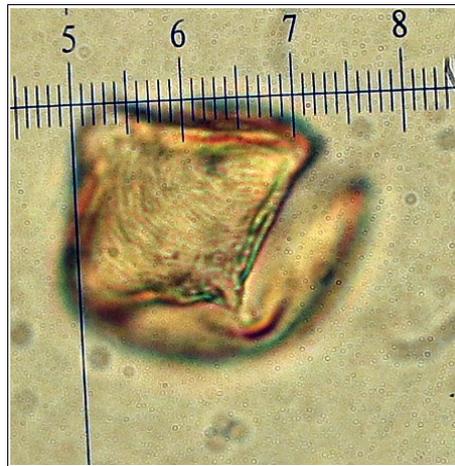




# ArkéoMap

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



### **ANALYSES PALYNOLOGIQUES DE PRÉLÈVEMENTS RÉALISÉS EN STRATIGRAPHIE LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE DE HERLIES (59), 2016, ZAC DES HAUTS CHAMPS SUD.**

**Société Archéopole**

Rapport d'étude palynologique

**Mars 2018**

**Société Archéopole**  
**9 ZA des Wattines, Chemin d'Halluin,**  
**59126 Linselles**

**Fouille du site d'Herlies –**  
**Opération archéologique ZAC des Hauts Champs Sud**

**Références des échantillons étudiés :**

**Fossé d'enclos SD175 :** Colonne 1 : ST 329 : US 2524, US 2523,

Colonne 2 : ST 332 : US 2532,

Colonne 3 : ST 331 : US 2531, US 2530, US 2538,

Colonne 4 : ST 330 : US 2529, US 2527,

**Fossé d'enclos SD194 :** colonne 5 : ST 362 : US 22, US 21, US 20

**Cercle funéraire bronze :** SD22 US12

**Puits US358 SD188 (avec clayonnage).**

Après une vérification du contenu palynologique des treize échantillons, trois prélèvements ont été retenus pour une analyse complète :  
Il s'agit des échantillons **US358 SD188, ST 331 US2530, ST 362 US 20.**

---

**Rapport d'étude palynologique**

---

**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)

---

**Mars 2018**

*Illustration de la page de couverture : Pollen de Rosaceae « type Pyrus » (poirier/pommier) observé dans le prélèvement ST 362 US 20. 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>6</b>
2.1. Le protocole d'extraction utilisé.....	6
2.2. Les comptages et déterminations.....	6
2.3. Le diagramme pollinique .....	7
<b>3. RESULTATS, INTERPRETATION.....</b>	<b>8</b>
3.1. Analyse critique des résultats.....	8
3.2. Interprétation des résultats.....	9
<b>4. SYNTHESE .....</b>	<b>12</b>
<b>5. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>15</b>
<b>6. FIGURES.....</b>	<b>16</b>
<b>7. ANNEXE.....</b>	<b>21</b>
7.1. Détail du protocole d'extraction utilisé :.....	21
7.2. Description des échantillons avant traitement.....	24
7.3. Résultat des observations polliniques de la pré-étude. .....	28
7.4. Analyse xylogologique des restes ligneux retrouvés dans le puits US 358 – sd 188. .....	29

# INTRODUCTION

Ce document présente les résultats de l'analyse palynologique de trois prélèvements réalisés lors de l'opération archéologique de la ZAC des Hauts Champs Sud à Herlies (59). Les prélèvements ont été réalisés dans des niveaux de comblement de fossés d'enclos datant de La Tène. La structure du puits à clayonnage serait plus ancienne (Age du Bronze).

Ce rapport fait suite à une pré-étude qui visait à estimer le contenu palynologique de treize prélèvements réalisés dans les fossés d'enclos. Seulement deux prélèvements provenant des comblements d'enclos ont été retenus (« ST 362 US20 (Fossé SD194)" et "ST 331 - US 2530 (Fossé SD 175) » ) en plus du prélèvement réalisé à l'intérieur du « puits à clayonnage » (US 358 SD 188).

Le site a été fouillé et étudié par la société Archéopole sous les directions de M. Antoine Pezier et Mme Julie Delas. L'étude a été commandée par le service avec l'accord de son responsable M. Laurent Gubellini.

# 1. PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS, STRATIGRAPHIE et OBJECTIFS

La fouille archéologique du site de Herlies (59), opération archéologique de la ZAC des Hauts Champs Sud, concerne un site occupé durant les périodes de l'Age du Bronze (cercles funéraires : US 12 SD22 et puits : US358 SD 188) et de la période de transition entre La Tène et le Haut-Empire (fossés d'enclos (SD175, SD194)).

Treize prélèvements ont été réalisés, certains sous forme de colonnes, d'autres directement en stratigraphie. Quatre colonnes ont été réalisées pour le fossé SD175 (colonnes 1 à 4) et une colonne (colonne 5) pour le fossé SD194. Les autres structures ont fait l'objet de prélèvements en bloc (cf. description détaillée des prélèvements en annexe Fig. 8 et 9).

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

Notons la détection d'un clayonnage pour le puits « US358 SD 188 » (Fig. 2). Le remplissage, décrit comme « tourbeux », constitue un indice favorable à la conservation pollinique. De plus, quelques branches et brindilles ont été analysées (cf. résultats en annexe Fig. 12 et 13).

L'opération a été réalisée durant l'année 2016.

L'objectif de cette étude archéobotanique vise à obtenir une description du paysage végétal durant les périodes d'occupation du site : Age du Bronze - La Tène - Antiquité.

A l'issue de la phase des tests (Fig. 11), tenant compte de la conservation pollinique, du nombre de pollens et de taxons identifiés, seulement trois prélèvements ont été retenus pour une analyse complète : il s'agit des échantillons (« ST 362 US20 (Fossé SD194)" et "ST 331 - US 2530 (Fossé SD 175) » ) en plus du prélèvement réalisé à l'intérieur du « puits à clayonnage » (US 358 SD 188) (cf. Figures 3, 4 et 5).

## 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. et Fig. 9).

### 2.2. Les comptages et déterminations

Les pollens ont été observés au sein du laboratoire ARKEOMAP. L'observation du culot a été réalisée sous microscope optique à immersion au grossissement x1000 (microscope OLYMPUS CX40).

