

Chapitre B

La reconstitution d'images et de dynamiques
paysagères depuis la fin de la dernière
glaciation sur le Massif armoricain : Analyses
spatio-temporelles

B.1. Objectif : Faire une synthèse de l'évolution des paysages végétaux armoricains depuis la fin de la dernière glaciation

La réalisation de ce chapitre découle de trois objectifs clés qui ont été définis au début de ce mémoire :

1. Concevoir un cadre méthodologique pour enregistrer des données archéobotaniques de diverses natures.
2. Retracer et interpréter l'évolution des paysages végétaux à l'échelle du Massif armoricain.
3. Comparer les résultats archéobotaniques à d'autres informations spatialisées (archéologiques, climatiques, géologiques, pédologiques, géographiques...) afin d'avancer des éléments d'interprétation.

Afin de préciser plus encore ces trois points et d'ajuster la méthodologie à adopter, nous avons choisi de poser les questions se rattachant à ces objectifs généraux. C'est à partir de ces questions qu'a véritablement été construit le protocole méthodologique (l'élaboration de la structure de la base de données, les descripteurs archéobotaniques) et les traitements à envisager.

B.1.1 Des questions concernant les compositions et les fonctionnements des paysages

- Comment se déroulent les transformations paysagères sur le long terme et quelles sont les successions de végétations les plus significatives ?
- Quel est le rôle de la géographie physique dans la composition des paysages végétaux et leurs transformations ? (proximité de rivières, du littoral, de reliefs, de tel ou tel substrat géologique ou climatique...)

Objectif : Représenter la succession des paysages végétaux accompagnés de leurs principaux caractères écologiques depuis la dernière glaciation. Existe-t-il des disparités géographiques dans l'évolution des environnements végétaux passés et quels sont alors les facteurs déterminants ?

B.1.2 Des questions concernant l'impact humain sur le paysage

- Quelle est la part explicative du «culturel» dans la composition d'un paysage ? Quand, où, et comment l'impact de l'homme se concrétise-t-il ? Comment s'exprime l'impact de l'homme à travers les résultats archéobotaniques ? Quels sont les indices d'anthropisation ?
- Observe-t-on des corrélations avec la répartition des sites archéologiques ?

Objectif : Saisir à travers les résultats archéobotaniques l'impact de l'homme sur les paysages et pouvoir l'analyser de manière spatio-temporelle.

B.1.3 Des questions d'ordre méthodologique

- Le découpage des périodes climatiques et culturelles habituellement admis se retrouve-t-il systématiquement pour l'ensemble des études, ou existe-t-il des paramètres environnementaux qui peuvent primer sur les compositions archéobotaniques de chaque période ? (ex. apparition de certains taxons avec certaines cultures ? ex. une association archéobotanique est-elle caractéristique d'une période climatique ?)

Objectif: Raisonner sur l'ensemble des résultats archéobotaniques pour tenter de faire ressortir de manière statistique les grandes tendances évolutives de la végétation sur le Massif armoricain en fonction des pas de temps chronologiques culturels ou climatiques.

B.1.4 Des questions relatives à l'état d'un paysage vis-à-vis de son histoire

- Comment l'histoire des paysages se ressent-elle dans le paysage actuel ?

Objectif: Chercher des corrélations entre la distribution de la végétation actuelle et la distribution des végétations passées.

B.2. Méthodologie : construction et éléments d'exploitation d'une base de données paléoenvironnementales géoréférencées

B.2.1 La structure de la base de données

La sélection d'un certain nombre de descripteurs environnementaux du Massif armoricain (cf. chapitre A) et de certaines données archéobotaniques va permettre de définir un terrain nominal, c'est-à-dire la partie du monde réel (présent ou passé) qui est représentée et enregistrée dans la base de données.

La structure et l'organisation des informations sont construites à l'aide d'un langage de représentation appelé modèle conceptuel. Il existe plusieurs modèles conceptuels dont le « HBDS », (Hypergraph Base Data Structure : fondé sur la théorie des ensembles), « l'Entité-Relation », et « l'UML » (Unified Modeling Language : Notions de classe, visibilité, association, cardinalité, contraintes, héritage et généralisation). Le Modèle Conceptuel choisi pour structurer le modèle de la base de données de ce mémoire est du type « Entité-Relation ». Ce Modèle Conceptuel utilise les concepts d'entités, propriétés, identifiant, associations et cardinalité.

Les données archéobotaniques (données palynologiques, anthracologiques, carpologiques), bien que de natures différentes, peuvent être reliées par des descripteurs communs : les associations archéobotaniques (ex. les formations végétales de landes sont interprétables par les trois disciplines archéobotaniques) et par de nombreux taxons archéobotaniques. Il faut cependant noter que les niveaux de déterminations taxonomiques ne sont pas toujours les mêmes selon la discipline archéobotanique (ex. la carpologie permet d'identifier l'espèce de certaines céréales, alors que la palynologie ne permet, au mieux, que l'identification du genre).

Même si la grande majorité des analyses relève de l'archéobotanique, il est nécessaire de pouvoir aussi enregistrer des études sédimentologiques et archéozoologiques en vue de comparer les données. En ce qui concerne ces études, l'information est consignée dans les remarques textuelles ou bien un champ attributaire a été spécialement conçu (ex. indice sédimentologique de l'impact humain sur les sols § B.2.2.2.45 et B.2.2.2.46).

L'enregistrement des données paléoenvironnementales a été réalisé selon deux lectures :

- une lecture suivant un pas de temps chronologique paléoclimatique, (cf. chapitre A.)
- une seconde lecture suivant une chronologie de périodes culturelles, (cf. chapitre A)

La première lecture des données, au pas de temps plus large (à l'échelle du millénaire), est mieux adaptée à l'enregistrement d'une information paléoenvironnementale d'ordre régional (ex. enregistrement des groupements archéobotaniques forestiers du Massif armoricain). A titre d'exemple, un phénomène d'ouverture de la végétation forestière liée à une tempête (phénomène instantané et d'incidence locale importante) a peu de chance d'être enregistré au regard d'un pas de temps chronologique paléoclimatique. En revanche, une transformation de la végétation liée à un changement climatique (changement global) est mieux appréhendée à un pas de temps plus large et sur un espace plus grand que la région. Ainsi, les groupements archéobotaniques de résonance régionale sont exclusivement enregistrés dans la table de données à chronologie « climatique » et non dans la table de données à chronologie « culturelle » (cf. Fig. 28).

L'enregistrement de phénomènes plus locaux (ex. changements de végétations sur les coteaux d'une zone humide) nécessite des pas de temps plus réduits. Ainsi une lecture des données selon une chronologie culturelle est mieux adaptée pour appréhender des transformations de végétation plus locales telles que par exemple des changements de pratiques agricoles (cf. § B.2.2.2.44). Les relations spatio-temporelles ont été prises en

compte dans le choix des types de groupements archéobotaniques assignés à la base de données. Les groupements sont classés en trois classes en fonction des différentes provenances polliniques (cf. § B.2.2.2.37).

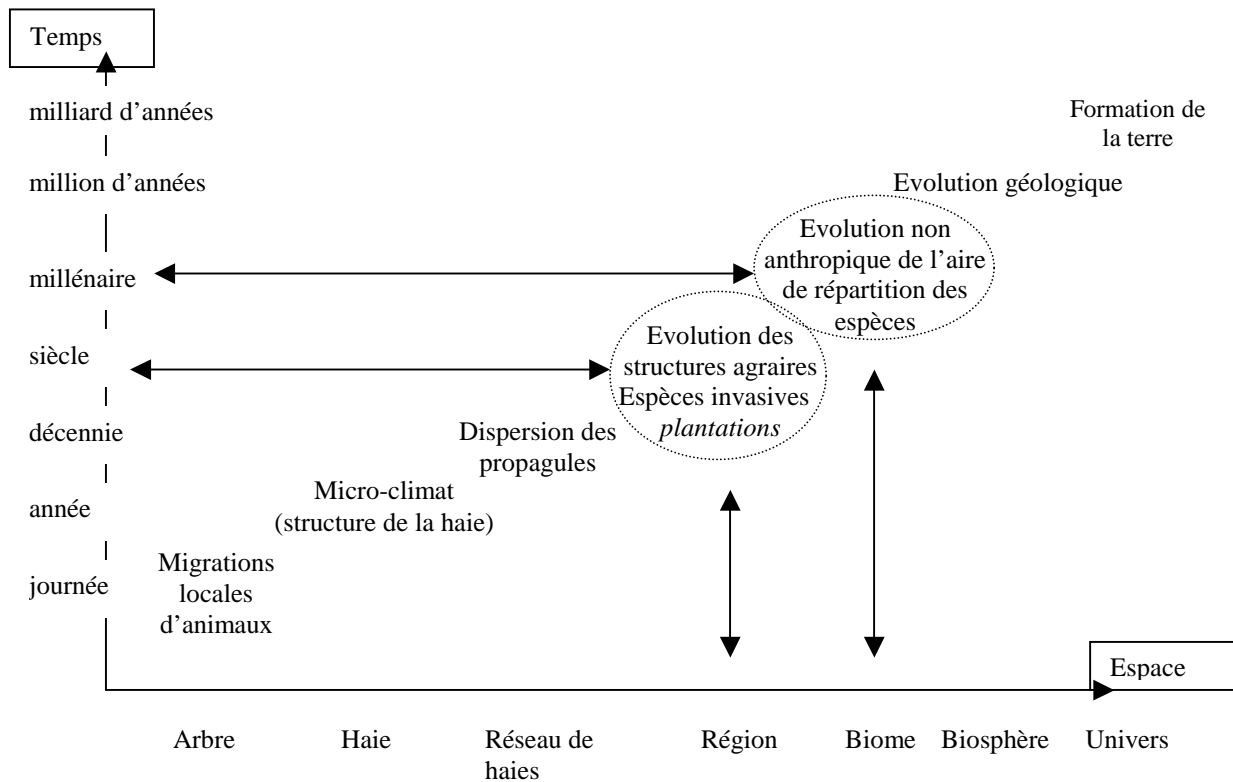


Fig. 27 Facteurs de contrôle de la flore des haies à diverses échelles d'espace et de temps (d'après Burel et Baudry, 2000). La table de données à chronologie culturelle (périodes de quelques siècles) est mieux adaptée à l'enregistrement de phénomènes anthropiques (ex. évolution des structures agraires). Les phénomènes naturels évoluent quant à eux sur des pas de temps plus longs, de l'ordre de un à quelques millénaires. Ils correspondent à des échelles spatiales un peu plus grandes que les régions.

Etude paléoenvironnementale

Objet complexe

- Nom de l'étude (texte),
- Référence bibliographique (texte),
- Remarques (texte),
- Type d'analyse [Analyse], (cf. codage),
- Position géographique latitudinale et longitudinale de l'étude (Base de Données Cartographique de l'IGN, 1/25 000),
- Contexte géomorphologique du prélèvement, [Env_reg], (cf. codage)
- Position topographique du prélèvement à l'échelle du bassin versant, [pos_topo], (cf. codage),
- Principales orientations des vents [vent1], [vent2], [vent3], [vent4], (cf. codage),
- Nature de la zone humide [type_zh], (cf. codage),
- Taxons présentant une conservation différentielle, [excl_c_dif], (cf. codage),
- Taxons locaux prépondérants exclus de la somme de base, [exclu_loc], (cf. codage),
- Données des hauteurs de précipitations moyennes annuelles (Météofrance), [précipitation], (cf. codage),
- Données de températures moyennes annuelles calculées sur la période 1961-1990 (méthode AURHELY de MétéoFrance), [temperatures], (cf. codage),
- Profondeur obstacle à l'enracinement (1/1000 000), [Roo], (cf. codage),
- Sol dominant(1/1000 000), [Soil1], (cf. codage),
- Matériau parental dominant (1/1000 000), [Mat1], (cf. codage),
- Classe des textures (1/1000 000), [texture1], (cf. codage),
- Régime hydrique, (1/1000 000), [Wr], (cf. codage),
- Classes et pourcentages (surfiques) des textures pédologiques dominantes obtenues par canton, (cf. codage),
- Taux d'argile par canton, [TxargiMoy](cf. codage),
- pH inférieur des sols par canton, [PhinfMoy], (cf. codage),
- pH moyen des sols par canton, [PhMoy],(cf. codage),
- Taux de matières organiques moyen par canton, [TxMO], (cf. codage),
- Rapports des limons fins / limons grossiers par canton, (cf. codage),
- Entités paysagères actuelles inventoriées dans la base de données cartographiques Corine Land Cover (v. 1.3),
- Altitude (Modèle Numérique de Terrain à l'échelle du Massif armoricain, taille du pixel : environ 900 m de coté), [altiMoy], (cf. codage),
- Distances au réseau hydrographique principal, [Dist_hydro], (cf. codage),
- Appartenance ou non à l'entité géologique du Massif armoricain (carte géologique 1/ 1000 000 du BRGM).

Objet simple : Entité paléo-paysagère
correspondant à une période climatique

Objet simple : Entité paléo-paysagère
correspondant à une période culturelle



Fig. 28 Schéma conceptuel de la base de données

Le codage de l'ensemble des descripteurs est inventorié dans le chapitre B.2.2.2.

B.2.2 L'enregistrement des données

B.2.2.1 Les données archéobotaniques, généralités,

Traduire le plus fidèlement possible les données bibliographiques (classiquement des diagrammes polliniques, des résultats anthracologiques ou carpologiques) en données synthétiques et enregistrables, nécessite préalablement une étude précise de la teneur des résultats.

Ainsi une description sur l'origine des microrestes (spores, pollens) et macrorestes (charbons de bois, graines) mais aussi sur la représentativité (limites méthodologiques des résultats) des résultats de chaque discipline archéobotanique a tout d'abord été réalisée (cf. chapitres ci-dessous).

B.2.2.1.1 Caractéristiques des données palynologiques

B.2.2.1.1.1 Les spores

Il n'est pas rare de retrouver des spores de Ptéridophytes dans les sédiments anciens mais leur quantification est souvent difficilement interprétable à cause de leur cycle de reproduction complexe fortement dépendants des facteurs environnementaux. Ainsi les pourcentages relatifs de la plupart des diagrammes polliniques sont calculés à partir d'une base excluant systématiquement les spores de Ptéridophytes (*Osmunda* mis à part) (cf. chapitre C. concernant la méthode palynologique). En effet, les Ptéridophytes et Bryophytes présenteraient à l'intérieur des diagrammes polliniques une sporulation très souvent aléatoire (Barbier, 1999). D'autre part, les quantités de spores sont parfois très importantes et masquent alors le reste du signal pollinique et notamment la perception de la végétation régionale.

- Les spores de Bryophytes

Les spores sont assez facilement identifiables, « elles ont une paroi fine et se présentent en tétrade, mais elles conduisent difficilement à la détermination de l'organisme qui leur a donné naissance » (d'après Renault-Miskovsky et Petzold, 1989).

Le vent et l'eau sont essentiels au bon déroulement de la reproduction des Bryophytes, mais une diffusion allant au-delà de quelques dizaines de mètres est probablement exceptionnelle.

J. Heim (1970) fait référence aux spores de sphaignes (*Sphagnum*) dont il a constaté globalement une légère sur-représentation. Il signale néanmoins une grande hétérogénéité dans ses résultats. Selon lui, l'inclusion des *Sphagnum* dans la somme servant au calcul des pourcentages ne semble donc pas à encourager.

- Les spores de Ptéridophytes

Les spores de fougères possèdent des caractères morphologiques précis (taille, ouverture, ornementation...), qu'il est souvent possible de hiérarchiser afin de tenter une détermination générique. Les spores peuvent être monolètes ou trilètes et diversement ornées.

La représentativité des fougères est complexe car elle dépend évidemment du taxon mais aussi pour beaucoup de l'habitat de l'individu émetteur de spores. Ainsi, selon J. Heim (1970), l'éclaircissement serait un facteur fondamental sur la production de spores, un léger ombrage pouvant provoquer la stérilité des fougères. Cette irrégularité dans la production de

spores selon les facteurs du milieu incite de nombreux auteurs (ex. Barbier, 1999, et cf. § B.2) à exclure les spores de fougères de la somme de référence utilisée pour construire les fréquences relatives des diagrammes polliniques. Pourtant, J. Heim (1970) juge qu'aucune fougère n'est sur-représentée dans les milieux boisés. Les conclusions du même auteur prône d'inclure les spores de fougères dans la somme de base servant au calcul des proportions des spores et des pollens. Seules les analyses révélant un nombre « anormalement élevé » de spores doivent selon lui faire l'objet d'exclusions. En bref, Heim tendrait à modérer la sur-représentation des spores de fougères. Il parle d'une représentation fidèle pour *Athyrium filix-femina* et *Dryopteris filix-mas* alors que *Pteridium aquilinum* et *Dryopteris dilatata* serait largement sous-représentés, c'est à dire qu'une signature pollinique faible pourrait en fait être le résultat d'une grande exubérance de ces espèces.

La classe des prêles n'est représentée que par le genre *Equisetum*, par exemple la Prêle des Champs (*Equisetum arvense*). J. Heim (1970) signale une forte sous-représentation des quantités de spores d'*Equisetum* vis-à-vis de la présence de prêles dans l'environnement qu'il a étudié.

B.2.2.1.1.2 Les kystes de dinoflagellés (Protozoaires et/ou algues unicellulaires)

Des kystes de dinoflagellés (ou « Hydrichosphères ») sont parfois identifiés dans les sédiments du littoral armoricain. La nature de leur paroi est très proche de celles des pollens et des spores.

Les dinoflagellés constituent un élément important du plancton des mers chaudes mais existent aussi dans les eaux douces. Ils existent depuis le Carbonifère. Ils sont caractérisés par une thèque cellulosique montrant des sillons équatoriaux et méridiens.

Selon M.T. Morzadec-Kerfourn (1976), certaines espèces comme *Gonyaulax polyedra* et le kyste qu'elle produit *Lingulodinium machaerophorum* sont capables de proliférer en milieu saumâtre. L'auteur inventoria plusieurs espèces de kystes de dinoflagellés dans les sédiments Pliocène et Pléistocène du Massif armoricain : *Spiniferites furcata*, *Spiniferites bentori*, *Spiniferites bulloidea*, *Spiniferites mirabilis*, *Spiniferites tertiaria*, *Spiniferites tribodes*, *Hystrichosphaeridium tubiferum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Hemicystodinium zoharyi*, *Operculodinium centrocarpum*. Dans l'ouvrage du même auteur en 1974, d'autres espèces telles que *Concentricyste circulus*, *Tuberculodinium vancampoae*, *Peridinium conicum* ont été reconnus dans les sédiments. Leurs présences même dans de très faibles proportions peuvent révéler des conditions de dépôts d'origines marines.

Les variations du nombre de ces kystes ne doivent pas être interprétées directement en terme de régression ou transgression du niveau marin mais plutôt comme le passage en un moment et un lieu donné à des conditions de dynamiques sédimentaires (ex. la faible turbulence des eaux des estuaires expliquerait la sédimentation particulière des Hystrichosphères dans ces milieux) et écologiques (facteur de salinité) plus favorables au développement de telle ou telle espèce. De manière générale, en milieu littoral le nombre de kystes de dinoflagellés au sein du contenu palynologique augmente de manière inverse au degré de salinité. On note cependant que la forme *Spiniferites bentori* est abondante en milieu marin alors que le kyste *Lingulodinium machaerophorum* (lié aux possibilités d'adaptation de *Gonyaulax polyedra*) prolifère en milieu saumâtre.

B.2.2.1.1.3 Les pollens

Les grains de pollens font actuellement partie intégrante des cycles de reproduction des Gymnospermes et Angiospermes (Phyllum des Spermatophytes). De nombreux ouvrages en donnent une description physiologique et morphologique précise (Renault-Miskovsky et Petzold, 1989 ; Misset et Gourret, 1989 ; Reille 1990, 1992).

- La production et la dispersion du pollen

Les grains de pollens sont produits par milliers par les étamines des plantes à fleurs. Ils se forment dans l'anthère à partir de cellules mères aux noyaux diploïdes qui subissent deux divisions successives pour donner quatre cellules filles à noyaux haploïdes groupées en tétrades. Sauf cas exceptionnel (ex. *Calluna*), ces tétrades se séparent et chaque tétrades se dissocient pour disperser quatre grains de pollens.

La production pollinique varie avec le taxon considéré, l'âge, la phénologie de la plante, le rythme de floraison.

La production de gamètes mâles dépend d'autre part de la stratégie de reproduction intimement mêlée au mode de dispersion du pollen. En effet, dans le cas où un taxon procède à une dissémination pollinique par le vent, il y a parallèlement de fortes pertes en grains de pollens. Ce déficit est alors nécessairement compensé par de fortes productions de pollens. Ainsi, on retiendra globalement que les végétaux ayant leurs grains de pollens dispersés par le vent et dans une moindre mesure par l'eau sont généralement de gros producteurs de pollens. Les végétaux dont la dispersion pollinique est orientée par les êtres vivants connaissent de moindres pertes. En conséquence, leurs productions polliniques sont alors plus faibles.

- La dispersion des grains de pollens des plantes cléistogames

Lorsque le processus d'autofécondation est prédominant, les espèces sont dites cléistogames. Il n'empêche que la dispersion au moins inter-individuelle des pollens est indispensable afin d'assurer un certain brassage génétique et ainsi d'éviter à plus ou moins long terme les problèmes de « consanguinité ». La production et la diffusion de pollens est néanmoins dans ce cas, alors très faible (ex. cas des céréales).

- Les grains de pollens sont dispersés par le vent (plantes anémogames ou anémophiles)

Les courants d'air permettent la dispersion des grains de pollens de très nombreux taxons végétaux. C'est ainsi le cas de l'ensemble des Gymnospermes, d'un grand nombre d'Angiospermes, dont les familles des Graminées, des Cypéracées, des Juncacées et de certains groupes d'arbres à fleurs réunies en chatons : Bétulacée, Populacées, Juglandacées, Fagacées...

Ce mode de dispersion implique de grandes productions polliniques. En effet, pour qu'un grain de pollen atteigne une surface stigmatique de quelques mm², on estime que l'émission de plusieurs milliers de grains de pollens est nécessaire. Ainsi selon J. Renault-Miskovsky et M. Petzold (1989), au moment des floraisons un chaton de Noisetier produit environ 3 millions de grains en un jour ; l'inflorescence d'oseille en libère 400 000 000 dans la même journée, celle de l'Erable 25 000 000, celle du Hêtre 175 000 « seulement ». On peut comparer ces chiffres aux faibles productions polliniques des Céréales (plantes cléistogames) : un épillet de Seigle dissémine 50 000 grains.

La pollinisation est favorisée par une grande partie des arbres caducifoliés, par une floraison ayant lieu tôt au printemps afin d'éviter l'effet filtrant du feuillage estival (plantes vernales). En effet, il apparaît évident que la structure de la végétation environnant l'émissaire de pollens aura un rôle prépondérant par l'effet de filtre éventuel.

Ces quelques traits morphologiques permettent d'une certaine façon de reconnaître ainsi les plantes anémophiles et donc les plus gros producteurs de pollens, bien que des différences de production énormes puissent exister entre deux taxons anémophiles.

L'aire de dispersion des pollens dépend en partie de la nature de la source émettrice mais aussi de la hauteur de cette source (Heim, 1970). Suivant ce constat et en adoptant la classification de C. Raunkier (1934) basée sur la hauteur de renouvellement des bourgeons, les macrophanérophytes (arbres supérieurs à 10 m) dispersent théoriquement leurs pollens plus loin que les mésophanérophites (7 à 10 mètres environ), les microphanérophytes (arbustes 3 à 7 mètres environ) et les nanophanérophites (3 mètres à 50 cm environ). Les chaméphytes (bourgeons situés à 25-50 cm du sol), hémicryptophytes (bourgeons situés au ras du sol), les géophytes (bourgeons situés dans le sol) et enfin les thérophytes (plantes annuelles) dispersant leurs pollens sur de courtes distances. C'est donc parmi les plantes phanérophites et anémophiles que l'on peut espérer obtenir une information régionale (de 500 à 10 km).

- Les grains de pollens dispersés par l'eau (pollinisation hydrogame)

Ce type de pollinisation est exclusivement réservé à quelques rares Angiospermes croissant dans l'eau ou à sa surface. Les plantes hydrogames présentent souvent des fleurs à périanthes réduits, voire absents et les grains de pollens sont adaptés à cette dispersion aquatique : ils possèdent en effet des filaments longs de 1 mm à 0.01 mm à exine mince et souple pouvant facilement « mouiller » et s'accrocher aux stigmates de la fleur femelle (ex. *Vallisneria spiralis*).

Elodea est aussi une hydrocharidées, une plante vivace submergée, dont le grain de pollen est hérissé d'épines au bout desquelles se forment de petites bulles d'air jouant le rôle de flotteurs jusqu'à la rencontre avec un stigmate.

Dans la famille des Zostéracées et chez le genre *Zostera*, plante marine herbacée submergée possède des pollens dispersés dans l'eau. Le pollen est un long filament de quelques dixièmes de millimètres à exine extrêmement mince et donc ainsi particulièrement apte à s'accrocher aux stigmates.

Pour certaines Renonculacées du genre *Ranunculus*, il suffit d'une pluie fine voire la rosée du matin pour guider le pollen vers le stigmate... On retrouve ces Renonculacées dans les fossés, dans les sous-bois humides ou bien encore à la surface des pièces d'eau où elles peuvent profiter des nombreux flux d'humidité de ces milieux pour disséminer les grains de pollens.

Enfin, le transport pollinique par l'eau confère des pertes en pollens un peu moins importantes par rapport aux anémophiles. La production pollinique des plantes hydrogames est donc globalement moindre. En dehors du transport par les rivières, la diffusion dépendante des flux hydriques est essentiellement locale (à l'intérieur de la zone humide). Les diffusions régionales à lointaines (au moins quelques kilomètres) sont exceptionnelles.

- Les grains de pollens sont dispersés par les êtres vivants

Lorsque le transport pollinique s'effectue par l'intermédiaire d'un vecteur biotique, il y a zoogamie. Dans de tels cas, les organismes orientant grandement la pollinisation, la perte de grains de pollens est « faible », d'où des productions de pollens moindres par rapport aux anémogames. De ce fait, le dépôt de tels grains de pollens dans un sédiment ancien devient aussi beaucoup plus rare.

Les fleurs pollinisées par les insectes sont dites entomophiles (ou entomogames).

D'autres vecteurs biotiques peuvent intervenir tels que les mammifères à fourrures, l'homme, un certain nombre d'invertébrés tels que les limaces, escargots, araignées... Mais, dans la plupart des cas, ces interventions sont accidentelles et n'ont donc pas d'influence sur l'adaptation des plantes.

Certaines plantes possèdent deux types de pollinisation, à la fois zoogames et anémogames. Dans ce cas, il peut y avoir coexistence des éléments caractérisant les deux modes de dispersion. Le saule par exemple est pourvu de chatons à fortes productions polliniques et les fleurs libèrent un nectar attirant de nombreux visiteurs (Renault-Miskovsky et Petzold, 1989).

Parmi les entomophiles on compte :

- Les Apiacées et certaines Astéracées qui accueillent sans distinctions Coléoptères, Hémiptères, Diptères et Hyménoptères,
- les fleurs groupées en inflorescences comme le surreau, l'achillée, les Apiacées, ou encore les fleurs aux larges corolles, telles que les Renonculacées, les Nymphéacées et les Rosacées accueillent sans problèmes des insectes massifs tels que des Coléoptères,
- les fleurs plus petites telles que certaines Composées tubuliflores, les petites Caryophyllées, les petites Rosacées sont visitées par des Diptères légers,
- Le chèvrefeuille, le lilas, la Jacinthe et plus globalement les familles de tubulaires, Astéracées, Caryophyllées, Rubiacées, certaines Fabacées et quelques Labiées sont particulièrement adaptées pour accueillir les Lépidoptères...

- La résistance à la corrosion du grain de pollens et les problèmes de conservation différentielle

Ces cellules reproductrices mâles sont entourées d'une enveloppe particulière, le sporoderme. Celui-ci est en partie constitué de la sporopollénine formée de chaînes carbonées de formule : $C_{90}H_{29}O_{12}(OH)_{15}$. Cela confère à l'enveloppe du grain de pollen le pouvoir de résister aux diverses biodégradations et de se conserver presque indéfiniment lorsque les conditions physico-chimiques du milieu sont favorables. En effet, l'influence du milieu récepteur de pollens (pH, aération et vie microbienne) joue un rôle important dans certains cas. Des destructions ou conservations « différentielles » des pollens de *Populus*, *Fraxinus*, *Acer* sont signalées depuis longtemps par certains auteurs (Godwin 1934 ; Borse, 1939 ; Sangster et Dale, 1961 in Heim, 1970).

Depuis 1954, A.J. Havinga a étudié ce problème et a publié les résultats de ses expériences. Une composition de pollens connue a été enterrée dans différents sédiments : argiles, tourbes ou podzol. A.J. Havinga (1984) a ensuite procédé à une extraction annuelle afin d'obtenir des séries d'exemples de corrosion en fonction du temps pour les divers contextes polliniques.

Après une vingtaine d'années, il a pu tirer un certain nombre de conclusions résumées dans le tableau ci-dessous (Fig. 29) :

Taxons polliniques les plus résistants à la corrosion :	Taxons polliniques les moins résistants :	Taxons très fragiles
<i>Lycopodium,</i> <i>Pinus,</i> <i>Taraxacum</i> (Pissenlit), <i>Tilia,</i> <i>Alnus,</i> <i>Myrica,</i> <i>Corylus.</i>	<i>Quercus,</i> <i>Ulmus,</i> <i>Populus,</i> <i>Juniperus,</i> <i>Fraxinus.</i>	<i>Salix,</i> <i>Taxus,</i> Spore de <i>Polypodium.</i>

Fig. 29 Classement de taxons polliniques par ordre de résistance à la corrosion.

Les éventuelles conservations différentielles de spores ou de pollens sont évidemment un biais qu'il faut détecter avant d'aller plus loin dans l'exploitation des données. Selon H. Richard (1999) cette conservation différentielle doit être systématiquement recherchée et particulièrement pour les études menées sur des sédiments réputés pauvres en pollens et en spores (milieux riches en oxygène et d'une manière générale propice à l'activité microbienne). Les échantillons possédant un faible nombre de types polliniques et une sur-représentation d'un ou deux types doivent être considérés comme suspects. Les sur-représentations de spores de fougères sont particulièrement à surveiller.

Notons que si un pic anormalement élevé de pollens ou de spores peut être assez facilement identifié, une destruction totale d'un type de microrestes l'est plus difficilement. Les études palynologiques réalisées en contexte sédimentaire minéral sec sont plus sensibles à ces conservations différentielles selon A. Pons, 1984 ; A.J. Havinga, 1974 ; M.-T. Morzadec-Kerfourn, 1977 ; M. Reille, 1978 ; D. Marguerie, 1992 ; H. Richard, 1999. L'incidence de cette conservation différentielle sur l'enregistrement puis l'interprétation des données paléoenvironnementales peut être amoindrie par la prise en compte d'associations de taxons. En effet, une association taxonomique reposant sur un ensemble de taxons peut être identifiée malgré l'absence de quelques taxons cela contrairement aux interprétations de types auto-écologiques (cf. descriptions des groupements archéobotaniques § B.2.2.2.37). Par exemple, l'absence presque systématique des pollens de Joncacées peut-être compensée par l'identification d'autres espèces polliniques vivant dans les mêmes biotopes (cf. description du groupement de prairie humide : § B.2.2.2.37.1).

