

Diagnostic du potentiel pollinique de quatre mares de la forêt de Fontainebleau (77)

D. Aoustin * et Ch. Leroyer **

* U.M.R 6566 CReAAH, Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu, bât. 24-25, 35042 RENNES Cedex [daoustin@wanadoo.fr]

** MCC / U.M.R 6566 CReAAH, Université de Rennes 1, Campus de Beaulieu, bât. 24-25, 35042 RENNES Cedex [chantal.leroyer@univ-rennes1.fr]

juin 2010

Préambule

Les données polliniques acquises en forêt de Fontainebleau (77) relèvent d'une étroite collaboration entre D. Aoustin et Ch. Leroyer. Le premier a réalisé la lecture microscopique (déterminations et comptages) et la saisie informatique des données tandis que la seconde a assuré l'interprétation des résultats, l'illustration et la rédaction du présent rapport. Sur le terrain, l'échantillonnage a été effectué par Y. Le Jeune, C. Dardignac et David Aoustin. L'ouverture des carottes, la description stratigraphique et l'échantillonnage ont été assurés par Y. Le Jeune, Ch. Leroyer et David Aoustin tandis que les sédiments ont été préparés par L. Charrieau au laboratoire de palynologie de Nantes (UMR 6566).

L'étude palynologique de quatre mares tourbeuses situées au sein de la forêt de Fontainebleau s'inscrit dans un projet de recherche de l'O.N.F. qui vise à appréhender l'évolution paléoenvironnementale et l'histoire du peuplement humain des grands domaines forestiers du Bassin parisien. Le massif de Fontainebleau présente, dans ce cadre, un intérêt majeur, puisque plusieurs tourbières, installées sur les platières gréseuses qui caractérisent le secteur, ont été répertoriées. Une étude préalable a permis d'évaluer leur puissance stratigraphique et leur ancienneté (Thiry et Liron, 2005 et 2007). L'installation de ces mares tourbeuses semble naturelle au contraire des tourbières de la forêt de Sénart (Allenet et Leroyer, 2005) ou de Dourdan (Le Jeune, 2009 ; Leroyer et Aoustin, 2010) dont le développement relève de creusements anthropiques. En complément de l'évaluation initiale de Thiry et Liron (2005 et 2007), la présente étude palynologique vise à vérifier l'évolution sédimentaire, l'âge ainsi que le potentiel palynologique et paléoenvironnemental de quatre de ces petites tourbières localisées en forêt de Fontainebleau.

1 – Matériel et méthode d'étude

Les carottages ont été réalisés à l'aide d'un piston stationnaire manuel d'une longueur de 80 cm pour un diamètre de 5 cm. Après description de ces différentes carottes, l'échantillonnage pour l'étude

palynologique et les datations C14 a été effectué avec une maille irrégulière visant à caler, dans un premier temps, les principales unités.

Au laboratoire de Nantes, les préparations physico-chimiques ont été conduites selon le protocole de M. Girard et J. Renault-Miskovsky (1969) : l'absence d'acétolyse permettant de reconnaître toute contamination par des stocks polliniques exogènes.

Lors de la lecture au microscope (déterminations et comptages), une attention particulière est portée à l'état de conservation du matériel, à sa concentration et à la nature du palynofaciès¹. Quand les conditions de sédimentation pollinique s'y prêtent, les décomptes, effectués aux grossissements 500 et 1000, ont été poussés jusqu'à l'obtention de sommes supérieures à 500 grains et à l'individualisation de plus de 21 types polliniques, jugés représentatifs d'un paysage végétal (Reille, 1990 ; Leroyer, 1997). Ces démarches, souvent fastidieuses, visent à renforcer la fiabilité de l'analyse et à permettre un repérage de niveaux souffrant d'une quelconque distorsion liée à la sédimentation pollinique (Havinga, 1984). De surcroît, l'obtention de dénombrements aussi élevés permet de procéder à l'exclusion des taxons liés à la végétation hygrophile. L'interprétation biostratigraphique des différents niveaux se réfère aux grandes étapes de l'histoire de la végétation régionale (Leroyer, 1997). L'appréciation des contextes environnementaux fait référence à des acquis sur la dispersion pollinique (Heim, 1970 ; Barthélémy, 1976 et 1985) et à des principes d'écologie (Plaisance, 1959 ; Bournerias, 1979 ; Rameau et al., 1989). Enfin, les activités humaines sont appréhendées par les marqueurs d'anthropisation et l'ouverture plus ou moins prononcée du milieu (Aaby, 1986 ; Behre, 1981 ; Jalut, 1991 ; Richard, 1995 ; Leroyer, 1997).

2 – La mare de Belle-Croix (mare australe)

Possédant une station importante de *Sphagnum magellanicum*, cette mare se localise dans la zone la plus occidentale de la platière de Coulevreux. Elle a fait l'objet de trois sondages préalables dont le plus profond atteint 325 cm d'amplitude (Thiry et Liron, 2005 et 2007). Dans le cadre de la présence campagne, l'extraction de quatre carottes n'a permis de dégager qu'une séquence de 156 cm de profondeur. Elle a révélé la succession suivante depuis le sommet :

C1.1

- 0 - 10 cm : tourbe blonde plus ou moins humifiée avec macro-restes végétaux (fibres),
- 10 - 30 cm : tourbe brune fibreuse avec passées de limon organo-minéral,
- 30 - 45 cm : tourbe brun sombre, très fibreuse, avec fragments de bois pluri-millimétriques à centimétriques,

C1.2

- 45 - 67 cm : tourbe brune très fibreuse,
- 67 - 77 cm : limons tourbeux noirs fibreux avec présence de macrorestes végétaux et sables,
- 77 - 98 cm : sables noirs riches en macrorestes (type joncs) avec des encroutements centimétriques,
- 98 - 112 cm : limons organiques noirs légèrement fibreux, riches en fragments de matière organique

C1.3

- 112 - 127 cm : limons organo-minéraux riches en fragments de matière organique, très légèrement fibreux
- 127 - 136 cm : sables moyens assez homogènes, organiques brun-gris avec des fragments de matière organique noir millimétriques,

C1.4

- 136 - 156 cm : sables fins brun foncés, devenant plus clairs avec des petits débris végétaux dans les trois centimètres inférieurs.

Dans le cadre du diagnostic, dix échantillons ont été sélectionnés pour la palynologie : ils ont été prélevés à 8, 40, 63, 67, 98, 107, 124, 131, 149 et 154 cm. Cet échantillonnage a été doublé de prélèvements pour datation par radiocarbone : les dix dates disponibles sont comprises entre 9690 +/- 25 et 190 +/- 20 BP avec une inversion manifeste de plusieurs de ces mesures qui laisse présager des problèmes de validité des enregistrements (tabl. 1).

¹ Le palynofaciès est l'ensemble des éléments présents sur les lames de préparations microscopiques : micro-débris végétaux, matière organique amorphe, micro-charbons, pollens, spores d'algues et de moisissures...

2.1 – La sédimentation pollinique (tabl. 2) :

Les trois échantillons inférieurs, issus de niveaux sableux, se sont avérés sub-stériles et non propices à une analyse pollinique ; seuls sept prélèvements ont donc été étudiés.

Le palynofaciès des sept niveaux pollenifères est dominé par des débris végétaux accompagnés de matière organique amorphe de 124 à 67 cm. Des débris opaques et des bois de gymnospermes sont présents de 124 à 98 cm alors que des microcharbons ont été reconnus dans les quatre prélèvements supérieurs (67 à 8 cm). Enfin, des sporanges et des spores de *Tilletia sphagni* ont été identifiés à 40 et 8 cm. Dans les niveaux étudiés, la conservation des stocks polliniques est bonne à très bonne sauf à 63 et 67 cm. Les concentrations en matériel sporo-polliniques sont également satisfaisantes. De ce fait, les décomptes par niveau sont compris entre 582 et 766 grains avec une moyenne à 696 et un total de pollens comptés atteint 4875. La liste de 84 taxons établie, est significative d'une très bonne diversité qui se vérifie par l'individualisation de 31 à 54 types polliniques par échantillon avec une moyenne de 44 taxons. Ces résultats témoignent de très bonnes conditions de sédimentation pollinique pour les sept échantillons analysés même si deux d'entre eux ont livré du matériel corrodé ; des interprétations biostratigraphiques et paléoécologiques peuvent être proposées.

