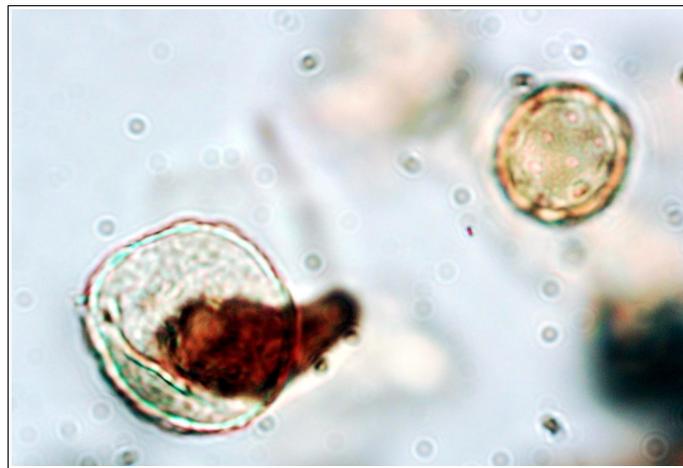




ArkéoMap

ANALYSES SCIENTIFIQUES DES DÉCOUVERTES ARCHÉOLOGIQUES : ÉTUDES PALYNOLOGIQUES



ANALYSES PALYNOLOGIQUES DE PRÉLÈVEMENTS RÉALISÉS EN STRATIGRAPHIE (US 10992) LORS DE L'OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE DU BASSIN ANTIQUE DE SAINT-MARTIN-AU- VAL, VILLE DE CHARTRES (28), OPÉRATION ARCHÉOLOGIQUE C128.19

Service Archéologie de la ville de Chartres

Rapport d'analyses palynologiques

Septembre 2020

Service Archéologie de la Ville de Chartres
Hôtel de Ville, Place des Halles
28019 Chartres

**Fouille du bassin antique de Saint-Martin-au-Val (28) –
Opération archéologique C128.19**

Références des échantillons étudiés :

US 10992 (6 prélèvements)»,

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

Site web : arkeomap.com

Septembre 2020

Illustration de la page de couverture : A gauche de l'image : pollen d'orme (Ulmus sp.), à droite de l'image : pollen de Chenopodiaceae observés dans le prélèvement n°3. Grossissement x1000.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	4
1. PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS, STRATIGRAPHIE et OBJECTIFS.....	5
2. TRAITEMENT CHIMIQUE et OBSERVATION DES ECHANTILLONS.....	7
2.1. Le protocole d'extraction utilisé.....	7
2.2. Les comptages et déterminations.....	7
2.3. Le diagramme pollinique	8
3. RESULTATS, INTERPRETATION.....	9
3.1. Analyse critique des résultats.....	9
3.2. Interprétation des résultats.....	10
4. SYNTHESE	13
5. BIBLIOGRAPHIE.....	16
6. FIGURES.....	18
7. ANNEXE.....	22
7.1. Détail du protocole d'extraction utilisé :.....	22
7.2. Description des échantillons et des traitements.....	25

INTRODUCTION

Ce document présente les résultats de l'analyse palynologique de six prélèvements réalisés en stratigraphie (US 10992) lors de la fouille du bassin antique du site de Saint-Martin-du-Val à Chartres (28), opération archéologique C128.19.

Ce rapport fait suite à une pré-étude qui visait à estimer le contenu palynologique de six prélèvements réalisés dans l'US10992 et pour deux prélèvements de l'US 10720. Suite aux résultats des tests, seuls les six prélèvements de l'US 10992 ont fait l'objet d'analyses complètes.

Le site a été fouillé par le service archéologique de la ville de Chartres sous la direction de Monsieur Bruno Bazin. L'étude a été commandée par le service avec l'accord de son responsable Monsieur Laurent Coulon.

1. PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS, STRATIGRAPHIE et OBJECTIFS

La fouille archéologique d'un bassin situé à proximité du sanctuaire antique de Saint-Martin-du-Val (28), concerne un vaste complexe cultuel occupé entre le 1er siècle et le IIIe siècle.

Le bassin, de plan quadrangulaire (5,50 m sur 5,50 m), a été mis au jour lors des campagnes de fouille de 2017 à 2019.

Les conditions taphonomiques du site sont particulières car les vestiges se trouvent dans la zone alluviale, ennoyées sous le niveau de l'Eure. Cette situation procure des conditions anaérobies pour les niveaux stratigraphiques les plus profonds, contextes à priori favorables à la conservation des restes organiques et des pollens.

Dans l'état actuel des fouilles, le bassin possède un comblement singulier constitué de bois enchevêtrés et emmêlés qui semblent avoir été brûlés. Leur excellent état s'explique par une conservation en milieu humide.

Des prélèvements ont été réalisés en stratigraphie au moment de la fouille (printemps 2019) (Fig. 1). Ils correspondaient principalement à l'US 10992 et pour deux prélèvements à l'US 10720. Les différents niveaux prélevés correspondent à des phases de comblement postérieurs au fonctionnement du bassin.