Les outils utilisés pour les déterminations sont de plusieurs sortes :

- des lames de référence du Laboratoire de l'UMR 6566, de pollens actuels portant principalement sur la flore hygrophile des marais,
- des clichés photographiques pris au microscope optique et électronique,
- de l'atlas photographique « pollens et spores d'Europe et d'Afrique du Nord » (Reille, 1992).

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 pour le prélèvement de l'US 358 SD 188 grâce au montage systématique de plusieurs lames. En revanche, compte tenu de la conservation pollinique assez moyenne et du temps alloué, nous n'avons pas pu atteindre cet effectif pour les deux autres prélèvements.

Nous avons aussi calculé des fréquences polliniques absolues afin d'estimer le nombre de grains par volume (cm<sup>3</sup>) de sédiment. Nous nous sommes basés pour cela sur une méthode préconisant l'introduction de pastilles de spores de Lycopodes au nombre connu dans les préparations (Stockmarr, 1972).

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

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) notamment, 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. 4).

Le pourcentage de chaque taxon par rapport à une somme de base a été calculé pour chaque niveau.

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 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 seule occurrence, il est matérialisé sur le diagramme par un point.

### 3. RESULTATS, INTERPRETATION

Les résultats sont donnés sous la forme de diagrammes et d'un tableau de comptages représentant les effectifs des différents spores et pollens identifiés (Figures 3 et 4) .

#### 3.1. Analyse critique des résultats

Les observations des trois échantillons n'a pas permis d'atteindre la détermination de 300 grains pour les deux échantillons de fossés (ST362 US20 et ST331 US 2530) malgré le parcours de plusieurs lames. En revanche, l'étude de l'échantillon « US 358 Sd188 » a permis d'atteindre les 300 grains.

Les concentrations de grains de pollens constatées à l'intérieur des deux premiers échantillons sont faibles (1303 grains de pollen / cm<sup>3</sup> pour le prélèvement ST331 US 2530 et 1988 grains de pollen / cm<sup>3</sup> pour l'échantillon ST362 US20). Néanmoins, la détection systématique et relativement importante des spores de Lycopodes introduits dans les volumes extraits (de 178 et 158 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 du stock pollinique tient à la pauvreté des sédiments et non à la méthodologie employée pour les analyser.

Le temps de contact entre la pluie pollinique et les couches archéologiques est un facteur qui a pu jouer pour expliquer les différences de concentrations polliniques. Tout dépend de la durée de fonctionnement, de la dynamique de comblement sédimentaire de ces structures.

L'autre facteur important est le contexte de conservation pollinique. De nombreuses « enveloppes polliniques » et débris polliniques ont été constatés sans qu'il soit possible d'identifier les taxons. De façon générale les cortèges sporo-polliniques montrent une composition déformée. En effet, on observe une quantité importante de taxons résistants à la corrosion comme par exemple les Cichorioïdées, les Astéracées et les spores monolètes et trilètes (Figures 3 et 4). La nature des sédiments à dominance minérale laisse penser que les pollens se sont trouvés dans des contextes aérobies propices à l'oxydation biologique ou physico-chimique. Les spectres sporo-polliniques ne reflètent donc pas tout à fait la pluie pollinique contemporaine au dépôt des sédiments.

Une quarantaine de taxons a néanmoins été comptée au total. On constate pour l'échantillon de « l'US358 SD188 » une diversité taxonomique intéressante (31 taxons) même si l'on reste loin des résultats obtenus en contextes anaérobies (ex. zones humides, tourbières). Les quantités importantes de spores (fougères et mousses) observées sont quant à elles plus aléatoires et difficilement interprétables (Figure 4).

Les résultats obtenus sont donc à interpréter avec précaution car les pollens observés sont soumis à d'importantes conservations différentielles. Aussi, dans la mesure du possible, nous interpréterons les résultats davantage sous un angle qualitatif (ex. identification d'associations végétales).

## 3.2. Interprétation des résultats

- L'échantillon de l'US 358 SD 188. (Puits à « clayonnage » Fig. 2, Age du bronze).

Un peu plus de 300 pollens ont été comptés dans ce prélèvement (Fig. 5). Les concentrations absolues en pollens sont de l'ordre de 70000 pollens par cm<sup>3</sup> ce qui correspond à un flux pollinique important et nettement plus élevé par rapport aux deux autres prélèvements. La diversité taxonomique est aussi plus forte : 31 taxons. On constate néanmoins des conservations différentielles importantes avec de forts taux de Cichorioïdées et d'Asteracées. Taxons qui cumulent à eux deux environ 40% du spectre pollinique.

Le spectre est dominé par les pollens d'herbacées (environ 90% du spectre). Ce résultat évoque un paysage largement ouvert autour du site. Toutefois il faut relativiser cette tendance au regard de la sur-représentation des pollens de Cichorioïdées et d'Asteracées.

La végétation forestière est perceptible par l'intermédiaire des pollens de chêne (*Quercus sp.*), de noisetier (*Corylus sp.*) et du bouleau (*Betula sp.*). Elle correspond au groupement de la **chênaie « diversifiée »**.

**Des boisements hygrophiles** (*Alnus sp.*, *Salix sp.*, *Fraxinus sp.*, *Corylus sp.*, *Betula sp.*) sont identifiés. Ils couvriraient peut-être les bords d'un court d'eau ou bien d'une zone alluviale.

Notons la détection à la fois du noisetier (*Corylus sp.*) et du bouleau (*Betula sp.*). Ce sont des taxons **de boisements clairs** à large amplitude écologique et qui ont pu se développer en association avec la chênaie mais aussi dans des espaces plus clairs et/ou plus humides. Ce sont des espèces pionnières par excellence, ils pourraient donc aussi correspondre à des reboisements d'espaces en « déprise agricole ».

**L'association des cultures** est représentée avec quelques attestations de céréale (*Cerealia type*) accompagnées de pollens de plantes adventices (*Centaureae type jacea.*, *Centaurea sp.*) et de plantes rudérales (*Plantago sp.*, *Chenopodiaceae*, *Cichorioïdeae*, *Brassicaceae*, *Artemisia sp.*, *Polygonum aviculare*, *Convolvulus arvensis*).