Enfin, J. Heim (1970) note qu'il est difficile d'apprécier la proportion de pollens détruits de manière naturelle par rapport aux destructions liées aux traitements chimiques auxquels sont soumis les échantillons pour en extraire les pollens.

Dans la base de données développée dans ce mémoire, il est prévu un champ attributaire pour enregistrer les taxons jugés comme ayant subi une conservation différentielle (cf. § B.2.2.2.10).

B.2.2.1.1.4 La quantification des données palynologiques, modèles

Afin de connaître quelles étaient les proportions végétales des mosaïques paysagères passées, d'apporter des reconstitutions mais aussi pour pouvoir interpréter les résultats polliniques en terme de paléo-climat, biomasse, pâture ou caractéristiques du sol, il est nécessaire de « quantifier » l'information pollinique.

Les quantités de chaque taxon pollinique pour un moment donné sont généralement représentées sous forme de fréquences relatives à l'intérieur des profils palynologiques. Or, ces fréquences sont construites à partir d'une somme de base (somme égale à l'ensemble des grains de pollens ou soit à l'ensemble des grains exceptés ceux des essences locales telles que le Saule, le Bouleau, les Cypéracées...) ce qui les rend aussi dépendantes les une des autres. Ainsi, la fluctuations des pourcentages peut relever d'un effet statique lié à une hausse ou une diminution importante d'un seul taxon (Leroyer, 1997). D'autre part, les différences de productions polliniques d'une part entre les ligneux et les herbacées (il y a une sur-représentation générale des ligneux vis-à-vis des herbacées) ainsi qu'entre ligneux (avec des différences parfois importantes de productions polliniques) jouent aussi un rôle dans les compositions polliniques obtenues.

L'estimation de densités ou bien d'abondance de végétation à partir de l'information pollinique est donc rendue délicate. La réalisation de profils palynologiques basés sur des fréquences absolues (nombre de grains de pollens par gramme de sédiments) peut être une aide à l'interprétation à condition de travailler sur des sédiments de densité et de dynamique bien connues (Leroyer, 1997). Ainsi, ces fréquences ont systématiquement été calculées dans les diagrammes polliniques de ce mémoire (cf. § C. concernant la méthodologie de la palynologie). Ces fréquences polliniques sont néanmoins à exploiter avec précaution. En effet, grâce à une méthode de « surveillance du dépôt pollinique annuel » S. Hicks (2003) a constaté que les quantités de pollens émises étaient très irrégulières d'une année à l'autre. Ainsi, des mesures réalisées en Finlande entre 1982 et 2001 ont montré des oscillations de la quantité de pollens variant entre 1000 et 10000 grains cm^{-2} année⁻¹. Ces résultats ne pouvant pas être mis en relation directe avec la seule densité de la végétation, d'autres phénomènes sont à prendre en compte dans l'interprétation de ces fréquences.

La mise au point de modèles (Tauber 1965, 1977), (Davis, 1963 : le R-value model), (Andersen, 1970 : le modèle linéaire introduisant le facteur de correction et le « bruit de fond pollinique »), (Parsons & Prentice, 1981, Prentice & Parsons 1983 : l'extended R-value model permettant d'éliminer l'effet Fagerlind avec les fréquences polliniques relatives), (Sugita, 1994 : décrit le dépôt des pollens sur toute la surface d'un lac circulaire de rayon r), va permettre de « mathématiser » et de simuler la relation « végétation - composition pollinique » de manière de plus en plus complexe et exacte.

La distance entre le capteur pollinique et la source de pollens influence bien évidemment de manière prépondérante les fréquences polliniques obtenues (notamment en ce qui concerne les apports locaux). Avec le développement des modèles mettant en relation des compositions végétales et polliniques, l'abondance des végétations dans l'environnement du prélèvement pollinique est modérée par la distance (d) de plusieurs façon : « $1/d$ », « $1/d^2$ » (modèle gravitaire cf. aussi méthodes d'interpolation), une fonction de dispersion (modèle de Prentice-Sugita ou « taxon specific distance weighting » intégrant de la production pollinique relative des taxons, la vitesse de chute des pollens, des paramètres de turbulence, de vent, un coefficient de diffusion vertical) est utilisée dans certains modèles (Sutton, 1953 ; Sugita 1993, Jackson & Lyford, 1999). Pour R. Calcote (1995) le « $1/d^2$ » est une bonne approximation du « $tsdw$ ».

Des méthodes de calibration (Birks *et al.*, 1985) permettent de quantifier directement les paléoenvironnement grâce à la reconstitution de températures (Prentice *et al.*, 1996) ou de pH à partir d'informations polliniques.

S.Th. Andersen (1970) a aussi utilisé une méthode quantitative avec la mise au point d'indices de production pollinique (facteur de correction, cf. chapitre ci-dessous).

Dans le cadre de ce mémoire, afin d'avancer des reconstitutions paléo-paysagères à partir des informations archéobotaniques nous avons utilisé une méthode semi-quantitative, basée sur un enregistrement qualitatif des données archéobotaniques (voire semi-quantitatif pour l'enregistrement des indices des taux d'AP/NAP (§ B.2.2.2.42), les indices de taxons de landes (§ B.2.2.2.40) de Poacées (§ B.2.2.2.43) et l'enregistrement hiérarchisé des associations archéobotaniques forestières (§ B.2.2.2.37.3)).

Ainsi, une base de données permettant l'enregistrement qualitatif d'indices ou d'associations paléovégétales (Berhe, 1986 ; Berglund *et al.*, 1986) (mais aussi d'autres informations telles que des taxons indicateurs, des indices d'anthropisation...) pour chaque étude archéobotanique (associations carpologiques, anthracologiques ou palynologiques) a été construite à partir de l'ensemble des études armoricaines.

Ce protocole avait pour avantage de permettre l'enregistrement de données anthracologiques et carpologiques dont les quantités sont plus difficilement « interprétables ». D'autre part, nous avons privilégié un enregistrement « qualitatif » des données polliniques à cause de la complexité des phénomènes jouant sur les fréquences polliniques (Hicks S., 2003). Par la suite, les occurrences polliniques ainsi enregistrées sont en revanche « quantifiées » sur la base de l'ensemble des études polliniques d'un secteur. On obtient alors des fréquences d'occurrences ou de faits polliniques pour l'ensemble des études recoupant une même période (cf. résultats diachroniques § B.3).

Cette base de données géoréférencées permet non seulement de raisonner sur les informations archéobotaniques mais aussi d'intégrer d'autres informations archéologiques, historiques, édaphiques, hydrologiques, géomorphologiques...

B.2.2.1.1.5 La représentativité des compositions de microrestes (pollens et spores) par rapport aux compositions floristiques actuelles

Même si les indicateurs polliniques sont souvent utilisés pour interpréter les résultats polliniques et notamment dans l'interprétation des activités culturelles (Birks and Birks, 1980 ; Berhe 1981 ; Faegri and Iversen 1989) peu d'études ont finalement été menées sur la relation entre les assemblages végétaux et les compositions polliniques.

Un certain nombre de travaux a été mené sur les pluies polliniques en forêts (Andersen, 1970, 1974 ; Bradshaw, 1981) et dans les régions des alpes (Birks 1973 ; Markgraf 1980 ; Davis 1984 ; Hicks, 1986). La plupart de ces travaux s'est néanmoins focalisée sur les pluies polliniques d'arbres.

Des études portant sur la pluie pollinique de cultures (Vuorela, 1973) mais aussi sur d'autres types d'associations végétales appartenant à des paysages agricoles (Berglund *et al.*, 1986 ; Randall *et al.* 1986 ; Hall, 1989) ont aussi été réalisées.

La représentativité pollinique a été étudiée par l'intermédiaire de cadrats mettant en relation des informations relatives à l'abondance des différentes espèces végétales et les compositions polliniques modernes identifiées (Davis 1984 ; Berglund *et al.* 1986 ; Randall *et al.* 1986 ; Van der Knaap, 1990).

L'enregistrement de données polliniques et végétales, qualitatives (en présence / absence) ont aussi été utilisées à la place de pourcentages (Bradshaw, 1981 ; Davis, 1984 ; Islebe and Hooghiemstra, 1995).

O.K. Davis (1984) utilise le nombre d'occurrences ou d'absences de plantes et de pollens par carré pour calculer un indice de sur- ou sous-représentation pour les taxons ou les associations végétales et polliniques. Des analyses multivariées ont été utilisées par K.L. Hjelle (1997) pour mettre en relation les caractéristiques physiologiques (ex. tailles des grains de pollens, type de pollinisation, types d'anthères) avec les indices de O.K. Davis (1984). Globalement les taxons sous-représentés correspondent aux plantes autogames, cleistogames et zoophiles avec de faibles productions polliniques et de faibles dispersions (Faegri et Iversen, 1989).

Pour étudier la représentativité pollinique J. Heim (1970) a quant à lui dressé une échelle des représentativités polliniques en utilisant les rapports : « R/P » ;

- « P » représentant les proportions polliniques moyennes d'un taxon dans l'ensemble des relevés,
- « R » étant le recouvrement moyen d'un taxon dans l'ensemble des relevés.

En parallèle à chaque échantillonnage palynologique, un relevé phytosociologique accompagné d'indications sur la situation, sur la topographie, sur la date de prélèvement ainsi que sur l'estimation de « l'abondance » des taxons a été réalisé. Le recouvrement moyen (dans le cas d'un transect avec plusieurs échantillonnages palynologiques) s'obtient à partir des valeurs d'abondance des taxons, estimés autour de chaque échantillonnage palynologique.

La surface et la forme des espaces considérés autour des échantillonnages palynologiques, dépendent du type de formation végétale existant autour des prélèvements. Le critère de base retenu afin de définir l'aire relevée fut l'homogénéité phytionomique de la végétation. Ainsi l'aire relevée était de 1000 à 10000 m² dans les forêts, de 100 à 500 m² dans les landes et prairies, de 10 à 20 m² dans les zones de transition.

Dans le tableau ci-dessous, les proportions polliniques moyennes et le recouvrement moyen ont été calculés pour chaque taxon pour tout un ensemble de transects effectués dans des districts belges, de l'est de la France et en Corse. La représentation pollinique a ensuite été « chiffrée » par le rapport R/P. Lorsque R/P est supérieur à 1, le type pollinique est sous-représenté et une valeur R/P inférieure à 1 caractérise un taxon sur-représenté.

Une sous-représentation indique qu'un taxon de fort recouvrement est trop faiblement représenté par les quantités de pollens observés à cause, soit d'une faible production pollinique (ex. plantes cléistogames), soit d'une mauvaise conservation ou soit des effets de la dispersion. En revanche, une sur-représentation peut s'expliquer soit par une contribution pollinique excédentaire vis à vis des autres espèces de la station, soit par un apport pollinique lointain (par exemple *Pinus*, *Betula*) venant s'ajouter à la représentation locale soit par une conservation différentielle du taxon, soit par une sous-estimation de l'abondance de l'espèce dans le site relevé.

Espèces	R/P	Recouvrement moyen = R	Moyenne pollinique = P	Nombre de placeaux où le taxon est présent
Fortement sur-représentées				
<i>Polystichum filix-mas</i>	0,4	4,2%	9,7%	6
Faiblement sur-représentées				
<i>Betula</i> (arbres)	0,7	26,6%	38,4%	88
<i>Sphagnum</i>	0,7	11,5%	17,6%	57
Correctement représentées				
<i>Carpinus</i> (arbres)	1,0	15,2%	15,0%	49
<i>Pinus</i>	1,0	58,3%	53,3%	52
<i>Quercus</i>	1,0	32,5%	30,2%	204
<i>Athyrium filix-femina</i>	1,0	0,5%	0,5%	2
Faiblement sous-représentées				
<i>Betula</i> (arbustes)	1,2	24,3%	20,7%	44
<i>Gramineae</i> (prairies)	1,2	75,7%	63,6%	19
<i>Castanea</i>	1,3	77,5%	57,9%	5
<i>Alnus</i>	1,4	47,5%	34,2%	22
<i>Gramineae</i> (landes)	1,4	57,8%	39,3%	99
<i>Calluna</i>	1,5	32,5%	21,6%	78
<i>Fagus</i>	1,7	46,7%	28,2%	167
<i>Plantago</i>	1,8	5,0%	2,9%	9
Moyennement sous-représentées				
<i>Corylus</i>	2,4	17,3%	7,2%	103
<i>Polystichum thelypteris</i>	2,4	32,5%	13,7%	4
<i>Fraxinus</i>	2,5	11,2%	4,6%	26
<i>Gramineae</i> (forêts)	2,5	35,5%	14,2%	312
<i>Acer</i>	2,6	10,7%	2,8%	47
<i>Erica</i> (herbacés)	2,6	10,7%	4,1%	12
<i>Salix</i> (arbustes)	2,8	47,6%	16,6%	7
<i>Hedera</i>	2,9	2,9%	1,0%	14
Fortement sous-représentées				
<i>Polystichum spinulosum</i>	3,3	2,7%	0,8%	57
<i>Carpinus</i> (arbustes)	3,8	39,8%	10,4%	66
<i>Picea</i>	3,9	78,8%	20,2%	68
<i>Abies</i>	4,2	38,3%	9,1%	3
<i>Salix</i> (<i>repens</i>)	5,2	14,6%	2,7%	8
<i>Cerealia</i>	5,4	87,5%	16,1%	8
<i>Cyperaceae</i>	5,4	20,2%	3,7%	81
<i>Tilia</i>	8,1	16,1%	2,0%	27
<i>Taxus</i>	11	15,0%	1,4%	5
<i>Populus</i>	12,2	7,8%	0,6%	5
<i>Equisetum</i>	15,6	4,2%	0,3%	3
<i>Ilex</i>	30,0	12,0%	0,4%	4
<i>Pteridium</i>	36,7	31,3%	0,9%	61
<i>Vaccinium</i>	47,6	15,2%	0,3%	40

Fig. 30. Tableau récapitulatif de la représentation pollinique des principaux taxons (d'après Heim, 1970).

Les conclusions tirées par J. Heim (1970) sont les suivantes :

- « La représentation des fougères est variable et dépend des espèces,
- de fortes différences existent selon que l'espèce se trouve dans la strate arborescente ou arbustive. La représentation de *Carpinus* est correcte lorsque le charme fait partie de la futaie, alors que sous la forme d'arbustes dans le taillis, il est fortement sous-représenté. Le même phénomène s'observe également pour *Betula*,
- actuellement la représentation des fréquences polliniques du noisetier et dans une moindre mesure celle de l'aulne sont déficitaires dans les spectres polliniques,
- à l'échelle d'observation, la majorité des espèces a une nette tendance à être sous-représentée ; ceci tient essentiellement à notre mode de calcul du rapport R/P ».

Les représentativités polliniques de *Corylus* et *Alnus* apparaissent sous-représentées d'après les calculs de J. Heim (1970). Ces deux taxons sont pourtant connus pour leurs fortes productions polliniques. Dans certaines stations où le recouvrement moyen de ces deux taxons serait plus faible, il est probable que nous aurions des résultats se rapprochant d'une bonne représentation voire d'une sur-représentation. Ce problème est bien révélateur de la validité, locale, de ces résultats.

Enfin, la mise au point de modèles empiriques et théoriques prenant en compte les valeurs de productivité polliniques, de vitesses de chute de pollens, de distance entre plantes sources et points de sondages (...) permettent de reconstituer des végétations à partir de compositions polliniques actuelles. Un certain nombre de reconstitutions de végétations forestières (Tauber, 1967 ; Andersen, 1970 ; Jacobson and Bradshaw, 1981 ; Webb *et al.*, 1981 ; Prentice, 1985 ; Jackson, 1990 ; Sugita, 1993 ; 1994 ; Calcote, 1995) a ainsi été élaboré. Par ailleurs, l'intégration de données relatives à des compositions végétales ouvertes et parfois anthropisées a permis de reconstituer des paysages ouverts ou semi-ouverts, soit par la méthode empirique (Tinsley et Smith, 1974 ; Cundill, 1979 ; Caseldine, 1981 ; Janssen, 1984 ; Gaillard *et al.*, 1992, 1994, 1998 ; Broström *et al.*, 1998) ou soit par la méthode mathématique (Sugita *et al.*, 1999).

Ces reconstitutions permettent ainsi de tester les valeurs de représentativités polliniques et d'affiner peu à peu les valeurs bien souvent aussi en fonction des vents, des sols, du climat de chaque région...

B.2.2.1.1.6 Le problème des mélanges

Ces problèmes ne sont pas directement identifiables à travers la lecture des spectres polliniques. Pourtant c'est un problème récurrent à l'ensemble des recherches archéologiques. Il est rare qu'un archéologue n'ait jamais rencontré de problèmes de « mélanges » voire d'inversions au sein de ses stratigraphies, liés aux remaniements d'effets de percolations et/ou aux animaux fouisseurs... Mais, contrairement aux styles de céramiques ou du matériel lithique, les morphologies polliniques ne subissent pas d'évolutions perceptibles au regard de quelques millénaires permettant d'identifier des inversions stratigraphiques.

Les effets d'éventuelles migrations de pollens sont généralement noyés dans les assemblages polliniques. Or, ce sont ces assemblages qui sont avant tout interprétés. De plus, en raisonnant sur des assemblages polliniques, on arrive généralement à suivre une trame chronologique cohérente. Ce sont seulement les suivis de pollens très caractéristiques (pollens de céréales et autres pollens allochtones) qui posent finalement problème, amenant alors le débat sur de possibles infiltrations.

Ainsi en 1982, A.V. Munaut a détecté sur un site mésolithique en Belgique des taux de pollens de céréales très (trop) importants, dignes de ceux que l'on trouve en bordure de champs actuels. Or, une observation minutieuse de la répartition horizontale de ces grains de pollens dans la couche archéologique l'amena à détecter des zones à l'aplomb de pierres totalement vides de pollens alors que le reste de la couche était infiltrée de pollens de céréales.

D'autres incohérences apparaissent lorsque des datations radiocarbone se trouvent inversées par rapport à l'ordre stratigraphique (liés parfois à des infiltrations de racines) ou bien lorsqu'une analyse sédimentaire menée en parallèle à l'étude pollinique indique des remaniements...

Les couches stratigraphiques les plus susceptibles d'avoir subi ces « mélanges », sont évidemment des niveaux composés de sédiments à textures grossières tels que les sables. En effet, ces sédiments sont synonymes de conditions de dépôts énergétiques (ex. ruisseaux) et

sont plus facilement sujets aux processus de percolations et autres mouvements d'eau pouvant véhiculer des pollens (Munaut, 1962).

Dans les cas où quelques pollens posent des problèmes interprétatifs importants, une solution peut consister à multiplier les points de sondages autour du premier pour retrouver ou non les mêmes constatations. D'autre part, des études sédimentologiques menées en parallèle aux études palynologiques semblent désormais indispensables pour connaître les modes de dépôts et les éventuels remaniements et infiltrations.

Dans le cadre de ce mémoire, je me suis attaché à un enregistrement des données archéobotaniques avant tout qualitatif (en présence/absence) par l'intermédiaire d'occurrences de groupements de taxons polliniques mais aussi par le signalement de taxons isolés (exemple liés à une percolation) tels que les taxons allochtones par exemple. Grâce à ce protocole, on peut espérer écarter un résultat complètement isolé ou au contraire conserver une observation archéobotanique atypique mais réitérée dans plusieurs études d'un même secteur. Il est ainsi possible de pondérer ces occurrences polliniques en raisonnant sur l'ensemble des résultats retrouvés dans un même secteur (cf. aussi § B.2.2.1.1.4).

B.2.2.1.1.7 Les aires de provenances des spores et pollens, estimations des végétations correspondantes

La nature des apports polliniques a beaucoup été étudiée. Les assemblages polliniques régionaux ont pu être reconnus à l'échelle continentale comme par exemple le Canada mais aussi à des échelle plus fine, à 50-100 mètres autour du sondage (Mc. Andrews, 1966 ; Janssen, 1967, 1981, 1984, *in* Janssen, 1986). H. Tauber (1965, *in* Janssen, 1986) tenta de "modéliser" le transport des pollens en tenant compte de quatre phénomènes : la dispersion au ras du sol, l'espace de diffusion au niveau des troncs d'arbres, au-dessus de la canopée et par la pluie pollinique. G.L. Jacobson and R.H.W. Bradshaw (1981, *in* Janssen, 1986) synthétisèrent ces différentes données en tenant compte d'un cinquième phénomène : la gravité (qui joue un rôle essentiel dans la diffusion locale (Andersen, 1970)). C.R. Janssen (1970, *in* Janssen, 1986), insiste sur une approche qualitative basée sur la détection de grains de pollens de taxons diffusant et produisant peu. C'est notamment le cas de bon nombre d'herbacées et de taxons de cultures. Les taxons produisant beaucoup de pollens font quant à eux l'objet d'analyses quantitatives. Il est parfois possible de discerner une signature locale grâce à la détection de « bouquets de pollens immatures » sur les lames. Pour quelques plantes, on peut retrouver de tels assemblages, alors caractéristiques d'une diffusion locale (Janssen, 1986).

Les compositions polliniques sont souvent interprétées en terme de provenance « locale », « extra-locale », « régionale » et de provenance lointaine (ou « long-distance ») (Faegri and Iversen 1989 ; Moore *et al.* 1991 ; Tauber 1977 ; Jacobson and Bradshaw 1981 ; Janssen 1984).

Selon J. Heim (1970), 60% des grains de pollens proviendraient d'un apport "in situ" (apport pollinique local), 10% proviendraient du voisinage (1 à 500 m), 30% de la région (500 à 10 km) et moins de 1% d'un apport lointain supérieur à 10 kilomètres.

H. Triat (1979) propose une autre terminologie en distinguant les pollens appartenant aux plantes poussant :

- sur place (de 0 à 20 mètres), formant la « représentation pollinique »,
- entre 20 et 500 mètres, formant la « diffusion pollinique »,
- entre 500 et 10 kilomètres, « le reflet pollinique »,
- au delà de 10 kilomètres, « l'écho pollinique ».

Ces proportions sont évidemment des tendances variant au gré des directions des vents dominants (cf. § B.2.2.2.9), de la forme du relief régional (cf. § B.2.2.2.6) et du relief local (cf. § B.2.2.2.7).

S. Sugita (1994) a mis au point un calcul permettant d'identifier une aire pour laquelle la relation « composition pollinique – végétation source » est la meilleure (Relevant Source Area of Pollen). Il utilise pour cela des modèles de diffusion pollinique intégrant la productivité pollinique, la vitesse de chute des pollens, la distance entre la végétation et le point de prélèvement. Ainsi, à partir d'une mosaïque végétale simulée, il est possible de calculer cette « aire optimale » en fonction de la position du point de prélèvement dans la végétation simulée. Le calcul de cette aire optimale (RSAP) est néanmoins propre à chaque type de capteur pollinique (lac, marais, mousse) mais aussi à chaque type de composition végétale...

Ces chiffres doivent aussi être interprétés en fonction de la taille et du type de « piège à pollens ». Selon H. Richard (1999), dans un lac, les parts régionales et lointaines augmentent en fonction de la taille du lac au détriment de la part locale. Ainsi, S.-Th. Andersen (1979) fait correspondre les études polliniques de lacs et de tourbières à des paysages de larges étendues. Les prélèvements effectués sur de petits volumes de terre ou bien dans de petites tourbières ou vallées ne permettraient quant à elles d'obtenir que des images des environnements locaux. Ce principe a été démontré par l'intermédiaire de modèles mathématiques (Sugita, 1994) montrant que des « capteurs polliniques théoriques » de faibles surfaces ($R=2$ m) enregistrent des compositions polliniques de provenance très hétérogènes alors que des lacs de grandes surfaces ($R=750$ m) enregistrent théoriquement des compositions polliniques d'origines plus lointaines et plus homogènes.

Donc si l'on tient compte de ce principe, plus le « piège à pollens » est grand et plus on a de chance de percevoir une image étendue de l'environnement végétal. Pourtant, certains constats iraient plutôt à l'encontre de cette idée. En effet, selon D. Marguerie (1992), les études palynologiques effectuées au milieu de marais de grandes étendues semblent surtout renseigner sur les végétations locales (végétations de zones humides) alors que les études polliniques de zones humides plus modestes, nous informent davantage sur la végétation « régionale » (ou tout du moins sur des végétations non hygrophiles). Cette différence de point de vue est probablement liée à la nature du « piège à pollens ».

Dans le cas des lacs, les végétations hydrophiles et hygrophiles, cantonnées pour l'essentiel à la périphérie, sont de moins en moins représentées en fonction de la taille du lac. En ce qui concerne le Massif armoricain, les zones humides sont pour la plupart soit des zones humides littorales, des tourbières d'estran, des tourbières ombrogènes et des bas-marais, il n'y a en revanche presque aucun prélèvement de lacs. Les zones humides armoricaines sont d'autre part caractérisées par des végétations hydrophiles et hygrophiles recouvrant parfois totalement la zone humide. Il apparaît alors qu'un sondage effectué au milieu d'une vaste zone humide remplie de végétation sera surtout le reflet de la végétation locale. En revanche, une étude palynologique effectuée à la périphérie ou bien dans une zone humide encaissée et de faible étendue donne davantage d'informations sur la végétation régionale, car moins « parasitée » par les influences polliniques locales. L'hydrologie de la zone humide peut d'autre part jouer un rôle dans la nature des phénomènes sédimentaires et les compositions polliniques. Dans le cas des tourbières minérotrophes (ou bas-marais), il est probable qu'un certain nombre de pollens provient des bassins versants grâce aux eaux de ruissellement.

La simulation des zones humides armoricaines selon les modèles développés par S. Sugita (1994) pourrait apporter des éléments de réponse quant aux provenances polliniques, à conditions de pouvoir intégrer l'ensemble des facteurs naturels et de diffusions polliniques propres aux zones humides armoricaines. Contrairement aux végétations testées (Sugita *et al.*,

1999), les capteurs polliniques armoricains ne sont presque jamais des lacs... Les perspectives de recherches utilisant ces modèles sont néanmoins à envisager.

Dans le cadre de ce mémoire, il est donc indispensable de noter dans la mesure du possible : le type de la zone humide (un lac, une tourbière ombrogène ou un bas marais), mais aussi l'étendue de cette zone (surface de l'ordre de quelques hectares ou de l'ordre de plusieurs dizaines d'hectares) ou l'endroit du sondage (au milieu ou en périphérie de la zone humide). Cette note fait l'objet d'un champ attributaire (cf. § B.2.2.2.8)

Dans le cadre de ce mémoire, nous discernons en ce qui concerne les études polliniques de zones humides : les apports polliniques locaux (de 0 à 20 mètres environ) qui sont composés des groupements de zone humides (cf. description des groupements § B.2.2.2.37.1), les apports polliniques du voisinage ou des coteaux (20 à 500 mètres environ) (cf. description des groupements § B.2.2.2.37.2), les apports polliniques régionaux (supérieurs à 500 mètres jusqu'à 10 kilomètres environ) (cf. description des groupements § B.2.2.2.37.3).

Notons qu'une étude pollinique située hors zone humide ne possède pas forcément de « groupement locaux ». En effet, la classification ci-dessus a avant tout été adaptée pour les résultats polliniques de zone humide. Aussi, un sondage réalisé sur un site archéologique n'aura pas forcément d'enregistrement de groupements locaux de zone humide mais seulement des groupements de coteaux et de provenance régionale. Cette classification commode a aussi été utilisée pour les résultats anthracologiques ou carpologiques (cf. chapitre B.2.2.2.37).

Dans l'optique de réaliser les champs attributaires permettant d'enregistrer des résultats polliniques, il est indispensable de discerner les groupements archéobotaniques en fonction de leur provenance. Ainsi, les compositions polliniques de provenance régionale sont représentées en qualités et quantités différentes, des compositions polliniques du voisinage et des compositions polliniques de l'environnement immédiat (ex. dans le cas des études polliniques de zones humides ce sont très généralement des assemblages taxonomiques hygrophiles et hydrophiles qui se retrouvent alors très généralement sur-représentés).

Propriétés des différents apports polliniques, conséquences sur l'estimation et l'enregistrement des groupements archéobotaniques

En vue d'estimer les végétations régionales qui existèrent autour des points de sondages, il est bon de s'appuyer dans un premier temps sur les phases écologiques établies pour décrire les diagrammes polliniques. Une phase écologique regroupe des Zones d'Assemblage Pollinique (ZAP) (cf. chapitre C). Ces ZAP constituent le premier degré de zonation et sont établies en fonction de la variation d'au moins deux taxons locaux (Cushing, 1963). Une approche de la dynamique végétale locale peut alors être estimée. Les phases écologiques regroupent les ZAP en fonction de la variation significative des taxons dominants. Ces phases écologiques sont décrites d'après leurs taxons principaux, indiqués dans l'ordre quantitatif du plus important au plus faible. On estime ainsi les formations végétales majeures pour une phase chronologique donnée. Le raccord chronologique s'effectue dans le meilleur des cas grâce à une datation radiocarbone. En l'absence de datations radiocarbone, il faut se rattacher à d'autres chronologies établies grâce à d'autres profils palynologiques pour pouvoir faire correspondre les phases écologiques... (On perd alors une partie de l'indépendance des résultats obtenus). Ces phases écologiques, lorsqu'elles existent, sont désignées par les trois premières lettres en majuscule du site étudié suivies d'un chiffre (ex. GLA 1, GLA 2,...) (Barbier, 1999). Selon D. Voeltzel (1987) elles « sont déterminées indépendamment pour chaque diagramme et n'ont donc aucune signification pour un site autre que celui qu'elles servent à décrire. »

Ayant ainsi défini les formations végétales majeures (régionales), on peut tenter dans un second temps de discerner les différentes formations végétales en fonction de leurs aires de provenances.

L'apport pollinique local (quelques mètres)

Cet apport dépend essentiellement de la productivité pollinique et du recouvrement des taxons qui se sont trouvés à proximité du point de sondage. En raison de la proximité des plantes émettrices, les apports polliniques locaux sont souvent importants. Dans l'optique de réaliser une base de données archéobotaniques, la prise en compte de cet apport local est nécessaire dans la mesure où il joue aussi de manière prépondérante sur les fréquences polliniques des taxons de provenance du voisinage et de la région. Les résultats polliniques sont en effet généralement exprimés en fréquences relatives dans les diagrammes polliniques. C'est d'ailleurs une des raisons principales qui nous a poussé à saisir l'information archéobotanique sous la forme de données qualitatives (présence – absence de groupement ou de taxons polliniques) plutôt que sous la forme d'informations quantitatives (fréquences polliniques).