Huit prélèvements ont été effectués pour réaliser des tests palynologiques (Gaudin, 2019) :

- six prélèvements ont été réalisés au niveau de l'US 10992. Cette unité stratigraphique correspond à une couche limoneuse, brunâtre qui se serait accumulée « dès l'abandon et le début de la destruction du bassin ». On repère cette couche sur les margelles alors que le marbre avait déjà été retiré,
- un prélèvement correspond à l'interface entre l'US 10720 et l'US 10992,
- un prélèvement provient de l'US 10720, qui correspond à une couche de débris liée à la destruction (morceaux de briques, sédiment de destruction avec tuiles). Cette couche de destruction est venue s'accumuler sur l'US 10992.

Compte tenu de la qualité du contenu palynologique obtenue lors des tests, mais aussi de la problématique archéologique visant à mieux cerner la phase d'abandon du bassin, il a été décidé d'analyser de façon plus approfondie uniquement les six prélèvements de l'US 10992.

L'objectif de cette étude vise à compléter les résultats déjà obtenus en 2017 sur des niveaux stratigraphiques supérieurs, afin de percevoir l'évolution du paysage végétal environnant le site suite à l'abandon du bassin (US 10679 'bas', US 10680.4, US 10680.3, US 10686 'haut' ; Gaudin, 2017).



Prélèvement n°8 :
interface entre US 10720
et 10992

Prélèvement n° 7 : US
10720

Prélèvements n°1,
2, 3, 4, 5, 6 au
niveau de l'US
10992

Emplacement de la colonne
stratigraphique étudiée en
2017. (restes de poutre)

Figure 1. Positions des prélèvements à l'intérieur du bassin en cours de fouille au printemps 2019.

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 Figures 10 et 11).

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,
- d'atlas photographiques de collections palynologiques (Reille, 1992 ; 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 pour les six prélèvements.

Nous avons aussi calculé des fréquences polliniques absolues afin d'estimer le nombre de grains par volume (cm³) 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 (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) 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 45 et 60 µm, 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 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. 8).

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 prélèvements,
- l'ensemble des fréquences relatives de chaque taxons d'arbres puis des arbustes déterminés lors du comptage,
- un diagramme de type « Iversen », noté PA/PNA, synthétisant la somme des pollens d'arbres (PA) vis à vis des pollens d'herbacées et de plantes aquatiques (PNA). 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 affinités écologiques,
- les courbes individuelles continues des spores de Ptéridophytes, des Bryophytes puis des microfossiles non polliniques.

Remarque :

- Lorsqu'un taxon est représenté par moins de 1% de la somme des pollens, 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 5 et 6) .

3.1. Analyse critique des résultats

Les observations ont toutes permis d'atteindre la détermination de 300 grains par échantillon.

Les concentrations de grains de pollens constatées à l'intérieur des six échantillons sont de l'ordre de 20000 grains / cm³ (Prélèvement n°6) à 300000 grains / cm³ (Prélèvement n°1), ce qui correspond à des valeurs moyennes à importantes. La détection systématique et relativement importante des spores de Lycopodes introduits dans les volumes extraits (de 9 à 128 Lycopodes comptés, Figure 7), témoigne de la réussite du traitement physico-chimique d'extraction du matériel sporo-pollinique.

C'est probablement la localisation des sédiments à l'intérieur de l'enchevêtrement de bois archéologiques qui explique les différences de concentrations polliniques. En effet, même si l'ensemble des prélèvements provient d'une même US, il est possible que certaines « poches sédimentaires » ont été plus ou moins abritées ou ont connu des dynamiques de comblement plus ou moins rapides, entraînant ainsi des différences de contact avec la pluie pollinique.

Nous détectons dans chaque échantillon des pollens de plantes aquatiques. En plus de l'apport pollinique aérien, les apports alluviaux, par ruissellement, ou lors de débordements de l'Eure peuvent correspondre à des apports polliniques relativement lointains, potentiellement depuis l'ensemble du bassin versant de la rivière.

L'autre facteur important est le contexte de conservation pollinique. Quelques « enveloppes polliniques » et débris polliniques ont bien été constatés mais de façon générale nous ne constatons pas de conservations différentielles majeures (ex. prépondérance des Cichorioïdées), ce qui est plutôt caractéristique d'une bonne représentativité de l'ensemble pollinique. On peut penser que les pollens se sont trouvés dans des contextes anaérobies abritant les grains de l'oxydation biologique ou physico-chimique.

Plus de cinquante taxons ont été identifiés au total. On constate une diversité taxonomique intéressante (33 taxons pour le prélèvement n°3, 31 taxons pour les prélèvements n°1, 2 et 6) même si l'on reste loin des résultats parfois obtenus en contextes anaérobies (ex. zones humides, tourbières) (Fig. 7).

Les quantités de spores (fougères et mousses) observées sont quant à elles plus aléatoires et difficilement interprétables.

3.2. Interprétation des résultats

Les six échantillons proviennent de la même US 10992. En ce qui concerne les principaux taxons, on constate de légères différences de fréquences polliniques liées probablement aux aléas des dynamiques de comblement sédimentaires à l'intérieur de l'enchevêtrement des bois archéologiques. En revanche, les principales associations végétales sont toutes identifiées dans les six prélèvements.

De façon générale, on constate pour l'ensemble des prélèvements, une dominance des pollens de plantes herbacées (plus de 60%), les pollens d'arbres représentant environ 20 % (Prélèvement n°1) à 40% (pour les prélèvements n°2 et n°3) (Fig. 6). Ces résultats décrivent un environnement immédiat ouvert, peut-être cela correspond-il à l'espace de la zone alluviale, mais avec des secteurs forestiers encore bien présents sur les coteaux de l'Eure.