Les taux polliniques de céréale restent néanmoins très faibles. Les cultures et autres activités de traitements agricoles ne semblent donc pas avoir été à proximité immédiate de cette structure.

On détecte aussi **les groupements de friches et de jachères** (*Poaceae*, *Asteraceae*, *Cichorioideae*, *Chenopodiaceae*, *Brassicaceae*, *Polygonum aviculare*, *Convolvulus arvensis*, *Caryophyllaceae*), **les groupements de communautés rudérales, de lieux de pacage, de chemins** (*Plantago sp.* dont *Plantago lanceolata*, *Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Caryophyllaceae*, *Artemisia sp.*, *Polygonum aviculare*) et **de prairies hygromésophiles pâturées** (*Poaceae*, *Plantago sp.* dont *Plantago lanceolata*, *Cyperaceae*, *Centaureae sp.*, *Lamiaceae*, *Brassicaceae*, *Alchemilla sp.*, *Apiaceae*). Notons l'identification d'un « Ascospore de champignon *Sordaria* – HdV 55 » (Fig. 8), appartenant au groupe coprophile (Sordariales). Ce type d'ascospore pourrait révéler la présence d'herbivores sauvages ou domestiques (C. Cugny, 2011).

Enfin, en ce qui concerne les groupements humides, les pollens de Poacées, Cyperacées, Juncacées et *Filipendula sp.* témoignent de **prairies hygrophiles**.

- L'échantillon ST 331/ US 2530. (Fossé SD 175, colonne palyno 3, La Tène finale et Haut-empire).

Seulement 48 pollens ont pu être déterminés dans ce prélèvement avec une faible diversité (15 taxons).

La concentration absolue est faible (4209 grains de pollen et spore / cm<sup>3</sup>). Ce sont les grains des taxons les plus résistants (pollen de Cichorioïdées) qui sont les mieux représentés (25% des pollens).

La composition pollinique est dominée par les herbacées (environ 80% du spectre pollinique), mais ce résultat est très probablement surestimé à cause de la conservation différentielle de certains pollens d'herbacées (Cichorioïdées).

En ce qui concerne tout d'abord les végétations arborescentes, quelques pollens de chêne (*Quercus sp.*) et de tilleul (*Tilia sp.*, Fig. 7) attestent probablement d'**une chênaie diversifiée**.

Des pollens de pin (*Pinus sp.*) dont du pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) ont aussi été observés. Ces taxons sont connus pour leurs fortes productions et importantes diffusions polliniques. Ils sont probablement d'origine lointaine.

Un pollen de peuplier (*Populus sp.*) a aussi été détecté, il pourrait provenir d'un **boisement hygrophile**.

Si l'on excepte l'abondance des pollens d'Asteracées et de Cichorioïdées, les pollens d'herbacées sont mal représentés.

On peut évoquer la présence du **groupement de friches et de jachères** (*Asteraceae*, *Cichorioideae*, *Convolvulus arvensis*) et des associations végétales de zones humides telles que les **prairies hygrophiles** (*Cyperaceae*, *Juncaceae*) et les **végétations de zones inondées** (*Lemna sp.*, *Sagittaria sp.*, spore algale HdV 4021).

- L'échantillon ST 362/ US 20. (Fossé SD 194, colonne palyno 5, La Tène finale et Haut-empire).

65 pollens dont 17 taxons polliniques différents ont été comptés dans ce prélèvement (Fig. 5).

La concentration absolue en pollens est de l'ordre de 2000 grains par cm<sup>3</sup> ce qui correspond à un très faible flux pollinique (Fig. 4 et 5).

Le taux de pollens d'arbres est dominé par celui des herbacées (environ 30% de pollens d'arbres) ce qui pourrait correspondre à un paysage plutôt ouvert. Néanmoins, il faut de nouveau pondérer ce résultat au regard des conservations différentielles de certains pollens d'herbacées (*Cichorioideae*).

En ce qui concerne les végétations de boisements, nous détectons **la chênaie « mixte »** (*Quercus sp.*, *Corylus sp.*) mais aussi les **boisements hygrophiles** (*Alnus sp.*, *Corylus sp.*).

Des pollens de pin (*Pinus sp.*) sont aussi détectés, à un degré moindre par rapport à l'échantillon « ST331 US 2530 ». Il pourrait s'agir de pollens de provenance lointaine.

Le noisetier (*Corylus sp.*) est détecté de façon relativement importante (environ 10%). C'est un taxon ubiquiste que l'on peut retrouver associé à la chênaie mais aussi aux boisements hygrophiles. Ce sont des arbres pionniers qui pourraient caractériser des espaces en cours de reboisement.

Notons la détection de deux pollens de *Rosaceae type « Pyrus ou Maloideae »* (ex. poirier ou pommier). Ce taxon est plutôt caractéristique de boisements clairs et de haies, il a pu être favorisé par l'homme. Il était peut être associé aux noisetiers dans des **boisements clairs** comme les lisières de forêts caducifoliées, voire dans des haies.

Pour ce qui concerne les végétations herbacées, nous percevons **des groupements de friches et de jachères** (*Poaceae*, *Asteraceae*, *Cichorioideae*, *Caryophyllaceae*) ainsi que **l'association des prairies hygro- à mésophiles pâturées** (*Poaceae*, *Cyperaceae*, *Asteraceae*, *Rubiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Juncaceae*).

Les activités agricoles peuvent être directement évoquées dans ce niveau par l'intermédiaire d'un pollen de céréale (*Cerealia type*, cf. fig. 6). Pourtant, les plantes accompagnatrices de cultures (adventices) ne sont pas détectées. Il faut donc rester prudent sur la présence de cultures à proximité du site.

L'identification des deux précédents groupements végétaux (groupements de « friches et jachères » et de prairies pâturées) en plus de ce pollen de « type céréale » s'accordent néanmoins pour décrire un paysage probablement impacté par des pratiques agropastorales.

Enfin, notons quelques taxons typiques de groupements **de prairies hygrophiles** (*Poaceae*, *Cyperaceae*, *Juncaceae*) et **de zones inondées** (*Sagittaria sp.*, *spore algale HdV 954*).