En raison de la difficulté à évaluer cet apport « local », nous avons préféré dans le cadre de ce mémoire différencier les taxons ou les groupements archéobotaniques en fonction de leur caractère hydrophile. Lorsque les sondages ont été réalisés dans une zone humide, les taxons ou groupements hydrophiles correspondent donc plutôt à des apports locaux (végétations appartenant à la zone humide) alors que les taxons ou groupements mésophiles proviennent plutôt des stations mieux drainées des coteaux.

L'apport pollinique du voisinage ou des coteaux (1 – 500 mètres)

Cet apport dépend de l'ouverture mais aussi de la nature du peuplement environnant le lieu de sondage. J. Heim (1970) a ainsi tenté d'estimer l'apport pollinique du voisinage, selon que l'on se trouvait dans une aulnaie, une boulaie, une hêtraie, une pessière, une pinède ou une chênaie. Il en déduisit que l'apport du voisinage (c'est à dire l'apport pollinique de « l'extérieur » du peuplement où a été réalisé le prélèvement pollinique) est d'autant plus grand que le ou les taxons dominants du peuplement de la zone du dépôt pollinique sont sous-représentés et le peuplement peu dense. Ainsi, c'est logiquement que l'apport pollinique du voisinage est grandement masqué dans la boulaie (où le pollen de bouleau est sur-représenté dans le spectre pollinique à cause de la forte production pollinique du bouleau) alors que l'on observe un apport pollinique du voisinage important dans les peuplements de pessières (les pollens d'épicéa étant très nettement sous-représentés et ce type de peuplement étant caractérisé par des structures de végétation peu denses) (Fig. 31).

Boulaie	Hêtraie	Chênaie	Aulnaie	Pinède	Pessière
4,4%	4,6%	6,7%	7,4%	7,5%	18,6%

Fig. 31. Tableau résumant la part de l'apport pollinique du « voisinage » dans différents peuplement forestiers

Les milieux ouverts tels que les zones marécageuses et de tourbières sont évidemment moins soumises à l'effet de filtre de la végétation arborescente, par contre les productions locales de spores et pollens peuvent être parfois importantes.

En parallèle, J. Heim (1970) a estimé la part de plusieurs espèces dans l'apport pollinique du voisinage. Il déduisit là encore que « la représentation pollinique de l'espèce »

(dépendante notamment de la production pollinique et du mode de dispersion de l'espèce) joue un rôle essentiel dans l'apport pollinique du voisinage (Fig. 32).

Il obtint la succession :

<i>Alnus</i>	<i>Picea</i>	<i>Fagus</i>	<i>Pinus</i>	<i>Quercus</i>	<i>Betula</i>
2,1%	2,5%	11,4%	14,6%	14,8%	15,9%

Fig. 32. Tableau résumant la part de quelques taxons représentée dans l'apport pollinique du voisinage.

D'après F. Firbas (1934) et W.S. Benninghof (1960), les pollens de la végétation herbacée, à cause de la taille peu élevée de ces plantes et à cause des faibles mouvements d'air au niveau du sol, sont peu dispersés au loin et reflètent principalement un apport local et du voisinage. La plupart des plantes hydro- et hygrophiles sont notamment classées dans cette catégorie.

L'apport pollinique régional (500 mètres - 10 kilomètres)

Dans l'ensemble des profils palynologiques, il existe quelques taxons polliniques qui interviennent systématiquement dans de faibles pourcentages (généralement inférieurs à 10%). Cela caractérise l'influence pollinique régionale ou « background pollen rain » selon l'expression de C.R. Janssen (1966). Selon J. Heim (1970), les taux relatifs aux pollens régionaux se caractérisent par une certaine stabilité dans « le temps » (les évolutions régionales se font avec davantage d'inertie que pour les végétations plus locales) et sont bien répartis dans l'espace. En effet, la pluie pollinique régionale (tout comme celle provenant du lointain) est diffusée de manière relativement « uniforme » (au gré des vents et des masses d'air parfois de hautes altitudes) sur l'ensemble d'un espace régional avec finalement peu de ségrégations selon que le milieu soit boisé ou pas.

Les simulations développées par S. Sugita (1994) permettent d'estimer cette production pollinique régionale ou « background » en fonction des paysages végétaux modélisés.

Les taux polliniques locaux (cf. note ci-dessus) vont en revanche influencer largement les taux relatifs des pollens « régionaux ». En fait, ce n'est que lorsque la représentation pollinique de la végétation locale est déficitaire à cause par exemple de la sous-représentation pollinique des taxons du peuplement local (ex. contraintes environnementales marines importantes telles que dans le cas de l'étude de la tourbière de Pargo à Quiberon qui ont entraîné de très faibles flux polliniques) ou soit à cause d'une corrosion des pollens locaux (*Populus*, *Juncus*, *Luzula*, *Larix*...) que l'apport régional se trouve surestimé.

Selon le même auteur, « l'apport pollinique régional » serait à rapprocher de « la pluie pollinique » (enregistrée quotidiennement au cours d'une année). En effet, « l'apport pollinique régional » tout comme « la pluie pollinique » dépendent notamment de l'importance de la production pollinique, de la distance par rapport à la source, de la direction, force et turbulence des vents ainsi que des conditions hygrométriques de l'air et des précipitations. Or, J. Heim (1970) fait référence aux travaux de J.C. Ritchie & S. Lichti-Federovich, (1963) ainsi que ceux du Laboratoire de Palynologie de Louvain (Mullenders *et al.*, 1967) afin de souligner les faibles fluctuations des fréquences relatives de différentes espèces des pluies polliniques obtenues au cours de plusieurs années successives. Cependant, la quantité absolue de pollens captée sur une surface déterminée varie de manière non négligeable puisque la production et la dispersion des pollens dépendent pour beaucoup des conditions météorologiques (alternances des températures, précipitations, vents,...).

Le tableau suivant, extrait des travaux de J. Heim (1970) effectués en Belgique, dans l'est et en Corse, permet d'obtenir un ordre d'idées des rôles joués par quelques taxons dans la pluie pollinique et l'apport pollinique régional.

Espèces (Taxons polliniques)	Pluie pollinique moyenne (4 stations) 1964, 1965, 1966	Apport pollinique régional	
	Stations de Louvain (1964, 1965, 1966), le Barbou à Liège (1964, 1965), Westende (1964), Wijchmaal (1964)	Heim (1970)	Janssen (1966)
	Moyenne	Moyenne	Moyenne
<i>Alnus</i>	4,05%	1,8%	4,36%
<i>Betula</i>	6,01%	5,3%	15,7%
<i>Carpinus</i>	1,39%	0,8%	-
<i>Corylus</i>	3,51%	2,1%	0,75%
<i>Fagus</i>	0,73%	2,3%	-
<i>Fraxinus</i>	2,42%	0,8%	2,3%
<i>Picea</i>	0,53%	0,8%	2,73%
<i>Pinus</i>	4,95%	6,8%	(78,8%)
<i>Quercus</i>	5,38%	5,9%	8,3%
<i>Salix</i>	0,56%	0,3%	1,56%
<i>Tilia</i>	0,31%	0,2%	0,16%
<i>Ulmus</i>	1,53%	0,4%	1,6%
Somme	31,47%	27,5%	37,46%
<i>Calluna</i>	0,04%	0,4%	-
<i>Cerealia</i>	3,63%	1,1%	-
<i>Chenopodiaceae</i>	0,88%	0,5%	-
<i>Cruciferae</i>	0,24%	0,8%	-
<i>Plantago</i>	1,16%	1,0%	-
<i>Ranunculaceae</i>	0,36%	0,6%	-
<i>Rosales</i>	1,06%	0,7%	-
<i>Rumex</i>	2,19%	0,7%	-
<i>Umbelliferae</i>	0,16%	0,4%	-
Total	9,75%	6,2%	-

Fig. 33. Tableau extrait de l'ouvrage de J. Heim (1970) permettant de comparer les moyennes de différentes fréquences polliniques régionales et fréquences taxonomiques de pluies polliniques.

Quelques conclusions peuvent ainsi être tirées sur l'apport pollinique régional :

- On peut tout d'abord remarquer la contribution non négligeable des céréales caractérisées habituellement par leur faible diffusion,
- les fréquences relatives des taxons intégrés dans la pluie pollinique et celles représentant l'apport pollinique régional sont relativement proches,
- la part de l'apport pollinique régional moyen contribue de manière importante à la composition des spectres polliniques puisqu'il s'élève à 33,7% (27,5%+6,2%),
- quatre groupes de taxons peuvent être séparés d'après leur contribution à l'apport pollinique régional. Par ordre d'importance :
 - *Quercus, Pinus et Betula,*
 - *Corylus, Alnus, Fraxinus, Ulmus,*

- *Fagus, Carpinus, Picea, Salix,*
- *Tilia.*

S. Th. Andersen (1970, 1966) a aussi travaillé sur ces problèmes de représentativité pollinique entre taxons d'arbres. Il a mis au point des « facteurs de correction » visant à diminuer l'importance des arbres sur-représentés (gros producteurs polliniques) et au contraire augmenter la part des plus faibles producteurs. Les facteurs de correction sont les suivants :

Pour *Betula, Pinus, Corylus, Quercus, Alnus*, : $x^{1/4}$
 pour *Ulmus* : $x^{1/2}$
 pour *Tilia* : x^2 .

Ces facteurs de correction, réalisés à partir de valeurs absolues ne sont néanmoins valable que pour les espaces locaux étudiés par S.-Th. Andersen. Ils sont donc difficilement utilisables, hormis comme aides ponctuelles à l'interprétation.

Notons enfin la présence quasi-exclusive des pollens d'herbacés dans certains spectres polliniques. Dans de tels spectres (cas notamment des steppes à Poacées), nous interpréterons et enregistrerons l'apport pollinique comme « régional » (cf. § B.2.2.2.37). En effet, même si les Poacées sont plutôt classées parmi les taxons à diffusion locale (500 mètres), il est difficile de croire, en l'absence implicite des taxons à diffusion régionale, en l'existence d'espaces complètement vierges de végétations. L'extrapolation des végétations locales sur une zone de 10 km, bien que n'étant pas tout à fait exacte, est très probablement alors la représentation la plus proche de la vérité.

L'apport pollinique lointain (provenance supérieure à 10 Km)

Cet apport pollinique est difficile à évaluer dans les régions boisées si ce n'est par la détection de plantes complètement étrangères à la région. J. Heim (1970) signale ainsi le cas des pollens de *Juglans* dont la valeur moyenne (0,2%) peut-être considérée comme minime. S. Hicks (2003) cite l'exemple de pollens de *Juglans* trouvés dans le nord de la Finlande. En fait, les exemples d'apports polliniques lointains ne manquent pas, J. Heim (1970) cite entre autre H. Faegri (1954) (in Faegri *et al.*, 1964) qui trouva 5% de *Fagus* et de *Picea* (% d'A.P.) dans l'ouest de la Norvège alors que ces arbres manquent dans cette région. J. Iversen (1954) (in Faegri *et al.*, 1964) observa environ 1% de pollens de *Pinus* et de *Picea* (% d'A.P.) au Groenland, zone évidemment fort éloignée de la limite septentrionale de ces résineux (etc...).

Selon K. Faegri *et al.* (1964), la contribution pollinique des taxons herbacés à l'apport lointain est très réduite à cause de la faible taille des plantes et le peu de prise aux vents.

Ainsi, en règle générale ces apports sont caractérisés par de faibles valeurs (moins de 1%) mais sont présents dans l'ensemble des compositions polliniques. En effet, ces transports de pollens sur de grandes distances s'expliquent par un brassage continu, de courants d'air violents évoluant à haute altitude et rendant cet apport finalement réparti de manière homogène et indépendante de l'environnement immédiat de la zone de dépôt.

B.2.2.1.2 Caractéristiques des données anthracologiques

L'anthracologie a pour matériel d'étude des charbons de bois retrouvés soit en contexte archéologique, soit dans des sédimentations naturelles (ex. incendies de forêts). Cette

analyse consiste à identifier des taxons à partir de charbons de bois collectés généralement lors de chantiers de fouilles, cela grâce à la structure anatomique caractéristique des bois.

La précision de la détermination taxonomique des résultats anthracologiques est souvent supérieure aux possibilités des déterminations polliniques.

En revanche, seule une image de la végétation ligneuse est accessible à travers les résultats anthracologiques. Aussi, contrairement aux études palynologiques, les études anthracologiques ne permettent d'enregistrer que des taxons ou des groupements de boisements ligneux (cf. groupements archéobotaniques de boisements § B.2.2.2.37).

Par ailleurs, l'image de la paléo-végétation est déformée par rapport au spectre pollinique. Le passage du bois au charbon de bois induit tout une série de processus physiquement associés mais non corrélés : le bois subit une réduction de masse et une fragmentation. Plusieurs combustions expérimentales ont été réalisées pour mieux appréhender la réduction de masse en fonction des taxons et de l'humidité du bois (Juneja 1975). L. Chabal (1997) a davantage étudié la fragmentation mettant au point une « loi statistique de la fragmentation » (Chabal, 1990).

S. Thiébault (1988) insiste sur le nombre croissant de gisements étudiés. Les résultats obtenus permettent désormais de tenter des corrélations de site à site, amenant l'élaboration de synthèses régionales. La comparaison avec la palynologie démontre l'adéquation entre les résultats de ces deux disciplines y compris d'un point de vue quantitatif (Thiébault, 1988). Néanmoins, dans certains cas, les corrélations sont rendues difficiles par l'absence ou la disparition d'une essence. L'anthracologie peut alors mettre en évidence une sélection des bois par l'homme.

En effet, l'autre particularité des vestiges anthracologiques des foyers ou des structures archéologiques réside dans le ramassage anthropique dont sont très souvent issus les charbons de bois (sauf cas exceptionnel d'incendies naturels). Or, ce ramassage peut avoir fait l'objet de choix (notamment dans le cas des foyers artisanaux) biaisant de ce fait l'image du paléoenvironnement perçu.

L'aire de ramassage est parfois difficilement appréciable (notamment pour les charbons de bois issus de travaux artisanaux des périodes récentes où les transports de combustibles rendent « géographiquement » inexploitable les données). Toutefois, les travaux effectués sur des foyers domestiques préhistoriques ayant fonctionné sur des laps de temps suffisamment longs, montrent le plus souvent des ramassages de « tout-venants » et représentatifs de la composition végétale ligneuse de l'aire de ramassage.

Tenant en compte de ces caractéristiques, I. Thery-Parisot (2001) a tenté d'estimer les rendements calorifiques des vestiges anthracologiques et ainsi les volumes en bois consommés sur des sites paléolithiques.

Il est prévu de pouvoir enregistrer le type d'étude anthracologique (étude sur structure artisanale ou sur structure domestique) dans les attributs de la base de données (cf. § B.2.2.2.4) pour pouvoir ensuite comparer les informations anthracologiques de manière spatiale ou temporelle.

Des mesures de moyennes de largeurs de cernes, effectuées sur des charbons de chêne de faibles courbures et de rythmes de croissances réguliers permettent d'obtenir des informations sur le stress de croissance de l'arbre. Ce stress correspond notamment à l'intensité des compétitions interindividuelles mises en œuvre vis-à-vis des ressources de lumières, de sels minéraux, d'eau... En fait, plus un arbre est « stressé » par son environnement immédiat et plus les cernes formés chaque année sont étroits. On peut donc tirer de ces mesures dendrologiques des informations relatives à la structure ou la densité de végétation de l'aire de ramassage. Les mesures de moyennes de largeurs de cernes étant systématiquement inventoriées, D. Marguerie (1992) a pu observer une tendance générale à l'augmentation des largeurs moyennes de cernes des chênes sur les 6 derniers millénaires. Ce

constat va dans le sens d'une baisse générale de la compétition des ressources à l'intérieur des formations de chênaies. Ce résultat a été interprété comme la conséquence d'une diminution de la densité des boisements armoricains liée aux défrichements (Marguerie, 1992). Il est prévu un champ attributaire pour enregistrer cette information dendrologique (cf. § B.2.2.2.47).

B.2.2.1.3 Caractéristiques des données carpologiques

La carpologie se consacre à l'analyse des fruits et des graines conservés dans les sédiments archéologiques. Son champ d'application contribue à répondre à deux branches majeures : l'ethnobotanique et le paléoenvironnement.

Apport à l'ethnobotanique :

C'est dans ce domaine que la carpologie fournit le plus de données. En effet, les éléments végétaux étudiés résultent la plupart du temps des activités humaines. A travers ces vestiges, ce sont donc les activités de l'Homme entretenues avec l'environnement végétal qui sont retracées. Selon Ph. Marinval (1999), on compte parmi les principaux objectifs :

- Retracer l'histoire de l'alimentation végétale, tant au point de vue des espèces consommées que des préparations réalisées (les modes culinaires),
- suivre l'évolution de l'ensemble du phénomène agricole : de la préparation du sol au stockage et à la transformation des denrées, mais aussi restituer les processus de domestication des espèces,
- étudier certains aspects des pratiques culturelles (ex. dépôts funéraires).

Apport paléoenvironnemental :

La carpologie participe à la restitution des paléoenvironnements en précisant les structures du peuplement végétal. Pour ce faire, on a recours à l'autoécologie des espèces et aux associations végétales actuelles. Grâce à des études diachroniques mais aussi en tenant compte de la position géographique de l'ensemble de ces études, la carpologie permet potentiellement de suivre l'évolution du milieu, les « migrations » des espèces (notamment les espèces allochtones), les défrichements et la mise en place des systèmes agraires... En ce qui concerne les sites archéologiques, la carpologie permet de connaître dans une certaine mesure les milieux environnant les sites et la gestion de ceux-ci.

Les limites de la carpologie et la représentativité des paléo-semences conservées sont fonction de divers paramètres. Elles dépendent des causes de conservation ou non de carporestes au sein des couches archéologiques et de la conservation de celles-ci dans les sédiments. Il faut discerner les raisons d'ordre naturel et celles d'ordre anthropique.

Parmi les facteurs naturels on compte la nature du matériau (les restes carpologiques subissent parfois une première dégradation lors de la digestion), la nature des sites (ce sont souvent des vestiges de plantes choisies en rapport avec le type de site fouillé : ex. les vestiges issues de la fouille d'une sépulture sont différents de ceux issus d'une étude d'habitat), les conditions de dépôts (ex. le pH) génèrent aussi des discordances.

Parmi les facteurs humains, la carbonisation ou la minéralisation des graines sont des modes de fossilisation qui peuvent être favorisés par certains modes opératoires. Ainsi la carbonisation des grains de céréales peut être la conséquence d'incendies accidentels mais

aussi de carbonisations volontaires. En effet, ces carbonisations volontaires peuvent être induites soit par destruction des impuretés après vannage et criblage, soit par torréfaction des grains vêtus en vue de leur décorticage, soit par grillage des grains afin d'obtenir une meilleure conservation vis-à-vis des insectes ou bien soit lors des préparations alimentaires.

La reconstitution paléoenvironnementale comme pour l'anthracologie concerne l'aire de « récolte » des graines. Or, cette aire de provenance n'est pas toujours facile à connaître notamment pour les dépôts des périodes récentes.

Par ailleurs, comme pour les autres analyses archéobotaniques, on considère que la part « infime » des paléo-restes étudiée est bien représentative de l'ensemble du site. Partant de ce postulat, on déduit puis on interprète les associations carpologiques obtenues en fonction des associations actuelles mais aussi en fonction des résultats archéobotaniques disponibles dans la bibliographie.

Les fréquences relatives basées sur des occurrences carpologiques décrivent davantage la diversité des taxons carpologiques plutôt que des réalités « quantitatives » concernant ces taxons. En effet, alors que la fréquence des occurrences polliniques de céréales est en augmentation pour la période Gallo-romaine (Fig. 132), on constate dans le même temps une régression générale des fréquences des occurrences carpologiques des blés (Fig. 133 et Fig. 135).

L'enregistrement des taxons étant qualitatif (présence / absence), tout enregistrement carpologique isolé crée autant « d'absences » des autres taxons. Or cette « absence » n'a pas la même valeur entre une étude carpologique et une étude palynologique. En effet, généralement le prélèvement carpologique décrit davantage un choix technique ou bien une conservation différentielle plutôt qu'une réalité environnementale « quantitative ». (ex. un lot carpologique composé exclusivement d'un taxon ne signifie pas que le paysage était composé à 100% de ce taxon...). En revanche, l'absence d'un taxon pollinique dans un spectre pollinique est plus proche d'une réalité environnementale car un spectre pollinique est en règle générale composé de taxons d'origines et de provenances très diverses. D'autre part, désormais les sondages polliniques effectués dans des zones humides sont réalisés sans à priori vis-à-vis du contenu pollinique. De plus, il n'existe pas ou peu de biais anthropique dans la composition pollinique d'une étude de zone humide. Même si l'absence d'un taxon dans un spectre pollinique ne peut jamais être totalement attestée, il est possible, au regard d'un grand nombre d'études polliniques, de faire ressortir des tendances et ainsi de se rapprocher d'une réalité paysagère.

A cause de la faible diversité taxonomique de la plupart des études carpologiques, ce sont donc essentiellement des interprétations en terme d'évolution de la diversité des taxons carpologiques qui peuvent être avancées à partir des fréquences relatives obtenues.

L'information carpologique est consignée dans plusieurs champs attributaires puisqu'elle peut renseigner sur la présence de taxons allochtones (avec bien souvent une précision taxonomique supérieure à la palynologie) et sur beaucoup de groupements archéobotaniques (cf. descriptions des groupements archéobotaniques § B.2.2.2.37).

B.2.2.2 Mise au point et détails des descripteurs

B.2.2.2.1 Le nom de l'étude

L'enregistrement du nom de l'étude est prévu grâce à un champ attributaire de type textuel. Le nom de la commune du site et éventuellement de la structure sont indiqués.

B.2.2.2.2 La référence bibliographique

La référence bibliographique d'où sont tirés les résultats paléoenvironnementaux est enregistrée sous forme textuelle dans un champ attributaire de la table résumant les paramètres du site étudié.

B.2.2.2.3 Remarques

Plusieurs champs attributaires ont été réservés aux remarques diverses qui accompagnent les résultats paléoenvironnementaux. Ces remarques peuvent correspondre à des explications de choix réalisés lors de l'enregistrement des données (ex. découpage chronologique des résultats palynologiques à telle ou telle période). Des informations relatives à la précision des coordonnées géographiques des études peuvent aussi être signalées.

B.2.2.2.4 Les types d'analyses

Un champ attributaire est prévu dans la table résumant l'ensemble des paramètres du site étudié afin d'enregistrer le type d'analyse.

Trois grands types d'analyses archéobotaniques sont disponibles : l'anthracologie et la carpologie dont les restes sont généralement retrouvés dans des sédiments de type minéral et sec (ex. sur les sites archéologiques). La palynologie est effectuée soit dans des sédiments humides et riches en matières organiques (ex. tourbières), soit dans du sédiment minéral sec. Il est important de noter ces différences de sédiments car cela peut influencer les conditions de conservation des restes et par la suite conditionner l'utilisation et les interprétations des données.

L'étude des pollens peut apporter des informations d'ordre naturel mais aussi culturelle à diverses échelles spatiales (les trois grands types de groupements végétaux : groupements de zones humides, des coteaux et régionaux peuvent être identifiés).

On différencie les études anthracologiques effectuées sur les foyers domestiques (issus de ramassages de bois exhaustifs), des analyses de charbons prélevés dans des foyers ou au sein de structures artisanales (ex. charpentes ou foyers de fours artisanaux). En effet, si dans le premier cas il est possible de tirer des informations sur le paléoenvironnement des sites, le deuxième type d'information, étroitement dépendant des activités humaines ne permet plus de conclure en terme d'environnement des sites mais plutôt en terme de modes techniques.

En plus, de ces disciplines archéobotaniques, il est possible d'enregistrer des études sédimentologiques qui elles peuvent relever soit d'études de sédiments minéraux secs, soit d'études de sédiments prélevés en zones humides. En effet, là aussi le type de sédiment peut influencer les résultats obtenus. Ces études permettent potentiellement la reconnaissance d'un certain nombre de traits sédimentaires, pédologiques et anthropiques qui caractérisent le support naturel, son degré d'évolution pédologique et le type de perturbation anthropique qui l'affectent. Ceci vise à mieux comprendre l'impact de l'homme sur son environnement aussi bien au niveau de l'organisation de l'habitat, que des transformations liées à la mise en valeur agricole des espaces environnants. Il peut ainsi être mis en évidence des traits directement liés à la mise en culture d'un champ, à condition que ceux-ci soient conservés à l'abri des

perturbations agricoles modernes (c'est à dire enterrés sous un monument, une structure archéologique ou une épaisseur suffisante de sédiments) (Gebhardt, 1989). D'autres études paléoenvironnementales sont aussi enregistrées sous formes textuelles (études archéozoologiques, découvertes exceptionnelles, études critiques d'articles envers des résultats) (Fig. 34).

	« Informations d'ordre culturel » (cf. tableaux de données culturelles)	« Informations d'ordre naturel » (cf. « tableaux de données naturelles »)	Remarques
Palynologie (sur sédiment minéral humide)	- taxons allochtones, - impact humain, (défrichements, sylviculture, landes brûlées, pâturées...).	- groupements végétaux des zones humides, des coteaux, - grandes formations régionales.	Tenir compte des paramètres propres aux sites tels que les vents, la topographie, les conditions taphonomiques
Palynologie (sur sédiment minéral sec)	- taxons allochtones, - impact humain, (défrichements, sylviculture, landes brûlées, pâturées...).	- groupements végétaux des coteaux, - grandes formations régionales.	Tenir compte des paramètres propres aux sites tels que les vents, la topographie, les conditions taphonomiques. Les conservations différentielles sont fréquentes dans ce type de sédiment.
Anthracologie sur foyer domestique	- taxons ligneux allochtones, - aire de ramassage, - technique de gestion forestière, - système technique des foyers.	- groupements végétaux des coteaux, - grandes formations régionales (nature des forêts), - information sur la structure des boisements (densité), via des mesures dendrologiques.	Précisions sur le mode opératoire des foyers (allumage et entretien des foyers)
Anthracologie sur foyer ou structure artisanale	- taxons ligneux allochtones, - modes opératoires des structures artisanales.		Précisions sur les modes opératoires, techniques des foyers
Xylogie, bois naturels et travaillés	- taxons allochtones, - impact humain (ex. bois travaillé).	- grandes formations régionales (nature des forêts), - information sur la structure des boisements (densité), via des mesures dendrologiques.	Précisions sur les modes opératoires, techniques (ex. charpentes)
Carpologie	- taxons allochtones (détails taxonomiques généralement plus précis que par la palynologie).	- groupements végétaux des coteaux (groupements de cultures notamment).	Précisions sur les activités agricoles (cultures)
Sédimentologie	- informations quant aux transformations liées à la mise en valeur agricole des sols (identification des perturbations anthropiques), - groupements végétaux potentiels des environs immédiats.	- groupements végétaux potentiels des environs immédiats à travers la qualité des sols (groupements naturels des coteaux : ex. forêts, landes...)	Précisions sur les techniques agricoles (labours)
Etude archéozoologique	- espèces domestiquées, - techniques d'élevage, - technique de découpes.	- écosystèmes fréquentés par les animaux.	Précisions sur les activités agricoles (élevages)

Fig. 34. Synthèse des informations potentiellement accessibles par les différentes techniques paléoenvironnementales.

Le codage des types d'analyses est consigné dans le tableau ci-dessous (Fig. 35)

Codage du type d'analyse :	
-	« a » : étude anthracologique sur charbons épars (ex. dans une couche archéologique),
-	« ad » : étude anthracologique sur foyer domestique,
-	« aa » : étude anthracologique sur foyer ou structure artisanale (ex. charpente),
-	« c » : étude carpologique,
-	« cr » : étude critique d'un résultat, nouvelles données issues d'une étude plus récente,
-	« f » : étude archéozoologique,
-	« i » : étude inclassable (ex. objet exceptionnellement conservé),
-	« ph » : étude pollinique en zone humide,
-	« ps » : étude pollinique sur sédiment minéral sec (site archéologique),
-	« sh » : étude sédimentologique sur prélèvement de zone humide,
-	« ss » : étude sédimentologique sur prélèvement minéral sec (site archéologique)
-	« x » : étude xylogologique (généralement sur bois gorgés d'eau).

Fig. 35. Codage des différentes analyses « archéoscientifiques » prises en compte.

B.2.2.2.5 Position géographique latitudinale et longitudinale des études

Les coordonnées géographiques (en mètres) des études ont été attribuées après consultation et localisation des études dans les cartes géographiques fournies par l'IGN (1 / 25 000). L'enregistrement des données a été consigné tout comme pour les cartes de l'IGN selon le système de projection Lambert II étendu (cf. § A.1.1.2.4). Parmi les études les plus récentes un positionnement au GPS a été réalisé (ex. étude de Rohu Pargo à Quiberon dans le cadre de ce mémoire).

B.2.2.2.6 Contexte géomorphologique du prélèvement, [Env_reg].

Afin d'estimer la provenance des pollens, des données sur le contexte géomorphologique sont enregistrées (Fig. 36). Cette information couplée aux données relatives aux vents (cf. § B.2.2.2.9) peut ainsi renseigner sur l'origine des informations polliniques.

Environnement topographique à l'échelle régionale	
-	Littoral (site côtier sans influences marines directes) : l
-	Littoral (site sous influences marines directes, exemple : les estuaires) : e
-	Plaine : p
-	Vallonné : v
-	Obstacle aux vents dominants ? : d
-	Inconnu : « »

Fig. 36. Codage des différents types d'environnements topographiques régionaux pris en compte.

B.2.2.2.7 Position topographique du prélèvement à l'échelle du bassin versant, [pos_topol].

Ce paramètre renseigne essentiellement sur la qualité de l'enregistrement pollinique. En effet, contrairement aux tourbières de fonds de vallées, les tourbières sur pentes présentent le plus souvent un processus de tourbification lent permettant l'enregistrement d'une longue séquence sur une faible puissance de sédiment. Les sommets présentent quant à eux des vitesses de sédimentation moins rapides encore.

Par ailleurs, les sites situés dans des fonds de vallées ou sur pentes non exposées aux vents dominants enregistrent des « provenances » régionales potentiellement moins importantes que des sites situés en sommet de colline (cf. § B.2.2.1.1.7) et Fig. 37 ci-dessous.

Endroit de prélèvement :
- fond de Vallée : v
- sur Pente : p
- sur Sommet : s
- sur l'estran : e
- inconnu : « »

Fig. 37. Codage des différentes positions topographiques d'un bassin versant pris en compte.

B.2.2.2.8 Nature de la zone humide [type zh].

Les compositions polliniques constatées dépendent pour partie de la nature du « piège à pollens » que sont les zones humides (cf. § B.2.2.1.1.7). Un champ attributaire a été conçu pour pouvoir enregistrer le type de zone humide et notamment la position du sondage et le type de couverture végétale de la zone humide (Fig. 38 ci-dessous).