Notons que ces proportions (environ 30%) sont similaires à ce que l'on avait pu constater dans les compositions polliniques des prélèvements des niveaux supérieurs (cf. diagramme extrait du rapport de 2017, Fig. 8). La proportion de la couverture forestière vis à vis des espaces ouverts semble donc stable. Il existe néanmoins quelques différences au niveau de la composition des différents groupements :

En ce qui concerne les végétations de boisements, le groupement de la **chênaie diversifiée avec un faciès à orme (chênaie-ormaise)** prédomine. On constate l'association du chêne (*Quercus sp.*), de l'orme (*Ulmus sp.*) avec dans une moindre mesure la présence du charme (*Carpinus sp.*), de l'érable (*Acer sp.*) et du tilleul (*Tilia sp.*). L'absence du hêtre est en revanche un fait atypique pour la période et contraste avec les compositions polliniques des niveaux supérieurs (Gaudin, 2017).

Notons la détection systématique du noisetier (*Corylus sp.*) et du bouleau (*Betula sp.*). Ce sont des taxons à large amplitude écologique que l'on peut retrouver associés à la chênaie mais aussi aux boisements hygrophiles. Ce sont des arbres pionniers qui pourraient caractériser des espaces en cours de reboisement. Ils peuvent correspondre à des **boisements clairs** comme les lisières de forêts caducifoliées, les friches ou des secteurs en déprise agricole. La détection de quelques pollens de Rosacées (du type « *Prunus sp.* ») caractérisent aussi ces boisements arbustifs.

L'orme (*Ulmus sp.*) par ses caractéristiques de plante « postpionnière » a vraisemblablement aussi fait partie de ces boisements clairs, désignés parfois de « friches évoluées » ou de « boisements rudéraux » (Gaudin, 2004). Les fréquences importantes des pollens d'orme dans les échantillons de l'US 10992, correspondant à la phase d'abandon du bassin, pourraient trouver une part d'explication avec le développement de ce type de végétation dans les environs.

Quelques occurrences de résineux tels que le pin (*Pinus sp.*) et le sapin (*Abies sp.*) ont aussi été observées. Ces taxons sont connus pour leurs fortes productions et importantes diffusions polliniques. Les faibles taux constatés (6 % au maximum) pourraient correspondre à des apports plus ou moins lointains.

La détection de quelques pollens de noyer (*Juglans sp.*) dans les compositions polliniques n°2 et n°3 (Fig. 2) est un fait intéressant. L'espèce serait subspontanée dans les forêts alluviales de climat assez doux, elle est notamment sensible aux gelées printanières de la moitié nord de la France (Rameau *et al.*, 1996). Son implantation dans le bassin parisien semble débuter au cours de la transition entre l'Age du Fer et l'Antiquité. Dans une synthèse résumant l'histoire de la végétation du Bassin parisien (Leroy, 2011), le noyer ne se développerait qu'à partir de l'Antiquité. Il est en effet utilisé avec le châtaignier comme un marqueur de la zone pollinique régionale X (seconde partie du Subatlantique).

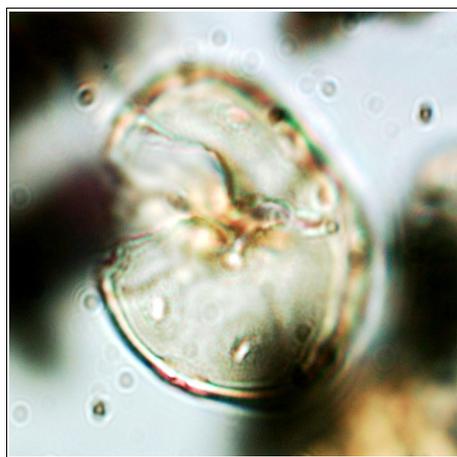


Figure 2. Opération archéologique du bassin antique de Saint-Martin-au-Val (C128.19), Ville de Chartres (28), pollen de noyer (*Juglans sp.*), grossissement x1000, prélèvement n°3 US 10992.

Des **boisements hygrophiles** sont attestés par des pollens d'aulnes (*Alnus sp.*), de saules (*Salix sp.*) et par quelques pollens de viorne (*Viburnum sp.*) et de peuplier (*Populus sp.*). L'orme (*Ulmus sp.*), par son caractère relativement hygrophile, fait aussi partie de ce type de boisement qui occupent vraisemblablement les secteurs humides de la zone alluviale de l'Eure.

Les végétations herbacées occupent probablement les environs immédiats du site car les taux de Poacées (ou graminées) sont importants. ils représentent entre 70 % (Prélèvement n°1) et 30 % (Prélèvement n° 2) de la somme totale des pollens. Pour ce qui concerne les végétations herbacées, nous détectons pour les six prélèvements **des groupements de friches et de jachères** (*Poaceae*, *Asteraceae*, *Cichorioideae*, *Chenopodiaceae*, *Artemisia sp.*, *Rumex sp.*, *Urticaceae*, *Polygonaceae* type *Polygonum aviculare*, *Caryophyllaceae*, *Brassicaceae*). Nous détectons aussi l'association **des prairies hygro- à mésophiles pâturées** (*Poaceae*, *Cyperaceae*, *Scrophulariaceae*, *Asteraceae*, *Centaurea nigra*, *Alchemilla sp.*, *Potentilla sp.*, *Plantago lanceolata*, *Lamiaceae*). Le groupement **des communautés rudérales, zones d'habitats, lieux de pacages** semble moins perçu, mais il est potentiellement représenté par des pollens de plantain (*Plantago sp.*), Chénopodiacées, Astéracées, armoise (*Artemisia sp.*), ortie (Urticacées), Renonculacées.

