

II

LES SOURCES

Les données bioarchéologiques

La palynologie

Lionel Visset

Université de Nantes, Laboratoire d'Écologie et des Paléoenvironnements atlantiques
2011

Depuis plus de dix ans, à la faveur des programmes CNRS " Environnement, Vie et Sociétés " (PEVS), puis " Zone Atelier Loire " (ZAL) (dir. J. Burnouf), du Projet Collectif de Recherche (PCR) " Géoarchéologie de la Loire moyenne et de ses marges (dir. N. Carcaud), de l'Action Concertée Incitative (ACI) " Dynamique des paysages et des sociétés préindustrielles " (dir. A. Ferdière et É. Zadora-Rio), et du programme INSU-ECLIPSE " Impact anthropique sur l'érosion des sols et la sédimentation dans les zones humides associées durant l'Holocène " (dir. J.-G. Bréhéret et J.-J. Macaire), nous avons été amenés à réaliser des sondages en paléochenaux ou paléovallées, dans lesquels des millions de grains de pollen, issus de la végétation environnante, véritables archives polliniques, se sont déposés et fossilisés au cours des temps, en contemporanéité avec les comblements anoxiques de vase et de tourbe, le pollen étant un élément très résistant à la plupart des agents chimiques, sauf à l'oxygène.

Les techniques de prélèvements et d'analyse

Afin de réaliser une étude paléoenvironnementale par la palynologie, il faut donc prélever l'ensemble de la séquence sédimentaire, reposant sur le socle géologique. Cette colonne stratigraphique (la carotte) est ensuite découpée en niveaux, en général de 5 cm (la maille), chacun étant référencé avec précision. La maille peut parfois être réduite à 1 ou 2 cm, lorsque des changements de sédimentation sont mis en évidence. L'extraction des grains de pollen et leur coloration demandent la mise en œuvre de différentes techniques physico-chimiques selon les sédiments (tourbe, argiles, vases...). Les culots de centrifugation obtenus à la fin des opérations sont alors montés dans la glycérine, entre lame et lamelle, afin de faire tourner les grains de pollen pour les observer au microscope

optique (x 500 et x 1000) sous différentes vues et les déterminer. En effet, l'un des principes de l'analyse pollinique repose sur la spécificité du grain de pollen dont les caractéristiques morphologiques permettent d'identifier la plante émettrice : les principaux critères envisagés sont la taille (comprise entre 5 µm et 120 µm), la forme générale (ovale, rond, sub-triangulaire.) le nombre et le type d'ouvertures et enfin l'ornementation. En général, la détermination s'arrête à la famille (par exemple les graminées, avec toutefois la distinction entre graminées sauvages et graminées cultivées (les céréales) ; parfois, elle atteint le genre (comme pour *Quercus*, le chêne ou *Juglans*, le noyer) et dans le meilleur des cas l'espèce (*Centaurea cyanus*, le bleuet, *Quercus ilex*, le chêne vert). Après avoir comptabilisé un minimum de 300 grains de pollen par niveau, nombre permettant d'aboutir à une bonne représentation statistique de l'ensemble de la pluie pollinique, les pourcentages relatifs des taxons identifiés (les spectres polliniques) sont ensuite calculés afin de construire le diagramme pollinique, langage codé et véritable outil de l'analyse palynologique, le postulat étant que les spectres polliniques représentent fidèlement la pluie pollinique de la végétation qui environnait le site au moment du dépôt du sédiment étudié.

La datation des séquences polliniques

Les datations en âge absolu, par dosage du radiocarbone (¹⁴C), sont effectuées, par des laboratoires de physique nucléaire spécialisés, en des points remarquables sur des sédiments organiques (tourbe, vase, bois). Ces datages correspondent aux âges conventionnels, exprimés en BP (Before Present ou avant le Présent), arbitrairement fixé à 1950 ; ils sont toujours accompagnés d'un intervalle d'erreur (l'écart-type sigma) exprimé à 66 % de probabilité. Du fait de la

variabilité de la teneur en ^{14}C de l'atmosphère au cours des temps, les âges conventionnels sont corrigés par calibration à l'aide du logiciel " *Radio Calibration Programm* " du *Quaternary Isotope Laboratory* de l'Université de Washington (STUIVER *et al.* 1998), avec un écart-type de 2 sigmas, permettant l'obtention d'un intervalle entre deux dates entre lesquelles la " date réelle " se situe avec 95 % de chance. Ces " dates réelles " sont exprimées en cal. BP, puis en cal. BC (*Before Christus* ou avant J.-C.) ou en cal. AD (*Anno Domini* ou après J.-C.) (document 5).

Les dates calibrées en BC ou AD permettent, à partir de la synthèse de nombreux travaux effectués dans l'ouest de la France, d'envisager une chronologie des périodes préhistoriques et historiques (voir document 4), document indispensable pour appréhender les modifications des rapports que l'homme entretient avec son milieu depuis le Néolithique (déforestation, céréaliculture, pratiques agro-sylvo-pastorales). D'un élément passif subissant les facteurs environnementaux, il devient un élément actif intervenant dans la dynamique d'évolution du paysage végétal, dont il est l'une des principales composantes.