2.2 - Organisation des spectres (fig. 1)

Les trois échantillons limoneux (124, 107 et 98 cm) témoignent de la prédominance du pin (*Pinus*) au sein des ligneux. Il est secondé par le bouleau (*Betula*) devant le saule (*Salix*), la callune (*Calluna*) et vraisemblablement le genévrier (*Cupressaceae*). Le chêne (*Quercus*) est présent mais en très faibles taux alors que le noisetier (*Corylus*) n'est pas perçu. Quelques autres arbustes sont enregistrés : *Rhamnus*, des Rosacées et des Ericacées. Les herbacées de sols secs sont dominées par les Poacées devant un cortège héliophile à connotation steppique, composé de *Rumex*, *Artemisia*, Chénopodiacées, *Hélianthemum*, *Sanguisorba minor*. Les hygrophytes sont essentiellement représentées par des amphibiés : Cypéracées, *Filipendula*, Apiacées mais quelques aquatiques sont présentes.

Dans les deux échantillons intermédiaires (67 et 63 cm), le noisetier et le chêne dominent les ligneux. Le pin et la callune interviennent ensuite devant le bouleau, l'aulne (*Alnus*) ou l'orme (*Ulmus*). Le hêtre (*Fagus*) et le charme (*Carpinus*) sont présents. Le noyer (*Juglans*) est enregistré à 67 cm. Au sein des herbacées de terrain sec, les Poacées sont majoritaires ; elles sont accompagnées par un cortège rudéral, bien développé, tandis que des céréales (dont *Secale*) sont présentes. Le chanvre (*Cannabis/Humulus*) est assez étendu. Le cortège hygrophile témoigne de l'essor des sphaignes (*Sphagnum*), majoritaires devant les Cypéracées. A 63 cm, *Potamogeton* et *Typha* sont abondants.

Les deux spectres supérieurs (40 et 8 cm) transcrivent l'essor des bouleaux aux dépens des noisetiers qui ont totalement régressé. Les callunes les secondent à 40 cm et les pins à 8 cm. Le chêne reste constant et assez bien représenté. *Fagus* et *Carpinus* progressent quelque peu tandis que *Juglans* et *Castanea* sont enregistrés dans les deux échantillons. Les herbacées de terrains secs sont dominées par les Poacées en nette hausse ; elles sont accompagnées par un cortège diversifié de plantes cultivées, messicoles, adventices, rudérales et ubiquistes dont les fréquences restent néanmoins assez faibles. La végétation hygrophyle est toujours dominée par *Sphagnum* et les Cypéracées alors que *Typha* et *Potamogeton* chutent.

2.3 - Calage biochronologique de la séquence

En référence au cadre palynostratigraphique du Bassin parisien (Leroyer, 1997), des attributions des différents spectres peuvent être proposées (fig. 1). Elles sont confrontées aux datations obtenues dans ces niveaux (tabl. 1).

- Les assemblages des trois niveaux inférieurs sont assez caractéristiques du début du Préboréal (zone IVa) mais s'individualisent par l'absence du noisetier. De ce fait, si le chêne ne présentait pas une courbe basse mais continue, un âge Allerod aurait pu être proposé. Deux des trois datations obtenues dans ces niveaux (9505 +/- 20 et 9035 +/- 25) confortent l'attribution palynologique au Préboréal mais elles apparaissent, néanmoins, un peu jeunes car vers 9035 +/- 25 BP, le noisetier a déjà largement supplanté le bouleau : un « rajeunissement » des mesures radiocarbone doit être envisagé.
- La présence de *Fagus* et *Carpinus* tend à rattacher les deux spectres intermédiaires (67 et 63 cm) au début du Subatlantique (zone régionale IX). A 67 cm, l'organisation des spectres et la

date de 2130 +/- 20 BP confortent cette attribution mais la présence de *Juglans* pose problème car ce dernier n'apparaît qu'après la conquête romaine. Un rattachement à la zone X (Antiquité) de ce niveau ne peut donc être exclu. Cette attribution possible s'accommoderait mieux avec la date obtenue à 63 cm (745+/-20 BP).

- Les deux spectres supérieurs (40 et 8 cm) sont caractéristiques de la zone X (deuxième partie du Subatlantique) ; attribution confortée par les datations de ces niveaux (moderne et 190 +/- 20). Ces enregistrements semblent très récents.

2.4 – Le paysage végétal et les activités humaines

Les trois niveaux inférieurs (fig. 1) illustrent un milieu encore assez ouvert, attesté par la présence d'herbacées steppiques même si des boisements clairs à pins et bouleaux sont présents. Localement se développent quelques saules et un bas marais.

Les deux spectres intermédiaires (67 et 63 cm) traduisent un milieu totalement différent. Localement le bas marais a évolué en tourbière à sphaignes mais la mare est encore occupée par des massettes et des potamots. L'abondance du chanvre indique une activité probable de rouissage. Quelques ligneux (bouleaux, saules, aulnes et vraisemblablement des callunes) poussent aux alentours immédiats de la mare. Les sols exondés sont occupés par des boisements clairs à noisetiers mais les reliques d'une chênaie-hêtraie persistent : cette formation apparaît diversifiée, abritant de nombreux feuillus et arbustes. Quelques pins sont vraisemblablement présents à proximité. Les zones non boisées sont occupées par des prairies vraisemblablement pâturées et par des parcelles cultivées.

Les deux spectres supérieurs (40 et 8 cm) illustrent essentiellement la végétation locale, soit la présence de bouleaux et callunes sur la tourbière à sphaignes. Les zones exondées comprennent encore quelques boisements forestiers avec la persistance d'une chênaie-hêtraie diversifiée. Les parcelles cultivées et les prairies pâturées se maintiennent ; quelques noyers et châtaigniers s'y associent. En revanche, on constate un arrêt des activités de rouissage du chanvre.

3 – Franchard « La Mare en Croissant » (C2)

D'après Thiry et Liron (2005), cette mare correspond à une station à *Sphagnum magellanicum* découverte en 1930 et retrouvée en 2000. Outre les sphaignes, la végétation de la mare comprend de la molinie, quelques joncs et sur ses bords de la callune et des pins sylvestres. C'est une petite dépression de 15 à 20 mètres de diamètre, située en position élevée par rapport aux autres mares du secteur (Thiry et Liron, 2005). Une séquence de 190 cm de profondeur y avait été reconnue ; la présente opération a permis d'y extraire deux carottes dont l'amplitude atteint 95 cm de profondeur seulement mais d'après les relevés de terrain, 30 cm de dépôts n'ont pas été prélevés entre les carottes C2.1 (45 cm) et C2.2 (50 cm). Le carottage a révélé la succession suivante depuis le sommet :

C2.1

0 – 8 cm :	tourbe blonde avec fragments végétaux,
8- 12 cm :	tourbe brun clair fibreuse,
12- 19 cm :	tourbe brune finement sableuse,
19- 29 cm :	limon organique noir finement sableux,
29- 41 cm :	limon sableux organique noir,
41-45 cm :	limon sableux organique brun,

C2.2

45- 55 cm :	mélange de sables noirs et de sables blancs,
55- 66 cm :	sables blancs à gris très clair homogènes,
66- 70 cm :	sables brun très clair homogènes,
70- 76 cm :	sables brun moyen homogènes,
76- 85 cm :	sables brun moyen avec des taches de matière organique noire centimétriques,
85 - 95 cm :	sables brun noir homogènes.

Dans le cadre du diagnostic, cinq échantillons ont été sélectionnés pour la palynologie : ils ont été prélevés à 11, 27, 39, 72 et 93 cm. Cet échantillonnage a été doublé de prélèvements pour datation

par radiocarbone : les quatre dates disponibles sont comprises entre 3215 +/- 20 et 230 +/- 20 BP (tabl. 1).

3.1 – La sédimentation pollinique (tabl. 3)

Les deux échantillons inférieurs, issus des dépôts sableux se sont avérés stériles en stocks polliniques ; seuls trois prélèvements ont donc pu être étudiés.

Le palynofaciès des niveaux pollenifères est dominé par des débris végétaux accompagnés de microcharbons et de spores de *Tilletia sphagni*. A 27 cm, des débris opaques et de la matière organique amorphe ont également été rencontrés.