L'association **des cultures** est représentée par des attestations de céréale (*Cerealia type*) (Fig. 3) dont probablement au moins un pollen de seigle (*Secale type*), des pollens de chanvre-houblon (*Cannabaceae type*), accompagnés de quelques grains de plantes adventices (*Centaureae type jacea*, *Centaurea type cyanus*, *Rumex sp.*) et de plantes rudérales (*Plantago sp.*, *Chenopodiaceae*, *Cichorioideae*, *Brassicaceae*, *Potentilla sp.*, *Urticaceae*).

Les pollens de céréales sont systématiquement détectés et de façon assez importante. Le taux de pollens de céréales atteint même 10% pour le prélèvement n°2, ce qui représente une valeur importante pour un taxon qui produit des pollens en faibles quantités et qui diffuse peu. On peut soupçonner un apport favorisé par la proximité d'activités de traitement des céréales, ou bien des cultures situées dans les environs immédiat du site.



Figure 3. Opération archéologique du bassin antique de Saint-Martin-au-Val (C128.19), Ville de Chartres (28), pollen de céréale (*Cerealia* type), grossissement x1000, prélèvement n°1 US 10992. L'échelle représente des micromètres.

Le chanvre/houblon (*Cannabis / Humulus*) est détecté par quelques occurrences dans les prélèvements n°3, n°5 et 6. Ces attestations font probablement écho à des apports plus ou moins lointains, aériens ou par ruissellement, depuis des cultures ou des étapes de traitement (ex. rouissage pour le chanvre).

Enfin, l'observation de pollens de plantes hygrophiles et de certains microfossiles non polliniques (Spores algales et supposées – Type TM-4021 et microrestes hyalins de type HdV-182) montrent l'existence de **groupements de zones humides en voie d'atterrissement, de roselières** (Poacées, Cyperacées, *Sparganium* sp., *Typha* sp., *Lysimachia* sp., *Filipendula* sp.) et de **zones inondées peu profondes** (*Typha latifolia*, *Sparganium* sp., *Potamogeton* sp., Cyperacées).

4. SYNTHÈSE

Cette analyse fait suite à une première étude réalisée en 2017 sur des niveaux de comblements supérieurs (US 10679, US 10680.4, US 10680.3, US 10686) (Gaudin 2017). En 2019, des tests réalisés sur huit prélèvements (Fig. 10) dont six extraits de l'US 10992 montrèrent des résultats encourageants (Gaudin, 2019). Cette étude fait état des analyses des échantillons de l'US 10992, couche correspondant à la phase d'abandon du bassin et composée d'un enchevêtrement de bois archéologiques, restes de la charpente qui devait couvrir le bassin durant l'Antiquité. Les six échantillons ont été prélevés dans des poches sédimentaires situées entre les restes de bois. La couche étudiée (US 10992) est à priori restée humide, voire saturée en eau, ce qui a permis de maintenir des conditions anaérobies évitant l'oxydation des pollens.

Les six prélèvements étudiés permirent d'obtenir des diversités taxonomiques intéressantes (33 à 29 taxons par échantillon) et des concentrations polliniques assez importantes (20000 à 375000 pollens/cm³) (Fig. 7).

Par ailleurs, on ne constate pas de conservations différentielles majeures parmi les taxons observés (ex. sur-représentation des pollens de Cichorioïdées), mis à part peut-être pour les spores monolètes (Ptéridophytes et Bryophytes) dont les quantités sont difficiles à interprétées.

L'étude des associations polliniques a permis d'identifier les mêmes groupements végétaux à l'intérieur des six prélèvements. Les différences sont probablement liées aux aléas des dynamiques de comblement de chaque poche sédimentaire à l'intérieur de l'enchevêtrement de bois archéologiques.

Le contexte sédimentaire, alluvial, complexifie l'interprétation spatiale des résultats. En effet, en plus de l'apport pollinique aérien, il faut prendre en compte des apports par ruissellement et peut être aussi les apports liés aux débordements de l'Eure. Ainsi, les compositions polliniques sont le reflet d'une mosaïque paysagère vaste correspondant potentiellement à l'aire du bassin-versant de l'Eure.

Les taux de pollens d'arbres constatés se situent entre 20 et 40% ce qui correspond à un environnement plutôt ouvert. On peut supposer que des groupements d'herbacées (zones d'atterrissement, prairies humides, boisements hygrophiles, voire de friches) occupaient la zone alluviale, alors que les secteurs mieux drainés des coteaux étaient davantage couverts par des boisements de type chênaie diversifiée, des boisements clairs (fourrés, friches évoluées, haies) et des espaces ouverts composés de végétations rudérales (zone d'habitats, chemins, de friches, d'espaces en déprise agricoles?) et probablement aussi de cultures notamment de céréales (cf. tableau synthétique ci-dessous).