Taille et nature de la zone humide
- Zone humide de petite taille : 100m ² à 10 ha (mare, étang, petite cuvette) ou sondage effectué en périphérie d'une vaste zone: p
- Zone humide de petite taille (ou sondage effectué en périphérie d'une vaste zone) et recouverte par de la végétation (ex. une roselière) : pv
- Sondage effectué au milieu d'une zone humide supérieure à environ 10ha (ex. lac.) : s
- Sondage effectué au milieu d'une zone humide supérieure à environ 10ha et recouverte par de la végétation : sv
- Sondage effectué à proximité d'une rivière ou d'un fleuve : f
- Inconnue : « »

Fig. 38. Codage des différentes zones humides prises en compte.

B.2.2.2.9 Principales orientations des vents, [vent1], [vent2], [vent3], [vent4].

Estimer la zone de provenance des grains de pollens régionaux (500 à 10 kilomètres) nécessite forcément de se préoccuper de la circulation des masses d'air transportant ces pollens. Il existe une carte des vents actuels qui peut fournir ces renseignements (cf. § A.1.3.1.1). Les phénomènes météorologiques armoricains sont pour une large part inféodés aux circulations des masses d'air participant au fonctionnement global et à celui des océans (circulation thermo-haline). Si les vents dominants sur le Massif armoricain viennent globalement de l'ouest, il existe d'autres formes de courants d'air non négligeables sur le Massif armoricain. Les orientations des vents côtiers perpendiculaires à la côte, mais aussi celles des vents locaux dépendent des configurations du relief pour l'essentiel (cf. chapitre A.1.3.1.). Les masses d'air provenant de l'ouest sont caractéristiques des vents de l'Océan Atlantique (ceux-ci sont cependant fortement atténués à l'est du Massif armoricain), ceux du nord provenant de la Manche. L'influence continentale peut aussi générer des vents en provenance de l'est et du nord-est.

La prise en compte de la direction des vents (les huit possibilités sont codées ci-dessous Fig. 39) a été possible grâce aux cartons des vents tirés des cartes de végétations (Corillion, 1971). Il faut noter que l'absence totale de vents en provenance d'une direction n'existe pas. Néanmoins, seules les quatre principales directions des vents ont été enregistrées

dans quatre champs attributaires en fonction de l'importance des vents : [vent 1], [vent 2], [vent 3] et [vent 4].

Provenance dominante des vents pour chacun des quatre champs attributaires [vent 1], [vent 2], [vent 3] et [vent 4]
<ul style="list-style-type: none"> - Ouest : o - Nord-Ouest : no - Nord : n - Nord-Est : ne - Est : e - Sud-Est : se - Sud : s - Sud-Ouest : so

Fig. 39. Codage des orientations des vents.

B.2.2.2.10 Taxons présentant une conservation différentielle.

Pour une grande partie des études, les diagrammes présentent des pourcentages relatifs calculés à partir d'une somme de base totale excluant systématiquement les spores (*Osmunda* mis à part) (codé « t »). En effet, les Ptéridophytes et Bryophytes présentent des sporulations difficilement interprétables. Certains contextes sédimentaires (études palynologiques en milieu minéral sec) sont plus propices à ces conservations différentielles. (cf. § B.2.2.1.1.3).

Taxons ayant subi une conservation différentielle
<ul style="list-style-type: none"> - Ptéridophytes : p - Bryophytes : b - Ptéridophytes et Bryophytes : t - « Pic » (fréquence relative) exceptionnel d'un taxon : cf. codage des taxons (cf. B.2.2.2.34) - Aucune exclusion : « »

Fig. 40. Codage des taxons ayant subi une conservation différentielle.

B.2.2.2.11 Taxons locaux prépondérants exclus de la somme de base, [exclu loc],

Certains auteurs réalisent des diagrammes « avec exclus » afin d'y représenter une végétation régionale non masquée par l'apport pollinique local. Ainsi, les fréquences relatives sont établies à partir d'une somme de base largement diminuée puisque soustraite des spores et des pollens du ou des taxons locaux dont le pourcentage est prépondérant (le plus souvent, *Alnus*, *Betula*, *Salix*, Cypéracées). En plus de la sur-représentation pollinique due à la proximité de ces espèces, cette végétation locale surtout lorsqu'elle est arborescente, agit comme une sorte de « rideau » limitant alors l'apport pollinique des taxons régionaux (cf. § B.2.2.1.1.7). Les A.P. (taux de pollens d'arbres) sont alors calculés, en fonction des auteurs, avec exclusion ou non des taxons d'arbres locaux (*Alnus*, *Corylus*,...). Le taux de pollens d'arbres n'a donc pas la même signification d'un auteur à l'autre.

Les palynologues ont en règle générale soit exclu tout un ensemble choisi de taxons à la fois arborescents et herbacés (ex. *Alnus sp.*, *Myrica sp.*, *Polypodium sp.*, *Sphagnum sp.*) ou soit inclu dans le calcul l'ensemble des taxons. La prise en compte de ce paramètre est néanmoins indispensable pour l'interprétation détaillée des résultats.

En ce qui concerne les taux de pollens d'arbres, afin de pouvoir enregistrer des données comparables d'une étude à une autre, une harmonisation systématique des fréquences a été réalisée (cf. codage des taux d'A.P. § B.2.2.2.42.).

Les taxons de provenance locale dont les pourcentages sont prépondérants et ayant été exclus de la somme de base (ex. <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> , <i>Salix</i> , Cypéracées, autres ?...)
- <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> , <i>Salix</i> , Cypéracées : t - <i>Alnus</i> : al - <i>Betula</i> : be - <i>Salix</i> : sl - Cypéracées : cy - Autres : u
Les combinaisons sont possibles : ex. <i>Alnus</i> et <i>Betula</i> : al-be

Fig. 41. Codage des taxons locaux prépondérants exclus de la somme de base.

B.2.2.2.12 Données des hauteurs de précipitations moyennes annuelles (Météofrance). [précipitation].

Il a été possible d'attribuer une valeur de précipitation moyenne à chaque étude paléoenvironnementale grâce aux cartes fournies par Météofrance. Ces cartes ont été réalisées à l'aide d'une méthode d'interpolation intégrant sous forme codée le "paysage" environnant chaque point de mesure (cf. méthode, AURELHY, cf. § A.1.3.3). Les moyennes de précipitations correspondent aux valeurs collectées sur la période 1961-1990.

C'est avant tout la distribution spatiale des données climatiques qui est pertinente à prendre en compte et qui sera ensuite comparée à la distribution spatiale des données paléobotaniques.

Six classes de valeurs ont été choisies pour construire la carte de répartition des précipitations :

Classes des hauteurs de précipitations moyennes annuelles
- Hauteurs inférieures à 600 mm : 550 - Hauteurs comprises entre 600 à 700 mm : 650 - Hauteurs comprises entre 700 à 800 mm : 750 - Hauteurs comprises entre 800 à 1000 mm : 900 - Hauteurs comprises entre 1000 à 1200 mm : 1100 - Hauteurs supérieures à 1200 mm : 1300

Fig. 42. Codage des données des hauteurs de précipitations moyennes annuelles de 1961 à 1990.

B.2.2.2.13 Données de températures moyennes annuelles (Météofrance), [températures],

De la même façon qu'il a été possible de collecter des données moyennes de précipitations, les valeurs moyennes de températures ont été attribuées à chaque point d'étude paléoenvironnementale (cf. méthode, AURELHY, cf. § A.1.3.3). Là encore, c'est avant tout la distribution spatiale des données de températures (distribution pérenne car grandement inféodée au relief) qui est prise en compte afin d'être confrontée à la distribution spatiale des données archéobotaniques (Fig. 43).

Classes des températures moyennes annuelles
- Température moyenne de 8°C : 8
- Température moyenne de 9°C : 9
- Température moyenne de 10°C : 10
- Température moyenne de 11°C : 11
- Température moyenne de 12°C : 12

Fig. 43. Codage des données des températures moyennes annuelles de 1961 à 1990.

B.2.2.2.14 Profondeur obstacle à l'enracinement (carte des sols au 1/ 1000 000^e), [Roo],

Données issues de la base géographique des sols d'Europe au 1/1 000 000^e (ou Système d'Information des Sols d'Europe (SISE)), (cf. § A.1.5.2.1). Cette distribution des profondeurs des sols est à utiliser avec précaution notamment pour les périodes les plus reculées à cause des processus d'érosion. Même si ces phénomènes peuvent être jugés de faibles ampleurs sur le Massif armoricain, à cause de l'absence de forts reliefs, l'érosion a pu jouer un rôle non négligeable à l'échelle des millénaires notamment dans les régions vallonnées. Par ailleurs, c'est principalement la distribution spatiale des données que l'on cherche à mettre en corrélation avec les distributions des résultats archéobotaniques.

Profondeur obstacle à l'enracinement
- Profondeur supérieure à 80 cm : 1
- Profondeur comprise entre 60 et 80 cm : 2
- Profondeur comprise entre 40 et 60 cm : 3
- Profondeur inférieure à 40 cm : 4

Fig. 44. Codage des Profondeurs obstacle à l'enracinement (d'après la base de données SISE)

B.2.2.2.15 Sol dominant, [Soil1],

Données issues de la base géographique des sols d'Europe au 1/1 000 000^e (ou Système d'Information des Sols d'Europe (SISE)) (cf. § A.1.5.2.1). Ces informations actuelles sont à exploiter avec précaution pour les périodes anciennes. (cf. remarque identique § B.2.2.2.14).

Codage du type de sol dominant
- Regosol : R
- Ranker : U
- Rendzine : E
- Cambisol : B
- Luvisol : L

- Podzoluvisols : D
- Podzol : P
- Gleysol : G
- Histosol : O
- Fluvisol : J
- Vertisol : V
- Xerosol : Z

Fig. 45. Codage des Profondeurs obstacles à l'enracinement (d'après la base de données SISE).

B.2.2.2.16 Matériau parental dominant, [Mat1],

Données issues de la base géographique des sols d'Europe au 1/1 000 000^e (ou Système d'Information des Sols d'Europe (SISE) (cf. § A.1.5.2.1). (cf. remarque identique § B.2.2.2.14).

Codage du type de Matériau parental dominant
- Alluvions - Colluvions : 110, 100, 111, 112, 113, 150,
- Alluvions marines : 120,
- Calcaires : 210, 200, 215, 216, 217, 218, 219,
- Calcaires du Secondaire : 212,
- Craie : 220,
- Marnes : 230, 231, 232, 233, 234,
- Matériaux argileux : 300, 311, 312, 313, 331, 333, 340,
- Matériaux sableux : 400, 410, 411, 412, 413, 422, 430, 441, 442, 450 451, 452, 453, 454,
- Matériaux limoneux : 500, 510, 511, 512, 513, 514
- Limon éolien : 520, 521, 522, 523,
- Granite : 711,
- Roches métamorphiques : 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 740,
- Schistes : 740, 741, 742, 743, 744, 745,
- Tourbes : 900, 910.

Fig. 46. Codage du type de matériau parental dominant (d'après la base de données SISE).

B.2.2.2.17 Classe des textures, [texture1],

Données issues de la base géographique des sols d'Europe au 1/1 000 000^e (ou Système d'Information des Sols d'Europe (SISE) (cf. § A.1.5.2.1). (cf. remarque identique § B.2.2.2.14).

Codage des classes des textures dominantes des sols
- Grossière : 1
- Moyenne : 2
- Fine et Moyenne : 3
- Fine : 4
- Très fine : 5

Fig. 47. Codage des classes de textures dominantes des sols (d'après la base de données SISE).

B.2.2.2.18 Régime hydrique, [Wr],

Données issues de la base géographique des sols d'Europe au 1/1 000 000° (ou Système d'Information des Sols d'Europe (SISE) (cf. § A.1.5.2.1). (cf. remarque identique § B.2.2.2.14).

Codage du régime hydrique
- Sols bien drainés : 1
- Sols engorgés moins de 6 mois : 2
- Sols engorgés plus de 6 mois : 3
- Sols engorgés plus de 11 mois : 4

Fig. 48. Codage du régime hydrique (d'après la base de données SISE).

B.2.2.2.19 Classes et pourcentages (surfaiques) des textures pédologiques dominantes obtenues par canton,

La texture dominante obtenue pour chaque canton est attribuée pour chaque étude paléoenvironnementale. Ces données sont issues de la synthèse nationale des analyses de terre : période 1990 – 1994 (unité spatiale de base : le canton) (Walter *et al.*, 1998), (cf. § A.1.5.2.2).

Codage des classes des textures dominantes obtenues par canton
- Argilo-limoneux : AL
- Limoneux : L
- Sableux : S
- Sablo-argileux : SA

Fig. 49. Codage des classes des textures dominantes obtenues par canton (d'après Ch. Walter *et al.*, 1998).

Le pourcentage des échantillons présentant la classe de texture pédologique dominante parmi l'ensemble des échantillons du canton est aussi disponible. Il permet de connaître la représentativité de la texture dominante obtenue.

B.2.2.2.20 Taux d'argile par canton, [TxargiMoy],

Le taux moyen d'argile obtenu par canton est attribué pour chaque étude paléoenvironnementale. Ces données sont issues de la synthèse nationale des analyses de terre : période 1990 – 1994 (unité spatiale de base : le canton) (Walter *et al.*, 1998), (cf. § A.1.5.2.2).

Les valeurs obtenues oscillent entre 54,4‰ et 386,5‰ et sont exprimées en points par mille.

B.2.2.2.21 pH inférieur des sols par canton, [PhinfMoy],

Le pH inférieur moyen obtenu par canton est attribué pour chaque étude paléoenvironnementale. Les valeurs obtenues oscillent entre 4,85 et 7,4. Ces données sont issues de la synthèse nationale des analyses de terre : période 1990 – 1994 (unité spatiale de base : le canton) (Walter *et al.*, 1998), (cf. § A.1.5.2.2).

La distribution spatiale du pH inférieur moyen est moins sujette aux transformations liées aux amendements agricoles.

B.2.2.2.22 pH moyen des sols par canton, [phMoy],

Le pH moyen obtenu par canton est attribué pour chaque étude paléoenvironnementale. Les valeurs obtenues oscillent entre 4,97 et 7,59. Ces données sont issues de la synthèse nationale des analyses de terre : période 1990 – 1994 (unité spatiale de base : le canton) (Walter *et al.*, 1998), (cf. § A.1.5.2.2).

B.2.2.2.23 Taux de matières organiques moyen par canton, [TxMO],

Le taux de matières organiques moyen obtenu par canton est attribué pour chaque étude paléoenvironnementale. Les valeurs obtenues oscillent entre 0 et 41,81‰ et sont exprimées en points par mille. Ces données sont issues de la synthèse nationale des analyses de terre : période 1990 – 1994 (unité spatiale de base : le canton) (Walter *et al.*, 1998), (cf. § A.1.5.2.2).

B.2.2.2.24 Rapports des limons fins / limons grossiers par canton,

Les rapports des limons fins / limons grossiers obtenus par canton sont attribués pour chaque étude paléoenvironnementale. Les valeurs obtenues oscillent entre 0,36 et 2,66. Ces données sont issues de la synthèse nationale des analyses de terre : période 1990 – 1994 (unité spatiale de base : le canton) (Walter *et al.*, 1998), (cf. § A.1.5.2.2).

B.2.2.2.25 Entités paysagères actuelles inventoriées dans la base de données cartographique Corine Land Cover (v. 1.3),

Un type d'entité paysagère codé dans la base de données cartographiques Corine Land Cover (v. 1.3) peut être attribué pour chaque point d'étude paléoenvironnemental. La nomenclature et la définition de chaque entités enregistrée dans CORINE Land Cover est inventoriée dans le tableau ci-dessous :

Codage des entités paysagères actuelles inventoriées dans la base de données cartographique Corine Land Cover (v. 1.3),

1.1.1 : Tissu urbain continu

Espaces structurés par des bâtiments. Les bâtiments, la voirie et les surfaces artificiellement recouvertes couvrent la quasi-totalité du sol. La végétation non linéaire et le sol nu sont exceptionnels

1.1.2 : Tissu urbain discontinu

Espaces structurés par des bâtiments. Les bâtiments, la voirie et les surfaces artificiellement recouvertes coexistent avec des surfaces végétalisées et du sol nu, qui occupent de manière discontinue des surfaces non négligeables

1.2.1 : Zones industrielles ou commerciales

Zones recouvertes artificiellement (zones cimentées, goudronnées, asphaltées ou stabilisées : terre battue, par exemple), sans végétation occupant la majeure partie du sol. Ces zones comprennent aussi des bâtiments et / ou de la végétation

1.2.2 : Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés

Autoroutes, voies ferrées, y compris les surfaces annexes (gares, quais, renblais). Largeur minimale prise en compte : 100 m

1.2.3 : Zones portuaires

Infrastructures des zones portuaires, y compris les quais, les chantiers navals et les ports de plaisance.

1.2.4 : Aéroports

Infrastructures des aéroports : pistes, bâtiments et surfaces associées

1.3.1 : Extraction de matériaux

Extraction de matériaux à ciel ouvert (sablières, carrières) ou d'autres matériaux (mines à ciel ouvert). Y compris gravières sous eau, à l'exception toutefois des extractions dans le lit des rivières

1.3.2. : Décharges

Décharges et dépôts des mines, des industries ou des collectivités publiques

1.3.3. : Chantiers

Espaces en construction, excavations et sols remaniés

1.4.1. : Espaces verts urbains

Espaces végétalisés inclus dans le tissu urbain. Y compris parcs urbains et cimetières avec végétation

1.4.2. : Équipements sportifs et de loisirs

Infrastructures des terrains de camping, des terrains de sport, des parcs de loisirs, des golfs, des hippodromes... y compris les parcs aménagés non inclus dans le tissu urbain

2.1.1. : Terres arables hors périmètres d'irrigation

Céréales, légumineuses de plein champ, cultures fourragères, plantes sarclées et jachères. Y compris les cultures florales, forestières (pépinières) et légumières (maraîchage) de plein champ, sous serre et sous plastique, ainsi que les plantes médicinales, aromatiques et condimentaires. Non compris les prairies

2.1.2. : Périmètres irrigués en permanence

Cultures irriguées en permanence ou périodiquement, grâce à une infrastructure permanente (canal d'irrigation). Une grande partie de ces cultures ne pourrait pas être cultivée sans l'apport artificiel d'eau. Non compris les surfaces irriguées occasionnellement

2.1.3. : Rizières

Surfaces aménagées pour la culture du riz. Terrains plats avec canaux d'irrigation. Surfaces régulièrement recouvertes d'eau

2.2.1. : Vignobles

Surfaces plantées de vignes

2.2.2. : Vergers et petits fruits

Parcelles plantées d'arbres fruitiers ou d'arbustes fruitiers : cultures pures ou mélange d'espèces fruitières, arbres fruitiers en association avec des surfaces toujours en herbe. Y compris les châtaigneraies et les noiseraies

2.2.3. : Oliveraies

Surfaces plantées d'oliviers, y compris oliviers et vignes sur la même parcelle

2.3.1. : Prairies

Surfaces enherbées denses de composition floristique composées principalement de graminacées, non incluses dans un assolement. Principalement pâturées, mais dont le fourrage peut être récolté mécaniquement. Y compris des zones avec haies (bocages)

2.4.1. : Cultures annuelles associées aux cultures permanentes

Cultures temporaires (terres arables ou prairies) en association avec des cultures permanentes sur les mêmes parcelles

2.4.2. : Systèmes culturaux et parcellaires complexes

Juxtaposition de petites parcelles de cultures annuelles diversifiées, de prairies et / ou de cultures permanentes complexes

2.4.3. : Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants

Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par de la végétation naturelle

2.4.4. : Territoires agroforestiers

Cultures annuelles ou pâturages sous couvert arboré composé d'espèces forestières

3.1.1. : Forêts de feuillus

Formations végétales principalement constituées par des arbres, mais aussi par des buissons et arbustes, où dominent les espèces forestières feuillues

3.1.2. : Forêts de conifères

Formations végétales principalement constituées par des arbres, mais aussi par des buissons et arbustes, où dominent les espèces forestières de conifères.

3.1.3. : Forêts mélangées

Formations végétales principalement constituées par des arbres, mais aussi par des buissons et arbustes, où ni les feuillus ni les conifères ne dominent

3.2.1. : Pelouses et pâturages naturels

Herbages de faible productivité. Souvent situés dans des zones accidentées. Comportent souvent des surfaces rocheuses, des ronces et des broussailles

3.2.2. : Landes et broussailles

Formations végétales basses et fermées, composées principalement de buissons, d'arbustes et de plantes herbacées (bruyères, ronces, genêts, ajoncs, cytises, etc.)

3.2.4. : Forêts et végétation arbustive en mutation

Végétation arbustive ou herbacée avec arbres épars. Formations pouvant résulter de la dégradation de la forêt ou d'une re-colonisation / régénération par la forêt

3.3.1. : Plages, dunes et sable

Les plages, les dunes et les étendues de sable ou de galets du milieu littoral et continental, y compris les lits mineurs des rivières à régime torrentiel

3.3.2. : Roches nues

Éboulis, falaises, rochers, affleurements

3.3.3. : Végétation clairsemée

Comprend les steppes, toundras et "bad lands". Végétation éparse de haute altitude

3.3.4. : Zones incendiées

Zones affectées par des incendies récents. Les matériaux carbonisés étant encore présents

4.1.1. : Marais intérieurs

Terres basses généralement inondées en hiver et plus ou moins saturées d'eau en toutes saisons

4.1.2. : Tourbières

Terrains spongieux humides dont le sol est constitué principalement de mousses et de matières végétales décomposées. Tourbières exploitées ou non

<p>4.2.1. : Marais maritimes Terres basses avec végétation, situées au-dessus du niveau de marée haute, susceptibles cependant d'être inondées par les eaux de mer. Souvent en voie de colmatage, colonisées petit à petit par des plantes halophiles</p> <p>4.2.2. : Marais salants Salines actives ou en voie d'abandon. Parties des marais maritimes mises en exploitation pour la production de sel par évaporation. Les marais salants se distinguent nettement du reste des marais par leurs parcelles d'exploitation et leur système de digues</p> <p>4.2.3. : Zones intertidales Étendues de vase, de sable ou de rochers généralement sans végétation, comprises entre le niveau des hautes et des basses eaux. Ligne de niveau zéro des cartes</p> <p>5.1.1. : Cours et voies d'eau Cours d'eau naturels ou artificiels qui servent de chenal d'écoulement des eaux. Y compris les canaux. Largeur minimale à prendre en compte : 100 m</p> <p>5.1.2. : Plans d'eau Étendues d'eau, naturelles ou artificielles</p> <p>5.2.1. : Lagunes littorales Étendues d'eau salée ou saumâtre sans végétation, séparées de la mer par des avancées de terre ou autres topographies similaires. Ces surfaces en eau peuvent être mises en communication avec la mer à certains endroits ponctuels, soit de façon permanente, soit de façon périodique à certains moments de l'année</p> <p>5.2.2. : Estuaires Parties terminales à l'embouchure des fleuves, subissant l'influence des eaux marines</p> <p>5.2.3. : Mers et océans Zones au-delà de la limite des plus basses marées</p>

Fig. 50. Codage, nomenclature et définition de chaque entité enregistrée dans CORINE Land Cover (v 1.3).

B.2.2.2.26 Altitude (Modèle Numérique de Terrain à l'échelle du Massif armoricain, taille du pixel : environ 918 mètres de côté), [altiMoy],

Les altitudes de chaque point d'étude paléoenvironnementale ont été attribuées grâce au Modèle Numérique de Terrain décrit au chapitre A.1.1.2.1. Les valeurs correspondent à une moyenne des valeurs altimétriques du kilomètre carré environ (918 m²) auquel appartient l'étude.

B.2.2.2.27 Distances au réseau hydrographique principal actuel, [Dist_hydro],

Les distances minimales entre les points d'études paléoenvironnementaux et le réseau hydrographique principal actuel, calculées grâce au logiciel Arcview 3.1, sont consignées dans ce champ attributaire et sont exprimées en mètres.

B.2.2.2.28 Appartenance ou non à l'entité géologique du Massif armoricain (carte géologique 1/ 1000 000 du BRGM),

L'entité du Massif armoricain a pu être délimitée grâce à la carte géologique au 1/ 1000 000^e du BRGM. Cette entité doit permettre de différencier de manière précise les études situées sur le Massif armoricain à substrat siliceux dominant, vis-à-vis des études situées juste à l'extérieur du Massif et dont le substrat est à dominante calcaire.

B.2.2.2.29 Périodes climatiques

Afin de se laisser la possibilité de comparer facilement les données d'une période à une autre, il a été choisi de coder le nom de la période dans le titre de chaque champ attributaire d'une table de données unique (table appelée « Entité paléo-paysagère

correspondant à une période climatique »). Le découpage chronologique ne concerne donc que cette table de données.

Par ailleurs, afin de pouvoir comparer les éventuelles variations de végétation à l'intérieur des périodes climatiques, chaque période a été divisée en deux. A nouveau, ce choix a été pris pour pouvoir faire ressortir des tendances évolutives (par comparaison des résultats archéobotaniques de début et de fin de période). Ainsi, en se référant à la chronologie climatique habituellement admise par les palynologues de l'ouest (cf. § A.2.1), quinze périodes climatiques ont été renseignées dans la base de données (Fig. 51).

Le codage est le suivant :

Codage des périodes climatiques
- Da : Dryas ancien
- Dab : Début du Bölling – Allerød
- Fab : Fin du Bölling – Allerød
- Ddr : Début du Dryas récent
- Fdr : Fin du Dryas récent
- Dpb : Début du Préboréal
- Fpb : Fin du Préboréal
- Dbo : Début du Boréal
- Fbo : Fin du Boréal
- Dat : Début de l'Atlantique
- Fat : Fin de l'Atlantique
- Dsb : Début du Subboréal
- Fsb : Fin du Subboréal
- Dsa : Début du Subatlantique
- Fsa : Fin du Subatlantique

Fig. 51. Codage des périodes climatiques

B.2.2.2.30 Les périodes culturelles

Comme pour les périodes climatiques, afin de pouvoir comparer facilement les données d'une période à une autre, il a été choisi de coder le nom de la période dans le titre de chaque champ attributaire d'une table de données unique (table appelée « Entité paléo-paysagère correspondant à une période culturelle »).

Douze périodes culturelles établies sur la base des chronologies archéologiques et historiques ont été renseignées (cf. § A.2.2).

Codage des périodes culturelles
- Me : Epipaléolithique, Mésolithique moyen,
- Na : Mésolithique récent, Néolithique ancien,
- Nm : Néolithique moyen
- Nr : Néolithique récent et Néolithique final
- Ab : Age du Bronze
- Af : Age du Fer
- Gr : Epoque gallo-romaine
- Hm : Haut Moyen-Age
- Mc : Moyen-Age central
- Bm : Bas Moyen-Age
- Em : Epoque moderne
- Ac : Epoque contemporaine

Fig. 52. Codage des périodes culturelles.

B.2.2.2.31 Enregistrement d'une date absolue

L'enregistrement d'une datation absolue a fait l'objet de plusieurs champs attributaires pour chaque table d'entité paléo-paysagère culturelle et climatique.

Un premier champ attributaire (« Enregistrement et qualification d'une date absolue ») permet de sélectionner les entités chronologiques qui sont appuyées par une date absolue de type ^{14}C ou AMS. L'événement est codé « 1 » lorsque la date obtenue est cohérente avec l'interprétation envisagée par l'auteur, « 2 » lorsque la date est rejetée ou incohérente avec la chronologie proposée. Ces informations sont importantes car elles permettent de jalonner de manière indépendante les résultats archéobotaniques. En effet, l'ensemble des travaux palynologiques du Massif armoricain se réfère le plus souvent aux travaux de J. Mangerud *et al.* (1974) ou J.-L. de Beaulieu *et al.* (1985) pour le Tardiglaciaire et à ceux de M.-T. Morzadec-Kerfourn (1974) pour l'Holocène.

Pourtant, pourquoi davantage rejeter certaines dates absolues plutôt que d'autres (comme par exemple celles des chronologies de références...). Le rejet systématique (par un vieillissement ou rajeunissement systématique) de certaines datations pour des périodes particulières pourrait être un indice de décalage chronologique plus général.

Enfin, lorsque des études sont menées dans le cadre de campagnes de fouilles archéologiques, il est parfois possible de dater les matériaux ou structures étudiées par corrélation avec des structures connexes ou de mêmes types et qui sont datées (datations relatives). Ce type de datation est codé par « 3 ».

Enregistrement et qualification (cohérence ou non) d'une date absolue
Codage : 0 ou 1 ou 2 ou 3

Fig. 53. Codage d'une date absolue.

B.2.2.2.32 Référence(s) de(s) la date(s) absolue(s) (information textuelle),

Un second champ appelé «Référence de(s) la date(s) absolue(s)» permet d'enregistrer les valeurs des dates absolues réalisées (qu'elles aient été retenues ou rejetées). L'enregistrement de la date est composé tout d'abord du numéro de laboratoire, de la date en chronologie radiocarbone conventionnelle (non calibrée B.P.) suivie de la valeur calibrée (cal. *Before Christ* ou B.C.) pour la table à chronologie culturelle.

Référence de(s) la date(s) absolue(s)
Codage : textuel : « code de la datation : valeur de la date en B.P. et fourchette de la datation »

Fig. 54. Enregistrement textuel de la date.

Remarque : L'attribution des informations palynologiques relatives aux périodes culturelles est soumise à des conditions particulières. En effet, l'enregistrement de ces données dépend de l'existence de datations absolues cohérentes couplées éventuellement aux délimitations des périodes climatiques. L'absence de datations radiocarboniques par plus d'une période culturelle d'écart ne permet plus véritablement de juger de repères chronologiques fiables. En bref, l'attribution d'informations palynologiques pour des périodes culturelles n'est effectuée qu'autour de datations absolues : soit la période culturelle correspondant à la datation absolue

en plus des périodes culturelles antérieures et postérieures. (ex. une datation absolue correspondant à l'époque gallo-romaine permet d'enregistrer des données archéobotaniques pour les périodes gallo-romaines, pour l'Age du Fer, et pour le haut Moyen-Age.)

Remarque : Afin de délimiter les périodes culturelles et les périodes climatiques, il est particulièrement pris en compte les datations et le découpage chronologique climatique (via la reconnaissance de signatures polliniques caractéristiques cf. § A.2). Les extrémités des stratigraphies (la base et le sommet des colonnes stratigraphiques) ne sont pas enregistrées en l'absence de datation fiable. D'autre part, dans la mesure du possible, la lecture des données polliniques est effectuée au milieu des périodes définies, ce qui diminue le risque de confusion. En effet, c'est la tendance générale de chaque période que l'on cherche à enregistrer.

B.2.2.2.33 Dates limites de(s) la fourchette(s) chronologique(s) obtenue(s) par la (les) datation(s) absolue(s) (deux à trois couples de champs numériques)

Plusieurs couples de champs attributaires permettent d'enregistrer les dates limites des fourchettes chronologiques offertes par les datations absolues (Fig. 55). En ce qui concerne les périodes culturelles, les valeurs enregistrées sont des datations calibrées (par le logiciel Oxcal v 3.5). Ce sont les dates limites des fourchettes chronologiques exprimées en B.P. (non calibrées) qui sont enregistrées pour les entités climatiques.