## 4. SYNTHÈSE

Cette étude apporte des informations de compréhension du site sous l'angle de la palynologie. Elle fait suite à des tests réalisés sur treize prélèvements (Figure 11) dont trois seulement ont été retenus pour des analyses plus poussées.

Les trois prélèvements étudiés permirent d'obtenir des diversités (15 à 31 taxons par échantillon) et des concentrations polliniques (1303 à 68292 pollens/cm<sup>3</sup>) assez contrastées, mais somme toute attendues pour ce type de contexte sédimentaire (Fig. 5).

Les structures étudiées ne sont à priori pas restées saturées en eau, aussi l'oxydation des pollens et des conservations différentielles affectent les résultats (ex. sur-représentation des pollens de Cichorioïdées, d'Astercées, des spores monolètes et trilètes).

Compte tenu des conservations différentielles observées, il est difficile d'interpréter pleinement les valeurs quantitatives des résultats.

Ainsi, les taux de pollens d'arbres calculés sont globalement très faibles ce qui correspondrait à des paysages ouverts. Néanmoins, dans le cadre de cette étude, au regard des problèmes de conservation et de représentativité évoqués, nous ne pouvons affirmer cette hypothèse.

En revanche, l'étude des associations polliniques a permis d'identifier des groupements végétaux avec plus de fiabilité et ainsi de décrire les grands traits des paysages végétaux (cf. tableau synthétique Fig. 1).

- Interprétation diachronique des résultats :

Contextes	Groupements identifiés et taxons remarquables	Autres indices non polliniques, faits remarquables	Hypothèses d'interprétation
<p><b>Échantillon de l'US 358 SD 188 :</b></p> <p><b>Période :</b> Age du Bronze</p>	<p><u>Groupements arborescents :</u> <i>chênaie diversifiée, boisement clair, boisement hygrophile.</i></p> <p><u>Groupements d'herbacées :</u> <i>Friches et jachères, prairies hygro- à mésophiles pâturées, cultures de céréales (attestées par des occurrences de « Cerealia type » et de plantes adventices et rudérales), groupements de communautés rudérales.</i></p> <p><u>Groupements de zones humides :</u> <i>Groupement des prairies humides.</i></p>	<p>L'identification d'un ascospore du groupe coprophile HdV-55 Sordariales, appuie la présence d'herbivores sauvages ou domestiques.</p>	<p>La mauvaise qualité du contenu pollinique ne permet pas d'interpréter les valeurs « quantitatives » des résultats (sur-représentation des pollens de Cichorioïdées et d'Asteracées).</p> <p>La chênaie diversifiée est reconnue par l'intermédiaire de rares pollens de chêne.</p> <p>Impact des activités agro-pastorales direct avec l'identification de l'association végétale des cultures (pollens de type céréale et de plantes adventices et rudérales) mais aussi de friches et jachères, prairies hygro- à mésophiles pâturées. Notons la détection d'un reste de champignon coprophile (Sordariales) appuyant la présence d'herbivores.</p> <p>Le groupement des communautés rudérales est aussi identifié. Il correspond potentiellement à des lieux de pacages, de zones d'habitats, de chemins.</p> <p>Des groupements de prairies humides sont perçus.</p>
<p><b>Échantillon ST331 / US 2530 (Comblement du fossé SD 175) :</b></p> <p><b>Période :</b> Transition La Tène finale / Antiquité</p>	<p><u>Groupements arborescents :</u> <i>chênaie diversifiée, boisement hygrophile( attesté par un seul pollen de Populus?).</i></p> <p><u>Groupements d'herbacées :</u> <i>Friches et jachères.</i></p> <p><u>Groupements de zones humides :</u> <i>Prairies hygrophiles, groupement de zones inondées (fond de fossé ?).</i></p>	<p>Spore algale (?) HdV 4021.</p>	<p>La mauvaise qualité du contenu pollinique ne permet pas d'interpréter les valeurs « quantitatives » des résultats (sur-représentation des pollens de Cichorioïdées).</p> <p>Ce sont principalement les végétations herbacées de type « friches et jachères », « prairies humides » et de « zones inondées » qui sont perçus.</p> <p>Le groupement de cultures n'est pas identifié.</p> <p>La chênaie diversifiée est reconnue par l'intermédiaire de quelques pollens. Quelques pollens de pin, peut-être d'origine lointaine, ont aussi été identifiées.</p>
<p><b>Échantillon ST 362 /US 20 (Comblement du fossé SD 194) :</b></p> <p><b>Période :</b> Transition La Tène finale / Antiquité</p>	<p><u>Groupements arborescents :</u> <i>chênaie diversifiée, boisement clair, boisement hygrophile.</i></p> <p><u>Groupements d'herbacées :</u> <i>Friches et jachères, prairies hygro- à mésophiles pâturées.</i></p> <p>Un pollen « Cerealia type » a été identifié. En revanche, il n'y a pas d'attestations de plantes accompagnatrices de cultures.</p> <p><u>Groupements de zones humides :</u> <i>Groupements de prairies humides et de zones inondées (fossés?).</i></p>	<p>Spore algale (?) HdV 954.</p>	<p>La mauvaise qualité du contenu pollinique ne permet pas d'interpréter les valeurs « quantitatives » des résultats (sur-représentation des pollens de Cichorioïdées).</p> <p>Malgré l'identification d'un pollen de type « céréale », il n'est pas possible de reconnaître l'association des cultures. Il n'y a donc probablement pas d'activités liées à la céréaliculture à proximité immédiate de ce fossé.</p> <p>Impact des activités agro-pastorales indirect (friches et jachères, prairies hygro- à mésophiles pâturées).</p> <p>Des groupements de végétations humides : prairies humides et de « zones inondées » sont perçus.</p> <p>La chênaie diversifiée est reconnue par l'intermédiaire de quelques pollens. Quelques pollens de pin, peut-être d'origine lointaine, ont aussi été identifiées.</p> <p>Les boisements clairs pourraient correspondre à des lisières forestières ou des haies. La détection de pollens de Rosaceae de type <i>Pyrus</i> (poirier) est à noter.</p>

Figure 1. Opération archéologique de Herlies (59), 2016, ZAC des Hauts Champs Sud. Tableau synthétique des principaux résultats polliniques.