La reconstitution de l'évolution du paléoenvironnement

Les diagrammes polliniques sont découpés verticalement en zones polliniques locales (les biozones ou Zones d'Assemblage Pollinique : ZAP), qui sont établies en fonction de la variation du pourcentage d'au moins deux taxons locaux (CUSHING 1963), différents de ceux situés immédiatement au-dessous et au-dessus. Les zones polliniques adjacentes sont ensuite regroupées en fonction de la variation significative des taxons dominants et forment ainsi des phases écologiques permettant d'appréhender les formations végétales majeures, livrant une image globale du paysage environnant. Les chronozones (MANGERUD *et al.* 1974), correspondant à une chronologie absolue, valable à une échelle régionale,

sont définies à partir d'une ou de plusieurs phases écologiques et calées chronologiquement grâce à des datations par le radiocarbone réalisées sur de très nombreux sites. Les chronozones sont donc définies à la fois par des dates, par une emprise géographique, et par leurs caractéristiques écologiques (steppes, chênaie diversifiée, hêtraie...). Elles permettent de situer les séquences analysées en Touraine par rapport aux grandes périodes climatiques des 15 000 dernières années du Quaternaire récent, avec le Tardiglaciaire (Dryas ancien, Bølling, Allerød, Dryas récent) et l'Holocène (Préboréal, Boréal, Atlantique, Subboréal, Subatlantique) (voir document 1, document 2, document 3).

Bien que les séquences paléoenvironnementales présentent, en fonction de la position des sites, quelques hiatus, dus aux variations de la dynamique de la Loire (incision, érosion), les analyses polliniques de douze carottages permettent toujours de retrouver une phase manquante et donc de tenter une reconstitution de l'évolution des paysages végétaux en Touraine, depuis le Tardiglaciaire jusqu'aux époques subactuelles, voire actuelles. Pour passer d'une liste de grains de pollen, exprimés en valeurs relatives (pourcentages), à une reconstitution de la végétation en un lieu à une époque donnée, de nombreux paramètres sont à prendre en compte. La production et la dispersion du pollen étant très variable d'une espèce à l'autre, une des difficultés majeures est de déterminer si l'image pollinique reflète la végétation locale, ou plus lointaine (HEIM 1970). La précision de l'analyse est d'autant plus fine que les prélèvements sont rapprochés.

Les sites retenus sont ceux de la vallée de la Choisille, affluent de la rive droite de la Loire à Saint-Cyr-sur-Loire (Charcenay, Riabelais, Bois-Jésus), à Cérelles (La Grande Brousse), à Nouzilly (Les Naudières), du Val de Loire à Tours (Lycée Descartes), à Cinq-Mars-la-Pile (La Canche et Le Mouton), à Vallères (Les Caves d'Amont), à Langeais (Les Tronchées), de la vallée de la Vienne à Parçay (Le Pont, Les Fours) (carte 1).

Bibliographie

ANTOINE *et al.* 2000

Antoine P., Fagnart N., Limondin-Lozouet N., Munaut A.V. - Le Tardiglaciaire du bassin de la Somme : éléments de synthèse et nouvelles données, *Quaternaire*, 11 (2) : 85-98.

BURNOUF *et al.* 2003b

Burnouf J., Carcaud N., Cubizolle H., Garcin M., Trément F., Visset L. - Interactions sociétés-milieux dans le bassin versant de la Loire depuis le Tardiglaciaire jusqu'à la période industrielle, *in* : Muxart T., Vivien F.-D., Villalba B., Burnouf J. (dir.) - *Des milieux et des Hommes : fragments d'histoires croisées*, Elsevier, Paris : 65-77.

BURNOUF *et al.* 2003a

Burnouf J., Muxart T., Villalba B., Vivien F.-D. - Le passé à de l'avenir : premier bilan de l'appel d'offre " Histoire des interactions sociétés-milieux " et perspectives de recherche, *in* : Muxart T., Vivien F.-D., Villalba B., Burnouf J. (dir.) - *Des milieux et des Hommes : fragments d'histoires croisées*, Elsevier, Paris : 15-28.

CARCAUD *et al.* 2002

Carcaud M., Garcin M., Visset L., Musch J., Burnouf J. - Nouvelle lecture de l'évolution des paysages fluviaux à l'Holocène dans le bassin de la Loire moyenne, *in* : Bravard J.-P., Magny M. (dir.) - *Les fleuves ont une histoire. Paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15 000 ans*, Errance, Paris : 71-84.

CARCAUD 2004

Carcaud N. - *D'espace et de temps : un itinéraire de recherche et d'enseignement sur les anthroposystèmes fluviaux*, Vol. 2, HDR, Angers.