Couples des dates limites de(s) la fourchette(s) chronologique(s) obtenue(s) par la(les) datation(s) absolue(s) (deux à trois couples de champs numériques)	
Date de la limite inférieure de la fourchette chronologique	Date de la limite supérieure de la fourchette chronologique

Fig. 55. Enregistrement de la fourchette chronologique.

B.2.2.2.34 Les trois principaux taxons de l'environnement « immédiat », classés par ordre d'importance,

Les trois taxons dominants (l'ordre d'importance est fonction de l'importance quantitative des fréquences polliniques) de l'environnement pollinique local (taxons hydrophiles) sont signalés pour chaque période culturelle et naturelle. Contrairement aux taxons polliniques de provenance régionale (cf. ci-dessous), les taxons dominant l'apport pollinique local sont enregistrés à la fois dans les tables de données à chronologie culturelle et climatique. En effet, si les fluctuations végétales régionales semblent être imperceptibles à l'échelle des périodes culturelles, ce découpage chronologique est en revanche bien adapté au détail des variations de l'environnement local.

Taxon « local » dominant n°1	Taxon « local » dominant n°2	Taxon « local » dominant n°3
cf. codage taxons ci-dessous	cf. codage taxons ci-dessous	cf. codage taxons ci-dessous

Codage des taxons			
<i>Abies sp.</i> : ab	<i>Hedera helix</i> : hx	<i>Prunus sp.</i> : pn	<i>Ulex sp.</i> : ux
<i>Acer sp.</i> : ac	<i>Ilex sp.</i> : il	<i>Prunus spinosa</i> : px	
<i>Alnus sp.</i> : al	<i>Juniperus sp.</i> : jp	<i>Quercus / Castanea</i> : qc	
Apiacées : ap	Labiées : la	<i>Quercus sp.</i> : qu	
<i>Artemisia sp.</i> : ar	<i>Lemna sp.</i> : le	<i>Quercus ilex</i> : qi	
Astéracées : as	<i>Ligustrum vulgare</i> : lv	<i>Ranunculus aquatilis</i> : ra	
<i>Betula sp.</i> : be	<i>Malus sp.</i> : ma	Renonculacées : re	
Brassicacées : br	<i>Malus / Pyrus</i> : mp	Rhamnacées : rh	
<i>Calluna sp.</i> : cl	<i>Mespilus germanica</i> : mg	<i>Rosa sp.</i> : rs	
Campanulacées : cm	<i>Myrica sp.</i> : my	Rosacées : ro	
<i>Carpinus sp.</i> : cp	<i>Myriophyllum sp.</i> : mr	<i>Rubus sp.</i> : rp	
Caryophyllacées : cr	<i>Narthecium</i> : na	<i>Rubus idaeus</i> : ri	
Chénopodiacées : ch	<i>Osmunda</i> : os	<i>Rubus fruticosus</i> : rb	
Cichorioïdées : ci	<i>Pediastrum sp.</i> : pd	<i>Rumex sp.</i> : ru	
<i>Cornus sanguinea</i> : cs	<i>Picea sp.</i> : pc	<i>Sambucus sp.</i> : sa	
<i>Corylus sp.</i> : co	<i>Pinus sp.</i> : pi	<i>Sambucus ebulus</i> (hièble) : sb	
<i>Crataegus sp.</i> : cg	<i>Pinus sylvestris</i> : ps	<i>Sambucus nigra</i> : sn	
<i>Cupressus sp.</i> : cb	<i>Pinus pinaster</i> : pp	<i>Salix sp.</i> : sl	
Cypéracées : cy	<i>Pinus pinea</i> (Pin pignon) : pj	Scrophulariacées : sc	
<i>Cytisus sp.</i> : ct	<i>Pirus. sp</i> : py	<i>Selaginella sp.</i> : sg	
dinoflagellés : di	<i>Plantago sp.</i> : pg	<i>Sorbus sp.</i> : sb	
<i>Dryopteris sp.</i> : dr	Poacées : po	<i>Sphagnum sp.</i> : sp	
<i>Erica sp.</i> : er	Polypodiacées : pl	<i>Taxus sp.</i> : tx	
<i>Evonymus europaeus</i> : ee	Pomoidées : pa	<i>Taxus baccata</i> : tb	
Fabacées : fb	<i>Populus sp.</i> : pu	<i>Thalictrum sp.</i> : th	
<i>Fagus sp.</i> : fg	<i>Potamogeton</i> : pm	<i>Thelypteris palustris</i> : tl	
Filicales : fi	<i>Potentilla sp.</i> : pt	<i>Tilia sp.</i> : ti	
<i>Frangula alnus</i> : fl	<i>Pteridium sp.</i> : pe	<i>Typha sp.</i> : ty	
<i>Fraxinus excelsior</i> : fr	Ptéridophytes : pr	<i>Ulmus sp.</i> : ul	

Fig. 56. Codage des trois principaux taxons de l'environnement « immédiat ».

Remarques : Notons qu'un certain nombre de taxons peuvent se trouver à la fois au niveau local et régional. C'est par exemple le cas du noisetier, taxon à large amplitude (non hygrophile cependant) pouvant se trouver sur les coteaux des zones humides mais aussi sur les sols plus secs de plaine... Ce taxon est classé parmi les végétations d'apport pollinique régional mais il peut être aussi attribué parmi les apports polliniques locaux si sa contribution est très importante.

D'autre part, des taxons ligneux peuvent être enregistrés en local dans le cadre des études anthracologiques.

Les études écologiques actuelles montrent que le bouleau est représenté par deux espèces : *Betula pendula* à très large amplitude et *Betula pubescens* qui est hygrophile à mésohygrophile. Les études polliniques étant généralement réalisées dans des zones humides, on assimile généralement les pollens de *Betula* à un apport local (soit à *Betula pubescens*). On ne peut cependant complètement ignorer un apport régional, aussi *Betula* pourra être signalé en apport pollinique régional lors de fortes fréquences polliniques.

Remarque : Très souvent les déterminations polliniques se limitent au niveau taxonomique du genre. Or, il est tentant de compléter le nom de genre jusqu'au niveau de l'espèce (ex. *Castanea sativa*, *Calluna vulgaris*) lorsqu'une seule espèce n'est connue actuellement pour ce genre (ex. *Castanea sativa*, *Calluna vulgaris*). Cette extrapolation n'est néanmoins pas possible car on éliminerait alors de possibles espèces disparues.

B.2.2.2.35 Les trois principaux taxons de provenance « régionale », classés par ordre d'importance,

Dans la table de données à chronologie « climatique », trois champs attributaires sont prévus afin de pouvoir enregistrer les trois principaux taxons de provenance régionale. Ces

taxons sont le plus souvent des taxons polliniques d'arbres, excepté pour les périodes du Tardiglaciaire durant lesquelles les herbacées dominaient les paysages. L'ordre d'importance est fonction de l'importance quantitative des fréquences polliniques. Il n'a pas été prévu d'enregistrer cette information dans la table de données à chronologie culturelle, car le pas de temps pris en compte se trouve alors mal adapté à l'enregistrement des évolutions d'ordre régional (cf. § B.2.2.1.1.7 et remarques § B.2.2.2.36, cf. aussi § B.2.1 concernant la relation spatio-temporelle des données).

Taxon « régional » dominant n°1	Taxon « régional » dominant n°2	Taxon « régional » dominant n°3
cf. codage taxons ci-dessous	cf. codage taxons ci-dessous	cf. codage taxons ci-dessous

Codage des taxons
<i>Abies sp.</i> : ab
<i>Acer sp.</i> : ac
<i>Alnus sp.</i> : al
Apiacées : ap
<i>Artemisia sp.</i> : ar
Astéracées : as
<i>Betula sp.</i> : be
Brassicacées : br
<i>Calluna sp.</i> : cl
Campanulacées : cm
<i>Carpinus sp.</i> : cp
Caryophyllacées : cr
Chénopodiacées : ch
Cichorioidées : ci
<i>Cornus sanguinea</i> : cs
<i>Corylus sp.</i> : co
<i>Crataegus sp.</i> : cg
<i>Cupressus sp.</i> : cb
Cypéracées : cy
<i>Cytisus sp.</i> : ct
<i>Evonymus europaeus</i> : ee
Fabacées : fb
<i>Fagus sp.</i> : fg

<i>Frangula alnus</i> : fl
<i>Fraxinus excelsior</i> : fr
<i>Hedera helix</i> : hx
<i>Ilex sp.</i> : il
<i>Juniperus sp.</i> : jp
Labiées : la
<i>Ligustrum vulgare</i> : lv
<i>Malus sp.</i> : ma
<i>Malus / Pyrus</i> : mp
<i>Mespilus germanica</i> : mg
<i>Myrica sp.</i> : my
<i>Picea sp.</i> : pc
<i>Pinus sp.</i> : pi
<i>Pinus sylvestris</i> : ps
<i>Pinus pinaster</i> : pp
<i>Pinus pinea</i> (Pin pignon) : pj
<i>Pirus. sp.</i> : py
<i>Plantago sp.</i> : pg
Poacées : po
Polypodiacées : pl
Pomoidées : pa
<i>Populus sp.</i> : pu
<i>Potentilla sp.</i> : pt
<i>Pteridium sp.</i> : pe

Ptéridophytes : pr
<i>Prunus sp.</i> : pn
<i>Prunus spinosa</i> : px
<i>Quercus / Castanea</i> : qc
<i>Quercus sp.</i> : qu
<i>Quercus ilex</i> : qi
Renonculacées : re
Rhamnacées : rh
<i>Rosa sp.</i> : rs
Rosacées : ro
<i>Rubus sp.</i> : rp
<i>Rubus idaeus</i> : ri
<i>Rubus fruticosus</i> : rb
<i>Rumex sp.</i> : ru
<i>Sambucus sp.</i> : sa
<i>Sambucus ebulus</i> (hièble) : sb
<i>Sambucus nigra</i> : sn
<i>Salix sp.</i> : sl
Scrophulariacées : sc
<i>Sorbus sp.</i> : sb
<i>Taxus sp.</i> : tx
<i>Taxus baccata</i> : tb
<i>Tilia sp.</i> : ti
<i>Ulmus sp.</i> : ul

<i>Ulex sp.</i> : ux

Fig. 57. Codage des trois principaux taxons de provenances « régionales ».

Certains taxons d'herbacées ont été enregistrés dans les provenances régionales pour les périodes froides durant lesquelles les steppes dominaient la végétation régionale.

B.2.2.2.36 Les taxons allochtones.

La détection de restes de taxons allochtones tels que *Fagopyrum* (Sarrasin), *Castanea* (Châtaignier), *Juglans* (Noyer), *Buxus* (Buis), *Linum usitatissimum* (Lin), *Cannabis/Humulus* (Chanvre/Houblon), les céréales (avec parfois la distinction du seigle et des déterminations plus poussées grâce à la carpologie) mais aussi de certains taxons autochtones « domestiqués » par l'homme avec les cas de la vigne (*Vitis sp.*) et de la fève (*Vicia faba*) sont des indices potentiels de pratiques agricoles et d'aménagements du territoire. Bien évidemment, si la présence de ces taxons constitue une « preuve » de l'anthropisation des paysages, leur absence est plus difficilement interprétable...

La production pollinique de ces taxons « herbacés » (excepté pour le châtaignier et le noyer) étant faible en comparaison des taux de pollens d'arbres et leur diffusion locale, il paraît aléatoire de vouloir quantifier la présence de ces taxons (cf. § B.2.2.1.1.4). Par ailleurs, l'aspect quantitatif (fréquences relatives de ces pollens) découle en partie de la distance

d'émission des pollens et non de leur importance dans le paysage. De plus, leurs fréquences « relatives » sont grandement dépendantes de l'importance des autres fréquences taxonomiques et notamment des arbres, forts producteurs polliniques (Janssen, 1970).

L'approche qualitative (enregistrement des présences ou absences des occurrences polliniques) paraît donc la plus appropriée afin d'enregistrer ces indices polliniques. L'importance relative de ces taxons est prise en compte grâce à l'ordre d'inscription des taxons. Ainsi, le taxon allochtone n°1 aura une fréquence relative supérieure au taxon allochtone n°2 et plus encore vis à vis du taxon allochtone n°3 (etc.).

Notons que les pollens de taxons allochtones ne constituent qu'un des indices de l'anthropisation des paysages. Leur interprétation doit s'accompagner de la prise en compte des taxons de rudérales, d'adventices (dans le cas des cultures) et de la tendance des taux de pollens d'arbres (Richard, 1994a, 1994b, 1995, 1997 ; Galop, 1998). En effet, les pollens « type *Cerealia* » peuvent parfois être confondus avec des pollens de Poacées naturelles dont le diamètre est supérieur à 50µm (ex. *Bromus*, *Glyceria* et *Agropyrum* d'après Heim, 1970 ; Reille, 1992, 1995 ; Chester et Ian Raine, 2001 ; particulièrement *A. junctetum*, une Poacée de dune littorale, selon J.-A. Lopez Saez *et al.*, 2003).

Un champ attributaire a été alloué à l'enregistrement de ces taxons dans la table de données à chronologie culturelle (Fig. 58).

Taxon allochtone n°1	Taxon allochtone n°2	Taxon allochtone n°3	Taxon allochtone n°4	Taxon allochtone n°5	Taxon allochtone n°6	Taxon allochtone n°7
cf. codage taxons allochtones	cf. codage taxons allochtones	cf. codage taxons allochtones	cf. codage taxons allochtones	cf. codage taxons allochtones	cf. codage taxons allochtones	cf. codage taxons allochtones

Codage des taxons allochtones et/ou taxons cultivés
<i>Anethum graveolens</i> (aneth, faux anis) : an
<i>Arrhenatherum elatius</i> (avoine élevée) : ae
<i>Avena sativa</i> : av
<i>Avena sp.</i> : ap
<i>Avena strigosa</i> : ag
<i>Brassica oleracea/napus</i> (chou potager) : br
<i>Buxus sp.</i> : bu
<i>Coriandrum sativum</i> (coriandre) : cu
<i>Canabis / Humulus</i> : cn
<i>Castanea sp.</i> : ca
<i>Cedrus sp.</i> : cd
<i>Cerealia sp.</i> : ce
<i>Cucumis sativum</i> (concombre) : cc
<i>Fagopyrum sp.</i> : fa
<i>Ficus carica</i> (figuier) : fc
<i>Fragaria vesca</i> (fraisier commun) : fv
<i>Hordeum vulgare</i> (orge polystique vêtue) : hv
<i>Hordeum vulgare type nudum</i> (orge polystique nue) : hn
<i>Juglans regia</i> : jr
<i>Juglans sp.</i> : ju
<i>Linum sp.</i> : li
<i>Lolium perenne/rigidum</i> (ivraie) : lp
<i>Lens culinaris</i> : lc
<i>Malus domestica</i> (pommier) : md

<i>Malus sp.</i> : ma
<i>Malus sylvestris</i> : ms
<i>Marrubium vulgare</i> (marrube) : mb
<i>Morus nigra</i> (murier noir) : mn
<i>Origanum vulgare</i> (origan vulgaire) : or
<i>Panicum miliaceum</i> (millet commun) : pa
<i>Papaver somniferum</i> (pavot somnifère) : pf
<i>Pirus communis</i> : pc
<i>Pisum sativum</i> : pv
<i>Prunus domestica</i> (prunier) : pz
<i>Prunus domestica posittia</i> (prunier crêque) : pw
<i>Prunus persica</i> (pêcher) : ph
<i>Secale cereale</i> : se
<i>Triticum aestivum</i> (blé tendre) : ta
<i>Triticum aestivo-compactum</i> (froment ou blé tendre (« compact » ou « hérissé ») ou blé nu) : tc
<i>Triticum aestivum spelta</i> (épeautre) : ts
<i>Triticum diccocus</i> (blé amidonnier) : td
<i>Triticum sp.</i> : tr
<i>Vaccinium myrtillus</i> : vm
<i>Vicia faba</i> : vf
<i>Vitis sp.</i> : vi
<i>Vitis vinifera</i> : vv
<i>Zea mays type</i> : ze

Fig. 58. Codage des taxons allochtones ou taxons cultivés.

B.2.2.2.37 Enregistrements des groupements archéobotaniques

Parallèlement à la prise en compte d'indicateurs taxonomiques (cf. § B.2.2.2.34, B.2.2.2.35 ci-dessus) faisant écho à des interprétations de types autoécologiques, nous avons cherché à identifier puis enregistrer des occurrences de groupements archéobotaniques en fonction des différents types d'apports polliniques.

En ce qui concerne les études palynologiques de zones humides, trois types d'apports polliniques ont été discernés (cf. § B.2.2.1.1.7) :

- les apports polliniques locaux (de 0 à 20 mètres environ) qui sont composés des groupements végétaux de la station (de manière générale, l'environnement immédiat des sondages polliniques : les groupements de zones humides), (cf. § B.2.2.2.37.1),
- les apports polliniques du voisinage ou des coteaux (20 à 500 mètres environ) (cf. § B.2.2.2.37.2), ces groupements correspondent aux végétations des terrains biens drainés,
- les apports polliniques régionaux (supérieurs à 500 mètres jusqu'à 10 kilomètres environ) (cf. § B.2.2.2.37.3). L'apport pollinique régional correspond aux formations végétales apparaissant en « bruit de fond » des spectres polliniques et notamment des formations végétales forestières.

Pouvoir raisonner en terme de formations végétales ou groupements végétaux est pertinent afin de parfaire la description des mosaïques paysagères mais aussi afin d'approcher des niveaux dynamiques des successions végétales. D'ailleurs, on parle plutôt de dynamiques végétales sur le court terme en ce qui concerne les formations végétales « locales » et de changements de végétation sur le plus long terme en ce qui concerne les formations végétales régionales. (cf. notion de relation spatio-temporelle des données § B.2.1).

Par ailleurs, la création et l'enregistrement de ces groupements de végétations permettent de répondre au problème de « comparabilité » des données entre auteurs (les niveaux de détermination taxonomique atteints sont souvent différents) et entre techniques archéobotaniques (ex. une lande peut-être identifiée à la fois par la palynologie, l'anthracologie et la carpologie).

Une grande partie des groupements décrits ci-dessous ont été inspirés des études phytogéographiques sur le Massif armoricain de R. Corillion, (1971), des travaux de K.E. Behre (1981) (Fig. 59 ci-dessous), de J.-C. Rameau *et al.* (1996) et du Conservatoire Botanique National de Brest (2000) basés sur les végétations actuelles.

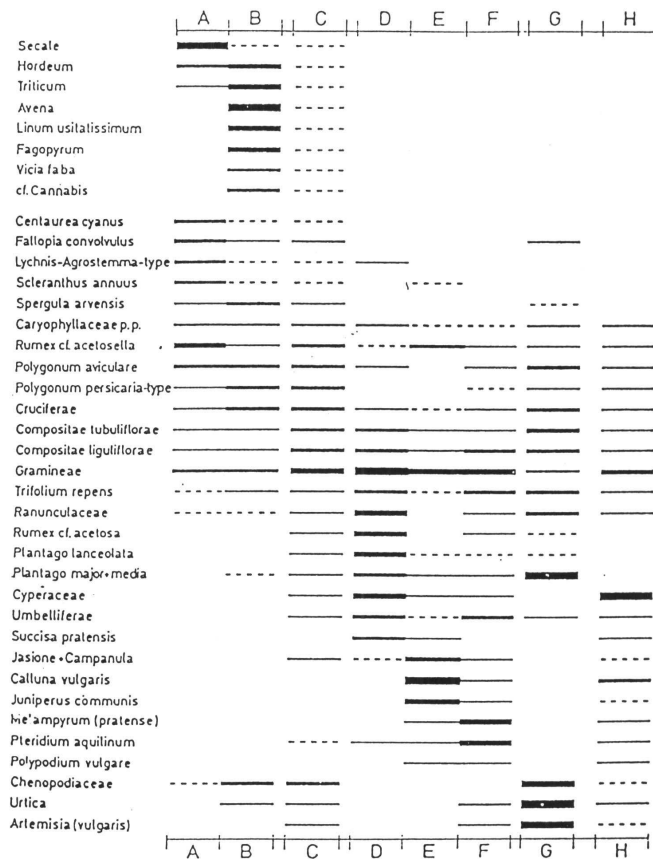


Fig. 59. Les sept groupes écologiques significatifs d'anthropisation réalisés à partir de taxons reconnus en palynologie (extraits de Berhe, 1981). A. Céréales d'hiver ; B. céréales d'été et racines alimentaires ; C. friches ; D, prairies humides et pâturages ; E, pâturages sec (landes etc.) ; F, forêts pâturées ; G, chemins, communautés rudérales ; H, communautés naturelles (tourbières).

Le panel des groupements végétaux offerts par l'écologie est beaucoup plus vaste et plus détaillé que les quelques associations archéobotaniques que nous nous proposons d'identifier. En effet, les données archéobotaniques, bien que recueillies le plus objectivement possible, sont soumises à un certain nombre de transformations liées à des conservations différentielles (ex. cas de certains résultats polliniques), des représentations taxonomiques transformées (liées aux productions et disséminations polliniques différentes entre taxons cf. § B.2.2.1.1.4, B.2.2.1.1.5 et B.2.2.1.1.6) et des difficultés d'identifications des groupements liés à la nature des restes archéobotaniques souvent intimement mêlés (récoltes de bois de différentes provenances, apports polliniques divers) (cf. § B.2.2.1). Aussi, afin de définir les groupements végétaux nous nous sommes référés à des données paléoenvironnementales nationales et régionales (Morzadec-Kerfourn, 1974 ; Visset, 1979 ; Marguerie, 1992 ; Bernard, 1996 ; Leroyer, 1997 ; Richard, 1999 ; Barbier, 1999) mais aussi à des données écologiques actuelles sur la végétation de l'espace montagnard européen (Ozenda, 1985) et à des données phytosociologiques (J.-C. Rameau *et al.* (1996) ; Conservatoire Botanique National de Brest (2000) faisant référence aux codes CORINE, Natura 2000 et EUR15).

1. Les groupements végétaux de zone humide (apport pollinique local dans le cas d'études polliniques de zones humides)	2. Les groupements végétaux des terrains bien drainés (apports polliniques des coteaux ou du voisinage)	3. Les groupements végétaux issus de l'apport pollinique régional (500 mètres à 10 kilomètres environ)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Groupements de zones profondes, 2. Groupements de ceintures périphériques, 3. Groupement de roselières, 4. Groupements de tourbières, 5. Groupements de prairies humides (en périphérie), 6. Groupements de forêts et de bois hygrophiles, 7. Groupements de côtes sableuses, 8. Groupements du schorre, 9. Groupements de la slikke. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. les groupements significatifs de cultures, 2. Les groupements de friches et de jachères, 3. Prairies hygro- à mésophiles pâturées, 4. Groupements des landes armoricaines et de pâturages « secs », 5. Groupements de boisements rudéraux ou « friches évoluées », 6. Groupements de forêts claires, forêts pâturées, végétations bocagères, 7. Groupements de chemins, communautés rudérales, zones d'habitats, lieux de pacage, 8. Groupements végétaux des rochers et des falaises. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Groupement à <i>Quercus sp.</i> et <i>Fagus sp.</i> apparentés à la « chênaie-hêtraie » acidophile, 2. Groupements à <i>Quercus sp.</i> dominant apparentés à la chênaie de chênes pédonculés, 3. Groupements à <i>Corylus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>, <i>Ulmus sp.</i>, apparentés à la « chênaie-charmaie », « chênaie-ormaie », 4. Groupements à <i>Corylus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>, <i>Tilia sp.</i>, <i>Ulmus sp.</i> apparentés à la « chênaie sessiliflore », 5. Groupements à Poacées dominantes « toundras alpines et pelouses subalpines », 6. Groupements à <i>Juniperus sp.</i> dominant, Poacées. Correspondance avec les groupements végétaux de bosquets de ligneux au sein des étendues steppiques actuelles 7. Groupements à <i>Pinus sp.</i> dominant, <i>Quercus sp.</i>, <i>Juniperus sp.</i>, <i>Betula sp.</i> (végétations de boisements clairs actuels), 8. Groupements à <i>Corylus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i> (végétations de boisements clairs en cours de fermeture), 9. Boisements dominés par le hêtre (<i>Fagus sp.</i>).

Fig. 60. Inventaire des groupements archéobotaniques classés en fonction des provenances polliniques et codés dans la base de données paléoenvironnementales.

Il est néanmoins probable qu'un certain nombre de groupements végétaux passés ont disparu ou se sont largement transformés. En effet, les paramètres abiotiques et leurs combinaisons possibles sont multiples (position géographique latitudinale, longitudinale, altitudinale, évolution de la température, de l'humidité, des vents, influence et situation des courants océaniques, évolution du trait côtier...). Aussi, on ne peut espérer retrouver l'ensemble des associations végétales passées en se contentant d'inventorier les associations actuelles en fonction des seules altitudes ou latitudes (cf. chapitre sur la chronologie paléoclimatique A.2.1)... En effet, sur le long terme et lorsque les facteurs écologiques sont multiples, il devient difficile de reconstituer des successions diachroniques par des études synchroniques (évolution d'associations végétales suivant un facteur environnemental évoluant dans l'espace). C.R. Janssen (1970) insiste pour sa part sur le fait qu'une partie des communautés végétales européennes récentes n'a pas été détectée avant le Subboréal. Il associe ce constat à l'impact de l'homme qui depuis la néolithisation a favorisé certaines associations (naturellement rares) au dépend d'autres groupements végétaux « naturels ». Ainsi, E. Opravil (1961) fait apparaître la *Quercion pubescentis* des phytosociologues à partir de l'Age du Fer seulement.

Il est parfois fait référence à des unités phytosociologiques actuelles pour mieux décrire les groupements taxonomiques ci-dessus. Les techniques archéobotaniques ne permettant cependant que de décrire les grands traits des associations végétales (à cause de conservations différentielles des restes, de la méconnaissance des provenances, des limites dans la détermination des taxons...), nous nous sommes donc contentés de faire correspondre les groupements archéobotaniques à des ensembles de syntaxons phytosociologiques.

La liste des taxons composant les groupements végétaux étant parfois très importante nous n'indiquons de manière systématique que les taxons caractéristiques et différentiels (en

gras). L'ordre d'apparition de chaque taxon dans les listes des groupements végétaux est fonction de l'importance générale (en terme de quantité ou de fréquence) du taxon dans l'association végétale. Ainsi, les taxons inscrits en fin de liste sont globalement plus rares et de moindre importance dans les assemblages.

Il n'est pas toujours attribué d'unités phytosociologiques actuelles aux groupements archéobotaniques car, en plus des problèmes propres aux techniques archéobotaniques, certains groupements auxquels nous faisons référence ont, soit disparu (ex. groupement régional n°5), soit se sont largement transformés (ex. groupements régionaux n°6, 7, 8). De plus, certaines unités phytosociologiques caractérisent parfois des associations végétales rendues certes concrètes dès le niveau syntaxonomique de la classe mais qui se trouvent être très rarement observables ou de faible emprise dans les paysages actuels (exemple la classe des *Montio-Cardaminetea*, groupements de sources ou de suintement se trouvant très souvent incluses dans les aulnaies ou les chênaies pédonculées). Ce niveau de détail paraissant illusoire voire « encombrant » dans l'optique de reconstitutions de paysages passés, la liste des syntaxons parfois proposée est volontairement non-exhaustive.

Remarque : les suffixes employés afin de décrire les syntaxons (unité phytosociologique) sont les suivants : *-etea* : classe ; *-enea* : sous-classe ; *-etalia* : ordre ; *-enalia* : sous-ordre ; *-ion* : alliance ; *-enion* : sous-alliance.

Remarques méthodologiques :

Les groupements végétaux correspondant à un même type d'apport pollinique sont enregistrés dans un même champ attributaire (ex. un paysage rassemblant les groupements de slikke, du schorre et des côtes sableuses est caractérisé par « 7-8-9 » dans le champ attributaire des « formations végétales de la station »). Trois champs attributaires correspondant au trois types d'apports polliniques (Fig. 60) sont donc prévus pour chaque période de la table « climatique ». Seuls deux champs sont alloués pour la table à chronologie culturelle car les apports polliniques régionaux ne sont pas enregistrés dans celle-ci (cf. § B.2.2.2.37.3).

L'ordre d'importance relative de chaque groupement n'est pris en compte que pour les groupements végétaux régionaux (cf. remarque concernant les groupements régionaux § B.2.2.2.37.3).

Afin de reconstituer des biomes à partir de données paléoécologiques, une méthode a été développée par I.C. Prentice *et al.* (1996) reprise par P. Tarasov *et al.* (1998, 1999). Celle-ci a consisté tout d'abord en la réalisation de groupes de taxons polliniques ou « Plant functional types » (PFTs) définis à la fois sur la morphologie des végétations (arbres, buissons, herbes), sur la forme des feuilles, sur la phénologie (plantes sempervirentes ou caducifoliées) et sur des caractères climatiques. Ces assemblages s'appuient sur les connaissances écologiques actuelles et sur des études menées dans différents endroits du monde où ont été réalisés en parallèle des spectres polliniques modernes. La formation des groupes de taxons polliniques ou PFTs est donc basée en partie sur les groupements écologiques actuels, ce qui rejoint la démarche adoptée dans ce mémoire. Chaque biome est ensuite défini par une combinaison de ces « PFTs ». Pour chaque « PFTs », on applique à un même spectre pollinique une formule tenant compte à la fois du nombre de taxons mais aussi du taux de chaque taxon pollinique. Le résultat du calcul se concrétise par un score pour chaque « PFTs ». Il reste ensuite à sommer les résultats des « PFTs » selon les combinaisons de chaque biome afin d'identifier le biome qui est le plus représentatif.

C'est là une méthode qui paraît objective car le mode d'attribution des biomes s'appuie sur des calculs. Cependant ces calculs tiennent compte des fréquences polliniques or il peut y avoir là des biais importants liés à la production pollinique des taxons et à la distance des lieux de sondage vis-à-vis de l'émetteur pollinique (cf. chapitre sur la représentativité pollinique, § B.2.2.1.1.5).

Le travail mené à l'échelle du Massif armoricain ne peut pas directement utiliser cette démarche car les biomes sont des unités phytogéographiques adaptées à l'échelle géographique mondiale. Ce sont en revanche des groupements végétaux qui sont bien adaptés au suivi des changements climatiques sur plusieurs millénaires, aussi nous y faisons référence dans le cadre de la description des groupements archéobotaniques « régionaux » (cf. § B.2.2.2.37.3).