Dans les deux niveaux limoneux (27 et 39 cm), la conservation des stocks polliniques est assez médiocre alors qu'elle est bonne dans l'échantillon tourbeux supérieur (11 cm), induisant une baisse du taux de grains indéterminés (fig. 2). Les concentrations en matériel sporo-polliniques sont satisfaisantes ; elles autorisent des décomptes élevés, compris entre 585 et 872. La liste de 75 taxons établie, est significative d'une très bonne diversité qui se vérifie par l'individualisation de 47 à 61 types polliniques par échantillon avec une moyenne de 52 taxons. La hausse de la diversité dans l'échantillon supérieur semble liée à la meilleure conservation du matériel sporo-pollinique. Ces résultats témoignent de conditions de sédimentation pollinique satisfaisantes. Si la conservation médiocre des pollens dans les niveaux limoneux se marque par des taux plus élevés de grains indéterminables et une diversité un peu moins élevée, celle-ci reste tout à fait correcte et les concentrations sont satisfaisantes. Ces enregistrements sont donc très significatifs et autorisent des interprétations biostratigraphiques et paléoécologiques.

3.2 - Organisation des spectres (fig. 2)

Les trois spectres de la tourbière de Franchard s'avèrent assez proches, révélant la prédominance de *Quercus* (le chêne), *Betula* (le bouleau) et *Calluna* (la callune) au sein des ligneux. Les Poacées et Cypéracées sont majoritaires parmi les herbacées et *Sphagnum* parmi les spores. Cependant quelques variations permettent d'individualiser chacun des niveaux.

A 39 cm, les ligneux sont dominés par *Quercus* et *Calluna* devant *Corylus* (le noisetier) puis *Fagus* (le hêtre). *Alnus* (l'aulne), *Betula* (le bouleau) et *Pinus* (le pin) sont bien représentés. Les herbacées de terrain sec sont dominées par les Poacées devant un cortège de céréales, messicoles et rudérales (guidées par *Plantago* et *Rumex*). La cuvette est colonisée par les sphaignes (*Sphagnum*) et des aquatiques alors que les Cypéracées et les amphibies sont peu développées.

A 27 cm, *Betula* s'étend aux dépens des éléments forestiers (*Quercus*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Ulmus*). Si *Corylus* et *Alnus* diminuent également, *Calluna* se maintient. L'essor des Poacées s'accompagne d'une augmentation du cortège rudéral et tout principalement des plantains. Les sphaignes progressent aux dépens des aquatiques mais les Cypéracées et les amphibies connaissent un léger développement.

A 11 cm, *Betula* assure sa prédominance devant *Calluna* et *Quercus* qui a reculé alors que *Pinus* s'est accru. Si peu de variations sont perceptibles au sein des herbacées de terrain sec, les hygrophytes voient chuter *Sphagnum* et diminuer les Cypéracées au profit d'*Hydrocotyle* qui connaît une légère hausse.

3.3 - Calage biochronologique de la séquence

La présence dans les deux niveaux supérieurs de *Juglans* et *Castanea* aux côtés de *Fagus* et *Carpinus* permet de les attribuer à la zone régionale X (Leroyer, 1997) ; attribution confortée par les dates de 644 +/- 20 et 230 +/- 20 BP, obtenues dans ces niveaux. En l'absence de *Juglans* et *Castanea*, le niveau inférieur pourrait être rattaché à la zone régionale IX (âge du Fer) mais le radiocarbone indique un âge plus récent (955 +/- 20 BP = XI-XII^e siècles) que les données polliniques ne peuvent réfuter.

3.4 - Le paysage végétal et les activités humaines

Le spectre inférieur (39 cm) témoigne d'un environnement encore assez boisé avec la présence d'une chênaie-hêtraie bien implantée dans le secteur (fig. 2). Le noisetier, essence de lumière, peut participer à cette formation, attestant alors de l'existence de nombreuses clairières. Toutefois, il peut aussi être intégré aux boisements clairs à aulnes et bouleaux installés autour de la mare, en association avec une lande tourbeuse à callunes et le développement *in situ* de quelques sphaignes.

Malgré la persistance de ces éléments forestiers, le paysage est marqué par les activités agropastorales avec la présence de prairies pâturées et de champs cultivés.

Le niveau intermédiaire (27 cm) traduit le développement des bouleaux sur la mare qui évolue en tourbière à sphaignes. La composante forestière marque un net recul : hêtres, ormes, tilleuls, frênes ont presque disparus mais le chêne se maintient. Cette évolution peut être significative durant les XIII^e/XIV^e siècles, d'une exploitation sélective de la chênaie qui épargnerait volontairement le chêne (Leroyer, 1996). Toutefois, le maintien de ce dernier peut aussi être lié à son implantation aux alentours de la cuvette tourbeuse en association avec les bouleaux et en remplacement des noisetiers.

Le sommet de la séquence (11 cm) atteste le maintien local d'une petite boulaie alors que la lande à callunes et les sphaignes sont moins développées. Le paysage reste toujours fortement marqué par l'empreinte agricole avec des parcelles cultivées et pâturées mais des boisements perdurent. Ceux-ci apparaissent plus diversifiés avec une réduction du chêne mais une reprise des autres éléments forestiers (hêtres, ormes, tilleuls, frênes) et l'implantation des pins.

4 – Coulevreux « La mare Bouledogue »(C3)

Cette mare est localisée dans la zone la plus occidentale de la platière des Coulevreux. Elle s'est développée dans une dépression naturelle du grès et a une profondeur d'environ 60 cm. Actuellement, elle est envahie de *Juncus effusus* avec de larges plages de molinie en touradons et elle est bordée d'une lande tourbeuse à *Erica tetralix* et à callune (Thiry et Liron, 2005). M. Thiry et M. Liron (2005) y ont effectué deux carottages qui ont révélé des profondeurs respectives de 100 et 95 cm. La présente campagne a permis d'extraire une séquence de 141 cm de profondeur, répartie sur trois carottes. L'ouverture de ces dernières a révélé la succession suivante depuis le sommet :

C3.1

- 0 – 13 cm : tourbe blonde,
- 13- 19 cm : tourbe brune avec fragments végétaux,
- 19- 31 cm : tourbe brun noir avec fragments végétaux,
- 31- 52 cm : limon sableux organique noir avec quelques fragments végétaux,
- 52- 57 cm : sable organique gris-noir,

C3.2

- 57-62 cm : sable gris clair à gris foncé avec quelques taches millimétriques organiques et des petits graviers,
- 62- 67 cm : sables tourbeux gris foncé hétérogènes avec des taches organiques noires fibreuses,
- 67- 77 cm : sables limoneux hétérogènes noirs à brun clair à la base,
- 77- 86 cm : sables limoneux hétérogènes beige clair à brun avec taches organiques,
- 86 – 92 cm : sables limoneux homogènes gris souris avec taches organiques noires pluricentimétriques au sommet et quelques graviers,
- 92 – 103 cm : sables gris à gris clair à la base avec nombreux graviers pluricentimétriques,
- 103- 107 cm : sables gris foncé avec graviers pluricentimétriques,

C3.3

- 107-118 cm : sables gris marbré, blanchâtre à noir ,avec graviers pluricentimétriques,
- 118- 125 cm : sables limoneux noirs avec des passées de limon beige à la base,
- 125- 128 cm : succession de 4 lits de sable limoneux organique noir séparés par des passées de sable brun très clair (unités de 5 à 2 mm d'épaisseur),
- 128- 141 cm : sables noirs organiques homogènes avec une passée plus claire à 137 cm (2mm d'épaisseur).

Dans le cadre du diagnostic, treize échantillons ont été sélectionnés pour la palynologie : ils ont été prélevés à 11, 28, 50, 63, 70, 88, 104, 119, 123, 127, 129, 137 et 140 cm. Cet échantillonnage a été doublé, pour partie, de prélèvements pour datations 14C. Les dix dates disponibles sont comprises entre 4070+/- 20 et 125 +/- 20 BP mais elles témoignent d'inversions notables avec, entre autres, une mesure de 1705 +/- 20 comprise au sein de niveaux datés entre 4000 et 3000 BP (tabl. 1).

4.1 – La sédimentation pollinique (tabl. 4) :

Huit de ces treize échantillons se sont avérés stériles ou sub-stériles en stocks polliniques : ils proviennent tous d'unités sableuses, tout particulièrement des niveaux inférieurs. De fait, seuls cinq prélèvements ont donc pu être étudiés.