La comparaison des compositions polliniques obtenues à l'intérieur des différentes structures ne permet pas de percevoir de modifications paysagères majeures. Les différences sont probablement davantage liées aux fonctionnements et aux contextes taphonomiques propres à chaque structure plutôt qu'à de réels changements de paysages.

Même si les pollens d'arbres sont rares, les taxons identifiés permettent d'identifier la « chênaie diversifiée » (chêne, tilleul, noisetier, bouleau). Quelques pollens d'aulne, de saule, de frêne et de peuplier proviennent vraisemblablement de boisements hygrophiles, peut-être depuis une zone alluviale.

Notons l'absence du hêtre, taxon habituellement marqueur des compositions polliniques du nord de la France pour la période du Subatlantique (Gaudin, 2004). Nous supposons un problème d'ordre taphonomique.

L'impact des activités humaines est prégnant à l'intérieur de la composition pollinique de l'US 358 SD188 (puits à clayonnage de l'Age du Bronze). Des végétations de cultures (pollen de *Cerealia type*) associées aux groupements de friches et de jachères, de communautés rudérales, mais aussi de prairies hygro- à mésophiles pâturées suggèrent un paysage marqué par les pratiques agro-pastorales.

L'impact humain est moins bien perçu dans les deux prélèvements issus des comblements des fossés SD175 et SD 194 (transition La Tène / Antiquité). On peut avancer un problème d'ordre taphonomique car les pollens semblaient de façon générale moins bien conservés (Fig. 5). Un pollen de céréale a été détecté dans le prélèvement (ST362 US20). Mais dans le même temps, aucun pollen de plantes accompagnatrices de cultures (adventices) n'a pu être identifié. L'interprétation de cultures à proximité immédiate du fossé SD 194 reste donc assez hypothétique. On note tout de même des indices d'activités agro-pastorales indirects avec l'interprétation des groupements de friches et jachères et de prairies hygro- à mésophiles pâturées. Notons enfin la détection de deux pollens de Rosaceae de type *Pyrus* (poirier), dont l'implantation a peut-être été favorisée par les activités humaines.

## 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.
- 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.
- GAUDIN L., 2004 – *Les transformations spatio-temporelles de la végétation du nord-ouest de la France depuis la fin de la dernière glaciation. Reconstitutions paléopaysagères*. Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, 2 tomes, 768 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.
- 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.
- 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., 115p.
- 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

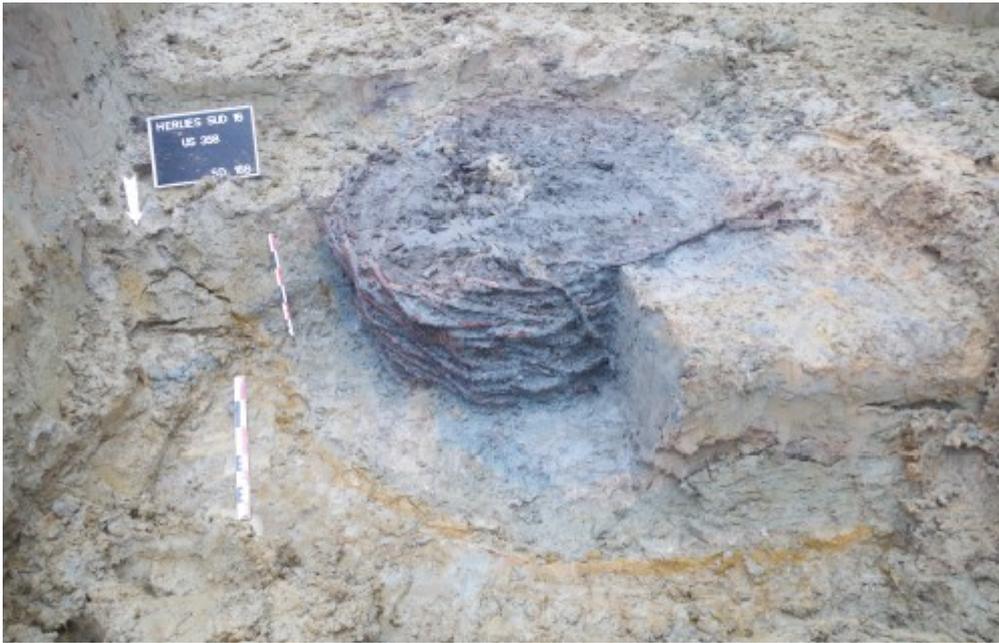


Figure 2. Opération archéologique de Herlies (59), 2016, ZAC des Hauts Champs Sud. Structure « ST/US 358, 2501 SD 188 » en cours de fouille. (Photographie Archéopole).

Taxons \ Code Prélèvements	ST/US 331 - US 2530	ST/US 362 - US 20	US 358 SD 188
Pinus	5	3	0
Pinus sylvestris	5	0	0
Quercus	1	3	3
Tilia	1	0	0
Corylus	0	8	9
Betula	0	0	1
Alnus	0	2	4
Salix	0	0	1
Fraxinus	0	0	1
Populus	1	0	0
Rosaceae type Pyrus	0	2	0
PA/PNA	0	0	0
GRAMINEAE	0	14	75
CICHORIOIDEAE	18	12	69
ASTERACEAE	1	1	71
Artemisia	0	0	11
CARYOPHYLLACEAE	0	1	2
CHENOPODIACEAE	0	0	9
BRASSICACEAE	0	0	3
Polygonum aviculare	0	0	2
Plantago	0	0	13
Plantago lanceolata	0	0	2
Convolvulus arvensis	1	0	0
Cerealia type	0	1	1
Linaria	0	0	1
Centaurea	0	0	1
Centaurea type jacea	0	0	1
LAMIACEAE	0	0	1
FABACEAE	0	0	4
ROSACEAE	0	1	1
Alchemilla	0	0	4
APIACEAE	0	0	7
RUBIACEAE	0	1	0
POLYGONACEAE	0	0	6
Filipendula	0	0	1
CYPERACEAE	9	13	20
JUNCACEAE	4	2	1
Lemna	1	0	0
Sagittaria	1	1	0
Spores de Ptéridophytes ou Bryophytes	2	0	0
Spore monolète	99	79	50
Spore trilète	6	8	1
Microfossiles Non Polliniques	0	0	5
Ascospores gp coprophiles – HdV-55 – Sordariales	0	0	5
Amérospores – TM-505	1	1	1
Amérospores – TM-357	1	0	1
Amérospores – TM-382	2	2	0
Amérospores – HdV-207	5	1	1
Amérospores – HdV-27	0	1	0
Didymoascospores - HdV-18	0	0	1
Dictyospores – TM-329	7	0	0
Spores algales et supposées - HdV-954	0	1	0
Spores algales et supposées – TM-4021	1	0	0
Spores algales et supposées – HdV-181	0	0	1
Microrestes colorés – TM-318	2	0	0
Métazoaires (poils)	0	1	0
Indéterminés	0	2	6
SOM. pollen (somme de base)	48	65	325
SOM. Sporo-pollinique	155	152	376
CONC. ABS Pollen (nb / cm3)	1303	1988	68292
CONC. ABS Pollen et Spores (nb / cm3)	4209	4649	79009