CARCAUD, CYPRIEN, VISET 2003

Carcaud N., Cyprien A.-L., Visset L. - Chronologie du développement des vallées et des occupations humaines dans le bassin versant central de la Loire depuis le Paléolithique moyen, *in* : Petit J.-G. et Sanguin A.-L. (dir.) - *Les fleuves de France atlantique, identités, espaces, représentations*, mémoires, L'Harmattan, Paris : 23-40.

CASTANET 2008

Castanet C. - *La Loire en val d'Orléans. Dynamiques fluviales et socio-environnementales durant les derniers 30 000 ans : de l'hydrosystème à l'anthroposystème*, Thèse de doctorat, Paris.

CORILLION 1982

Corillion R. - *Flore et végétation de la vallée de la Loire*

(*cours occidental : de l'Orléanais à l'estuaire*, Jouve, Paris.

CUSHING 1963

Cushing E.J. - *Late Wisconsin pollen stratigraphy in East Central Minnesota*, PH.D. Thesis, Université Minnesota.

GARCIN, FARJANEL, GIOT 2001

Garcin M., Farjanel G., Giot D. - Éléments radiochronologiques et palynologiques sur les alluvions du lit majeur de la Loire (Val d'Avaray, Loir-et-Cher, France), *Quaternaire*, 12 (1-2) : 69-88.

HEIM 1970

Heim J. - *Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale*, Thèse de Doctorat, Université de Louvain.

MAILLARD 1992

Maillard B. - *Les campagnes de Touraine au XVIII^e siècle. Étude d'histoire économique et sociale*, 5 vol., Thèse d'État, Université de Rennes.

MANGERUD *et al.* 1974

Mangerud J., Andersen S.T., Berglund B.E., Donner J.J. - Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification, *Boreas*, 3 : 109-128.

PASTRE *et al.* 2003b

Pastre J.-F., Leroyer C., Limondin-Lozouet N., Antoine P., Gauthier A., Orth P. - Quinze mille ans d'environnement dans le bassin parisien (France) : mémoires sédimentaires des fonds de vallée, *in* : Muxart T., Vivien F.-D., Villalba B., Burnouf J. (dir.) - *Des milieux et des Hommes : fragments d'histoires croisées*, Elsevier, Paris : 29-41.

PASTRE *et al.* 2000

Pastre J.-F., Leroyer C., Limondin-Lozouet N., Chausse C., Fontugne M., Gebhardt A., Hatte C., Krier V. - Le Tardiglaciaire des fonds de vallée du Bassin Parisien (France), *Quaternaire*, 11 (2) : 107-122.

PASTRE *et al.* 2002

Pastre J.-F., Leroyer C., Limondin-Lozouet N., Orth P., Chausse C., Fontugne M., Gauthier A., Kunesch S., Le Jeune Y., Saad M.C. - Variations paléoenvironnementales et paléohydrologiques durant les 15 derniers millénaires : les réponses morphosédimentaires des vallées du Bassin Parisien (France), *in* : Bravard J.-P. et Magny M. (dir.) - *Les fleuves ont une histoire. Paléoenvironnement des rivières et des lacs français depuis 15 000 ans*, Errance, Paris : 29-44.

PASTRE *et al.* 2003a

Pastre J.-F., Limondin-Lozouet N., Leroyer C., Ponel P., Fontugne M. - River system evolution and environmental changes during the Lateglacial in the Paris Basin (France), *Quaternary Science Reviews*, 22 : 2177-2188.

STUIVER *et al.* 1998

Stuiver M., Reimer P.J., Bard E., Plicht J., Spurk M. - Radiocarbon calibration, *Radiocarbon*, 40 : 1041-1083.

VAN HUISSTEDEN, VAN DER VALK, VANDENBERGHE 1986

Van Huissteden J., Van Der Valk L., Vandenberghe J. - Geomorphological evolution of a lowland valley system during the Weichselian, *in* : *Earth Surface Processes and Landforms*, II : 207-216.

VANDENBERGHE 2003

Vandenberghe J. - Climate forcing of fluvial system development: an evolution of ideas, *Quaternary Science Reviews*, 22 (20) : 2053-2063.

VISSET 1980

Visset L. - Étude palynologique de l'abri sous-roche de Roc-en-Pail en Chalonnes-sur-Loire (Maine et Loire), *in* : *Société d'Études scientifiques en Anjou*, Mémoires, 4 : 87-117.

VISSET 2014a [2011]

Visset L. - Le paléoenvironnement au Tardiglaciaire d'après les données palynologiques, *in* : Zadora-Rio É. (dir.) - *Atlas Archéologique de Touraine*, Supplément à la *Revue Archéologique du Centre de la France*, FERACF, Tours, 2014, <http://a2t.univ-tours.fr/notice.php?id=164>, 2011.