Le palynofaciès des niveaux pollenifères est dominé par les débris végétaux sauf à 63 cm (limon sableux) où les microcharbons, présents dans tous les niveaux, constituent l'essentiel des palynomorphes. S'y ajoutent des débris opaques ainsi que des hyphes de champignon et des sporanges à 11 cm. La conservation du matériel sporo-pollinique est très bonne dans les deux échantillons tourbeux supérieurs, satisfaisante dans les dépôts de limon organique (50 cm) et de sable tourbeux (63 cm) mais assez médiocre dans le niveau de sable organique (104 cm). Les taux de grains indéterminés reflètent parfaitement l'état de conservation des stocks polliniques mais ils restent peu élevés (fig. 3). Les concentrations en matériel sporo-polliniques sont satisfaisantes ; elles autorisent des décomptes élevés, compris entre 665 et 1026. La liste de 90 taxons établie, est significative d'une très bonne diversité qui se vérifie par l'individualisation de 41 à 65 types polliniques par échantillon avec une moyenne de 56 taxons. La diversité maximale a été obtenue à 63 et 50 cm sans liaison avec la conservation du matériel. Ces résultats témoignent de conditions de sédimentation pollinique satisfaisantes. Si la conservation médiocre des pollens dans les niveaux de sable organique se marque par des taux plus élevés de grains indéterminables, la diversité reste très élevée et l'organisation des assemblages est cohérente. Ces enregistrements sont donc très significatifs.

4.2 - Organisation des spectres (fig. 3)

Les trois spectres inférieurs (104, 63 et 50 cm) sont assez proches ; ils traduisent une petite prédominance de *Quercus* avec une courbe progressive, devant *Betula* ou *Calluna*. *Fagus* ou *Corylus* interviennent ensuite devant *Alnus* ou *Carpinus*. Les herbacées de terrains secs sont guidées par les Poacées, majoritaires devant un cortège rudéral dominé par les plantains (*Plantago*) et les oseilles (*Rumex*). Les hygrophytes sont guidées par les Cypéracées, les potamots (*Potamogeton*) puis les Apiacées. *Sphagnum* joue un rôle non négligeable.

A 28 cm, les ligneux sont dominés par *Pinus* devant *Betula* et *Calluna*. *Quercus*, *Fagus* et *Corylus* ont nettement reculé. Au sein des herbacées de terrain sec, les plantains ont diminué mais les Poacées et les oseilles se maintiennent. Les hygrophytes témoignent d'un retrait des Cypéracées et des potamots au profit des sphaignes. Une petite recrudescence des renoncules (*Ranunculaceae*) est enregistrée.

A 11 cm, *Pinus* recule au profit de *Betula* mais il reste néanmoins majoritaire. Ce niveau témoigne également d'une reprise de *Quercus*, *Carpinus*, *Corylus*, *Castanea* et *Alnus* alors que *Calluna* recule. Les herbacées de sols exondés attestent une extension des Poacées et du cortège rudéral. Les hygrophytes voient chuter les amphibiés (Cypéracées, renoncules, Apiacées) alors que s'étendent les sphaignes.

4.3 - Calage biochronologique de la séquence

A partir de 63 cm, la présence de *Juglans* et *Castanea* aux côtés de *Fagus* et *Carpinus* permet d'attribuer ces quatre niveaux à la zone régionale X, soit la deuxième partie du Subatlantique (Leroyer, 1997). Cette attribution est confortée à partir de 51 cm par les dates de 2065 +/- 20 et 125 +/- 20 BP. En revanche, les mesures de 3755 +/- 20 BP et 3175 +/- 20 BP ne sont pas recevables au regard de l'organisation des cortèges polliniques ; l'ancienneté de ces mesures par rapport aux dates adjacentes tend à conforter l'interprétation palynologique. En l'absence de *Juglans* et *Castanea*, le niveau inférieur (104 cm) pourrait être rattaché à la zone régionale IX (âge du Fer) bien que le radiocarbone indique un âge plus récent (1705 +/- 20 BP).

4.4 - Le paysage végétal et les activités humaines

Les trois spectres inférieurs (104 à 50 cm) indiquent un milieu assez boisé (fig. 3). Une chênaie-hêtraie, bien diversifiée, reste implantée sur les versants tandis qu'aux pourtours de la mare se développe un bois clair à bouleaux, noisetiers et aulnes. La dépression accueille également une petite lande à callunes et une prairie marécageuse. Par ailleurs, l'environnement est marqué par les activités agro-pastorales avec la présence de prairies pâturées et de champs cultivés. Malgré les inversions radiocarbone, ces enregistrements pourraient illustrer le paysage des débuts de l'Antiquité.

Le spectre suivant (28 cm) traduit l'implantation des pins aux dépens de la chênaie-hêtraie aux XVIII^e/XIX^e siècles (125 +/- 20 BP). Des activités agricoles sont toujours enregistrées mais elles ne semblent pas très développées. Localement, la dépression humide est colonisée par une lande à

callunes et des bouleaux. La végétation basse voit reculer les prairies marécageuses au profit des sphaignes.

Le sommet de la séquence (sub-contemporain) illustre principalement la végétation locale, liée à la mare tourbeuse. Celle-ci est colonisée par les sphaignes et une petite boulaie à laquelle se mêlent quelques callunes. Si les zones exondées voient reculer les pins au profit des composants de la chênaie-hêtraie, elles témoignent également du développement des prairies rudéralisées.

5 - La Mare aux Joncs (C4)

La Mare aux Joncs est la seule cuvette tourbeuse à n'avoir fait l'objet d'aucun sondage préalable. Une séquence de 51 cm de profondeur y a été mise au jour par l'extraction d'une unique carotte qui a révélé la succession suivante depuis le sommet :

C4.1

0 - 19 cm :	tourbe brune fibreuse, légèrement plus sombre dans les 3 cm inférieurs,
19 - 26 cm :	sable gris-brun clair,
26 - 39cm :	sable gris moyen, plus foncé à la base avec quelques fragments de matière organique humifiée,
39 - 45 cm :	sable gris noir avec un lit de matière organique entre 39, 5 et 40, 5 cm,
45 - 51 cm :	sable fin organique noir avec des fragments de végétaux humifiés.

Dans le cadre du diagnostic, trois échantillons ont été sélectionnés pour la palynologie : ils ont été prélevés à 16, 37 et 48 cm. Cet échantillonnage a été doublé de prélèvements pour datation par radiocarbone : les trois dates disponibles sont comprises entre 1810 +/- 15 et 110 +/- 20 BP (tabl. 1).

5.1 – La sédimentation pollinique (tabl. 5)

Les trois échantillons sont pollenifères et ont pu être étudiés.

Le palynofaciès est apparu dominé par les débris végétaux et les microcharbons. Des débris opaques s'y joignent dans les deux niveaux inférieurs (37 et 48 cm) tandis que des spores de *Tilletia sphagni* ont été reconnues à 48 cm. Le matériel sporo-pollinique s'est avéré moyennement conservé dans la tourbe (16 cm) et altéré dans les sables. Les taux de grains indéterminés reflètent parfaitement la conservation médiocre des stocks polliniques : ils sont assez élevés dans les deux spectres inférieurs mais aucune sur-représentation des types polliniques les plus résistants (Cichorioidées, Astéracées) n'est observée (fig. 4). Les concentrations en matériel sporo-polliniques sont satisfaisantes ; elles autorisent des décomptes élevés, compris entre 605 et 814 avec une moyenne de 727 grains par niveau. La liste de 79 taxons établie, est significative d'une très bonne diversité qui se vérifie par l'individualisation de 42 à 65 types polliniques par échantillon avec une moyenne de 51 taxons.

Ces résultats témoignent de conditions de sédimentation pollinique satisfaisantes malgré une conservation médiocre du matériel sporo-pollinique. Si celle-ci entraîne des taux élevés de grains indéterminables, surtout dans les niveaux sableux, elle ne paraît pas avoir influé sur la diversité ni avoir induit de distorsion des enregistrements. Les données polliniques, issues de trois prélèvements, peuvent donc être considérées comme significatives et autorisent des interprétations en terme de biostratigraphie, d'environnement et d'anthropisation du milieu.

5.2 - Organisation des spectres (fig. 4)

Les deux échantillons inférieurs, issus de dépôts sableux, sont dominés par *Calluna* devant *Quercus* avec un cortège conséquent de ligneux héliophiles et hygrophiles (*Corylus*, *Alnus* et *Betula*). La différence entre les deux spectres réside essentiellement dans une baisse des plusieurs ligneux (*Quercus*, *Fagus*, *Tilia* et *Betula*) à 37 cm : seules les callunes se maintiennent. Néanmoins, *Castanea* apparaît aux côtés de *Juglans*. Ce recul des pollens arboréens profite essentiellement aux Cypéracées et aux Cichorioidées : les Poacées restent néanmoins majoritaires au sein des herbacées. Le cortège rudéral est bien perçu : il est guidé par les plantains (*Plantago*) devant les oseilles (*Rumex*) à 48 cm puis les Brassicacées à 37 cm. Les Sphaignes (*Sphagnum*) diminuent également à 37 cm au profit d'un cortège amphibie (Cypéracées, Ranunculacées, *Hydrocotyle*).