Figure 3. Site de Herlies (59), ZAC des Hauts Champs Sud, comptages correspondant aux pollens, spores et quelques autres types 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 cm<sup>3</sup> 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
ST/US 331 - US 2530	48	155	178	4209	1303	Mauvais	15	Conservation différentielle (sur-représentation) des Cichorioideae
ST/US 362 - US 20	65	152	158	4649	1988	Mauvais	17	
US 358 SD 188	325	376	23	79009	68292	Moyen / Bon	31	

Figure 5. Nombre de pollens et de spores comptés, nombre de grains par cm<sup>3</sup> de sédiment, diversité taxonomique, états de conservation estimés pour chaque prélèvement.

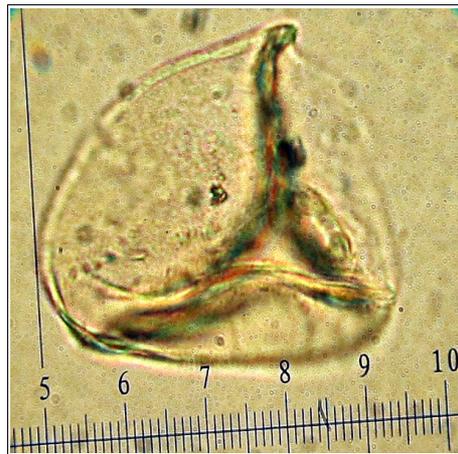


Figure 6. Opération archéologique de Herlies (59), 2016, ZAC des Hauts Champs Sud, pollen « type Céréale », grossissement x1000, prélèvement US 362 US20. L'échelle représente des micromètres.

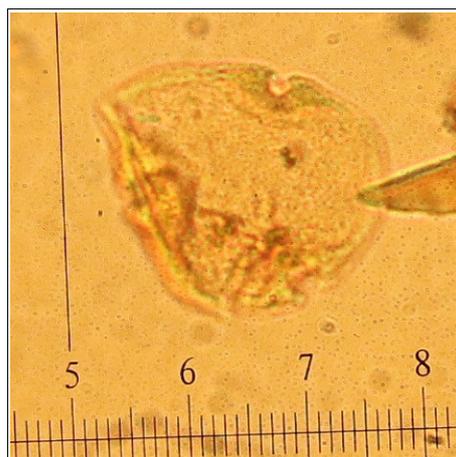


Figure 7. Opération archéologique de Herlies (59), 2016, ZAC des Hauts Champs Sud. Photographie d'un pollen de tilleul « *Tilia sp.* », grossissement x1000, prélèvement US 331 – 2530. L'échelle représente des micromètres.

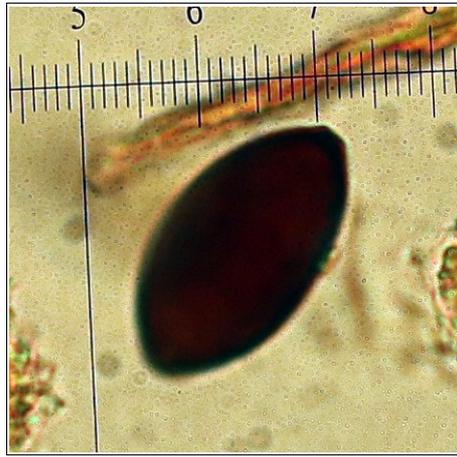


Figure 8. Opération archéologique de Herlies (59), 2016, ZAC des Hauts Champs Sud. Photographie d'un ascospore de groupe coprophile HdV-55 (indifférencié) – Sordariales (détermination basée sur le référentiel de C. Cugny, 2011), grossissement x1000, prélèvement US 358 – sd188. L'échelle représente des micromètres.

## 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

## 7.2. Description des échantillons avant traitement

### **HERLIES SUD : Fossé d'enclos SD175 :**

#### **ST/US 329 : COLONNE PALYNO 1 : 2 US 2523 et 2524**

ST/ US	US Comblement / SD	Description / sédimentation	Datation	Nb éch.	Masse envoyée (g)	RQ / A priori sur la conservtaion pollinique
329 / 2524	sd 175		LT	1	348	Limon argileux gris brun avec nodules de limon beige, quelques inclusions de charbons, rares nodules de TC et quelques percolations ferro-manganiques.
329 / 2523	sd 187 cmblt 2523	Argile limoneuse grise foncée à bleutée, poches de limon beige, inclusions de charbons, rares nodules de TC, percolations ferro-manganiques.	LT ?	1	322	Charbons plutôt favorable. Dépend du maintien du contexte anaérobie ou pas..
	sd 174	Argile limoneuse grise foncée à bleutée, poches de limon beige, inclusions de charbons, rares nodules de TC, percolations ferro-manganiques.				Charbons plutôt favorable. Dépend du maintien du contexte anaérobie ou pas.. couleur grise laisse penser que totalement oxydée ?..