VISSET 2014b [2011]

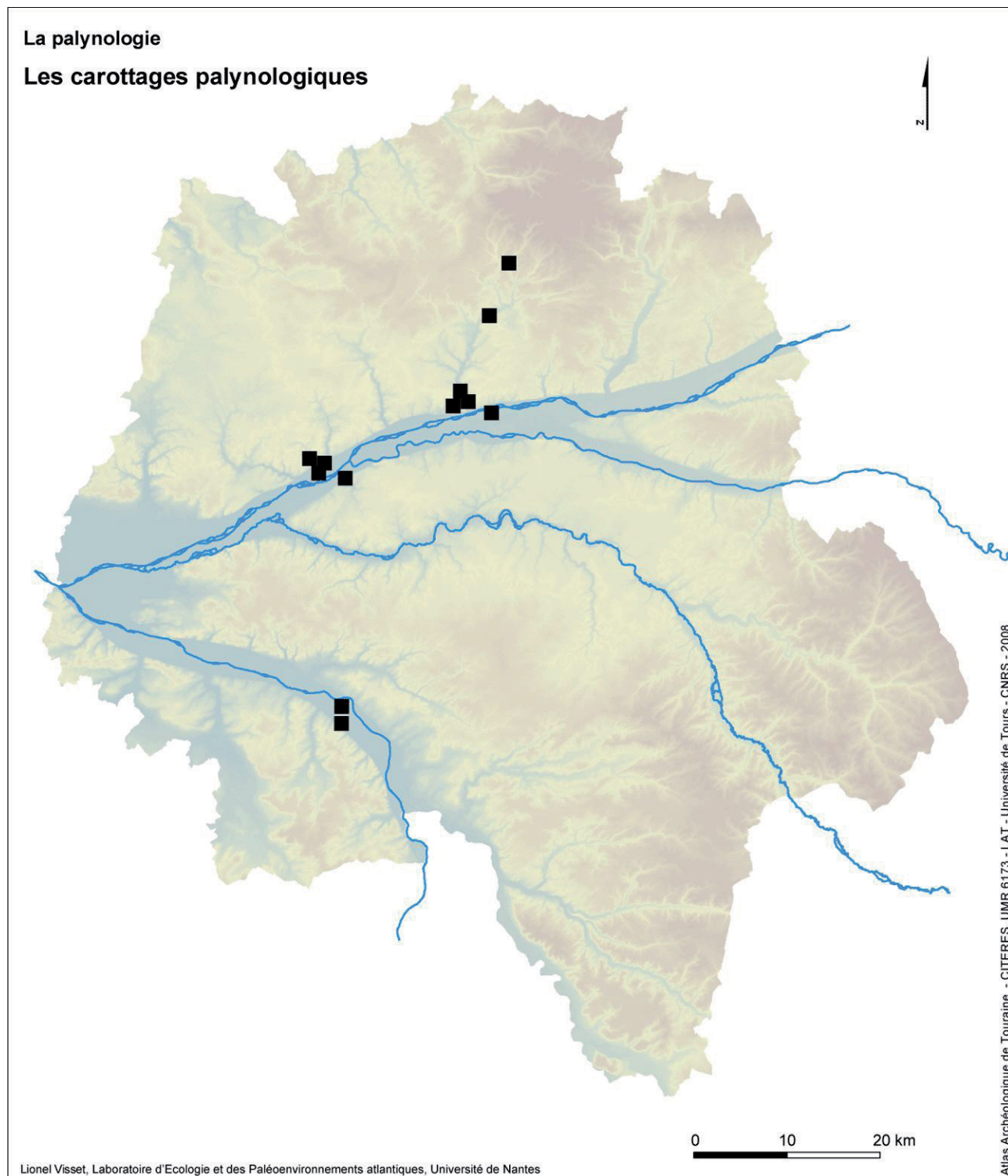
Visset L. - Le paléoenvironnement au cours de l'Holocène d'après les données palynologiques, *in* : Zadora-Rio É. (dir.) - *Atlas Archéologique de Touraine*, Supplément à la *Revue Archéologique du Centre de la France*, FERACF, Tours, 2014, <http://a2t.univ-tours.fr/notice.php?id=163>, 2011.

VISSET, CYPRIEN, CARCAUD 2007

Visset L., Cyprien A.-L., Carcaud N. - Essai sur la végétation tardiglaciaire dans le bassin de la Loire moyenne et de ses marges, *Revue archéologique du Loiret et de l'axe ligérien*, 32 : 149-161.