L'échantillon tourbeux supérieur (16 cm) traduit une large prédominance de *Pinus* devant *Betula*. ; tous deux ont des occurrences bien supérieures à celles des niveaux sous-jacents au contraire de *Calluna* et *Quercus* qui interviennent ensuite. Toujours dominée par les Poacées, la strate herbacée voit se développer les oseilles (*Rumex*) au sein du cortège rudéral et *Hydrocotyle* au sein des hygrophytes. *Sphagnum* est encore présent mais très effacé.

5.3 - Calage biostratigraphique de la séquence

La présence dès la base de la séquence de *Fagus*, *Carpinus*, *Juglans* et *Castanea* permet de l'attribuer dans son intégralité à la zone régionale X, soit au Subatlantique postérieurement à la conquête romaine (Leroyer, 1997). Ce calage palynologique est conforté par les trois dates obtenues, comprises entre 1810 +/- 15 et 110 +/- 20 BP (tabl. 1).

5.4 - Le paysage végétal et les activités humaines

Le spectre inférieur (fig. 4) illustre principalement la végétation locale, liée à la mare tourbeuse. Celle-ci est colonisée par les sphaignes et une lande à callunes. Quelques ligneux hygrophiles (bouleaux, aulnes et probablement quelques noisetiers) sont implantés au pourtour. Malgré le filtre de ces boisements locaux, la persistance d'une chênaie-hêtraie, bien diversifiée, sur les versants est perçue. Le paysage apparaît, néanmoins, bien ouvert et marqué par les activités agro-pastorales avec la présence de parcelles cultivées et de prairies pâturées durant les II^e/III^e siècles de notre ère.

Le niveau suivant (37 cm), daté des XII^e/XIII^e siècles, témoigne d'un retrait des boisements, qu'ils soient locaux ou plus éloignés, qui illustre probablement un petit défrichement. Celui-ci n'est pas accompagné d'un essor des cultures céréalières mais il permet le développement d'une prairie humide à marécageuse, vraisemblablement pâturée, sur les lieux. Si la lande à callunes perdure au niveau de la mare, les sphaignes y sont beaucoup moins développées.

Le spectre supérieur traduit l'implantation des pins aux dépens de la chênaie-hêtraie aux XVIII^e/XIX^e siècles. Des activités agricoles sont toujours enregistrées mais elles ne semblent pas très développées. Localement, la dépression humide est colonisée par des bouleaux, accompagnés de quelques callunes, entraînant un retrait de la végétation herbacée. Les sphaignes ont presque totalement disparu malgré la nature tourbeuse du sédiment.

6 - Synthèse et conclusion

Le diagnostic pollinique de quatre mares tourbeuses du massif de Fontainebleau, accompagné de nombreuses datations, mène à différentes conclusions. Le premier constat réside dans la vérification de la difficulté à obtenir des résultats polliniques dans des formations sableuses. Ainsi, à l'exception des prélèvements issus de la Mare aux Joncs et d'un échantillon de Coulevreux (104 cm), la base des autres séquences n'a pas pu être documentée ; les dépôts de sables noirs ou gris s'avérant sub-stériles en matériel sporo-pollinique. Le second constat concerne les problèmes de datation 14C de ces mêmes niveaux : inversions manifestes de mesures radiocarbone sur une même séquence et incompatibilité de certains âges avec les données sur l'histoire de la végétation régionale. Toutefois, une corrélation des données radiométrique et palynologique peut être tentée ; elle vise à caler les principales phases de sédimentation dans les mares et à proposer une restitution des environnements végétaux (tabl. 6). Ainsi, les différentes dates s'organisent en huit groupes chronologiques.

Le plus ancien (9690 +/- 25 à 9035 +/- 25 BP) a été obtenu dans les dépôts sableux et organo-minéraux de la base de la mare de Belle-Croix. Les cortèges polliniques, qui y sont associés, sont caractéristiques du début du Préboréal. Ils confirment l'ancienneté des dépôts et conduisent même à légèrement les vieillir.

Le second groupe (8485 +/- 25 et 7970 +/- 25 BP) se trouve enrichi par les mesures précédemment obtenues à la base de la mare de Belle-Croix (Thiry et Liron, 2007). Ces dates sont trop jeunes puisqu'elles documentent des niveaux sous-jacents aux précédents, attribués au début du Préboréal. Elles ne peuvent être retenues.

Une mesure s'individualise vers 6000 BP (5990 +/- 20 BP). Issue des niveaux organo-minéraux de Belle-Croix, elle s'insère entre deux échantillons dont les datations sont beaucoup plus anciennes et dont les cortèges polliniques sont caractéristiques du Préboréal. Cette date peut également être rejetée.

Le quatrième lot regroupe des mesures comprises entre 4070 +/- 20 BP et 3175 +/- 20 BP qui proviennent essentiellement des dépôts sableux de la base de la mare de Coulevreux. S'y joint un échantillon sableux, issu de la base de Franchard, où un âge de 2800 +/- 35 BP avait précédemment été obtenu (Thiry et Liron, 2007). Aucun enregistrement pollinique n'a pu être acquis dans ces niveaux datés. Cependant à Coulevreux, un prélèvement, compris entre deux de ces C14 et lui-même daté de 1705 +/- 20 BP, a livré un assemblage qui peut être rapporté au Subatlantique (fin de la zone IX ou début de la zone X). Il semblerait donc, tout au moins à Coulevreux, que ces dates soient vieilles et qu'au moins une partie de ces dépôts se soient mis en place à la fin de l'âge du Fer ou au début de l'Antiquité.

Le cinquième groupe comprend des datations allant de 2130 +/- 20 BP (Belle Croix) à 1705 +/- 20 BP (Coulevreux), obtenues dans des niveaux sableux ou organo-minéraux. Tous les spectres polliniques qui y sont associés présentent des assemblages assez proches : ils traduisent la prédominance du chêne et des callunes devant le bouleau, le noisetier et le hêtre. Le charme est présent ainsi que le noyer et/ou le châtaignier. Ces cortèges, caractéristiques de la zone régionale X, semblent d'après les mesures radiométriques, qui ne présentent pas d'inversion stratigraphique à ce niveau, illustrer la période gallo-romaine.

Le sixième groupe comprend des dates allant de 955 +/- 20 BP à 655 +/- 20 BP, obtenues dans des niveaux organiques sauf à Franchard (sable gris). Les spectres polliniques qui y sont associés témoignent du retrait des éléments forestiers, tout particulièrement du hêtre et du développement des sphaignes dans les mares durant le Moyen Age.

Le septième lot regroupe des mesures comprises entre 230 +/- 20 BP (Franchard) et 190 +/- 20 BP (Belle croix) et des spectres caractérisés par la prédominance du bouleau devant la callune, le chêne et le pin. Les sphaignes restent abondantes dans ces niveaux tourbeux, mis en place durant les XVII^e/XVIII^e siècles.

Le dernier groupe (125 +/- 20 à 110 +/- 20 BP) illustre le développement des pins en forêt de Fontainebleau aux XVIII^e et XIX^e siècles.

Cette rapide synthèse permet donc de souligner l'ancienneté de la sédimentation dans la mare de Belle-Croix alors que les autres tourbières semblent surtout se développer à partir de l'Antiquité. Le spectre pollinique, obtenu à Coulevreux dans les niveaux sableux inférieurs, conduit en effet à douter de leur mise en place au Subboréal comme tendent à l'indiquer les datations. Ces hypothèses doivent cependant être vérifiées par la poursuite de l'analyse qui permettra également de suivre l'évolution du paysage depuis l'Antiquité jusqu'à la période contemporaine.

Références bibliographiques

AABY B., 1986. – Trees as anthropogenic indicators in regional pollen diagrams from eastern Denmark. In : *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*. Behre (K.-E.) éd., p. 73-93, 7 fig.

ALLENET G. et LEROYER Ch., 2005. - *Analyse pollinique de la tourbière du Cormier Forêt de Sénart (91)*. Rapport d'analyse, 9 p.

BARTHELEMY L., 1976. – *Recherches sur les relations entre les pluies polliniques stationnelles et les paysages végétaux avoisinants (Cessières, Aisne, France)*. Thèse de Doctorat, Université Paris X, 154 p.