#### **ST/US 332 : COLONNE PALYNO 2 : 1 US**

ST/ US	US Comblement / SD	Description / sédimentation	Datation	Nb éch.	Masse envoyée (g)	RQ / A priori sur la conservtaion pollinique
332 / 2532 ; <u>noté (sachet):</u> <u>US 352 -</u> <u>US2532</u>	Sd 175	Limon argileux gris foncé à bleuté, rares inclusions de charbons, percolations ferreuses.	Indéterminé	1	406	Charbons plutôt favorable. Dépend du maintien du contexte anaérobie ou pas.. couleur grise laisse penser que totalement oxydée ?..

**ST/US 331 : COLONNE PALYNO 3 : 3 US : US 2538, US 2530 et US 2531**

ST/ US	US Comblement / SD	Description / sédimentation	Datation	Nb éch.	Masse envoyée (g)	RQ / A priori sur la conservation pollinique
331 / 2531	SD 175 2531	Limon argileux brun gris, rares inclusions de micro-charbons et micro-nodules de TC, percolations ferreuses	LTA-B	1	192	
331 / 2530		Argiles grises avec inclusions de percolations ferro-manganiques et rares charbons.		1	353	
331 / 2538		Liseré argilo-limoneux gris avec nodules gris clair ou orangés, rares inclusions de percolations ferreuses.		1	320	

**ST/US 330 : PALYNO 4 : 2 US : US 2527, US 2529**

ST/ US	US Comblement / SD	Description / sédimentation	Datation	Nb éch.	Masse envoyée (g)	RQ / A priori sur la conservation pollinique
330 / 2529	2529 sd 174	Limon argileux brun/gris avec quelques poches limoneuses grises, quelques inclusions de charbons et charbons et percolations ferro-manganiques.	LT-HE (plutôt LT?) HE = Ht Empire	1	310	
330 / 2527 ;	2527 sd 17	Limon argileux gris foncé à bleuté, avec quelques poches argileuses brunes, quelques nodules limoneux beiges, quelques inclusions de charbons, rares nodules de TC et oxydes de fer.	LTB?	1	342	
	LT (LTD-HE?)					

**HERLIES SUD : Fossé d'enclos SD194 :****ST/US 362 : PALYNO 5 : 3 US :**

ST/ US	US Comblement / SD	Description / sédimentation	Datation	Nb éch.	Masse envoyée (g)	RQ / A priori sur la conservation pollinique
362 : <u>noté (sachet):</u> <u>US 326 -22 ?</u>	22	Limon argileux hétérogène gris clair, rares inclusions de micro-charbons et de nodules de TC, quelques gros oxydes ferreux.	LT - HE	1	468	
362 : <u>noté (sachet):</u> <u>US 326 -21 ?</u>	21	Limon argileux hétérogène gris clair avec liserés lessivés blanchâtres, quelques inclusions de nodules de TC, rares micro-charbons et gros oxydes ferreux.	LT - HE	1	328	
362 ; <u>noté (sachet):</u> <u>US 326-20 ?</u>	20	Limon argileux gris homogène, rares inclusions de charbons et nombreuses percolations ferromanganiques	LT - HE	1	321	

**Cercle funéraire bronze US12 SD22:**

ST/ US	US Comblement / SD	Description / sédimentation	Datation	Nb éch.	Masse envoyée (g)	RQ / A priori sur la conservation pollinique
US12 SD22	US2045	Limon légèrement sableux gris clair avec nodules gris foncés, inclusions de gros nodules de charbons et quelques percolations manganiques.	Bronze	1	226	test palyno par acquis de conscience mais probablement négatif
US12 SD22	US2046	Limon argileux beige et gris clair avec un léger litage blanc lessivé, rares inclusions de charbons et percolations ferromanganiques.	Bronze			test palyno par acquis de conscience mais probablement négatif

**Puits US358 SD188 :**

ST/ US	US Comblement / SD	Description / sédimentation	Datation	Nb éch.	Masse envoyée (g)	RQ / A priori sur la conservation pollinique
358	2501	2501 SD 188	LTA-B	1	188	A priori sol hydromorphe et au regard de la conservation du clayonnage le contexte est favorable à la conservation pollinique.
358	2503	2503 puits dans tourbe dans clayonnage sd 188	LT-HE			

**Puits US327**

ST/ US	US Comblement / SD	Description / sédimentation	Datation	Nb éch.	Masse envoyée (g)	RQ / A priori sur la conservation pollinique
US327	int palier 1		Fin 1er – debut Ile ?	1		
US327	2796 fond		LT-HE	1		

Figure 9. Description des prélèvements avant extraction pollinique

Mission : **CAROTTE : HERLIES SUD**  
 Resp. Scientifique :

Profondeurs			Pds humide	Pds Sec	Pds sed lave	Vol.	Res >150	Res >63	Tech	Date	Rangement N° bac	Lieu de stockage	Remarques
Base	Top	Replicat											
			21,125	17,113	8,817	4							herlies sud us 329 us 2524 palyno 1
			24,271	18,623	9,801	4							herlies sud us 329 us 2523 palyno 1
			19,405	15,604	8,672	4							herlies sud us 352 us 2532 palyno 2
			21,135	16,13	9,7314	4							herlies sud us 331 us 2531 palyno 3
			20,379	15,26	7,945	3,5							herlies sud us 331 us 2530 palyno 3
			21,174	16,93	8,455	4							herlies sud us 331 us 2528 palyno 3
			19,073	15,121	8,59	4							herlies sud us 330 us 2529 palyno 4
			21,595	17289	8,936	4							herlies sud us 330 us 2527 palyno 4
			20,822	16,412	8,862	4							herlies sud us 326-22 palyno 5
			17,42	13,406	8,775	4							herlies sud us 326-21 palyno 5
			22,741	16,939	8,64	4							herlies sud us 326-20 palyno 5
			19,66	16,088	8,833	4							herlies sud 16 sd22-2046 us12
			18,177	11,242	6,988	4							herlies sud 16 us 358 sd188