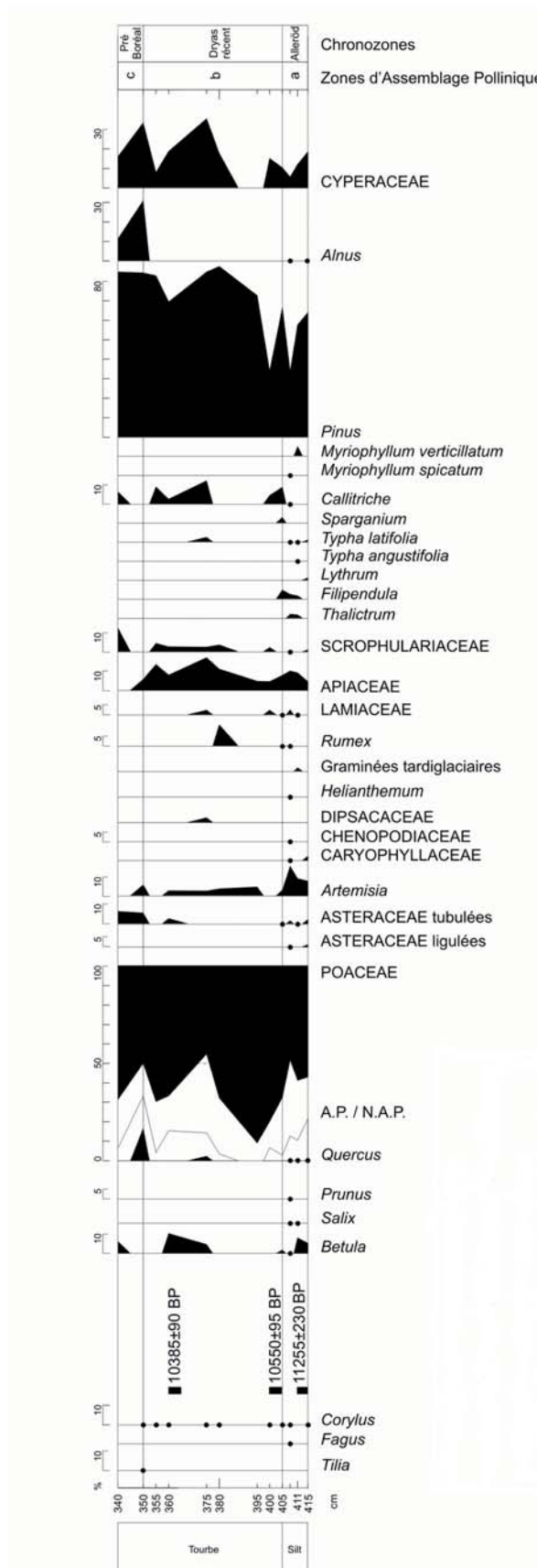
VISSET *et al.* 2005

Visset L., Cyprien A.-L., Carcaud N., Bernard J., Ouguerram A. - Paysage végétal dans le bassin de la Loire moyenne du Tardiglaciaire à l'actuel, *Journal de la Société botanique de France*, 29 : 41-51.



Carte 1. La palynologie étudie les grains de pollen déposés et fossilisés au cours du temps dans les sédiments accumulés dans les paléochenaux ou paléovallées pour reconstituer l'évolution des paysages végétaux depuis le Tardiglaciaire jusqu'à l'époque sub-actuelle. Cette carte représente les lieux de prélèvement des carottes de sédiments qui ont été soumises à l'analyse palynologique. Pour passer d'une liste de grains de pollen, exprimés en valeurs relatives (pourcentages), à une reconstitution de la végétation en un lieu à une époque donnée, de nombreux paramètres sont à prendre en compte. La production et la dispersion du pollen étant très variable d'une espèce à l'autre, une des difficultés majeures est de déterminer si l'image pollinique reflète la végétation locale, ou plus lointaine. La précision de l'analyse est d'autant plus fine que les prélèvements sont rapprochés.