BARTHELEMY L., 1985. – Réflexions sur la répartition du pollen. Conséquences pour l'archéologie. In : *Palynologie archéologique : actes des journées des 25-26-27 janvier 1984*. CNRS-CRA Notes et Monographies techniques, n° 17, p. 53-85.

BEHRE K.-E., 1981. – The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores*, t. XXIII, n° 2, p. 225-243.

BOURNERIAS M., 1979. – *Guide des groupements végétaux de la région parisienne*. 3^e éd. Sedes-Masson 1984, 483 p.

GIRARD M. et RENAULT-MISKOVSKY J., 1969. – Nouvelles techniques de préparation en Palynologie appliquées à 3 sédiments du Quaternaire final de l'abri Cornille (Istres, Bouches du Rhône). *Bulletin AFEQ*, 4, p. 275-284.

HAVINGA A.J., 1984. – A 20-years experimental investigation into the differential corrosion susceptibility of pollen and spores in various soil types. *Pollen et Spores*, vol. XXVI, n° 3-4, p. 541-558.

HEIM J., 1970. – *Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale*. Thèse d'Etat de l'Université de Louvain (Belgique), 1 vol., 181 p.

JALUT G., 1991. – Le pollen traducteur du paysage agraire. In : GUILAINE (J.) dir. – *Pour une archéologie agraire*. Paris, éd. Armand Colin, p. 345-368.

LE JEUNE Y., 2009. – *Evaluation stratigraphique de quelques mares tourbeuse de la forêt de Dourdan (91)*. Rapport d'étude, Association Arkéomédia, 20 p.

LEROYER, Ch., 1996. - La séquence pollinique de la vallée de l'Alain. COLARDELLE M. dir - *L'Homme et la Nature au Moyen Age : Actes du 5ème Congrès international d'Archéologie médiévale (Grenoble, 1993)*. Errance, Paris, p. 67 - 71.

LEROYER Ch., 1997. – *Homme, Climat, Végétation au Tardi-et-Postglaciaire dans le Bassin parisien : apports de l'étude palynologique des fonds de vallée*. Thèse de l'Université de Paris I. 2 vol., 786 p., 212 fig.

LEROYER Ch. et Aoustin D., 2010 - *Evolution du paysage végétal en forêt de Dourdan (91) de l'Antiquité à la fin du Moyen-Age d'après l'analyse pollinique de deux mares tourbeuses*. Rapport d'analyse, 26 p.

PLAISANCE G., 1959. – *Les formations végétales et paysages ruraux. Lexique et guide bibliographique*. Paris, Gauthier-Villars, 415 p., ill.

RAMEAU J.-C., MANSION D., DUME G., 1989. – *Flore forestière française : guide écologique illustré*. T. 1 : Plaines et collines. Paris, Institut pour le développement forestier, 1785 p.

REILLE M., 1990. – *Leçons de Palynologie et d'analyse pollinique*. Paris, C.N.R.S., 206 p.

RICHARD H., 1995. – Analyse de l'anthropisation du milieu à partir de quelques exemples de variations de pollens d'arbres et d'arbustes. In : *L'Homme et la dégradation de l'environnement : actes des XV^e Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 20-22 octobre 1994*. Juan-les-Pins, APDCA, p. 143-159, 5 fig.

THIRY M. et LIRON M.-N., 2005. – *Datation des sédiments des mares tourbeuses du Massif de Fontainebleau : 1 – Prospection et prélèvements*. Rapport d'analyses, 18 p.

THIRY M. et LIRON M.-N., 2007. – *Datation des sédiments des mares tourbeuses du Massif de Fontainebleau : 2 – Résultats et interprétations*. Rapport d'analyses, 19 p.

identification de l'échantillon			références laboratoires		Pré- traitements	fraction moderne	±	D ¹⁴ C (‰)	±	¹⁴ C age (BP)	±
mare	prof.	mat. traité	Univ. California	Univ. Laval							
Belle-Croix											
BEL-C1.1	9-10 cm	tourbe	UCIAMS-70728	ULA-1401	HCl-NaOH-HCl	0.9768	0.0020	-23.2	2.0	190	20
BEL-C1.1	39-40	tourbe	UCIAMS-70729	ULA-1402	HCl-NaOH-HCl	1.0053	0.0019	5.3	1.9	MODERNE	
BEL-C1.2	60-61	tourbe	UCIAMS-70730	ULA-1403	HCl-NaOH-HCl	0.9114	0.0018	-88.6	1.8	745	20
BEL-C1.2	68-69	limon tourbeux	UCIAMS-70731	ULA-1408	HCl-NaOH-HCl	0.7670	0.0015	-233.0	1.5	2130	20
BEL-C1.2	99-100	limon organo.	UCIAMS-70732	ULA-1409	HCl-NaOH-HCl	0.3248	0.0010	-675.2	1.0	9035	25
BEL-C1.2	108-109	limon organo.	UCIAMS-70733	ULA-1410	HCl-NaOH-HCl	0.4745	0.0010	-525.5	1.0	5990	20
BEL-C1.3	126-127	bois	UCIAMS-70734	ULA-1411	HCl-NaOH-HCl	0.3062	0.0009	-693.8	0.9	9505	25
BEL-C1.3	130-131	bois	UCIAMS-70735	ULA-1412	HCl-NaOH-HCl	0.2994	0.0008	-700.6	0.8	9690	25
BEL-C1.4	150-151	sable	UCIAMS-71004	ULA-1451	aucun	0.3707	0.001	-629.3	1	7970	25
BEL-C1.4	155-156	sable	UCIAMS-72055	ULA-1468	aucun	0.3477	0.0009	-652.3	0.9	8485	25
Franchard											
FRA-C2.1	10-11 cm	tourbe	UCIAMS-70723	ULA-1396	HCl-NaOH-HCl	0.9715	0.0020	-28.5	2.0	230	20
FRA-C2.1	28-29	limon orga.	UCIAMS-70724	ULA-1397	HCl-NaOH-HCl	0.9216	0.0018	-78.4	1.8	655	20
FRA-C2.1	40-41	limon orga.	UCIAMS-70725	ULA-1398	HCl-NaOH-HCl	0.8877	0.0017	-112.3	1.7	955	20
FRA-C2.2	92-93	sable	UCIAMS-71007	ULA-1454	aucun	0.67	0.0013	-330	1.3	3215	20
Coulevreux											
COU-C3.1	12-13 cm	tourbe	UCIAMS-70726	ULA-1399	HCl-NaOH-HCl	1.1482	0.0022	148.2	2.2	MODERNE	
COU-C3.1	29-30	tourbe	UCIAMS-70727	ULA-1400	HCl-NaOH-HCl	0.9848	0.0020	-15.2	2.0	125	20
COU-C3.1	51-52	limon sableux	UCIAMS-71006	ULA-1453	aucun	0.7734	0.0016	-226.6	1.6	2065	20
COU-C3.2	69-70	sable limoneux	UCIAMS-72054	ULA-1465	aucun	0.6268	0.0014	-373.2	1.4	3755	20
COU-C3.2	87-88	sable limoneux	UCIAMS-72053	ULA-1464	aucun	0.6735	0.0015	-326.5	1.5	3175	20
COU-C3.2	103-104	sable	UCIAMS-71005	ULA-1452	HCl	0.8089	0.0015	-191.1	1.5	1705	20
COU-C3.3	118-119	sable limoneux	UCIAMS-72052	ULA-1463	aucun	0.609	0.0012	-391	1.2	3985	20
COU-C3.3	124-125	sable limoneux	UCIAMS-72051	ULA-1462	aucun	0.6092	0.0014	-390.8	1.4	3980	20
COU-C3.3	128-129	sable orga.	UCIAMS-71009	ULA-1457	aucun	0.6025	0.0013	-397.5	1.3	4070	20
COU-C3.3	138-139	sable orga.	UCIAMS-71008	ULA-1456	aucun	0.6115	0.0012	-388.5	1.2	3950	20
Mare aux Jongs											
MAJ-C4	17-18	tourbe	UCIAMS-70722	ULA-1395	HCl-NaOH-HCl	0.9866	0.0020	-13.4	2.0	110	20
MAJ-C4	38,5-39,5	sable orga.	UCIAMS-72075	ULA-1467	aucun	0.9013	0.0015	-98.7	1.5	835	15
MAJ-C4	49-50	sable orga.	UCIAMS-72064	ULA-1466	aucun	0.7984	0.0014	-201.6	1.4	1810	15

Tabl.1 = Liste des datations obtenues dans les quatre mares de Fontainebleau (les datations surlignées présentent des «inversions» stratigraphiques).