Comme cité précédemment, les groupements de végétations décrits dans cette étude ont été réalisés en partie par des recherches bibliographiques s'appuyant soit sur des associations végétales actuelles (Rameau, 1996 ; Bournérias 1968), soit sur des associations archéobotaniques basées néanmoins sur les caractéristiques écologiques des plantes actuelles (Berhe, 1981 ; Leroyer, 1997). L'ensemble des archéobotanistes déduisent d'ailleurs leurs interprétations sur les caractères écologiques des taxons (autoécologie) ou des syntaxons constatés dans l'environnement actuel. Aussi, la méthode bibliographique utilisée pour réaliser les associations archéobotaniques nécessaire à la lecture et l'enregistrement des diverses études archéobotaniques nous a paru logique. Or, s'il est probable que l'écologie des espèces a peu varié à l'échelle de quelques milliers d'années (l'évolution des espèces varie au rythme des mutations génétiques elles-mêmes soumises à la « sélection naturelle » : ces phénomènes d'adaptation se déroulent sur des pas de temps de l'ordre du million d'années, Lebrun et Deville, 1998), les associations végétales ont quant à elles peut-être changé au gré des transformations climatiques et anthropiques qui sont plus rapides. L'interprétation autoécologique des résultats n'est donc pas remise en cause. En revanche, se fier aux associations actuelles pour interpréter les associations archéobotaniques ne tient pas bien compte des éventuelles évolutions qu'ont pu subir les milieux naturels. En effet, les activités humaines (et notamment agricoles) ont modifié les composantes de certaines associations végétales primaires en bouleversant les conditions du milieu et en créant des aires nouvelles. Or, on ignore quelle était la nature exacte de ces associations primordiales (Marinval, 1999). Il est néanmoins probable que les associations de milieux ouverts ont toujours existées mais étaient moins favorisées avant l'apparition de l'agriculture. En effet, les contraintes humaines (ex. défrichements) ont des effets similaires aux contraintes naturelles (ex. tempêtes) sur les dynamiques végétales. Il est donc logique de penser que les groupements de milieux ouverts (notamment les premiers niveaux dynamiques de la recolonisation végétale) existaient avant l'apparition de l'agriculture avec des compositions taxonomiques semblables à celles connues actuellement. On peut par exemple supposer que les végétations de clairières étaient proches (sinon identiques) aux compositions végétales que l'on retrouve actuellement dans les prairies extensives des espaces bocagers.

Une façon d'éviter les décalages entre les réalités paléoécologiques et l'écologie actuelle pourrait consister à créer des groupements à partir des résultats archéobotaniques mêmes, cela par exemple à partir d'analyses multivariées. C'est là un projet qui est malheureusement resté à l'état d'ébauche car il aurait demandé un investissement trop important dans le laps de temps imparti de la thèse. En effet, la lecture et l'acquisition des données de plus de 400 études armoricaines ont paru trop coûteux en temps pour ce seul exercice de doctorat.

D'autre part, la nature des résultats archéobotaniques comportent un certain nombre de biais mal maîtrisés rendant difficile l'utilisation de ces analyses :

En premier lieu, signalons l'hétérogénéité des environnements et des « échelles spatiales » enregistrées. Les sondages polliniques d'un fond de vallée et d'un lac n'ont pas enregistré les mêmes aires de provenances polliniques des paysages. En effet, alors qu'un fond de vallée capte essentiellement l'image pollinique de la végétation locale, un lac a plus de chance de piéger des pollens de provenances plus lointaines (cf. § B.2.2.1.1.7). De plus, un spectre pollinique rassemble les pollens de tous les écosystèmes environnants, les résultats anthracologiques et carpologiques représentent quant à eux « une ou des aire(s) de ramassage » ou « un ou des mode(s) de production ». Ces dernières associations archéobotaniques dépendent alors pour parti de paramètres humains et peuvent aussi biaiser les résultats de certaines autres associations dans le cadre d'analyses multivariées.

En second lieu, les niveaux de déterminations taxonomiques sont très disparates en fonction des disciplines archéobotaniques. Dans tous les cas de figures, les déterminations spécifiques restent rares en matière de paléobotanique. Or, ces indéterminations spécifiques impliquent, de la même manière que les taxons « ubiquistes » en écologie, une mauvaise caractérisation écologique des milieux. Dans le cas par exemple d'une détermination au niveau systématique de la famille, on trouve souvent tout un panel d'espèces vivant dans des milieux très différents. Les tris qualitatifs (Analyses Factorielles des Correspondances) sont alors peu pertinents.

En troisième lieu, il semble indispensable de souligner les biais quantitatifs des études archéobotaniques (cf. chapitre sur la représentativité et sur la quantification des données polliniques, § B.2.2.1.1). En ce qui concerne l'anthracologie, les quantités sont dépendantes du ramassage du bois, du mode technique d'allumage et d'entretien du foyer mais aussi des transformations liées à la combustion du bois et des caractères génétiques du ligneux (exemple : le chêne offre davantage de bois que la bruyère ou le genêt) (cf. § B.2.2.1.2). Les quantités de graines et de fruits archéologiques sont, elles aussi, en partie dépendantes du mode technique (condition de la récolte, du stockage, de la préparation culinaire...) et du contexte taphonomique (cf. § B.2.2.1.3). Les quantités polliniques dépendent de la distance entre la source de pollens et le lieu de sondage. Les fréquences polliniques sont aussi dépendantes de la production pollinique propre à chaque espèce, de la périodicité de certaines espèces (ex. les sporulation des Ptéridophytes), mais aussi de l'environnement immédiat (passé) qui constituait un éventuel filtre à pollens. A cause de ces différents problèmes d'ordre quantitatif, ce sont alors les tris basés sur des données quantitatives (Analyses en Composantes Principales) qui risquent de se trouver inadaptés.

B.2.2.2.37.1 Les groupements végétaux de zones humides, (apports polliniques locaux dans le cas d'études polliniques de zones humides)

Neufs groupements de végétations de zones humides ont été inventoriés.

On discerne deux grands faciès de formations végétales de zones humides sur le Massif armoricain :

- les groupements végétaux aquatiques ou humides de l'intérieur des terres,
- les groupements végétaux des zones humides littorales.

- Les groupements végétaux aquatiques ou humides de l'intérieur des terres

Deux groupements végétaux de zones humides « permanentes » sont distingués : les groupements de zones profondes et les groupements de zones périphériques. Les groupements

de roselières se développent en marge ou à la surface de chenaux lorsqu'ils sont en voie d'atterrissement.

Les prairies hygrophiles constituent un autre groupement, situées dans les zones périphériques des étangs et soumises à des inondations ponctuelles.

Enfin on prend en compte les bois et forêts hygrophiles qui correspondent sur le Massif armoricain aux aulnaies.

- Les groupements végétaux de zones humides littorales

Les principaux caractères écologiques et groupements de la végétation littorale sont décrits dans le chapitre A.1.4.1.3.1.

Trois grands « groupements végétaux » peuvent être différenciés parmi les associations littorales : les végétations des côtes sableuses ainsi que deux groupements appartenant aux végétations des vases et des marais salés : les groupements de la slikke (ou vasière) et du schorre (ou pré salé).

- Inventaire et dynamique des groupements végétaux des zones humides :

Les groupements végétaux de zones humides, (apports polliniques locaux dans le cas d'études polliniques de zones humides)	
1.	Groupements de plantes aquatiques de zone profondes
2.	Groupements de plantes aquatiques de ceintures périphériques
3.	Groupements de roselières
4.	Groupements de tourbières
5.	Groupements de prairies humides (en périphérie)
6.	Groupements de forêts et de bois hygrophiles
7.	Groupements de côtes sableuses
8.	Groupements du schorre
9.	Groupement de la slikke

Fig. 61. Inventaire des groupements des végétations des zones humides.

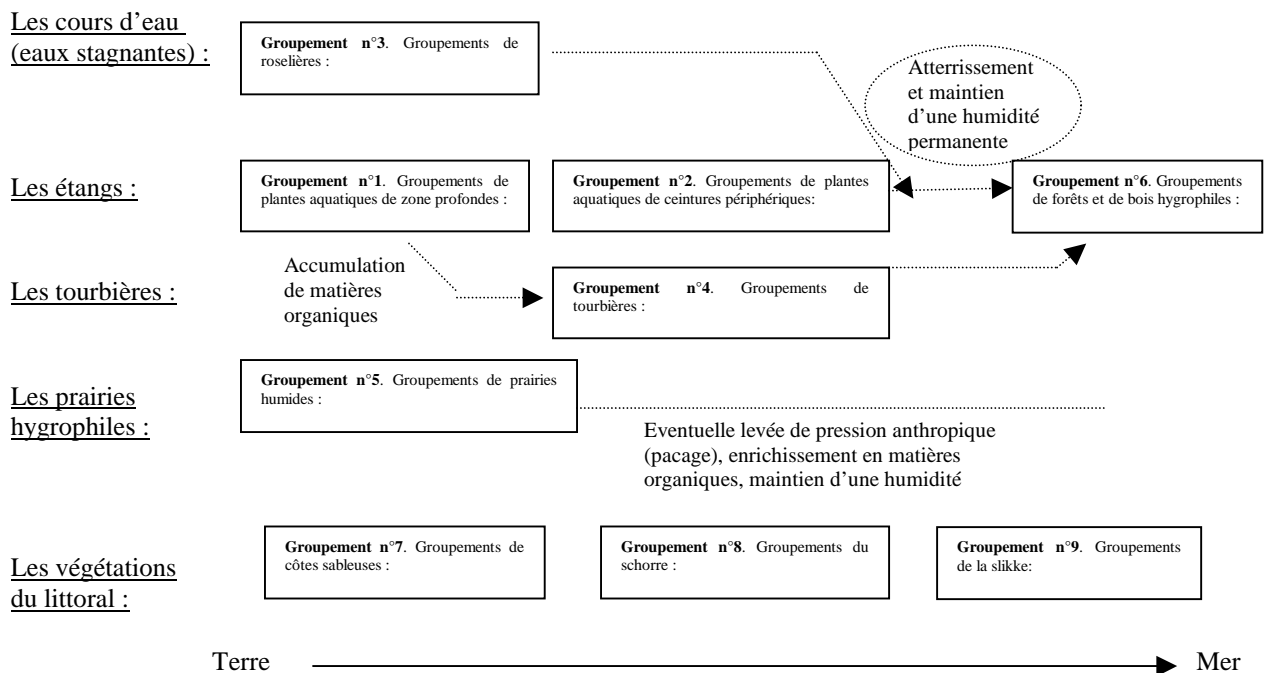


Fig. 62. Représentation schématique des relations dynamiques (synchroniques) des différents groupements végétaux de zones humides inventoriés.

Groupement n°1 : Les groupements de plantes aquatiques de zones inondées profondes

Les zones humides aux tranches d'eau profondes sont propices au développement des Myriophyllaies, des Nymphaies, aux Potamaies ainsi qu'à des espèces à feuilles flottantes. Les groupements d'hydrophytes (*Myriophyllum*, *Nymphaea*, *Nuphar*, *Lemna* et *Potamogeton*...) sont typiques de zones inondées en permanence (la tranche d'eau est alors de l'ordre de 1,5 à 2,5 mètres).

Numéro du groupement végétal de zone humide : (n°1)	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de la détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons (d'après Bournerias, 1968 et CBNB, 2000)
Groupement de zone inondée profonde (profondeur de l'ordre de 1.50 à 2.50 mètres)	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Myriophyllum sp.</i>, - <i>Nymphaea sp.</i>, - <i>Nuphar sp.</i>, - <i>Potamogeton sp.</i>, - <i>Lemna sp.</i>, - Menyanthacées (<i>Menianthes trifoliata</i>, <i>Nymphoides peltata</i>) - <i>Sagittaria sp.</i> (Alismatacées) - <i>Callitriche sp.</i> - <i>Polygonum persicaria</i>, - <i>Ranunculus sp.</i> (<i>Ranunculus aquatilis</i>), - Juncacées. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Classe des <i>Potamogetonetea</i></u> : végétation immergée ou flottante des eaux libres permanentes (rivières, étangs...), formée d'hydrophytes fixés . - <u>Ordre des <i>Potamogetonetalia</i></u> - <u>Classe <i>Lemnetea minoris</i></u>

Groupement n°2 : Les groupements de plantes aquatiques de zones inondées peu profondes

Selon Corillion (1971), au-dessous d'une certaine profondeur (moins d'un mètre) apparaissent diverses associations (grandes hélophytes, associations d'espèces à feuilles flottantes ou nageantes) dont la présence dépend des conditions écologiques des bordures sujettes à des fluctuations inexistantes dans les zones centrales et profondes : changement des niveaux d'eau saisonniers, de la concentration en sels dissous, de la nature du substratum, de la pente des rives, de la température d'eau. La compétition y est plus active, l'atterrissement plus intense à cause du dépôt en matières organiques lié aux grandes hélophytes (*Scirpus* et *Typha* notamment). L'existence de modes « battus » ou « abrités » est un facteur de compétition interspécifique essentiel.

Ces tranches d'eau moins profondes donnent lieu à des formations de *Typha sp.*, *Hydrocharis sp.*, *Sparganium sp.*, *Alisma sp.*, Renonculacées associées à des Cypéracées et *Equisetum sp.* s'il y a émergence saisonnière (Froment, 1953 ; Corillion, 1971).

Numéro du Groupement végétal de zone humide : (n°2)	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de la détermination archéobotaniques. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons (d'après Bournerias, 1968)
Groupement de zone inondée peu profonde, (moins de 1.50 mètre)	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Typha sp.</i> (Typhacées) - <i>Potamogeton sp.</i> (Potamogetonacées), - Menyanthacées (<i>Nymphoides peltata</i>), - <i>Sparganium sp.</i>, - Plantaginacées (<i>Littorela lacustris</i>), 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Classe des <i>Littorelletea</i></u> : végétation phanérogame non entièrement immergée ou flottante, mais dressée partiellement au-dessus de l'eau

	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Hydrocharis sp.</i>, - Primulacées, s.F. Androsace (<i>Hottonia palustris</i>) - Cypéracées (<i>Scirpus sp.</i>), - <i>Alisma sp.</i> (<i>Alisma plantago-aquatica</i>, Alismacées), - <i>Sagittaria sp.</i> (Alismacées), - Hyperacées (<i>Hypericum elodes</i>), - Ranunculacées, - <i>Callitriche sp.</i>, - <i>Equisetum sp.</i>, - Butomacées (<i>Butomus umbellatus</i>), - Onagracées (<i>Ludwigia palustris</i>), - Lentibulariacées (<i>Utricularia vulgaris</i>). 	<p>(elle reste néanmoins dispersée) ; pas de courant ; plan d'eau persistant une grande partie de l'année, mais pouvant subir un assèchement estival.</p> <p>- <u>Ordre des Littorelletalia</u></p>
--	---	---

Groupement n°3 : Les groupements de zones humides en voie d'atterrissement, de roselières

La présence de roselières marque les zones humides en marge ou à la surface des chenaux en voie d'atterrissement. On y retrouve l'association de Poacées (*Phragmites* : *Arundo phragmites* et *Phalaris arundinacea*) de massettes (*Typha*) entremêlées de grandes herbes (*Polygonum amphibium terrestre*) et de diverses lianes (*Solanum dulcamara*, *Humulus lupulus*) (Corillion, 1971).

Numéro du Groupement végétal de zone humide : (n°3)	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de la détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons (d'après Rameau et al., 1996)
Groupements de zone humide en voie d'atterrissement, de roselière	<ul style="list-style-type: none"> - Poacées (<i>Phragmites sp.</i>), - Cypéracées, - <i>Sparganium sp.</i>, - <i>Rumex hydrolapathum</i>, - <i>Typha sp.</i>, - <i>Hydrocotyle vulgaris</i>, - <i>Lythrum sp.</i> (Lythracées), - <i>Lysimachia sp.</i> (<i>Lysimachia vulgaris</i>, Primulacées) - <i>Alisma sp.</i> (Alismacées), - Hyperacées (<i>Hypericum elodes</i>) - <i>Filipendula sp.</i> (<i>Filipendula ulmaria</i>), - <i>Anagallis sp.</i>, (<i>Anagallis tenella</i>, Primulacées), - <i>Polygonum persicaria</i>, - Valérianacées (<i>Valeriana officinalis</i>), - Scrophulariacées (<i>Scrophularia auriculata</i>), - Iridacées (<i>Iris pseudacorus</i>), - Onagracées ou Oenotheraceae (<i>Epilobium hirsutum</i>, <i>Ludwigia palustris</i>), - Ranunculacées, - Butomacées (<i>Butomus umbellatus</i>), - <i>Equisetum sp.</i>, - <i>Nymphaea sp.</i>, - <i>Callitriche sp.</i>, - Linacées (<i>Radiola linoides</i>), - Brassicacées (<i>Cardamine pratensis</i>), - Menyanthacées (<i>Nymphoides peltata</i>), - Rubiacées (<i>Galium palustre</i>), - Lamiacées (<i>Stachys palustris</i>), - Astéracées, 	<p>-classe des <u><i>Phragmitetea</i></u> -ordre des <u><i>Phragmitetalia</i></u> (roselières ou cariçaies des bords d'étangs ou de cours d'eau) <i>Iris pseudacorus</i>, <i>Phragmites australis</i>, <i>Rumex hydrolapathum</i></p> <p>-alliance du <u><i>Phragmition</i></u> (roselières) -alliance du <u><i>Glycero-Sparganion</i></u> (petits ruisseaux aux eaux courantes, contact avec les aulnaies) - alliance du <u><i>Magnocaricion</i></u> (cariçaies ; phases pionnières et fréquentes en aulnaies ; aulnaies-frênaies ou chênaies pédonculées) - Classe du <u><i>Glycerio fluitantis – Nasturtietea officinalis</i></u></p>

	- Caryophyllacées, - Lentibulariacées (<i>Utricularia vulgaris</i>).	
--	---	--

Groupement n°4 : Les végétations de tourbières et de bas-marais

Les végétations de tourbières et de bas-marais forment des groupements caractéristiques de milieux où l'eau demeure le facteur primordial. En effet, elle permet la croissance des plantes aquatiques donnant naissance à la tourbe et rend le milieu asphyxiant (cf. chapitre A.1.4.1.3.2.3 consacré aux tourbières et bas-marais continentaux du Massif armoricain). La quantité d'eau demeure constante soit du fait d'une pluviosité forte et régulière, soit à la faveur aussi de conditions topographiques et pédologiques particulières (suintement permanent sur les pentes, cuvette naturelle au sous-sol imperméable). Les sphaignes constituent le taxon dominant et sont présentes dans l'ensemble des niveaux dynamiques de la tourbière en contribuant à son exhaussement. L'étude de la végétation montre une évolution progressive à partir de groupements hygrophiles. Le stade pionnier correspond à des groupements très aquatiques (caractérisés par le *Potamogeton*). S'installent ensuite successivement des taxons comme les Liliacés puis *Erica tetralix*, *Molinia*, ou *Calluna* (« landes tourbeuses » avec l'omniprésence des Sphaignes) en fonction aussi des facteurs topographiques, hydrographiques, pédologiques... Enfin, l'ensemble peut ensuite évoluer vers des ripisylves (groupement n°6 de la station).

La classification phytosociologique laisse apparaître deux classes : la classe des *Caricetea fuscae* caractérisant les bas-marais et tourbières basses (tourbières de pentes ou tourbières topogènes) et la classe des *Oxycocco-Sphagnetea* correspondant à des groupements de tourbières bombées (ombrogènes) et de landes tourbeuses. Il faut cependant noter que l'on peut retrouver à l'intérieur de ces deux classes des associations végétales intimement mêlées dans la mosaïque paysagère. Ainsi les groupements de landes tourbeuses (alliance de l'*Ericion tetralicis*) très souvent disposés en périphérie de groupements de tourbières basses correspondent à des classes phytosociologiques différentes. Les groupements de bas-marais et de tourbières bombées représentent des niveaux dynamiques différents d'une même succession végétale. Ils appartiennent néanmoins à des classes phytosociologiques différentes tout en étant spatialement très proches.

Il est difficile de discerner ces deux classes de syntaxons par la palynologie. En effet, le détail taxonomique accessible par la palynologie ne permet pas de discerner de manière qualitative les grandes associations végétales : la *Caricetea fuscae* est en partie composée de Cypéracées (*Carex panicea*, *Carex fusca*) et de Poacées (*Phragmites australis*, *Molinia caerulea*) tout comme la classe des *Oxycocco-Sphagnetea* avec aussi l'omniprésence de *Molinia caerulea* pour Poacées et aussi des *Carex*. L'aspect quantitatif (ex. les cariçaies sont davantage caractéristiques de la classe des *Caricetea fuscae*) est quant à lui délicat à prendre en compte car dépendant en grande partie de la proximité des groupements végétaux et du fonctionnement hydrodynamique de la zone humide (cf. remarque ci dessus § B.2.2.2.37 et § B.2.2.1.1.4). Dans le cadre de la réalisation de la base de données, nous nous sommes donc contentés d'identifier un groupement de « tourbières ».

Numéro du Groupement végétal de zone humide : (n°4)	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de la détermination archéobotaniques. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons (d'après Rameau <i>et al.</i> , 1996 et CBNB, 2000)
Tourbières (groupement de bas-marais, tourbières basses, tourbières bombées et landes tourbeuses)	<ul style="list-style-type: none"> - Cypéracées, - Poacées (<i>Phragmites sp.</i>, <i>Molinia sp.</i>), - <i>Sphagnum sp.</i>, - Ericacées (<i>Erica tetralix</i>), - <i>Calluna sp.</i> (<i>Calluna vulgaris</i>, Ericacées) - <i>Gentiana sp.</i> (<i>Gentiana pneumonanthe</i>, Gentianacées), - Renonculacées (<i>Caltha palustris</i>, <i>Ranunculus flammula</i>), - Dipsacacées (<i>Succisa pratensis</i>), - <i>Myrica sp.</i> (<i>Myrica gale</i>, Myricacées), - Astéracées (<i>Scorzonera humilis</i>), - <i>Potamogeton sp.</i>, - <i>Hydrocotyle sp.</i> (<i>Hydrocotyle vulgaris</i>), - Polygalacées (<i>Polygala serpyllifolia</i>), - Rubiacées (<i>Galium uliginosum</i>), - Liliacées, - Fabacées (<i>Genista anglica</i>), - <i>Ulex sp.</i> (<i>Ulex Minor</i>), - Hyperacées (<i>Hypericum elodes</i>), - Linacées (<i>Radiola linoides</i>), - Lentibulariacées (<i>Utricularia sp.</i>), - Droseracées (<i>Drosera sp.</i>), - Scheuchzériacées (<i>Scheuchzeria palustris</i>), - Liliacées (<i>Narthecium ossifragum</i>), - Orchidées (<i>Dactylorhiza maculata</i>), - Joncacées. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>classe des <i>Caricetea fuscae</i></u> (bas-marais et tourbières basses) <i>Caltha palustris</i>, <i>Phragmites australis</i>, - <u>sous-classe des <i>Molinio caeruleae</i>-<i>Caricenea nigrae</i></u> (bas-marais de l'étage collinéen à montagnard) <i>Carex panicea</i>, <i>Dactylorhiza maculata</i>, <i>Galium uliginosum</i>, <i>Gentiana pneumonanthe</i>, <i>Hydrocotyle vulgaris</i>, <i>Molinia caerulea</i>, <i>Ranunculus flammula</i>, <i>Succisa pratensis</i> - <u>ordre des <i>Junco acutiflori</i>-<i>Caricetalia nigrae</i></u> <i>Agrostis canina</i>, <i>Juncus conglomeratus</i>, <i>Scorzonera humilis</i> - <u>classe des <i>Oxycocco-Sphagnetea</i></u> (tourbières bombées, landes tourbeuses) <i>Molinia caerulea</i> - <u>ordre des <i>Scheuchzerietalia palustris</i></u> : - <u>alliance du <i>Molinio caerulea</i>-<i>Rhynchosporion albae</i></u> : (marais tremblants occupant les mares dans les tourbières bombées), <i>Myrica gale</i>, <i>Carex rostrata</i>, <i>Dactylorhiza maculata</i>, <i>Molinia caerulea</i> - <u>ordre des <i>Sphagno-Ericetalia</i></u> - <u>alliance de l'<i>Ericion tetralicis</i></u> (landes tourbeuses) <i>Erica tetralix</i> - <u>Classe des <i>Scheuchzerio palustris</i>-<i>Caricetea Fuscae</i></u> (bas-marais et tourbières basses oligotrophes à mésotrophes)

- Groupement n°5 : Prairies hygrophiles

Parmi les prairies « naturelles », R. Corillion (1971) discerne les prairies hygrophiles liées à des sols humides pendant la plus grande partie de l'année et les prairies mésophiles (ou mésoxérophiles) aux sols frais ou bien drainés. C'est le premier type de prairie qui est décrit ci-dessous, les prairies mésophiles sont définies dans le chapitre B.2.2.2.37.2. Selon ce même auteur, ces prairies humides se rencontrent dans les zones périphériques des étangs (inondations ponctuelles), dans les fonds de vallées, les dépressions humides, au pied des pentes (suintement sur sols acides), etc.

Les groupements végétaux de ces prairies sont dominés par des joncs, des Poacées (*Holcus lanatus*, *Anthoxanthum odoratum*, *Agrostis canina*, etc.)...

Numéro du Groupement végétal de zone humide : (n°5)	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de la détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons (d'après Rameau <i>et al.</i> , 1996 et CBNB, 2000)
Prairies hygrophiles (inondations rares et temporaires)	<ul style="list-style-type: none"> - Poacées (<i>Phragmites australis</i>, <i>Molinia caerulea</i>, <i>Agrostis stolonifera</i>, <i>Deschampsia cespitosa</i>, <i>Anthoxanthum odoratum</i>, <i>Dactylis glomerata</i>, <i>Poa trivialis</i>), - Cypéracées (<i>Carex panicea</i>, <i>Carex hirta</i>, <i>Scirpus sylvaticus</i>, <i>Luzula multiflora</i>), - <i>Lysimachia</i> sp. (<i>Lysimachia nummularia</i>, <i>Lysimachia vulgaris</i>, Primulacées), - Lythracées (<i>Lythrum salicariai</i>), - Rubiacees (<i>Galium palustre</i>, <i>Galium uliginosum</i>), - Rosacées (<i>Sanguisorba officinalis</i>) - Potentilla sp. (<i>Potentilla reptans</i>, Rosacées), - Filipendula sp. (<i>Filipendula ulmaria</i>), - Renonculacées (<i>Caltha palustris</i>, <i>Ranunculus flammula</i>, <i>Ranunculus repens</i>), - Thalictrum sp. (Renonculacées), - Caryophyllacées (<i>Lychnis flos-cuculi</i>, <i>Dianthus superbus</i>, <i>Stellaria graminea</i>), - Astéracées (<i>Serratula tinctoria</i>, <i>Taraxacum officinale</i>, <i>Achillea millefolium</i>), - Apiacées (<i>Angelica sylvestris</i>), - <i>Rumex</i> sp. (<i>Rumex acetosa</i>), - Lamiacées (<i>Mentha aquatica</i>, <i>Mentha arvensis</i>, <i>Stachys palustris</i>), - Brassicacées (<i>Cardamine pratensis</i>), - Boraginacées (<i>Myosotis scorpioides</i>), - Valérianacées (<i>Valeriana officinalis</i>), - Onagracées ou Oenotheraceae (<i>Circaea</i> sp., <i>Epilobium sphisutum</i>), - Ophioglossacées (<i>Ophioglossum vulgatum</i>), - Fabacées (<i>Lotus uliginosus</i>), - <i>Hydrocotyle vulgaris</i>, - <i>Gentiana pneumonanthe</i>, - Violacées (<i>Viola canina</i>), - Liliacées, - Linacées (<i>Radiola linoides</i>), - Dipsacacées (<i>Succissa pratensis</i>), - <i>Equisetum</i> sp., - <i>Plantago major</i>, - Joncacées (<i>Juncus effusus</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>classe des <i>Caricetea fuscae</i></u> (bas-marais et tourbières basses) <i>Caltha palustris</i>, <i>Phragmites australis</i>, - <u>sous-classe des <i>Molinio caeruleae</i>-<i>Caricenea nigrae</i></u> (bas-marais de l'étage collinéen à montagnard) <i>Carex panicea</i>, <i>Dactylorhiza maculata</i>, <i>Galium uliginosum</i>, <i>Gentiana pneumonanthe</i>, <i>Hydrocotyle vulgaris</i>, <i>Molinia caerulea</i>, <i>Ranunculus flammula</i>, <i>Succissa pratensis</i> - <u>ordre des <i>Molinio-Caricetalia davallianae</i></u> (bas-marais calcicoles à neutrophiles) <i>Ophioglossum vulgatum</i> - <u>alliance du <i>Molinion caeruleae</i></u> (prairies humides à <i>Molinia caerulea</i>) <i>Dianthus superbus</i>, <i>Serratula tinctoria</i>, - <u>classe des <i>Agrostio stoloniferae</i>-<i>Arrhenatheretea elatioris</i></u> (prairies fauchées, hygrophiles, mésophiles, mésoxérophiles, non tourbeuses) <i>Achillea millefolium</i>, <i>Anthoxanthum odoratum</i>, <i>Dactylis glomerata</i>, <i>Poa trivialis</i>, <i>Prunella vulgaris</i>, <i>Rumex acetosa</i>, <i>Stellaria graminea</i>, <i>Taraxacum officinale</i>...<i>Holcus lanatus</i>, <i>Luzula multiflora</i>,... - <u>sous-classe des <i>Agrostienea stoloniferae</i></u> (prairies hygrophiles mésotrophes à eutrophes) <i>Agrostis stolonifera</i>, <i>Potentilla reptans</i>, <i>Angelica sylvestris</i>, <i>Caltha palustris</i>, <i>Cardamine pratensis</i>, <i>Carex hirta</i>, <i>Deschampsia cespitosa</i>, <i>Filipendula ulmaria</i>, <i>Galium palustre</i>, <i>Juncus effusus</i>, <i>Lychnis flos-cuculi</i>, <i>Lysimachia nummularia</i>, <i>Lysimachia vulgaris</i>, <i>Lythrum salicariai</i>, <i>Mentha aquatica</i>, <i>Myosotis scorpioides</i>,

		<p><i>Ranunculus repens</i>, <i>Scirpus sylvaticus</i>. - ordre des <u><i>Agrostietalia stoloniferae</i></u> (prairies inondables ou mésohygrophiles) <i>Lotus uliginosus</i> - alliance du <u><i>Bromion racemosi</i></u> (groupements surtout atlantiques et subatlantiques, prairies dérivant de mégaphorbiais par fauchage) <i>Angelica sylvestris</i>, <i>Caltha palustris</i>, <i>Filipendula ulmaria</i> - Classe des <u><i>Filipendulo-Ulmariae-Convulvuletea sepium</i></u> - alliance du <u>Thalictro flavi-Filipendulion ulmariae</u></p>
--	--	---

- Groupement n°6 : Les groupements de forêts et bois hygrophiles

Les groupements de forêts et bois hygrophiles (ripisylves sur les berges) constituent un niveau dynamique supérieur dans les successions végétales des zones humides. On retrouve ainsi des ripisylves de type « aulnaie » avec l'association de l'aulne, du frêne, du chêne, du saule, du bouleau, de la viorne, des Rosacées, de l'orme, du noisetier, du sureau, du nerprun, des fougères, *Equisetum*, *Menyanthes*, et de la plupart des herbacées de la roselière. Leur particularité écologique essentielle est l'humidité permanente des sols.

Des formations dominées par le bouleau peuvent aussi être assimilées à ce type de boisements hygrophiles.