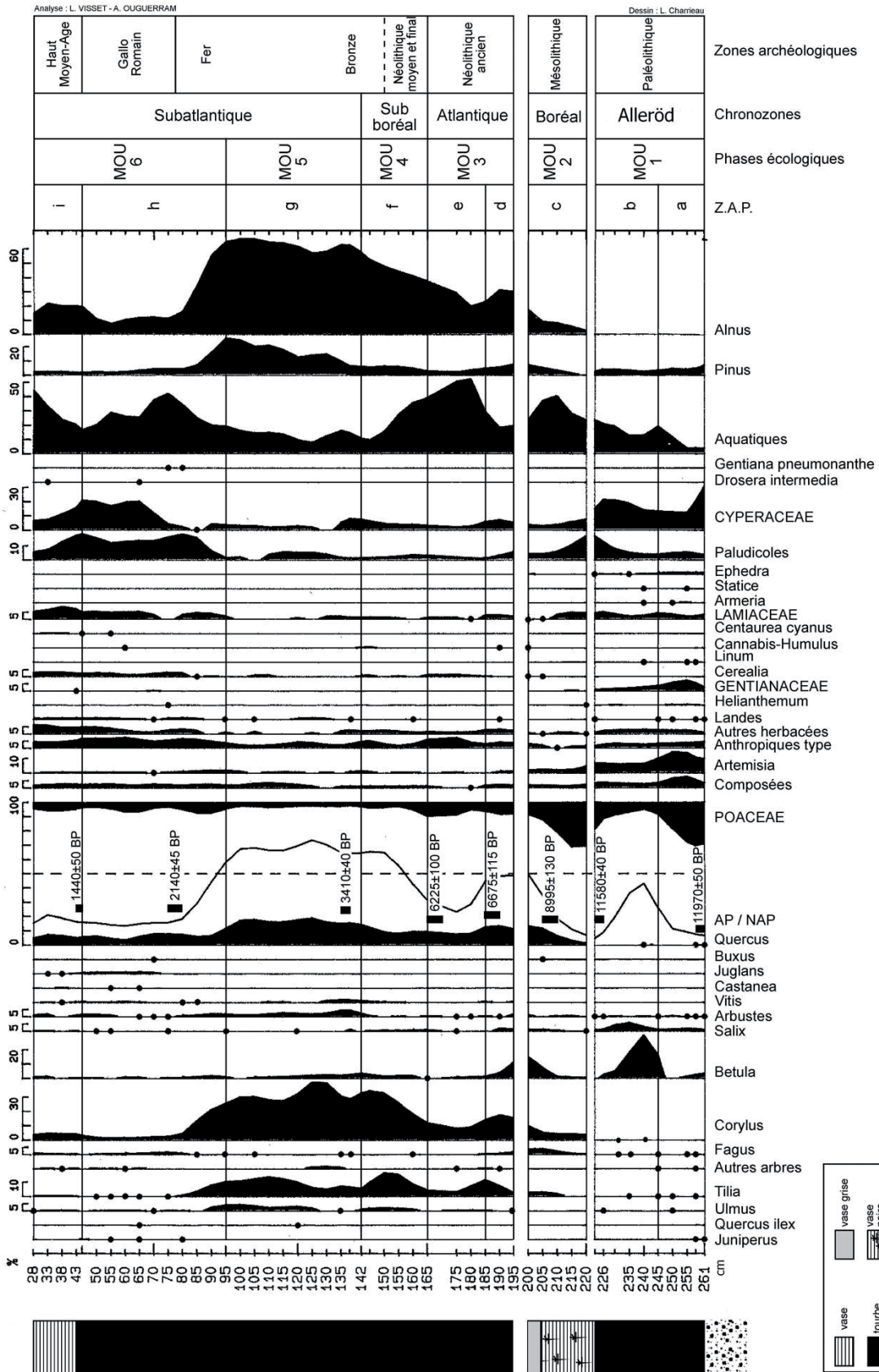
Diagramme pollinique du site « des Fours » à Parçay au Tardiglaciaire



Document 1. Diagramme pollinique du site " des Fours " à Parçay au Tardiglaciaire

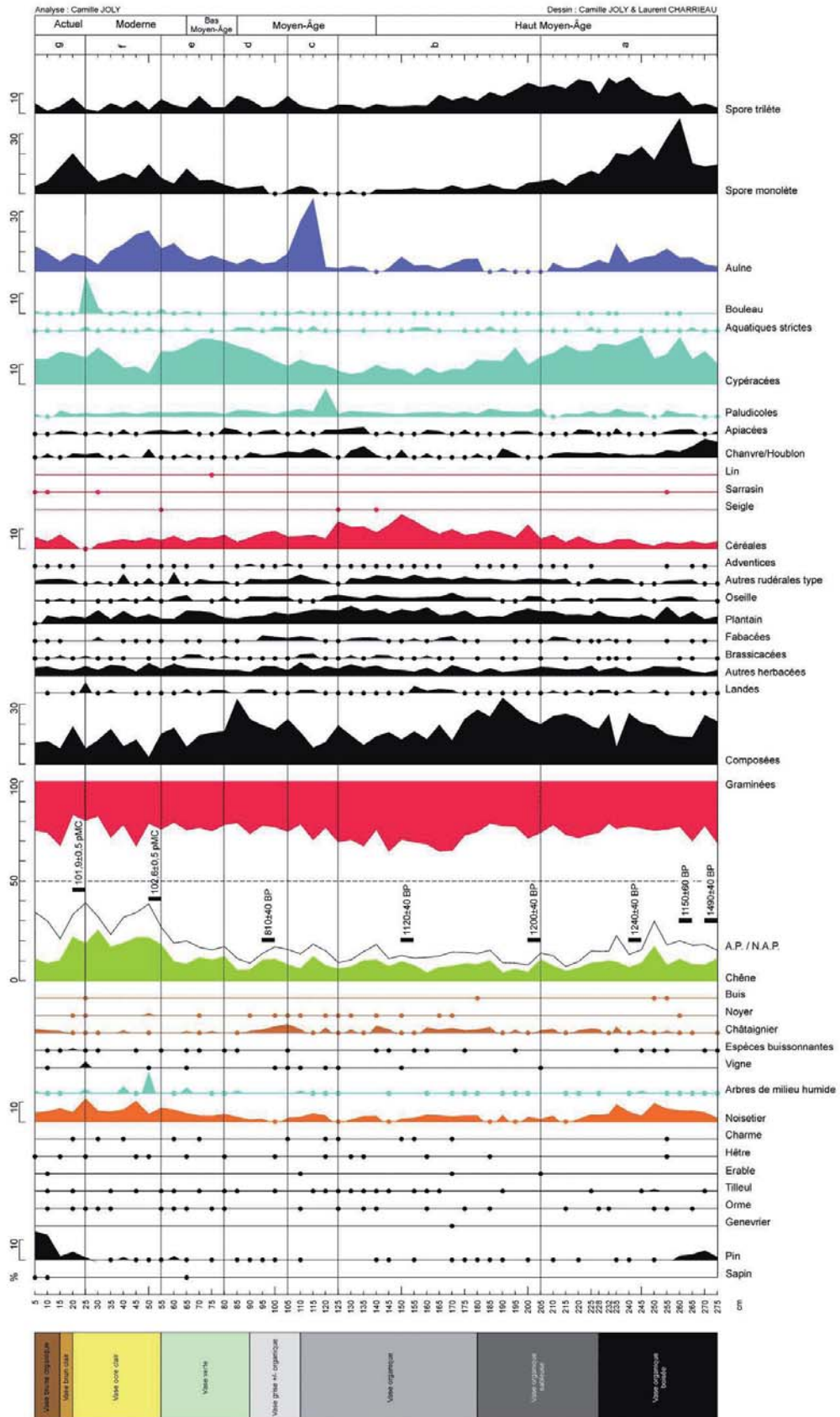
Dans la périodisation archéologique, le Tardiglaciaire (15 000 à 10 000 BP) correspond à la fin du Paléolithique récent.