Echantillon (carotte et prof. en cm)	Sédiment	Nombre de pollens et de spores comptés (indét. inclus)	Nombre de pollens comptés (indét. exclus)	Etat de conservation	Diversité	Remarques	Palynofaciès
C1.1 8-9	tourbe	766	754	très bon	54		D.V, H.C, Mc., T.s
C1.1 40-41	tourbe	740	719	bon	51		D.V, H.C, D.O, Mc., Sp.
C1.2 63-64	tourbe	749	689	moyen à mauvais	49		D.V, Mc.
C1.2 67-68	limon tourbeux	713	620	mauvais à moyen	52		D.V, Mc., M.O.A
C1.2 98-99	limon organo.	703	694	très bon	31		D.V, D.O, M.O.A, B.G
C1.2 107-108	limon organo.	582	559	bon	36		D.V, H.C, D.O, M.O.A, B.G
C1.3 124-125	limon orga.	622	601	bon	37		D.V, H.C, D.O, M.O.A, B.G
C1.3 131-132	sable					substérile : <i>Pinus, Betula, Poaceae, Asteraceae, Artemisia, Apiaceae</i>	D.V, D.O, B.G
C1.4 149-150	sable					substérile : <i>Juniperus, Poaceae, Campanulaceae, Sphagnum</i>	
C1.4 154-155	sable					stérile	

D.O	débris opaques	M.O.A	matière organique amorphe
D.V	débris végétaux	Sp.	sporange
H.C	hyphes de champignon	T.s	spore de <i>Tilletia sphagni</i>
Mc.	microcharbons	B.G	bois de Gymnospermes

Tabl. 2 = Données sur la sédimentation pollinique des échantillons de la Mare australe de Belle-Croix (C 1) à Fontainebleau.

Echantillon (carotte et prof. en cm)	Sédiment	Nombre de pollens et de spores comptés (indét. inclus)	Nombre de pollens comptés (indét. exclus)	Etat de conservation	Diversité	Remarques	Palynofaciès
C2.1 11-12	tourbe	585	545	bon	61		D.V, Mc., T.s
C2.1 27-28	limon orga.	872	760	moyen à mauvais	47		D.V, M.O.A, D.O, Mc., T.s
C2.1 39-40	limon orga.	792	704	moyen à mauvais	48		D.V, Mc., T.s
C2.2 72-73	sable			moyenne à mauvaise		substérile : <i>Tilia</i> majoritaire; <i>Cichorioideae, Poaceae, Cyperaceae, Calluna, Corylus, Pinus</i>	
C2.2 93-95	sable					stérile	

D.O	débris opaques	M.O.A	matière organique amorphe
D.V	débris végétaux	Sp.	sporange
H.C	hyphes de champignon	T.s	spore de <i>Tilletia sphagni</i>
Mc.	microcharbons		

Tabl. 3 = Données sur la sédimentation pollinique des échantillons de Franchard « La Mare en Croissant » (C2) à Fontainebleau.

Echantillon (carotte et prof. en cm)	Sédiment	Nombre de pollens et de spores comptés (indét. inclus)	Nombre de pollens comptés (indét. exclus)	Etat de conservation	Diversité	Remarques	Palynofaciès
C3.1 11-12	tourbe	1026	1010	très bon	41		D.V, H.C, D.O, Mc., Sp.
C3.1 28-29	tourbe	895	846	très bon	50		D.V, D.O, Mc.
C3.1 50-51	limon orga.	716	673	bon	65		D.V, Mc.
C3.2 63-65	sable tourbeux	743	698	bon	64		Mc.
C3.2 70-71	sable limoneux					stérile	
C3.2 88-89	sable limoneux					stérile	
C3.2 104-105.5	sable orga.	665	606	moyen	59		D.V, Mc.
C3.3 119-120	sable limoneux					substérile : <i>Alnus, Betula, Poaceae, Cyperaceae, Sphagnum</i>	
C3.3 123-124	sable limoneux					substérile : <i>Melampyrum</i>	
C3.3 127-128	sable orga.					substérile : <i>Quercus, Pinus, Sphagnum</i>	
C3.3 129-130	sable orga.					stérile	
C3.3 137-138	sable orga.					stérile	
C3.3 140-141	sable					substérile : <i>Alnus, Plantago, Castanea</i>	

D.O	débris opaques	M.O.A	matière organique amorphe
D.V	débris végétaux	Sp.	sporange
H.C	hyphes de champignon	T.s	spore de <i>Tilletia sphagni</i>
Mc.	microcharbons		

Tabl. 4 = Données sur la sédimentation pollinique des échantillons de Coulevreux « La mare Bouledogue »(C3) à Fontainebleau.

Echantillon (carotte et prof. en cm)	Sédiment	Nombre de pollens et de spores comptés (indét. inclus)	Nombre de pollens comptés (indét. exclus)	Etat de conservation	Diversité	Palynofaciès
C4 16-17	tourbe	605	542	moyen	43	D.V, Mc.
C4 37-38	sable orga.	814	599	moyen à mauvais	65	D.V, D.O, Mc.
C4 48-49	sable orga.	762	595	moyen à mauvais	53	D.V, D.O, Mc., T.s

D.O	débris opaques	M.O.A	matière organique amorphe
D.V	débris végétaux	Sp.	sporange
H.C	hyphes de champignon	T.s	spore de <i>Tilletia sphagni</i>
Mc.	microcharbons		

Tabl. 5 = Données sur la sédimentation pollinique des échantillons de La Mare aux Joncs (C4) à Fontainebleau.

Radiocarbone				Palynologie				
identification de l'échantillon			ref. labo.	¹⁴ C age (BP)	±	PAZ	assemblage pollinique	prof. (cm)
COU-C3.1	12-13 cm	tourbe	ULA-1399	MODERNE		X	<i>Pinus>Betula-Calluna-Quercus</i>	C3.1 11-12
MAJ-C4	17-18	tourbe	ULA-1395	110	20	X	<i>Pinus>Betula-Calluna-Quercus</i>	C4 16-17
COU-C3.1	29-30	tourbe	ULA-1400	125	20	X	<i>Pinus>Betula-Calluna-Quercus</i>	C3.1 28-29
BEL-C1.1	9-10 cm	tourbe	ULA-1401	190	20	X	<i>Betula>Calluna-Quercus-Pinus (Sphagnum)</i>	C1.1 8-9
BEL-C1.1	39-40	tourbe	ULA-1402	MODERNE		X	<i>Betula>Calluna-Quercus-Pinus (Sphagnum)</i>	C1.1 40-41
FRA-C2.1	10-11 cm	tourbe	ULA-1396	230	20	X	<i>Betula>Calluna-Quercus-Pinus (Sphagnum)</i>	C2.1 11-12
FRA-C2.1	28-29	limon orga.	ULA-1397	655	20	X	<i>Quercus-Corylus-Calluna>Betula>Alnus-Fagus</i>	C2.1 27-28
BEL-C1.2	60-61	tourbe	ULA-1403	745	20	X	<i>Quercus-Corylus-Calluna>Betula>Alnus-Fagus</i>	C1.2 63-64
MAJ-C4	38,5-39,5	sable orga.	ULA-1467	835	15	X	<i>Quercus-Corylus-Calluna>Betula>Alnus-Fagus</i>	C4 37-38
FRA-C2.1	40-41	limon orga.	ULA-1398	955	20	X	<i>Quercus-Corylus-Calluna>Betula>Alnus-Fagus</i>	C2.1 39-40
MAJ-C4	49-50	sable orga.	ULA-1466	1810	15	X	<i>Quercus-Calluna>Betula>Corylus-Fagus</i>	C4 48-49
COU-C3.2	103-104	sable	ULA-1452	1705	20	IX / X	<i>Quercus-Calluna>Betula>Corylus-Fagus</i>	C3.2 104-105.5
COU-C3.1	51-52	limon sableux	ULA-1453	2065	20	X	<i>Quercus-Calluna>Betula>Corylus-Fagus</i>	C3.1 50-51
BEL-C1.2	68-69	limon tourbeux	ULA-1408	2130	20	X	<i>Corylus>Quercus>Pinus-Calluna>Betula>Fagus</i>	C1.2 67-68
COU-C3.2	87-88	sable limoneux	ULA-1464	3175	20		stérile	C3.2 88-89
FRA-C2.2	92-93	sable	ULA-1454	3215	20		stérile	C2.2 93-95
COU-C3.2	69-70	sable limoneux	ULA-1465	3755	20		stérile	C3.2 70-71
COU-C3.3	138-139	sable orga.	ULA-1456	3950	20		stérile	C3.3 137-138
COU-C3.3	124-125	sable limoneux	ULA-1462	3980	20		stérile	C3.3 123-124
COU-C3.3	118-119	sable limoneux	ULA-1463	3985	20		stérile	C3.3 119-120
COU-C3.3	128-129	sable orga.	ULA-1457	4070	20		stérile	C3.3 129-130
BEL-C1.2	108-109	limon organo.	ULA-1410	5990	20	IVa	<i>Pinus>Betula>Salix>Calluna>Juniperus</i>	C1.2 107-108
BEL-C1.4	150-151	sable	ULA-1451	7970	25		stérile	C1.4 149-150
BEL-C1.4	155-156	sable	ULA-1468	8485	25		stérile	C1.4 154-155
BEL-C1.2	99-100	limon organo.	ULA-1409	9035	25	IVa	<i>Pinus>Betula>Salix>Calluna>Juniperus</i>	C1.2 98-99
BEL-C1.3	126-127	bois	ULA-1411	9505	25	IVa	<i>Pinus>Betula>Salix>Calluna>Juniperus</i>	C1.3 124-125
BEL-C1.3	130-131	bois	ULA-1412	9690	25		stérile	C1.3 131-132