Numéro du groupement végétal de zone humide : (n°6)	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de la détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons (d'après Rameau <i>et al.</i> , 1996)
Groupements de forêts et bois hygrophiles	<p>strate arborescente et arbustive - <i>Alnus sp.</i> (<i>Alnus glutinosa</i>), - <i>Salix sp.</i> (<i>Salix atrocinerea</i>), - <i>Betula sp.</i> (<i>Betula pubescens</i>), - <i>Populus sp.</i> (<i>Populus nigra</i>), - <i>Fraxinus sp.</i> (<i>Fraxinus angustifolia</i>, <i>Fraxinus excelsior</i>), - <i>Ulmus sp.</i> (<i>Ulmus laevis</i>, <i>Ulmus minor</i>), - <i>Myrica sp.</i> (<i>Myrica gale</i>, Myricacées) - <i>Corylus sp.</i> (<i>Corylus avellana</i>), - <i>Tilia sp.</i> (<i>Tilia cordata</i>), - Rosacées (<i>Pyrus pyraeaster</i>, <i>Malus sylvestris</i>), - <i>Prunus sp.</i> (<i>Prunus avium</i>, Rosacées), - <i>Quercus sp.</i> (<i>Quercus robur</i>), - Rhamnacées (<i>Rhamnus cathartica</i>), - <i>Pinus sp.</i> (<i>Pinus sylvestris</i>).</p>	<p>- classe des <u><i>Oxycocco-Sphagnetea</i></u> (tourbières bombées, landes tourbeuses) <i>Molinia caerulea</i>, - ordre des <u><i>Vaccinio uliginosi-Betulo-Pinetalia</i></u> (maturation de la tourbière ; <i>Pinus sylvestris</i>, <i>Betula pubescens</i> dispersés sur la végétation de la tourbière) - alliance du <u><i>Vaccinio-uliginosi-Pinion</i></u> (Pineraies) - alliance du <u><i>Sphagno-Betulion</i></u> (Boulaies) - classe des <u><i>Alnetea glutinosae</i></u> - ordre des <u><i>Alnetalia glutinosae</i></u> (groupements occupant les dépressions marécageuses des vallées, des cours d'eau, des sols plus ou moins tourbeux ou gorgés d'eau) - alliance du <u><i>Salicion cinereae</i></u> (saulaie arbustive sur les sols les plus humides ou groupements pionniers d'une aulnaie) <i>Salix atrocinerea</i>, <i>Myrica gale</i> (Myricacées)</p>

	<p style="text-align: center;">strate herbacée</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poacées (<i>Molinia caerulea</i>), - Sphagnum sp. (<i>Sphagnum squarrosum</i>), - Brassicacées (<i>Cardamine amara</i>), - Cypéracées (<i>Carex laevigata</i>, <i>Carex pendula</i>, <i>Carex remota</i>, <i>Carex strigosa</i>), - Polypodiacées (<i>Thelypteris palustris</i>, <i>Dryopteris carthusiana</i>) - <i>Viburnum sp.</i> (<i>Viburnum opulus</i>, Caprifoliacées), - <i>Menyanthes sp.</i> (Menyanthacées) - <i>Lysimachia sp.</i> (<i>Lysimachia nemorum</i>, Primulacées) - Scrophulariacées (<i>Veronica montana</i>), - Renonculacées (<i>Ranunculus ficaria</i>), - Euphorbiacées (<i>Euphorbia amygdaloides</i>) - Onagracées (<i>Circaea lutetiana</i>), - Liliacées (<i>Polygonatum verticillatum</i>), - Valérianacées (<i>Valeriana repens</i>), - Equisétacées (<i>Equisetum hyemale</i>), - <i>Osmunda regalis</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>alliance de l'Alnion glutinosae</u> (aulnaies, aulnaies boulaies pubescentes) Sphagnum squarrosum, Alnus glutinosa, Betula pubescens, Cardamine amara, Carex laevigata, Osmunda regalis, Thelypteris palustris, <i>Myrica gale</i> (Myricacées) - <u>classe des Salicetea purpureae</u> (Saulaie ripicoles, phase pionnière de l'aulnaie-frênaie ou de chênaie-frênaie) Salix purpurea - <u>alliance du Salicion albae</u> Populus nigra, Salix alba, Salix fragilis, Salix triandra, Salix viminalis... - <u>classe des Quercu-Fagetea</u> <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Quercus petraea</i>, <i>Acer campestre</i>, <i>Sorbus torminalis</i>, <i>Coryllus avellana</i>, <i>Crataegus laevigata</i>, <i>Daphne laureola</i>, <i>Hedera helix</i>, <i>Ilex aquifolium</i>, <i>Viburnum opulus</i> <i>Anemone nemorosa</i>, <i>Carex digitata</i>, <i>Carex sylvatica</i>, <i>Convallaria maialis</i>, <i>Lathyrus montanus</i>, <i>Moehringia trinervia</i>, <i>Viola mirabilis</i> - <u>ordre des Fagetalia sylvaticae</u> (forêts mélangées de frênes et d'aulnes, de chênes et de charmes, de hêtres, de hêtres et de sapin pectiné, d'érables, de tilleuls) Fraxinus excelsior, Ranunculus ficaria, Euphorbia amygdaloides,.. - <u>sous-ordre des Alno-Ulmenalia</u> (forêts ripicoles ou de suitements, les inondations annuelles provoquent la dominance d'essences pionnières et nomades) Alnus glutinosa, Fraxinus angustifolia, Ulmus laevis, Ulmus minor, <i>Ulmus glabra</i>, <i>Betula pendula</i>, <i>Tilia cordata</i>, <i>Pyrus piraster</i>, <i>Malus sylvestris</i>, <i>Prunus avium</i>, <i>Quercus robur</i>... - <u>alliance de l'Alno-Padion</u> Alnus glutinosa, Carex pendula, Carex remota, Carex strigosa, Lysimachia nemorum, Veronica montana, Circaea lutetiana, Equisetum hyemale, - <u>sous-alliance de l'Alnenion glutinosae-incanae</u> (petites et moyennes vallées, suitements) <i>Polygonatum verticillatum</i> - <u>sous-alliance de l'Ulmenion</u> (chênaies-ormaises des grandes plaines alluviales, optimum d'Ulmus laevis, Quercus robur).
--	--	--

- Groupement n°7 : Les groupements végétaux des côtes sableuses

Les végétations ainsi que les caractères écologiques des côtes sableuses armoricaines sont développées au chapitre A.1.4.1.3.1.2.

Numéro du groupement végétal de zone humide : (n°7)	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de la détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons (d'après le Conservatoire Botanique National de Brest, 2000)
Groupements de côtes sableuses, marais salés	<ul style="list-style-type: none"> - Poacées (<i>Artemisia maritima</i>, <i>Brachypodium pinnatum</i>, <i>Ammophila arenaria</i>, <i>Agropyrum junceiforme</i>, <i>Agropyrum pungens</i>), - Chénopodiacées (<i>Salsola kali</i>, <i>Beta maritima</i>), - Plombaginacée (<i>Armeria maritima</i>, <i>Limonium vulgare</i> ou <i>Statice limonium</i>), - Crassulacées (<i>Sedum acre</i>, <i>Sedum anglicum</i>), - <i>Ephedra</i> sp. (<i>Ephedra distachya</i>, indicateur de dunes fixées), - Malvacées, - Brassicacées (<i>Cakile maritima</i>) - Euphorbiacées (<i>Euphorbia paralias</i>), - Fabacées (<i>Medicago marina</i>), - Rubiacées (<i>Galium arenarium</i>), - Astéracées (<i>Matricaria maritima</i>, <i>Hieracium pilosella</i>), - <i>Artemisia</i> sp. (Astéracées), - Apiacées (<i>Cristimum maritimum</i>, <i>Eryngium maritimum</i>), - Caryophyllacées (<i>Silene maritima</i>), - <i>Plantago</i> sp. (<i>Plantago coronopus</i>, <i>Plantago maritima</i>, <i>Plantago lanceolata</i>) - Rosacées (<i>Rosa canina</i>, <i>Rosa pimpinellifolia</i>), 	<ul style="list-style-type: none"> - Classe des <i>Agropyreteea repentis</i>, <i>Elymus pycnanthus</i>, <i>Carex otrubae</i> - Alliance <i>Agropyrion pungentis</i> <ul style="list-style-type: none"> - association <i>Beto maritimae</i> - <i>Agropyretum pungentis</i> - Alliance <i>Brachypodio-Agropyrion pungentis</i> - Classe des <i>Asteretea tripolium</i> (schorres supérieurs et prés salés atlantique..) - Classe des <i>Cakiletea maritimae</i> - Classe des <i>Euphorbio paraliae-ammophiletea australis</i> - Classe des <i>Festuco valesiacae-Brometea erecti</i>

- Groupements n° 8 et n°7 : Les groupements végétaux des vases et des marais salés : le groupement de la slikke (ou vasières) (n°8) et le groupement du schorre (ou prés salés) (n°9)

Les végétations ainsi que les caractères écologiques de ces deux groupements d'estran sont développés au chapitre A.1.4.1.3.1.3 : « la végétation des vases et des marais salés ».

Numéro du groupement végétal de zone humide : (n°8)	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de la détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons d'après CBNB, 2000
Groupement du schorre (Zone immergée uniquement lors des marées hautes de vive-eau)	<ul style="list-style-type: none"> - Poacées (<i>Agropyron pungens</i>, <i>Festuca arenaria</i>), - Chénopodiacées (<i>Halimione portulacoides</i>, <i>Salicornia fruticosa</i>, <i>Sueda vera</i>, <i>Sueda maritima</i>...), - Caryophyllacées (<i>Spergularia media</i>, <i>Spergularia marina</i>), - <i>Artemisia sp.</i>, (Astéracées), - Plombaginacée (<i>Armeria maritima</i>, <i>Limonium lychnidifolium</i>), - Joncacées (<i>Juncus maritimus</i>), - Cypéracées (<i>Carex</i>), - Kystes de dinoflagellés (avec par exemple <i>Lingulodinium machaerophorum</i> plus présente dans le schorre vis-à-vis de la slikke d'après Morzadec-Kerfourn (1976)). 	<ul style="list-style-type: none"> - Classe des <i>Salicornietea fruticosae</i> - Classe des <i>Thero-Suaedeteta splendidis</i> - Classe des <i>Zosteretea marinae</i>

Numéro du groupement végétal de zone humide : (n°9)	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de la détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxon d'après CBNB, 2000
Groupement de la slikke (Zone immergée à chaque marée haute de vive et morte-eau)	<ul style="list-style-type: none"> - Poacées, (<i>Spartina anglica</i>), - Chénopodiacées (<i>Salicornia europea</i>, <i>Sueda maritima</i>), - Kystes de dinoflagellés (avec <i>Lingulodinium machaerophorum</i> plus rare et <i>Spiniferites bentori</i> plus abondant d'après Morzadec-Kerfourn (1976)). L'auteur note de plus une sur-représentation des taxons de Poacées, Chénopodiacées et de kystes de dinoflagellés par rapport à l'association taxonomique du Schorre. 	<ul style="list-style-type: none"> - Classe des <i>Spartinetea maritimae</i> (hautes slikkes)

B.2.2.2.37.2 Les groupements végétaux des terrains drainés (apports polliniques des coteaux ou du voisinage)

A la périphérie des zones humides, sur les sols mieux drainés, on va retrouver des formations végétales qui peuvent être naturelles mais aussi résulter des pressions humaines (pâturages, fauches, zones d'habitats, piétinements) (Fig. 63). Ces entités végétales sont inspirées à la fois des travaux de Behre (1981) visant à identifier les « groupements naturels favorisés par la présence humaine » (Fig. 59), des travaux réalisés sur la végétation « actuelle » du Massif armoricain (Corillon, 1971) et des groupements décrits par la

palynologie : Visset (1979), Voetzel (1987), Marguerie (1992), Bernard (1996), Leroyer (1997), Barbier (1999), Cyprien (2002) et Ouguerram (2002).

Inventaire des groupements végétaux des terrains bien drainés

Les groupements végétaux des coteaux ou du voisinage (terrains bien drainés)	
1.	Les groupements significatifs de cultures,
2.	Les groupements de friches et de jachères,
3.	Prairies hygro- à mésophiles, pâturées,
4.	Groupements des landes armoricaines et de pâturages « secs »,
5.	Groupements de boisements rudéraux ou « friches évoluées »,
6.	forêts claires, forêts pâturées, végétations bocagères,
7.	Chemins, communautés rudérales, zones d'habitats, lieux de pacage,
8.	Groupements végétaux des rochers et des falaises.

Fig. 63. Inventaire des groupements de végétation des terrains bien drainés.

- Groupement n°1 : Les groupements significatifs de cultures

Cette catégorie est principalement inspirée des travaux de K.E. Behre (1981) (Fig. 59) qui a discerné les céréales d'hiver (*Secales*, *Hordeum*, *Triticum*), des autres taxons cultivés (*Avena*, *Fagopyrum*, *Vicia alba*, *Linum*, *Cannabis*). Le groupement est composé des taxons cultivés cités ci-dessus ainsi que par un certain nombre d'adventices et de rudérales. L'interprétation de l'occurrence d'un « groupement significatif de cultures » repose donc sur un faisceau « d'indices d'anthropisation » (Iversen, 1949 ; Turner 1964 ; Van Zeist, 1966 ; Berglund, 1969 ; Berhe, 1981, 1986, 1988 ; Jalut, 1991 ; Richard 1994a, 1994b, 1995, 1997).

En plus des attestations polliniques de taxons d'adventices et de rudérales, d'autres indices sont parfois perceptibles avec la baisse des taux de pollens d'arbres (tendance vers l'ouverture ou non du milieu), la présence de formations de landes, ou l'identification de taxons polliniques d'arbres héliophiles synonymes de dynamiques de recolonisation végétale après des perturbations anthropiques (D. Galop, 1998).

On discerne généralement parmi les adventices, les messicoles, c'est à dire les plantes annuelles qui se rencontrent dans les champs de céréales (*Centaurea cyanus* et *Papaver*) et les apophytes ou plantes autochtones apparaissant après la mise en culture d'une terre (*Rumex*, *Centaurea*, *Mercurialis annua*) (cf. détail § B.2.2.2.38).

Les rudérales peuvent être listées selon deux catégories. L'une représentant les taxons caractéristiques des espaces rudéraux (ex. *Plantago*, Cichorioïdées, Urticacées,...) l'autre rassemblant des taxons plus ubiquistes (ex. Astéracées, Caryophyllacées...) (cf. tableau ci-dessous et § B.2.2.2.39).

Groupement végétal de terrains drainés : n°1	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons (d'après Rameau <i>et al.</i> , 1996)
Groupement significatif de cultures	<p style="text-align: center;">taxons cultivés</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Cerealia type</i> (<i>Secale sp.</i>, <i>Hordeum sp.</i>, <i>Triticum sp.</i>, <i>Avena sp.</i>), - <i>Linum usitatissimum</i>, - <i>Fagopyrum sp.</i>, - <i>Cannabis sp./Humulus sp.</i>, - Fabacée (<i>Vicia faba</i>), 	- classe des <i>Secalinetea</i> (moissons) <i>Aethusa cynapium</i> , <i>Agrostis stolonifera</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Equisetum arvense</i> , <i>Galeopsis tetrahit</i> , <i>Ranunculus repens</i> , <i>Rumex acetosella</i> ...

<p style="text-align: center;">taxons adventices</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Centaurea cyanus</i>, <i>Centaurea jacea</i>, (Astéracées), - <i>Mercurialis annua</i> (Euphorbiacées), - <i>Rumex sp.</i> (dont <i>Rumex acetosella</i>, <i>Rumex angiocarpus</i>, Polygonacées), - <i>Papaver sp.</i> (Papaveracées). <p style="text-align: center;">taxons rudéraux</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Plantago sp.</i>, - <i>Convolvulus arvensis</i>, - Polygonacées (<i>Polygonum aviculare</i>), - Chénopodiacées (<i>Chenopodium album</i>), - Cichorioïdées, - Apiacées (<i>Aethusa cynapium</i>) - Renonculacées (<i>Ranunculus repens</i>), - <i>Potentilla sp.</i>, - Fabacées (<i>Trifolium repens</i>), - Rubiacées (<i>Galium sp.</i>), - Urticacées, (<i>Urtica dioica</i>), - <i>Artemisia sp.</i>, - Onagracées (<i>Circaea sp.</i>). - Caryophylacées (<i>Lychnis-Agrostemma-type</i>, <i>Spergula arvensis</i>, <i>Stellaria media</i>, <i>Myosoton aquaticum</i>), - Brassicacées (<i>Cardamine sp.</i>), - Asteracés (<i>Cirsium arvense</i>, <i>Taraxacum officinale</i>, <i>Tussilago farfara</i>, <i>Arctium sp.</i>), - Poacées (<i>Agrostis stolonifera</i>), - Solanacées (<i>Solanum dulcamara</i>), - Dipsacacées (<i>Knautia arvensis</i>), - Scrophulariacées (<i>Veronica chamaedrys</i>, <i>Verbascum nigrum</i>), - Lamiacées (<i>Galeopsis tetrahit</i>, <i>Lamium purpureum</i>, <i>Mentha arvensis</i>, <i>Stachys germanica</i>) - <i>Equisetum arvense</i>, - Crassulacées (<i>Sedum telephium</i>) - Boraginacées, - Onagracées ou Oenotheraceae (<i>Epilobium hirsutum</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> - classe des <i>Chenopodietea</i> (groupements rudéraux, cultures sarclées, « mauvaises herbes » des jardins) <i>Aethusa cynapium</i>, <i>Agrostis stolonifera</i>, <i>Cirsium arvense</i>, <i>Equisetum arvense</i>, <i>Galeopsis tetrahit</i>, <i>Lamium purpureum</i>, <i>Mentha arvensis</i>, <i>Myosoton aquaticum</i>, <i>Ranunculus repens</i>, <i>Stachys germanica</i>, <i>Taraxacum officinale</i>, <i>Urtica dioica</i>, <i>Verbascum nigrum</i>... - ordre des <i>Sisymbrietalia</i> (groupement rudéraux à plantes annuelles ou bisannuelles) <i>Tussilago farfara</i> - ordre des <i>Polygono-Chenopodietalia</i> (cultures sarclées, jardins) - alliance du <i>Fumario-Euphorbion</i> (végétation exigeant des sols riches) <i>Sedum telephium</i> - alliance du <i>Spergulo-Oxalidion</i> (sols plus ou moins acides)
---	---

Il faut souligner la difficulté de rencontrer, à priori, des pollens de taxons allochtones et notamment de « type céréale » dans les tourbières éloignées des champs et des bâtiments agricoles. I. Vuorela (1973) a montré que la plupart des pollens de céréales étaient trouvés non seulement dans les champs mais aussi dans les bâtiments où les pollens encore retenus dans les balles sont libérés durant le vannage. Ainsi, dans les diagrammes de tourbières, à moins qu'une parcelle ait été mise en culture juste à côté de la zone humide, les céréales et leurs commensales ne sont perceptibles qu'en « bruit de fond ». Cette difficulté peut-être compensée par la détection des autres taxons du groupement.

- Groupement n°2 : Les groupements de friches et de jachères

L'association proposée est inspirée des travaux de K.E. Behre (1981) mais aussi de Ch. Leroyer (1997), de R. Corillion (1971) faisant lui-même référence à des travaux de M. Bournerias (1968) et de J.-M. Gehu (1961). Les jachères et les friches correspondent respectivement à une levée de pression sur des terres cultivées ou bien à un abandon du piétinement, d'une fauche ou d'un pâturage. On obtient un assemblage composé pour une

bonne part de taxons rudéraux (cf. tableau ci-dessous). La première partie de la liste regroupe les taxons les plus caractéristiques et/ou les plus nombreux.

Groupement végétal de terrains drainés n°2	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons (d'après Rameau <i>et al.</i> , 1996 et CBNB, 2000)
Groupement de friches et de jachères	<ul style="list-style-type: none"> - Poacées (<i>Dactylis glomerata</i>, <i>Bromus mollis</i>), - Astéracées (<i>Onopordon acanthium</i>, <i>Mycelis muralis</i> <i>Cirsium vulgare</i>, <i>Taraxacum officinale</i>, <i>Lactuca perennis</i>, <i>Arctium sp.</i>), - <i>Artemisia sp.</i> (<i>Artemisia vulgaris</i>, Astéracées), - Cichorioïdées (<i>Lactuca perennis</i>) - Chénopodiacées (<i>Chenopodium album</i>), - Lamiacées (<i>Lamium purpureum</i>, <i>Lamium album</i>), - <i>Rumex sp.</i> (<i>Rumex acetosa</i>, <i>Rumex crispus</i>, Polygonacées) - <i>Polygonum sp.</i> (<i>Polygonum aviculare</i>, Polygonacées), - Caryophyllacées (<i>Lychnis-Agrostemma-type</i>, <i>Spergula arvensis</i>, <i>Silene dioica</i>, <i>Silene vulgaris</i>, <i>Stellaria media</i>, <i>Saponaria officinalis</i>), - Euphorbiacées (<i>Euphobia esula</i>) - Balsaminacées (<i>Impatiens glandulifera</i>), - Géraniacées (<i>Geranium phaeum</i>), - Campanulacées (<i>Campanula rapunculus</i>), - Malvacées, - Brassicacées (<i>Alliaria petiolata</i>), - Apiacées (<i>Daucus carota</i>), - <i>Plantago sp.</i> (<i>Plantago lanceolata</i>, <i>Plantago major et Plantago media</i>), - Fabacées (<i>Coronilla varia</i>), - <i>Trifolium sp.</i> (<i>Trifolium repens</i>), - Urticacées (<i>Urtica dioica</i>), - Convolvulacées (<i>Convolvulus arvensis</i>), - Onagracées (<i>Circaea</i>, <i>Oenotheraceae</i>), - Ranunculacées, - Cypéracées, - <i>Potentilla sp.</i>, - <i>Salix sp.</i>, - <i>Ulmus sp.</i>, - <i>Sambucus sp.</i> - <i>Calluna vulgaris</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>classe des <i>Artemisiatetea vulgaris</i></u> (végétation vivace rudérale et nitrophile ; zones perturbées, rivages, lisières forestières fraîches ou humides) <i>Dactylis glomerata</i>, <i>Mycelis muralis</i> - <u>ordre des <i>Artemisietalia</i></u> (groupements rudéraux) <i>Rumex obtusifolius</i>, <i>Urtica dioica</i> - <u>alliance de l'Arction</u> (groupement rudéraux sur décombres) <i>Chelidonium majus</i>, <i>Lamium album</i>, <i>Rumex obtusifolius</i>, <i>Silene dioica</i>, <i>Euphobia esula</i>, <i>Calystegia sepium</i>, <i>Impatiens glandulifera</i>, <i>Alliaria petiolata</i>, <i>Saponaria officinalis</i> - <u>ordre des <i>Onopordetalia</i></u> (groupements thermophiles) <i>Cirsium vulgare</i>, <i>Cirsium arvense</i>, <i>Coronilla varia</i>, <i>Geranium phaeum</i>, <i>Lamium purpureum</i>, <i>Taraxacum officinale</i>... - <u>alliance du <i>Dauco-Melilotion</i></u> (jachères, bords de routes) <i>Campanula rapunculus</i>, <i>Silene vulgaris</i> - <u>alliance de l'Onopordion</u> <i>Lactuca perennis</i>, <i>Saponaria officinalis</i>, <i>Silene vulgaris</i> - <u>classe des <i>Chenopodietea</i></u> (groupements rudéraux, cultures sarclées, « mauvaises herbes » des jardins) <i>Aethusa cynapium</i>, <i>Agrostis stolonifera</i>, <i>Cirsium arvense</i>, <i>Equisetum arvense</i>, <i>Galeopsis tetrahit</i>, <i>Lamium purpureum</i>, <i>Mentha arvensis</i>, <i>Myosoton aquaticum</i>, <i>Ranunculus repens</i>, <i>Stachys germanica</i>, <i>Taraxacum officinale</i>, <i>Urtica dioica</i>, <i>Verbascum nigrum</i>... - <u>Ordre des <i>Polygono-Chenopodietali</i></u> (cultures sarclées, jardins) - <u>Classe <i>Agropyreteae repentis</i></u> - <u>Ordre de l'Agropyretalia repentis</u> - <u>Classe des <i>Polygono arenastri-Poetea annuae</i></u> - <u>Classe des <i>Stellarietetea mediae</i></u>

- Groupement n°3 : Prairies hygro- à mésophiles, pâturées

Les prairies hygrophiles sont surtout exploitées pour des pacages de bovins. Elles sont globalement délaissées actuellement vis à vis des prairies mésophiles qui forment véritablement les prairies fauchables et les pâturages caractéristiques des plaines d'Europe occidentale. Ces prairies mésophiles sont composées d'espèces spontanées au dosage parfois étroitement lié à l'homme et d'espèces introduites en nombre variable. Ces végétations, qu'il faut cependant distinguer de certaines prairies temporaires en alternance avec des cultures, correspondent à un certain état d'équilibre succédant à des origines différentes. Elles succèdent soit à d'anciennes forêts, soit à d'anciennes cultures, soit encore à des surfaces tourbeuses ou marécageuses transformées par le drainage et amendées (Corillion, 1971). Toujours selon le même auteur, les différences d'origines ne se traduiraient d'aucune façon au niveau floristique... Les éventuelles différences floristiques auraient progressivement été effacées par l'établissement de conditions écologiques moyennes et artificiellement entretenues... Dans l'ensemble, les prairies sont relativement homogènes dans leurs compositions et sont dominées par les Poacées, les Renonculacées, les Composées (cf. tableau ci-dessous).

L'abandon de la prairie mésophile se traduit par une évolution vers la lande et par l'envahissement de fourrés d'*Ulex europaeus*, *Pteridium aquilinum*, *Cytisus scoparius*, *Calluna vulgaris*, *Betula pubescens*, accompagnés de quelques *Erica cinerea*, *Agrostis alba*, et *Ulex minor* sur les sols les plus pauvres (cf. groupement n°4).

Groupement végétal de terrains drainés n°3	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons (d'après Rameau <i>et al.</i> , 1996)
Groupements de Prairies hygro à mésophiles pâturées	<ul style="list-style-type: none"> - Poacées (ex. <i>Anthoxanthum odoratum</i>, <i>Dactylis glomerata</i>, <i>Festuca pratensis</i>, <i>Festuca tenuifolia</i>, <i>Poa pratensis</i>, <i>Poa trivialis</i>, <i>Bromus mollis</i>, <i>Danthonia decumbens</i>, <i>Arrhenatherum sp.</i>), - Cypéracées (<i>Carex pilulifera</i>, <i>Carex hirta</i>), - Rubiaceées (<i>Galium mollugo</i>, <i>Galium saxatile</i>), - Scrophulariacées (<i>Melampyrum pratense</i>, <i>Veronica chamaedrys</i>, <i>Pedicularis sylvatica</i>), - Campanulacées (<i>Campanula patula</i>), - Astéracées (<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>, <i>Bellis perennis</i>, <i>Senecio jacobaea</i>, <i>Taraxacum officinale</i>, <i>Achillea millefolium</i>), - <i>Centaurea nigra</i> (Astéracées), - <i>Plantago sp.</i> (<i>Plantago lanceolata</i>, <i>Plantago major</i>), - Apiacées (<i>Angelica sylvestris</i>), - <i>Potentilla sp.</i> (<i>Potentilla erecta</i>, Rosacées), - <i>Calluna sp.</i> (<i>Calluna vulgaris</i>, Ericacées), - Ranunculacées (ex. <i>Ranunculus acer</i>, <i>Ranunculus nemorosus</i>), 	<ul style="list-style-type: none"> - classe des <i>Nardetea</i> (pelouses ou prairies acidophiles) <i>Carex pilulifera</i>, <i>Danthonia decumbens</i>, <i>Luzula campestris</i>, <i>Potentilla erecta</i> - ordre des <i>Nardetalia</i> <i>Carex pallescens</i>, <i>Calluna vulgaris</i> - alliance du <i>Violion caninae</i> (étage collinéen et montagnard) <i>Centaurea nigra</i>, <i>Chamaespartium sagittale</i>, <i>Festuca tenuifolia</i>, <i>Galium saxatile</i>, <i>Viola canina</i>... - alliance du <i>Juncion squarrosi</i> (formations tourbeuses) <i>Pedicularis sylvatica</i>, <i>Polygala serpyllifolia</i> - classe des <i>Agrostio stoloniferae</i>-<i>Arrhenatheretea elatioris</i> (cf. aussi groupements de prairies hygrophiles) (prairies fauchées, hygrophiles, mésophiles, mésoxérophiles, non tourbeuses) <i>Achillea millefolium</i>, <i>Anthoxanthum odoratum</i>, <i>Dactylis glomerata</i>, <i>Poa trivialis</i>, <i>Prunella vulgaris</i>, <i>Rumex acetosa</i>, <i>Stellaria graminea</i>, <i>Taraxacum officinale</i>...<i>Holcus lanatus</i>, <i>Luzula multiflora</i> - sous-classe des <i>Arrhenatherenea elatioris</i>

	<ul style="list-style-type: none"> - Rumex sp. (<i>Rumex acetosa</i>, <i>Rumex crispus</i>, Polygonacées) - <i>Polygonum sp.</i> (<i>Polygonum aviculare</i>, Polygonacées), - Fabacée (<i>Vicia augustifolia</i>, <i>Vicia sepium</i>, <i>Lotus corniculatus</i>), - <i>Trifolium sp.</i> (<i>Trifolium repens</i>, Fabacées) - Dipsacacées (ex. <i>Succisa pratensis</i>), - <i>Equisetum arvense</i>, - Hyperacées (<i>Hypericum humifusum</i>), - Lamiacées (<i>Ajuga reptans</i>, <i>Lamium sp.</i>), - Violacées (<i>Viola canina</i>), - Brassicacées, - Caryophyllacées (<i>Stellaria graminea</i>, <i>Lychnis flos-cuculi</i>), - Urticacées, - Polygalacées (<i>Polygala vulgaris</i>), - Joncacées (<i>Luzula campestris</i>, <i>Luzula multiflora</i>). 	<p>(prairies mésohygrophiles à mésoxérophiles située au-dessus des <i>Agrostienea stoloniferae</i>, cf. groupements de prairies hygrophiles)</p> <p><i>Galium mollugo</i>, <i>Veronica chamaedrys</i>, <i>Angelica sylvestris</i>, <i>Equisetum arvense</i>, <i>Vicia sepium</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>ordre des <i>Arrhenatheretalia elatioris</i></u> (prairies collinéennes et montagnardes) - <u>alliance de l'<i>Arrhenatherion elatioris</i></u> (prairies fauchées de l'étage colinéen à l'étage montagnard) <p><i>Campanula patula</i>, <i>Galium mollugo</i>...</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>alliance du <i>Cynosurion cristati</i></u> (prairies pâturées, collinéennes et montagnardes) <p><i>Ajuga reptans</i>, <i>Carex hirta</i>, <i>Hypericum humifusum</i>, <i>Ranunculus nemorosus</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>sous-classe des <i>Plantaginenea majoris</i></u> (convergence des associations hygrophiles des <i>Agrostienea</i> et des associations mésophiles des <i>Arrhenatherenea</i> sous l'action du piétinement) - <u>ordre des <i>Plantaginetalia majoris</i></u> <p><i>Taraxacum officinale</i></p>
--	---	--

- Groupement n°4 : Groupements des landes armoricaines (Pâturages secs)

Le terme de « pâturages secs » emprunté à K.E. Behre (1981) désigne tout un ensemble d'actions menées par l'homme afin d'exploiter et d'entretenir les landes armoricaines qui sont donc pour la plupart des landes régressives. Ces groupements végétaux sont davantage détaillés dans le chapitre A.1.4.1.3.5.