Diagramme pollinique du site « Le Mouton » à Cinq-Mars-la-Pile de l'Allerød au Subatlantique



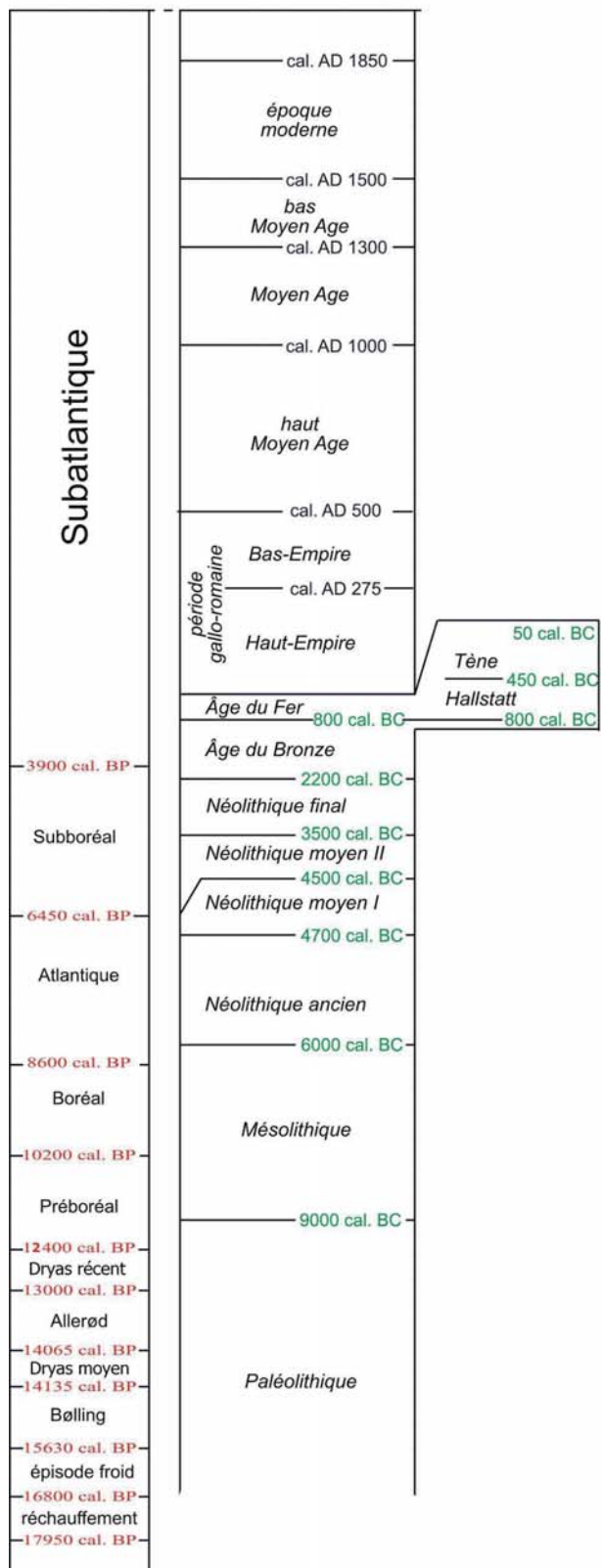
Document 2. Diagramme pollinique du site " Le Mouton " à Cinq-Mars-la-Pile de l'Allerød au Subatlantique
Dans la périodisation archéologique, cette séquence chronologique va du Paléolithique au haut Moyen Âge.