SERIE N°	Nom du demandeur	TECH	Date	Coul (N,B,R,V)	Exotique (lycopodes...)	Nombre grains	Num (1-8)	NOM DE LA CAROTTE	TRONCON	Prof base	Prof top	VOL	HCL	HF 48%	HF 70%	Ultrason (s)	Incidents remarques observations fluorures
2181	GAUDIN	DL	11/12/2017	N	lycopodes	19332	1	HERLIES SUD		herlies sud us 329 us 2524 palyno 1		4	x	x	x	20	
2181	GAUDIN	DL	11/12/2017	N	lycopodes	19332	2	HERLIES SUD		herlies sud us 329 us 2523 palyno 1		4	x	x	x	20	
2181	GAUDIN	DL	11/12/2017	N	lycopodes	19332	3	HERLIES SUD		herlies sud us 352 us 2532 palyno 2		4	x	x	x	20	
2181	GAUDIN	DL	11/12/2017	N	lycopodes	19332	4	HERLIES SUD		herlies sud us 331 us 2531 palyno 3		4	x	x	x	20	
2181	GAUDIN	DL	11/12/2017	N	lycopodes	19332	5	HERLIES SUD		herlies sud us 331 us 2530 palyno 3		3,5	x	x	x	20	
2181	GAUDIN	DL	11/12/2017	N	lycopodes	19332	6	HERLIES SUD		herlies sud us 331 us 2528 palyno 3		4	x	x	x	20	
2181	GAUDIN	DL	11/12/2017	N	lycopodes	19332	7	HERLIES SUD		herlies sud us 330 us 2529 palyno 4		4	x	x	x	20	
2181	GAUDIN	DL	11/12/2017	N	lycopodes	19332	8	HERLIES SUD		herlies sud us 330 us 2527 palyno 4		4	x	x	x	20	
2182	GAUDIN	DL	11/12/2017	B	lycopodes	19332	1	HERLIES SUD		herlies sud us 326-22 palyno 5		4	x	x	x	20	
2182	GAUDIN	DL	11/12/2017	B	lycopodes	19332	2	HERLIES SUD		herlies sud us 326-21 palyno 5		4	x	x	x	20	
2182	GAUDIN	DL	11/12/2017	B	lycopodes	19332	3	HERLIES SUD		herlies sud us 326-20 palyno 5		4	x	x	x	20	
2182	GAUDIN	DL	11/12/2017	B	lycopodes	19332	4	HERLIES SUD		herlies sud 16 sd22-2046 us12		4	x	x	x	20	
2182	GAUDIN	DL	11/12/2017	B	lycopodes	19332	5	HERLIES SUD		herlies sud 16 us 358 sd188		4	x	x	x	40	

Figure 10. Description des traitements réalisés pour l'extraction pollinique (UMR EPOC)

### 7.3. Résultat des observations polliniques de la pré-étude.

Taxons \ Code Prélèvements		ST/US 362 - US 20	ST/US 362 - US 21	ST/US 362 - US 22	ST/US 329 - US 2523	ST/US 329 - US 2524	ST/US 332- US 2532	ST/US 331 - US 2530	ST/US 331 - US 2531	ST/US 331 - US 2538	ST/US 330 - US 2527	ST/US 330 - US 2529	US 12 SD 22 - US2046	US 358 SD 188	
Pollens	Pinus	1	1	0	0	5	0	3	0	0	0	0	0	0	
	Pinus sylvestris	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
	Quercus	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	
	Ulmus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Tilia	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Corylus	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	Alnus	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	GRAMINEAE	10	0	1	1	2	1	0	1	3	3	0	0	12	
	CICHORIOIDEAE	6	9	1	36	8	6	8	4	17	21	26	0	23	
	ASTERACEAE	0	0	1	0	3	0	1	0	0	1	1	1	19	
	Artemisia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	CARYOPHYLLACEAE	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BRASSICACEAE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	Polygonum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	Plantago	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
	ERICACEAE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ROSACEAE	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Alchemilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	APIACEAE	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CYPERACEAE	5	0	1	4	3	0	2	0	3	2	2	0	5	
	Lemna	0	0	0	1	7	0	1	4	0	0	1	0	0	
	Sagittaria	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Nymphaea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
	Lycopodium / Diphasium	0	1	1	3	3	2	3	1	2	2	2	0	0	
	Spores	Spore monolète	30	22	16	17	21	29	57	49	50	30	35	10	14
		Polypodium	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
		Spore trilète	3	2	2	2	4	0	1	0	3	0	0	0	
Non pollinique	Concentricyste	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
	Cyanobactéries	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6		
	Champignons lignicoles	1	1	6	0	1	0	0	2	0	0	0	4		
	Indéterminés	2	6	5	0	2	1	1	9	4	1	0	13		
	SOM. pollen (somme de base)	30	12	5	43	29	7	19	9	24	29	31	1		
SOM. Sporo-pollinique	63	37	24	65	57	38	80	59	79	62	69	11			
CONC. ABS Pollen (nb / cm3)	2042	203	179	13855	2061	520	1032	444	1921	2695	3405	49			
CONC. ABS Pollen et Spores (nb / cm3)	4288	627	859	20943	4051	2825	4344	2910	6324	5762	7579	537			

Figure 11. Opération archéologique de Herlies (59), 2016, ZAC des Hauts Champs Sud. Comptages correspondant aux pollens et spores déterminés dans chacun des 13 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 + pollen. Les concentrations absolues sont exprimées en nombre de grains par volume (mL) de sédiment.

## 7.4. Analyse xylogologique des restes ligneux retrouvés dans le puits US 358 – sd 188.



Figure 12. Restes ligneux prélevés et observés en provenance du puits US358 – sd188

Quelques restes ligneux provenant du puits de l'US358 – SD188 ont été prélevés. Il s'agit de fragments imbibés d'eau. De nombreux restes nous sont parvenus sous forme de fibres de quelques mm de section, qu'il n'a pas été possible de déterminer (cf. exemple en bas de la figure 12).

Deux fragments de brindilles (diamètres 8mm et 18mm environ) ont pu être observés. Le plus gros fragment a été identifié comme du noisetier (*Corylus avellana*, Fig. 13).

Nom Espèce	Effectif	Courbure			Rythme		Combustion			Moelle
		Faible	Intermédiaire	Forte	Régulier	Particulier	Fendu	Dur/Luisant	Fendu/Luisant	
<i>Corylus avellana</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1

Figure 13. Identification et mesures dendrologiques effectuées sur le plus gros fragment de l'US358 – sd188