Les pollens de céréales sont systématiquement détectés. Ils sont même en quantité élevée dans le prélèvement n°2, ce qui est peut-être lié à des cultures ou des activités de traitement de céréale situées à proximité immédiate du site.

Parmi les autres taxons en lien direct avec les activités humaines on observe aussi quelques pollens de chanvre / houblon (*Cannabis* / *Humulus*) et de noyer (*Juglans sp.*) déjà implanté dans le bassin-parisien depuis la fin de l'Age du Fer – début de l'Antiquité (Leroyer *et al.*, 2011).

- Synthèse des résultats :

Contextes	Groupements identifiés et taxons remarquables	Autres indices non polliniques, faits remarquables	Hypothèses d'interprétation
<p>Échantillons de l'US 10992 :</p> <p>Prélèvements n°1 à n°6</p> <p>Période : Contemporaine à l'abandon du bassin antique ?</p>	<p><u>Groupements arborescents :</u> <i>chênaie diversifiée : chênaie - ornaie, boisement clairs, « friches évoluées », boisements hygrophiles.</i></p> <p><u>Groupements d'herbacées :</u> <i>Friches et jachères, prairies hygro- à mésophiles pâturées, groupements de cultures (attestées par des occurrences de céréales « Cerealia type », de seigle « Secale type », de chanvre-houblon (Cannabis / Humulus) et de plantes adventices et rudérales), groupements de communautés rudérales.</i></p> <p><u>Groupements de zones humides :</u> <i>groupement de zones humides en voie d'atterrissement et groupement de zones inondées peu profondes</i></p>	<p>Champignons lignicoles, témoignant de matière organique (ligneuse) en décomposition.</p> <p>Identification de spores algales (Type TM 4021) et de microrestes hyalins de type HdV-182 indicateur de conditions d'eau stagnante.</p>	<p>Zone alluviale probablement ouverte avec quelques boisements hygrophiles. Les coteaux sont davantage boisés avec la chênaie diversifiée avec un faciès à orme. Quelques pollens de pin et sapin, peut-être d'origines lointaines, ont aussi été identifiées.</p> <p>Des arbres et arbustes de boisements clairs pourraient correspondre à des lisières de forêts, de landes-fourrés, des friches ou des secteurs en déprise agricole (friches évoluées). La détection de pollens de noyer (<i>Juglans sp.</i>) est à noter.</p> <p>Impact des activités agro-pastorales direct avec l'identification de l'association végétale des cultures (pollens de type céréale, de type chanvre-houblon et de plantes adventices et rudérales) mais aussi de friches et jachères, prairies hygro- à mésophiles pâturées. Le groupement des communautés rudérales est aussi perçu. Il correspond potentiellement à des lieux de pacages, de zones d'habitats, de chemins.</p> <p>Des groupements de zones humides en voie d'atterrissement et de zones inondées peu profondes environnent le site.</p>

Figure 4. Opération archéologique du bassin antique de Saint-Martin-au-Val (C128.19), Ville de Chartres (28). Tableau synthétique des principaux résultats polliniques.

Si les résultats obtenus pour les six prélèvements de l'US 10992 apparaissent relativement homogènes, on constate en revanche quelques différences avec les résultats obtenus pour les niveaux archéologiques supérieurs et notamment l'US 10686 étudiée en 2017 (Fig. 8).

En ce qui concerne les essences arborescentes, la principale différence réside dans l'abondance de l'orme (*Ulmus sp.*) vis à vis des niveaux supérieurs. En effet, les fréquences polliniques de l'orme observées dans l'US 10992 sont de l'ordre 10 à 20 %, alors qu'il est absent de l'US 10686 et atteint seulement quelques pourcents au niveau de l'US 10679 (Fig. 8). Un tel contraste s'explique probablement par un phénomène assez local, car le développement de l'orme n'est pas particulièrement reconnu durant le Subatlantique même s'il est régulièrement détecté (Leroyer *et al.*, 2011 ; David, 2012 ; Bonniel-Veyron, 1996). C'est d'autant plus, un arbre qui produit et diffuse peu de pollens (David, 2012).

Remarque : Au regard du résultat des tests (Gaudin, 2019), des pollens d'orme sont aussi identifiés dans l'US 10720 de façon relativement importante (Fig. 9).

L'absence totale du hêtre à l'intérieur des six prélèvements (et même des tests réalisés sur les prélèvements n°7 et n°8 de l'US 10720, Fig. 9) pose davantage question car c'est habituellement un taxon marqueur des compositions polliniques du Subatlantique (Gaudin, 2004 ; Leroyer *et al.*, 2011). Nous pouvons là aussi supposer un phénomène assez local et de durée bien circonscrite, ou peut-être un phénomène d'ordre taphonomique, car cette essence a ensuite été régulièrement observée dans l'ensemble des niveaux supérieurs (Gaudin, 2017). Notons que le hêtre est aussi absent des niveaux « profonds », (mais mal datés ...), du diagramme pollinique du site de Mendès-France (Bonniel-Veyron, 1996).