Diagramme pollinique du site « des Naudières » à Nouzilly du Moyen Âge à l'Actuel



Document 3. Diagramme pollinique du site " des Naudières " à Nouzilly du Moyen Âge à l'Actuel.

Correspondance entre chronozones et périodes préhistoriques et hist



Document 4. Correspondances entre chronozones et périodes préhistoriques et historiques. Chronozones exprimées en dates conventionnelles " Before Present (BP) " non calibrées et en fonction des variations de la teneur en ¹⁴C de l'atmosphère au cours des temps, en dates calibrées BP, plus proches des âges calendaires. Par convention, le point d'origine des datations BP est fixé en 1950, car c'est à partir du milieu du 20^e s. que se sont développées les datations par le radiocarbone. Dates archéologiques et historiques exprimées en calibration " Before Christ (cal. BC) " pour les dates avant notre ère, ou " *Anno Domini* (cal. AD) " pour les dates de notre ère.

Datations ¹⁴C

nom du site	code laboratoire	profondeur cm	matériel daté	âge conventionnel (BP)	âge calibré (2σ)* (cal. AD - cal. BC)	âge calibré (2σ)* (cal. BP)	chronozones périodes préhistoriques et historiques
Les Fours							
	A 14033	411 - 415	silt	11255 ± 230	cal. BC 11867 (11219) 10722	cal. BP 13819 - 12670	Allerød Paléolithique
	A 14032	400 - 405	tourbe	10550 ± 95	cal. BC 10986 (10832, 10688) 10024	cal. BP 12936 - 11974	Dryas récent Paléolithique
	A 14031	355 - 360	tourbe	10385 ± 90	cal. BC 10890 (10381) 9818	cal. BP 12840 - 11768	Dryas récent Paléolithique
Le Mouton							
	Beta 142942	255 - 260	tourbe	11970 ± 50	cal. BC 13346 (12103, 11919) 11701	cal. BP 15295 - 13650	Allerød Paléolithique
	Beta 142939	230 - 235	tourbe	11580 ± 40	cal. BC 11887 (11535) 11370	cal. BP 13836 - 13319	Allerød Paléolithique
	A 11323	205 - 210	vase	8995 ± 130	cal. BC 8527 (8239) 7748	cal. BP 10476 - 9697	Boréal Mésolithique
	A 11321	185 - 190	tourbe	6675 ± 115	cal. BC 5770 (5619, 5564) 5384	cal. BP 7719 - 7333	Atlantique Néolithique ancien
	A 11322	165 - 170	tourbe	6225 ± 100	cal. BC 5463 (5229, 5150) 4856	cal. BP 7412 - 6805	Atlantique Néolithique ancien
	Beta 142941	135 - 140	tourbe	3410 ± 40	cal. BC 1873 (1734, 1691) 1617	cal. BP 3822 - 3566	Subatlantique Âge du Bronze
	A 11320	75 - 80	tourbe	2140 ± 45	cal. BC 358 (195, 173) 45	cal. BP 2307 - 1994	Subatlantique Tène
	Beta 142938	43 - 48	tourbe	1440 ± 50	cal. AD 537 (623, 638) 672	cal. BP 1413 - 1277	Subatlantique haut Moyen Âge
Les Naudières							
	Beta 231918	270 -275	vase	1490 ± 40	cal. AD 438 (598) 649	cal. BP 1512 - 1301	Subatlantique haut Moyen Âge
	Beta 231917	260 - 265	vase	1150 ± 60	cal. AD 691 (782, 859) 960	cal. BP 1256 - 933	Subatlantique haut Moyen Âge
	Beta 231916	240 - 245	vase	1240 ± 40	cal. AD 676 (776) 891	cal. BP 1274 - 1059	Subatlantique haut Moyen Âge
	Beta 231915	200 - 205	vase	1200 ± 40	cal. AD 694 (892) 1017	cal. BP 1259 - 990	Subatlantique haut Moyen Âge
	Beta 231914	150 - 155	vase	1120 ± 40	cal. AD 782 (899, 958) 1016	cal. BP 1168 - 934	Subatlantique haut Moyen Âge
	Beta 231913	95 - 100	vase	810 ± 40	cal. AD 1161 (1224, 1239) 1283	cal. BP 789 - 667	Subatlantique Moyen Âge central
	Beta 243071	50 - 55	vase	102,6 ± 0,5 pMC	entre le 18ème et le 20ème siècle		périodes modernes à actuelles
	Beta 231912	15 - 20	vase	101,9 ± 0,5 pMC			

*calibration selon Stuiver et al., 1998

Document 5. Tableau des datations par le radiocarbone qui ont permis de caler la chronologie des diagrammes polliniques de Parçay-sur-Vienne " Les Fours " (document 1), de Cinq-Mars-la-Pile " Le Mouton " (document 2), et de Nouzilly " Les Naudières " (document 3).