Tabl. 6 = Corrélation des données ¹⁴C et palynologiques des quatre mares de Fontainebleau (les datations surlignées sont à rejeter).

Figure 1 : Fontainebleau, tourbière de Belle-Croix " Mare australe " (C1)

(spore et indéterminé exclu de la somme de base)

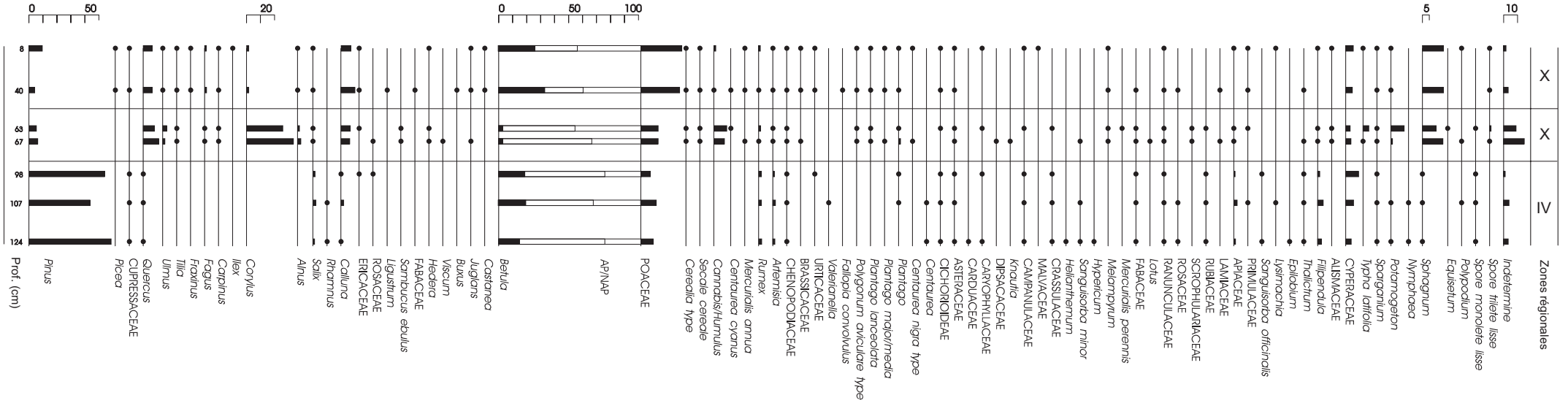


Figure 2 : Fontainebleau, tourbière de Franchard " Mare en Croissant " (C2)

(spore et indéterminé exclu de la somme de base)

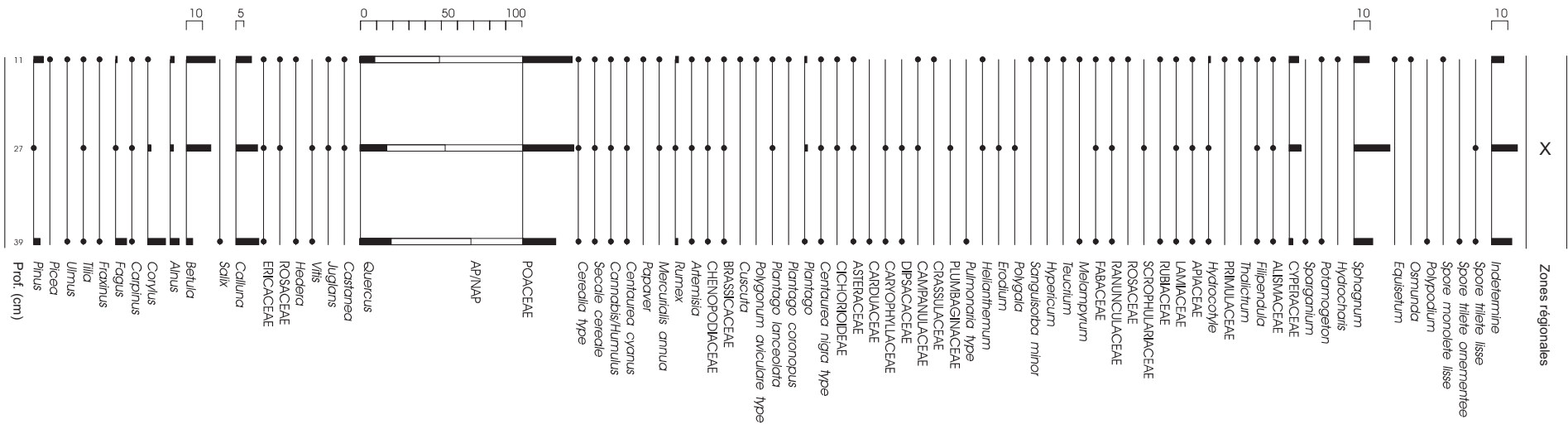


Figure 3 : Fontainebleau, tourbière de Coulevreux " Mare Bouledogue " (C3)

(spore et indéterminé exclu de la somme de base)

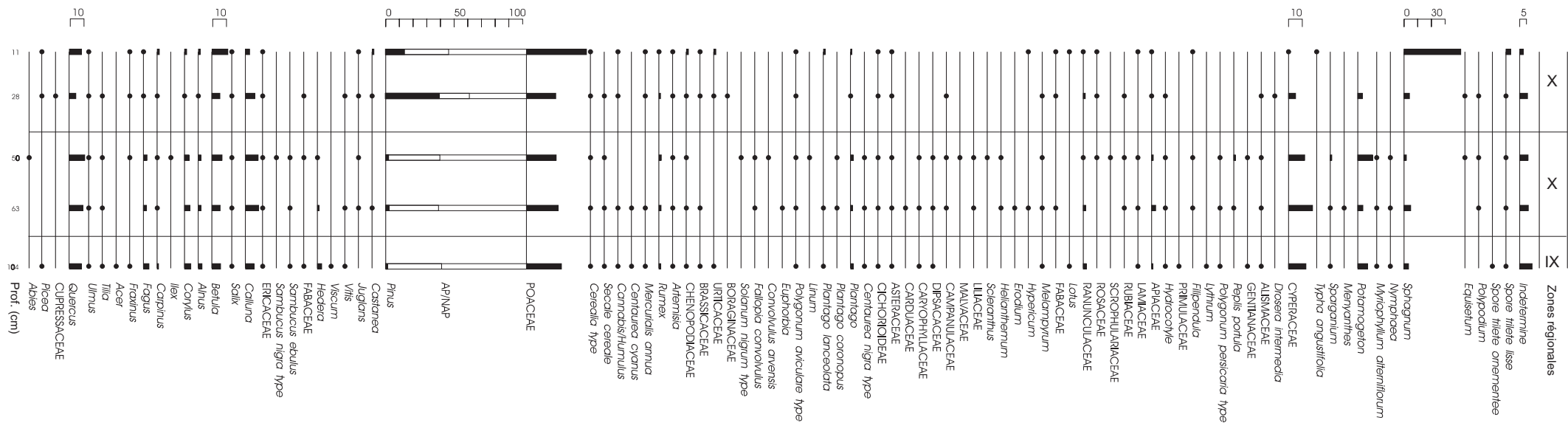


Figure 4 : Fontainebleau, tourbière de la Mare aux Joncs (C4)

(spore et indéterminé exclu de la somme de base)