On constate aussi des différences en ce qui concerne les groupements de zones humides, car le caractère « aquatique » des essences polliniques observées dans l'US 10992 apparaît un peu moins prégnant que pour les niveaux supérieurs. On perçoit en effet des communautés végétales de zones humides en cours d'envasement, de roselières et de zones inondées peu profondes (Fig. 4) alors que des associations polliniques de zones inondées profondes sont perçues de façon continue à partir de l'US 10686 et pour les niveaux supérieurs (exemple avec *Lemna sp.*, Fig. 8, extrait de Gaudin, 2017).

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.

BONNIEL-VEYRON., 1996 – Evolution du paysage autour de la ville de Chartres depuis l'Antiquité : Etude palynologique d'une séquence organique de fond de vallée (site Mendes-France). Rapport de DEA, 40 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.

DAVID R., LEROYER Ch., MAZIER F., LANOS Ph., DUFRESNE Ph., ALLENET DE RIBEMONT G., Aoustin D., 2012 – Les transformations de la végétation du Bassin parisien par la modélisation des données polliniques holocènes. XXXIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. Editions APDCA, Antibes, p. 53-68.

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

GAUDIN L., 2017 – Analyses palynologiques de quatre prélèvements réalisés en stratigraphie (US 10679 'bas', US 10680.4, US 10680.3, US 10686 'haut') lors de l'opération archéologique du bassin antique de Saint-Martin-au-Val (C128.17), Ville de Chartres (28), Opération Archéologique C128.17. Rapport d'étude palynologique, 27p. (Destinataire public : Service Archéologie de la Ville de Chartres, R.O. Bruno Bazin)

GAUDIN L., 2019 – Tests palynologiques réalisés sur huit prélèvements (US 10992, US 10720) de l'opération archéologique du bassin antique de Saint-Martin-au-Val, Ville de Chartres (28), Opération Archéologique C128.19. Rapport d'étude palynologique, 20p. (Destinataire public : Service archéologique de la Ville de Chartres, R.O. B. Bazin).

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.

LEROYER C., COUBRAY S., ALLENET G., PERRIERE J., PERNAUD J.-M., 2011. Vegetation dynamics, human impact and exploitation patterns in the Paris basin through the Holocene : palynology vs. anthracology, Saguntun, extra 11 : 81-82.

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.

RAMEAU J.C., MANSION D. et DUME G., 1996 - Flore forestière française, guide écologique illustré. T.1, plaines et collines, Institut pour le développement forestier, Paris, 1785 pages.

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	PRV 1 – US 10992	PRV 2 – US 10992	PRV 3 – US 10992	PRV 4 – US 10992	PRV 5 – US 10992	PRV 6 – US 10992
Abies	0	0	0	0	1	1
Pinus	12	12	4	21	21	6
Pinus sylvestris	4	3	0	1	0	0
Quercus	8	18	27	45	36	16
Ulmus	7	71	66	27	32	39
Tilia	0	0	0	0	0	1
Acer	0	0	0	0	1	0
Carpinus	0	1	0	0	0	0
Corylus	2	10	1	2	10	2
Betula	4	2	2	4	1	2
Alnus	14	23	22	13	10	8
Salix	0	0	1	5	2	2
Populus	0	0	0	1	0	0
Lonicera	0	0	1	0	0	0
Viburnum	1	0	0	1	0	0
ROSACEAE	0	0	0	0	1	1
Juglans	0	2	3	0	0	0
POACEAE	248	102	124	145	177	163
CICHORIODEAE	3	2	4	14	8	8
ASTERACEAE	4	1	2	8	4	3
CARDUACEAE	0	0	0	1	0	0
Artemisia	0	0	0	3	2	1
CARYOPHYLACEAE	1	4	8	2	5	4
CHENOPODIACEAE	8	14	18	19	13	28
BRASSICACEAE	1	1	2	4	2	4
Polygonum aviculare	2	7	6	0	0	0
Plantago	0	1	2	4	0	1
Plantago lanceolata	6	0	0	4	4	1
URTICACEAE	3	0	0	0	0	0
Cannabis/Humulus	0	0	1	0	1	1
Cerealia type	7	30	10	2	1	1
Secale type	0	0	0	0	1	0
Rumex	0	0	0	1	1	0
Centaurea	0	0	0	0	2	1
Centaurea type nigra	0	0	3	0	2	1
Centaurea type jacea	3	2	0	1	0	1
Centaurea type cyanus	0	0	2	0	0	0
RANUNCULACEAE	0	0	1	3	2	1
LAMIACEAE	0	0	0	0	1	0
Potentilla	2	0	0	0	0	0
Alchemilla	0	2	0	0	0	0
VALERIANACEAE	0	0	1	0	0	0
APIACEAE	1	0	2	0	3	1
RUBIACEAE	0	1	0	2	0	0
SCROPHULARIACEAE	0	0	2	0	0	0
POLYGONACEAE	3	7	0	0	0	1
Thalictrum	1	1	0	0	0	0
Lysimachia	1	0	0	0	0	0
Filipendula	0	1	0	0	0	0
CYPERACEAE	4	0	2	3	9	9
JUNCEAE	6	1	3	0	4	6
Typha latifolia	1	0	0	0	6	0
Sparganium	1	0	0	1	4	0
Potamogeton	2	0	0	0	0	0
Botrychium	0	1	0	0	0	0
Spore monolète	74	20	13	23	6	14
Polypodium	0	1	0	0	0	0
Selaginella	0	1	0	0	0	0
Spore trilète	0	6	0	0	0	0
Dictyosporés – Type HdV-200	1	0	0	0	0	0
Dictyosporés – Type TM-329	0	0	5	0	3	0
Spores algales et supposées – Type TM-40	2	0	11	0	0	0
Microrestes hyalins – Type HdV-182	0	0	2	0	0	0
Métazoaires (poils)	2	3	1	0	0	3
Indéterminés	8	15	15	12	4	4
SOM. pollen (somme de base)	360	317	317	337	367	314
SOM. Sporo-pollinique	434	346	330	360	373	328
CONC. ABS Pollen (nb / cm3)	309312	68092	98052	40215	78832	18970
CONC. ABS Pollen et Spores (nb / cm3)	372893	74321	102073	42960	80120	19815

Figure 5. Site de Saint-Martin-au-Val, fouille du bassin antique (C128.19) – prélèvements provenant de l'US 10992, 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 cm³ de sédiment.

Code des prélèvements	Nombre de pollens comptés	Nombre de pollens et spores comptés	Lycopodes introduits comptés	Concentration absolue pollen spores	Concentration absolue pollen uniquement	Etat de conservation	Diversité taxonomique
PRV 1 – US 10992	360	434	9	372893	309312	Bon	31
PRV 2 – US 10992	317	346	30	74321	68092	Bon	31
PRV 3 – US 10992	317	330	25	102073	98052	Bon	29
PRV 4 – US 10992	337	360	81	42960	40215	Bon	29
PRV 5 – US 10992	367	373	30	80120	78832	Bon	33
PRV 6 – US 10992	314	328	128	19815	18970	Bon	31

Figure 7. Nombre de pollens et de spores comptés, nombre de grains par cm³ de sédiment, diversité taxonomique, états de conservation estimés pour chaque prélèvement de l'US 10992.

Opération archéologique du bassin antique de Saint-Martin-au-Val (C128.17), Ville de Chartres (28)
 Coordonnées GPS (obtenues sur carte) : Latitude : 48.439838 ; Longitude : 1.497249 (WGS 84)
 Analyse L. Gaudin, 2017
 Diagramme pollinique en fréquences relatives. Les spores ont été exclus de la somme de base.

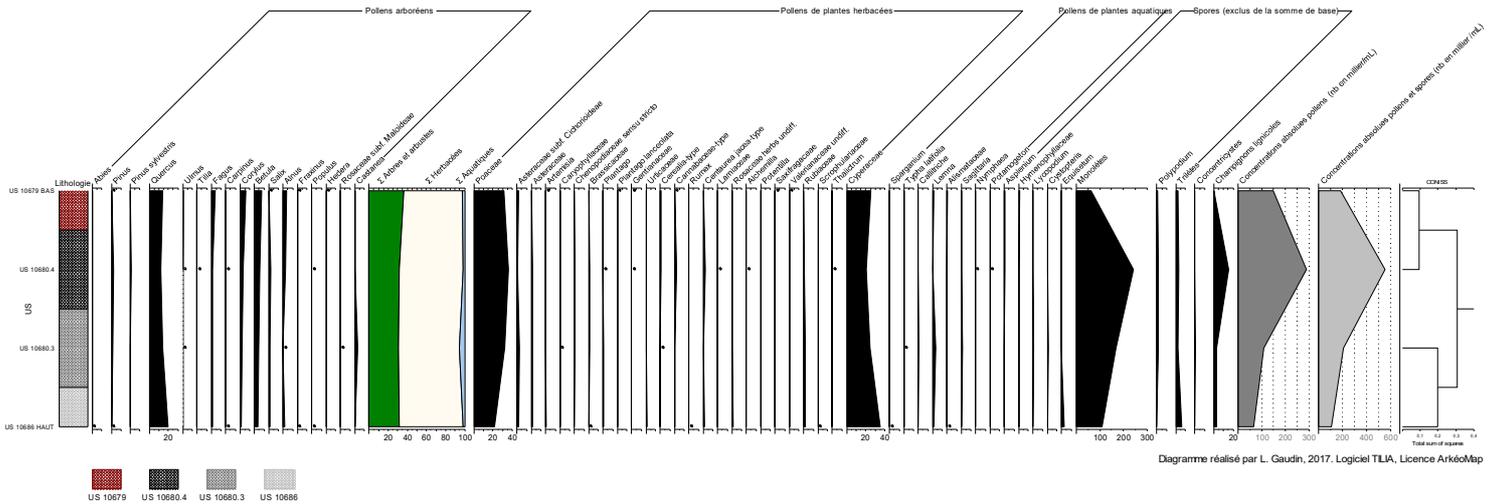


Figure 8. Diagramme sporo-pollinique extrait de l'étude réalisée sur les niveaux stratigraphiques supérieurs de la fouille (Opération C128.17) (US 10679, US 10680.4, US 10680.3, US 10686) . Extrait du rapport d'analyses palynologiques de 2017 (Gaudin, 2017).

Taxons \ Code Prélèvements		PLV7 – US 10720	PLV8 – interface US 10720 / US 10992	PLV1 – US 10992	PLV2 – US 10992	PLV3 – US 10992	PLV4 – US 10992	PLV5 – US 10992	PLV6 – US 10992	
Pollens	Pinus	5	7	0	0	0	2	4	1	
	Pinus sylvestris	0	2	1	2	0	0	0	0	
	Quercus	2	0	3	2	2	3	4	3	
	Ulmus	9	3	0	3	11	1	4	6	
	Tilia	0	1	0	0	0	0	0	1	
	Corylus	1	0	0	1	1	0	2	0	
	Betula	0	0	0	0	1	0	1	0	
	Alnus	3	0	1	4	2	0	2	2	
	Populus	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Hedera	0	0	1	0	0	0	0	0	
	POACEAE	13	27	36	16	25	31	36	38	
	CICHOARIOIDAE	0	3	0	1	0	3	1	1	
	CARYOPHYLLACEAE	0	1	0	1	2	0	1	0	
	CHENOPODIACEAE	0	2	1	4	4	2	2	11	
	Polygonum aviculare	1	0	1	3	0	0	0	0	
	Plantago	0	1	0	0	1	0	0	1	
	Plantago lanceolata	0	0	3	0	0	2	1	0	
	Plantago major/media	0	0	0	0	0	3	0	0	
	Cerealia type	1	0	1	5	3	0	1	0	
	Rumex	0	0	0	0	0	1	0	0	
	Centaurea type nigra	0	0	0	0	1	0	1	0	
	APIACEAE	0	0	0	0	0	0	1	0	
	RUBIACEAE	0	0	0	0	0	2	0	0	
	Lysimachia	0	0	1	0	0	0	0	0	
	CYPERACEAE	5	2	0	0	1	1	2	4	
	JUNCACEAE	5	5	0	0	0	0	0	0	
	Typha angustifolia	1	0	0	0	0	0	0	0	
	Spores	Spore monolète	1	2	23	8	6	1	1	2
		Polypodium	0	0	0	1	0	0	0	0
		Spore trilète	0	1	0	0	0	0	0	0
		SOM. pollen (somme de base)	46	54	49	42	54	52	63	68
		SOM. Sporo-pollinique	47	57	72	51	60	53	64	70
		CONC. ABS Pollen (nb / cm3)	12351	5848	378907	67662	41757	41886	101493	30931
CONC. ABS Pollen et Spores (nb / cm3)	12620	6173	556762	82161	46397	42692	103104	31841		

Figure 9. Site de Saint-Martin-au-Val, fouille du bassin antique (C128.19) – résultats des tests réalisés sur des prélèvements de l'US 10992 et US 10720. Extrait du rapport des tests palynologiques (Gaudin, 2019). 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 cm3 de sédiment.

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 HNO₃ : Séparation du culot en 2 puis sur une moitié, attaque HNO₃ 2mn, filtration 10µ, 20s Ultra son, 2mn HNO₃, filtration 10µ

Montage

Montage à la glycérine bidistillée phénolée (lames mobiles)

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

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

Conservation

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

Annexes

- Fournisseur des pastilles de lycopodes

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

- Fournisseur des filtres de 10µm

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

- Préparation de la gélatine glycinée

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

- Préparation du glycérine bidistillée phénolée pour la conservation

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

7.2. Description des échantillons et des traitements

Site / Opération	Numéro d'US	Masse totale (g)	Datation	Remarques
C128.19	PLV 1 – US 10992	246	GR	Couche organique.
C128.19	PLV 2 – US 10992	325	GR	Couche organique avec des macrorestes.
C128.19	PLV 3 – US 10992	196	GR	Couche organique avec des macrorestes.
C128.19	PLV 4 – US 10992	70g	GR	Couche organique.
C128.19	PLV 5 – US 10992	185g	GR	Couche organique.
C128.19	PLV 6 – US 10992	123g	GR	Couche organique. Sous bois 4195. Prélevée immédiatement après que le bois ait été retiré.
C128.19	PLV 7 – US 10720	118g	GR	Couche de destruction. Située à proximité de la colonne stratigraphique de 2017.
C128.19	PLV 8 – interface US 10720 – US 10992	128g	GR	Couche de destruction. Située à proximité de la colonne stratigraphique de 2017.

Figure 10. Description des prélèvements avant extraction pollinique

Date	Coul (N,B,R,V)	Sol Exotique (lycopodes...)	Nombre grains	Num (1-8)	NOM DE LA CAROTTE	VOL	HCL	HF 48%	HF 70%	Filtration 8 postes	KOH chaud	filtration 5/10 microns	filtration Ultrason(s)
10/09/2019	R	lycopodes	19332	1	PLV 1	2,5	X	X	X	X	X	10	40
10/09/2019	R	lycopodes	19332	2	PLV2	3	X	X	X	X	X	10	40
10/09/2019	R	lycopodes	19332	3	PLV 3	2,5	X	X	X	X	X	10	40
10/09/2019	R	lycopodes	19332	4	PLV 4	2	X	X	X	X	X	10	40
10/09/2019	R	lycopodes	19332	5	PLV 5	3	X	X	X	X	X	10	40
10/09/2019	R	lycopodes	19332	6	PLV 6	2,5	X	X	X	X	X	10	40
10/09/2019	R	lycopodes	19332	7	PLV 7	3,5	X	X	X	X	X	10	40
10/09/2019	R	lycopodes	19332	8	PLV 8	3	X	X	X	X	X	10	40

Figure 11. Description des traitements réalisés (UMR EPOC)