La première partie de la liste des taxons suivants correspond aux plantes les plus présentes dans les différents types de landes armoricaines.

Groupement végétal de terrains drainés : n°4	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons (d'après Rameau <i>et al.</i> , 1996 et CBNB, 2000)
Groupements des landes armoricaines.	<ul style="list-style-type: none"> - Ericacées (<i>Erica cinerea</i>, <i>Erica tetralix</i>, <i>Erica ciliaris</i>, <i>Erica scoparia</i>, <i>Erica vagans</i>), - <i>Calluna sp.</i> (<i>Calluna vulgaris</i>, Ericacées), - Fabacées (<i>Cytisus scoparius</i>, <i>Lathyrus montanus</i>, <i>Genista anglica</i>, <i>Lotus corniculatus</i>) - Ulex sp. (<i>Ulex europaeus</i>, <i>Ulex gallii</i>, <i>Ulex minor</i>, Fabacées), - Poacées (<i>Molinia caerulea</i>, <i>Brachypodium pinnatum</i>, <i>Agrostis setacea</i>, <i>Agrostis canina</i>, <i>Agrostis curtisii</i>, <i>Deschampsia flexuosa</i>, <i>Anthoxanthum odoratum</i>, <i>Danthonia decumbens</i>, <i>Festuca ovina</i>, <i>Festuca tenuifolia</i>, <i>Pseudoarrhenatherum longifolium</i> ...) - <i>Pteridium aquilinum</i>, - <i>Polypodium vulgare</i>, - Astéracées (<i>Centaurea nigra</i>, <i>Centaurea</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>classe des <i>Calluno vulgaris</i> – <i>Ulicetea minoris</i></u> (<i>Anthoxanthum odoratum</i>, <i>Danthonia decumbens</i>, <i>Deschampsia flexuosa</i>, <i>Festuca ovina</i>, <i>Festuca tenuifolia</i>, <i>Galium saxatile</i>, <i>Galium verum</i>, <i>Lathyrus montanus</i>, <i>Molinia caerulea</i>, <i>Polygala serpyllifolia</i>, <i>Potentilla erecta</i>, <i>Prunella vulgaris</i>, <i>Veronica officinalis</i>, <i>Viola riviniana</i>...) - <u>ordre des <i>Ulicetalia minoris</i></u> (landes de l'ouest européen) <p><i>Daboecia cantabrica</i>, <i>Erica scoparia</i>, <i>Erica tetralix</i>, <i>Erica vagans</i>, <i>Halimium alyssoides</i>, <i>Ulex gallii</i>, <i>Ulex minor</i>, <i>Agrostis curtisii</i>, <i>Centaurea nigra</i>...</p>

	<p><i>jacea</i>, <i>Scorzonera humilis</i>, <i>Hieracium umbellatum</i>), - Campanulacées (<i>Jasione sp.</i>, <i>Campanula sp.</i>), - Liliacées (<i>Asphodelus sp.</i>, <i>Simethis planifolia</i>), - Rubiacées (<i>Galium saxatile</i>, <i>Galium verum</i>) - <i>Potentilla sp.</i> (<i>Potentilla sterilis</i>, Rosacées), - <i>Cuscuta sp.</i> (<i>Cuscuta epithimum</i>), - Lamiacées (<i>Stachys officinalis</i>, <i>Teucrium scorodonia</i>), - <i>Rumex sp.</i> (<i>Rumex acetosella</i>), - Scrophulariacée (<i>Veronica officinalis</i>, <i>Melampyrum pratense</i>), - <i>Juniperus sp.</i> (<i>Juniperus communis</i>, Cupressacées), - <i>Plantago sp.</i> (<i>Plantago major</i>, <i>Plantago media</i>), - Cistacées (<i>Halimium alyssoides</i>) - Polygalacées (<i>Polygala serpyllifolia</i>) - Violacées (<i>Viola riviniana</i>, <i>Viola canina</i>), - Cypéracées (<i>Carex panicea</i>, <i>Carex pilulifera</i>, <i>Luzula campestris</i>, <i>Luzula multiflora</i>, <i>Luzula sylvatica</i>), - Dipsacacées (<i>Succisa pratensis</i>) - Rosacées (<i>Prunella vulgaris</i>) - Hyperacées (<i>Hypericum perforatum</i>).</p>	<p>- <u>alliance de l'Ulici-Ericion cinereae</u> (lande sèche secondaire sur podzols) <i>Erica cinerea</i>, <i>Halimium alyssoides</i>, <i>Ulex europaeus</i>, <i>Ulex gallii</i>, <i>Ulex minor</i>, <i>Holcus mollis</i>, <i>Potentilla montana</i>, <i>Pseudoarrhenatherum longifolium</i> - <u>alliance de l'Ulici-Ericion ciliaris</u> (sols podzoliques hydromorphes ; landes secondaires mésophiles ou humides) <i>Erica ciliaris</i>, <i>Erica tetralix</i>, <i>Molinia caerulea</i>, <i>Scorzonera humilis</i>, <i>Simethis planifolia</i> - <u>ordre des Vaccinio-Genistetalia</u> (landes du nord, nord-ouest et est européens) <i>Luzula campestris</i>, <i>Luzula multiflora</i>, <i>Potentilla sterilis</i> - <u>alliance du Genisto-Callunion</u> <i>Genista anglica</i>, <i>Genista pilosa</i>, <i>Viola canina</i>, <i>Calluna vulgaris</i>, <i>Juniperus communis</i>, <i>Hieracium umbellatum</i>, <i>Hypericum perforatum</i>, <i>Luzula sylvatica</i>, <i>Scorzonera humilis</i>, <i>Stachys officinalis</i>, <i>Teucrium scorodonia</i> - <u>Classe Cytisetea scopario-striati</u></p>
--	---	--

- Groupement n°5 : Groupements de boisements rudéraux ou « friches évoluées »

Lorsque l'action humaine diminue sur les formations rudérales de friches, on voit apparaître un certain nombre de taxons ligneux. Il se forme un groupement intermédiaire entre les assemblages de friches et de forêts : l'ormaie rudérale (Leroyer, 1997). R. Corillion (1971) répertorie pour sa part des taxons correspondant à des groupements de friches (cf. groupement n°2) en début de colonisation arbustive avec *Sambucus nigra*, *Prunus spinosa*, *Ulmus campestris* (...), qui montrent l'évolution possible vers une ormaie.

Groupement végétal de terrains drainés n°5	Groupement archéobotanique associé inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons (d'après Rameau et al., 1996)
Groupements de boisements rudéraux ou « friches évoluées »	<p>strates arborescentes et arbustives - <i>Quercus sp.</i> (<i>Quercus robur</i>), - <i>Ulmus sp.</i> (<i>Ulmus minor</i>, <i>Ulmus laevis</i>) - <i>Alnus sp.</i> (<i>Alnus glutinosa</i>), - <i>Fraxinus sp.</i>, - <i>Salix sp.</i>, - <i>Populus sp.</i>, - <i>Fagus sp.</i> (<i>Fagus sylvatica</i>), - <i>Corylus sp.</i> (<i>Corylus avellana</i>), - <i>Cornus sp.</i> (<i>Cornus sanguinea</i>), - <i>Acer sp.</i>, - <i>Ligustrum sp.</i> (<i>Ligustrum vulgare</i>,</p>	<p>-classe des <u><i>Quercus-Fagetea</i></u> - <u>ordre des <i>Fagetalia sylvaticae</i></u> - <u>sous-ordre des <i>Alno-Ulmenalia</i></u> - <u>alliance de l'Alno-Padion</u> <i>Alnus glutinosa</i>, <i>Carex pendula</i>, <i>Carex remota</i>, <i>Carex strigosa</i>, <i>Lysimachia nemorum</i>, <i>Veronica montana</i>, <i>Circaea lutetiana</i>, <i>Equisetum hyemale</i>, - <u>sous-alliance de l'Ulmenion</u> (chênaies-ormaies des grandes plaines alluviales, optimum d'<i>Ulmus laevis</i>, <i>Quercus robur</i>.</p>

	<p>Oléacées),</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Rhamnus sp.</i> (<i>Rhamnus catharticus</i>) - Caprifoliacées (<i>Sambucus nigra</i>), - <i>Lonicera sp.</i>, (<i>Lonicera periclymenum</i>, <p>Caprifoliacées),</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Viburnum sp.</i> (<i>Viburnum opulus</i>, <p>Caprifoliacées),</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Hedera sp.</i> (<i>Hedera helix</i>, Araliacées) - <i>Ulex sp.</i> (Fabacées), - <i>Evonymus sp.</i> - <i>Prunus sp.</i> (<i>Prunus spinosa</i>). <p style="text-align: center;">strates herbacées</p> <ul style="list-style-type: none"> -Cypéracées (<i>Carex pendula</i>, <i>Carex remota</i>), - Primulacées (<i>Lysimachia nemorum</i>), - Onagracées (<i>Circaea sp.</i>) , - Urticacées, - Ericacées (<i>Calluna vulgaris</i>, <i>Erica sp.</i>), - Scrophulariacées (<i>Veronica montana</i>), - <i>Humulus sp.</i> - Polygonacées (<i>Polygonum sp.</i>), - Poacées, - Astéracées (<i>Chrysanthemum vulgare</i>) - <i>Artemisia sp.</i> (<i>Artemisia vulgaris</i>), - <i>Potentilla sp.</i>, (<i>Potentilla reptans</i>), - <i>Equisetum hyemale</i>, - Fabacées (<i>Trifolium sp.</i>) - Saxifragacées (<i>Saxifraga granulata</i>). 	
--	--	--

- Groupement n°6 : forêts claires, forêts pâturées, végétations bocagères

K.E. Behre (1981) identifie parmi ses groupes écologiques d'anthropisation (Fig. 59) une association végétale qu'il dénomme « forêt pâturée » (groupe F). Behre retient notamment les taxons de *Pteridium aquilinum*, *Melampyrum pratense*, Poacées, Astéracées (liguliflores), *Trifolium repens*, qui sont donc plutôt des taxons de sous-bois, de forêts claires.

Ce groupement est détaillé dans le chapitre A.1.4.1.3.4.

Groupement végétal de terrains drainés : n°6	Groupement archéobotanique associé inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons (d'après Rameau <i>et al.</i> , 1996 ; CBNB 2000)
forêts claires, forêts pâturées, végétations bocagères, végétations de fourrés, fruticées	<p style="text-align: center;">Strate arborescente</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Quercus sp.</i> (<i>Quercus robur</i>), - <i>Fagus sp.</i> (<i>Fagus sylvatica</i>), - <i>Castanea sp.</i>, - <i>Fraxinus sp.</i>, - <i>Acer sp.</i> (<i>Acer campestre</i>), - <i>Betula sp.</i> (<i>Betula pubescens</i>, <i>Betula pendula</i>). <p style="text-align: center;">Strate arbustive</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Prunus sp.</i> (<i>Prunus spinosa</i>, Rosacées) 	<p>- classe des <i>Querco-Fagetea</i> (forêts eurosibériennes supraméditerranéennes, colinéennes ou montagnardes dominées par le chêne pubescent, le chêne sessile, le chêne pédonculé, le charme, le frêne, l'orme, l'aulne, le hêtre, le sapin pectiné, l'érable et le tilleul; les fruticées précèdent l'installation de ces forêts) <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Quercus petraea</i>, <i>Acer campestre</i>, <i>Sorbus torminalis</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Crataegus laevigata</i>, <i>Daphne laureola</i>, <i>Hedera helix</i>, <i>Ilex aquifolium</i>, <i>Viburnum opulus</i>, <i>Anemone nemorosa</i>, <i>Carex digitata</i>, <i>Carex sylvatica</i>, <i>Convallaria</i></p>

	<p>- Rosacées (<i>Rubus ulmifolius</i>, <i>Rubus fruticosus</i>, <i>Rosa canina</i>, <i>Rosa pimpinellifolia</i>, <i>Rosa rubiginosa</i>, <i>Rosa grestis</i>, <i>Rosa micrantha</i>, <i>Sorbus aucuparia</i>, <i>Sorbus torminalis</i>, <i>Sorbus sp.</i>, <i>Crataegus monogyna</i>, <i>Mespilus germanica</i>),</p> <p>- Ilex sp. (<i>Ilex aquifolium</i>),</p> <p>- Caprifoliacées (<i>Sambucus nigra</i>),</p> <p>- Lonicera sp., (<i>Lonicera periclymenum</i>, Caprifoliacées),</p> <p>- Viburnum sp. (<i>Viburnum opulus</i>, Caprifoliacées),</p> <p>- Rhamnacées (<i>Rhamnus catharticus</i>, <i>Frangula alnus</i>),</p> <p>- <i>Cornus sp.</i> (<i>Cornus sanguinea</i>),</p> <p>- <i>Evonymus sp.</i> (<i>Evonymus europaeus</i>),</p> <p>- <i>Ligustrum sp.</i> (<i>Ligustrum vulgare</i>) (Oléacées),</p> <p>- Fabacées (<i>Cytisus scoparius</i>),</p> <p>- Ulex sp. (<i>Ulex europaeus</i>),</p> <p>- Liliacées (<i>Ruscus aculeatus</i>),</p> <p>- Buxacées (<i>Buxus sempervirens</i>),</p> <p>- Juniperus sp. (<i>Juniperus communis</i>),</p> <p>- Dioscoréacées (<i>Tamus communis</i>),</p> <p>- <i>Corylus sp.</i> (<i>Corylus avellana</i>),</p> <p>- Salix sp. (<i>Salix atrocinerea</i>).</p> <p style="text-align: center;">Strate herbacée</p> <p>- <i>Erica</i> (<i>Erica cinerea</i>, Ericacées),</p> <p>- <i>Calluna</i> (<i>Calluna vulgaris</i>, Ericacées),</p> <p>- <i>Pteridium aquilinum</i>,</p> <p>- <i>Melampyrum pratense</i> (Scrophulariacées),</p> <p>- Poacées,</p> <p>- Astéracées,</p> <p>- <i>Trifolium sp.</i> (<i>Trifolium repens</i>, Fabacées)</p> <p>- Lamiacées (<i>Stachys officinalis</i>, <i>Teucrium scorodonia</i>),</p> <p>- Saxifragacées (<i>Saxifraga granulata</i>).</p>	<p><i>maialis</i>, <i>Lathyrus montanus</i>, <i>Moehringia trinervia</i>, <i>Viola mirabilis</i>,</p> <p>- <u>ordre des Prunetalia spinosae</u> (fourrés ou fruticées, manteaux arbustifs)</p> <p>Crataegus monogyna, Prunus spinosa, Rosa canina, Rubus fruticosus, Sambucus nigra, Sorbus aucuparia...,</p> <p><i>Acer campestre</i>, <i>Cornus sanguinea</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Frangula alnus</i>, <i>Malus sylvestris</i>, <i>Mespilus germanica</i>, <i>Rosa arvensis</i>, Viburnum opulus, <i>Evonymus sp...</i></p> <p>- <u>sous-ordre des Berberidenalia</u> (groupements xérophiles et mésoxérophiles, neutrophiles à calcicoles (donc rares sur le Massif armoricain)).</p> <p>Berberis vulgaris, Buxus sempervirens, Juniperus communis, Rhamnus catharticus, Rosa pimpinellifolia, Rosa rubiginosa, Viburnum lantana, <i>Ligustrum vulgare ...</i></p> <p>- <u>alliance du Rosion micranthae</u> (fourrés atlantiques et subatlantiques collinéens, mésoxérophiles)</p> <p>Rosa grestis, Rosa micrantha, Rubia peregrina, Rubus ulmifolius, Ruscus aculeatus, Tamus communis...</p> <p>- <u>sous-ordre des Ligustro-Rubenalia ulmifolii</u> (fourrés mésophiles euatlantiques et thermoatlantiques)</p> <p>Cytisus scoparius, Lonicera periclymenum, Rubus ulmifolius, Ulex europaeus, Rubia peregrina</p> <p>- <u>alliance du Lonicero-Rubion ulmifolii</u> (tendance acidiline)</p> <p>Frangula alnus, Lonicera periclymenum, Rubus fruticosus, Salix atrocinerea</p> <p>- <u>sous-ordre des Rubo-Prunetalia spinosae</u> (fourrés mésophiles subatlantiques et méditerranéens)</p> <p>Rubus caesius, Sambucus nigra, Viburnum opulus</p> <p>- <u>alliance du Rubo-Prunetalia spinosae</u></p> <p>Crataegus laevigata, Viburnum opulus, Humulus lupulus</p> <p>- <u>sous-ordre des Cytisetalia scoparii</u> - <u>alliance du Cytision scoparii</u> (fourrés « landes » des forêts acidiphiles ou mésoacidiphiles (<i>Quercetalia robori-petraeae</i>, <i>Luzulo-Fagenion</i>, <i>Carpinion..</i>) stade transitoire auquel peut succéder un autre groupement des Prunetalia ou une autre phase forestière)</p> <p>Cytisus scoparius, Ulex europaeus, Achillea millefolium, Centaurea nigra, Digitalis scorodonia, Stachys officinalis, Teucrium scorodonia, Trifolium medium...</p> <p>- <u>Classe du Melampyro pratensis- Holocetea mollis</u></p>
--	--	---

- Groupement n°7 : Chemins, communautés rudérales, zones d'habitats, lieux de pacages

Ces groupements qui s'apparentent fortement aux végétations rudérales correspondent aux lieux fortement humanisés et peuvent recouper les formations de friches, sols piétinés, pieds des murs, décombres aux abords des villages, friches diverses, bords des routes... K.E. Behre (1981) a établi un groupe écologique de « chemins et communautés rudérales » caractérisé par les taxons suivants : *Plantago major* et *P. media*, *Urtica*, Chénopodiacées, *Artemisia (vulgaris)*, accompagné dans une moindre mesure de *Polygonum aviculare*, Brassicacées, Astéracées, *Trifolium repens*, Renonculacées, Apiacées (Fig. 59). Un certain nombre d'autres plantes accompagnatrices sont indiquées par l'auteur (cf. fin de liste du tableau ci-dessous). R. Corillion (1971) discerne les biotopes régulièrement piétinés avec *Polygonum aviculare*, *Matricaria matricarioides* (Astéracées ex. Camomille), *Plantago coronopus*, *Plantago major*, *Euphorbia maculata*. Ainsi les associations de taxons rudéraux avec plus particulièrement *Plantago*, Astéracées et Renonculacées mettent assez bien en évidence l'élevage. On note d'autre part les végétations pionnières de la base des murs (villages) avec les Chénopodiacées (*Chenopodium murale*, *Chenopodium vulvaria*, *Atriplex hastata*), les Urticacées (*Urtica urens*, *Urtica urens*, *Urtica pilulifera*, *Urtica membranacea*) et *Mercurialis annua*.

Groupement végétal de terrains drainés n°7	Groupement archéobotanique associé inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Syntaxons (d'après Rameau <i>et al.</i> , 1996 et CBNB, 2000)
Groupements végétaux des chemins, communautés rudérales, zones d'habitats, lieux de pacages	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Plantago sp.</i> (<i>Plantago major</i>, <i>Plantago media</i>, <i>Plantago major</i>, <i>Plantago lanceolata</i>), - Urticacées (<i>Urtica urens</i>, <i>Urtica urens</i>, <i>Urtica pilulifera</i>, <i>Urtica membranacea</i>, <i>Urtica dioica</i>), - Chénopodiacées, - Astéracées (<i>Matricaria perforata</i>, <i>Cirsium arvense</i>, <i>Taraxacum officinale</i>, <i>Tussilago farfara</i>), - Renonculacées (<i>Ranunculus repens</i>), - Caryophyllacées (<i>Spergula arvensis</i>, <i>Myosoton aquaticum</i>), - Poacées (<i>Agrostis stolonifera</i>), - <i>Artemisia sp.</i> (<i>Artemisia vulgaris</i>, Astéracées), - <i>Polygonum sp.</i> (<i>Polygonum aviculare</i>, Polygonacées), - <i>Rumex sp.</i> (<i>Rumex acetosella</i>, <i>Rumex acetosa</i>, Polygonacées) - Ericacées, - Brassicacées (<i>Cardamine sp.</i>), - <i>Trifolium sp.</i> (<i>Trifolium repens</i>, Fabacées), - Apiacées (<i>Aethusa cynapium</i>), - Onagracées (<i>Circaea</i>), - Lamiacées (<i>Lamium purpureum</i>, <i>Mentha arvensis</i>, <i>Galeopsis tetrahit</i>), - Euphorbiacées (<i>Mercurialis annua</i>), - Scrophulariacées (<i>Verbascum nigrum</i>), - <i>Equisetum arvense</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Classe des <i>Agrostio stoloniferae-Arrhenatheretea elatioris</i></u> - <u>sous-classe des <i>Plantaginenea majoris</i></u> (convergence des associations hygrophiles des <i>Agrostienea</i> et des associations mésophiles des <i>Arrhenatherenea</i> sous l'action du piétinement) - <u>Ordre des <i>Plantaginetalia (majoris)</i></u> (avec <i>Taraxacum officinale</i>) - <u>Ordre des <i>Agrostietalia (stoloniferae)</i></u> - <u>Classe des <i>Chenopodietea</i></u> (groupements rudéraux, cultures sarclées, « mauvaises herbes » des jardins) <i>Aethusa cynapium</i>, <i>Agrostis stolonifera</i>, <i>Cirsium arvense</i>, <i>Equisetum arvense</i>, <i>Galeopsis tetrahit</i>, <i>Lamium purpureum</i>, <i>Mentha arvensis</i>, <i>Myosoton aquaticum</i>, <i>Ranunculus repens</i>, <i>Stachys germanica</i>, <i>Taraxacum officinale</i>, <i>Urtica dioica</i>, <i>Verbascum nigrum</i>... - <u>Ordre des <i>Sisymbrietalia</i></u> (groupement rudéraux à plantes annuelles ou bisannuelles) <i>Tussilago farfara</i> - <u>Classe des <i>Asplenetia trichomanis</i></u> - <u>Classe des <i>Galio Aparines-Urticetea Dioicae</i></u> - <u>Ordre des <i>Gerano purpurei-Cardaminetalia hirsutae</i></u> - <u>Classe des <i>Sisymbrietea officinalis</i></u>

- Groupement n°8 : La végétation des rochers et des falaises

Les étages hydrohalins et hygrohalins sont des zones à végétations algales (*Fucus serratus*, *Fucus vesiculosus*, *Pelvetia canaliculata*), puis lichéniques (*Xanthoria parietina*).

L'étage aérohalin est soumis à l'action des embruns. C'est aussi l'étage de la criste marine (*Crithmum maritimum*) notamment sur des substrats rocheux. En haut de falaise, les pelouses dominent (*Armeria maritima* et *Silene maritima*).

Au-delà, on trouve bien souvent des landes soumises à la contrainte du vent et considérées comme étant climaciques avec *Erica cinerea* (landes sèches), *Erica ciliaris* (landes mésophiles), *Calluna*. La pression du vent s'amenuisant, on peut rencontrer une végétation de fourrés (*Pteridium aquilinum*, *Ulex sp.*, *Prunus sp.*, *Rubus sp.*, *Crataegus sp.*, voire *Quercus ilex*) faisant la transition avec les cultures ou le bocage de l'intérieur des terres.

Groupement végétal de terrains drainés n°8	Groupement archéobotanique associé inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels)	Syntaxons (d'après CBNB, 2000)
Groupements végétaux des rochers et des falaises	<ul style="list-style-type: none"> - Plumbaginacées (<i>Armeria maritima</i>, <i>Limonium sp.</i>), - Crassulacées (<i>Sedum acre</i>) - Apiacées (<i>Crithmum maritimum</i>), - Caryophyllacées (<i>Silene maritima</i>), - Ericacées (<i>Erica cinerea</i>, <i>Erica ciliaris</i>), - <i>Calluna sp.</i> (<i>Calluna vulgaris</i>), - <i>Pteridium aquilinum</i>, - Fabacées (<i>Ulex sp.</i>), - Plantaginacées (<i>Plantago coronopus</i>), - <i>Prunus sp.</i>, - Rosacées (<i>Crataegus sp.</i>, <i>Rubus sp.</i>, <i>Rosa sp.</i>) - <i>Quercus ilex</i> (pour la partie méridionale du Massif), - lichens (<i>Xanthoria parietina</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> - Classe des <i>Sedo albi</i> – <i>Scleranthetea biennis</i> - Classe des <i>Trifolio medii-Geranietea sanguinei</i> - Classe des <i>Tuberarietea guttatae</i>

B.2.2.2.37.3 Les groupements végétaux issus de l'apport pollinique régional (500 mètres et plus)

Intimement mêlés aux apports polliniques de l'environnement immédiat, du voisinage et des coteaux, l'environnement régional fournit environ 30% des apports polliniques totaux (Heim, 1970). Cet apport pollinique régional correspond à des superficies de plus grandes tailles et donc à des images de végétations plus « floues », caractérisées par quelques taxons dominants, généralement des taxons d'arbres.

Parallèlement, l'évolution des végétations à l'échelle régionale est aussi plus lente. En effet, les écosystèmes et leurs interactions étant nombreux, ceux-ci réagissent aux variations des paramètres environnementaux avec plus d'inertie. Par conséquent, la variation d'un paramètre environnemental régional (ex. la température ou l'humidité) n'a véritablement d'effets palpables par la palynologie que sur le long terme (de l'ordre du millier d'années).

Ainsi, si les effets d'une tempête ou d'un incendie ont quelques chances d'être enregistrés lorsque le lieu de prélèvement pollinique se trouve proche, les effets de ces événements sont théoriquement très atténués à travers les compositions polliniques régionales. Par ailleurs, la vitesse des changements de végétations régionales (ex. la transformation d'une chênaie en chênaie – hêtraie sous l'influence des changements climatiques nécessite quelques millénaires) n'est pas en adéquation avec la vitesse des dynamiques végétales locales (ex. la recolonisation végétale d'une station dure quelques dizaines d'années).

Tenant compte de ces remarques, il n'a pas été jugé nécessaire d'enregistrer les groupements archéobotaniques issus de l'apport pollinique régional à des pas de temps trop courts (de l'ordre de quelques siècles). C'est aussi pour cette raison que l'apport pollinique régional n'est enregistré que dans la table de données à chronologie climatique (période de l'ordre de quelques milliers d'années) et non culturelle (période de l'ordre de quelques siècles), (cf. relation spatio-temporelle § B.2).

Contrairement aux groupements archéobotaniques locaux et des coteaux, l'aspect quantitatif est pris en compte pour les groupements végétaux régionaux. En effet, comme le fait remarquer C.R. Janssen (1970), l'aspect quantitatif d'un taxon et par extension d'un groupement végétal local est fortement soumis à la distance qui le sépare du lieu de prélèvement (en plus de la production pollinique de l'espèce...). Or, c'est l'importance de la présence d'un groupement végétal dans le paysage que nous cherchons à enregistrer. L'apport pollinique régional est moins soumis à la distance d'émission des pollens et est plus fidèle par son aspect quantitatif aux grandes formations régionales. En effet, selon S.-Th. Andersen (1979), les pollens des arbres (caractéristiques des groupements régionaux exceptés des groupements steppiques) sont diffusés à la fois au-dessus et au-dessous de la canopée. Ceux qui sont diffusés au-dessus vont être transportés sur des distances régionales, au gré des conditions atmosphériques donnant une image proportionnée des grands groupements végétaux régionaux. Notons la remarque de H. Tauber (1965) soulignant des différences de diffusion entre des pollens « légers » (ex. *Betula sp.*) et des pollens « lourds » (ex. *Fagus sp.*). S.-Th. Andersen, dans un article de 1974, maintient que ces différences sont négligeables sous des conditions atmosphériques normales. L'ordre d'importance des groupements végétaux régionaux peut donc être enregistré en se basant sur les fréquences relatives des taxons polliniques qui les composent. Là encore, il faut évoquer des différences éventuelles de productions polliniques non disponibles à ce jour pour le Massif armoricain.

Si la plupart des végétations forestières de la fin de l'Holocène relèvent de végétations sous influence humaine et qui peuvent être retrouvées grâce aux études phytosociologiques actuelles sur le Massif armoricain (Corillon, 1971) (cf. groupements n°1, 2, 3, 4), il n'en va pas de même pour les végétations du Tardiglaciaire et du début de l'Holocène où il est indispensable de se référer aux données archéobotaniques (groupements n°5, 6, 7 et 8).

Dans le cadre d'études menées sur la reconstitution de biomes à travers le temps (Prentice *et al.*, 1996 ; Tarasov *et al.*, 1998, 1999), les auteurs ont dû définir des groupements polliniques. Ces biomes sont les suivants : la forêt décidue tempérée (correspondant aux groupements n°1, 2, 3, 4, 8), la toundra (comprise dans le groupement n°5), la forêt décidue fraîche (correspondant au groupement n°7), les steppes (comprises dans les groupements n°5 et n°6).

Pendant la dernière glaciation, au maximum du froid (vers 18000 à 20000 BP), on estime que le permafrost s'est étendu jusqu'au nord de la Loire. Les deux tiers de l'Angleterre ont alors été recouverts par l'inlandsis. Seules des végétations steppiques (cf. groupements 5 et 6) ont alors pu se développer sur ces sols gelés tandis que le sud de la Loire était couvert d'une végétation boréale (Groupement végétal régional n°8). Avec l'augmentation des températures, l'ensemble de ces grandes formations végétales « ont dû migrer » vers le nord. Il est cependant probable que des associations végétales ont disparu lors de cette migration forcée. En effet, si la baisse de la température a pu être compensée grâce à un glissement de latitude, l'ensemble des paramètres abiotiques n'est pas transférable (courants littoraux et océaniques, vents, topographie, géologie, barrières géographiques telles que les montagnes et mers). Par conséquent, il est très probable que bon nombre de biotopes (ou assemblages de paramètres abiotiques) n'ont pu être recomposés sous les latitudes plus nordiques. Cette hypothèse peut expliquer l'identification d'associations archéobotaniques actuellement sans équivalent, telles que « les forêts de noisetiers » (cf. gpt 8) du Boréal ou au

contraire des assemblages nouveaux avec *Fagus sylvatica* et *Abies alba*, au niveau de ceintures de végétations montagneuses dans le sud de l'Europe Centrale (Janssen, 1970). Ce même auteur avance d'autres hypothèses telles que des phénomènes de compétitions différents (ex. l'expansion des plantes pionnières), des phénomènes de transformations des sols (ex. l'eutrophisation) ou bien encore une « évolution des écotypes » et des interactions propres à chaque écosystème...

Inventaire des groupements végétaux issus de l'apport pollinique régional

Les groupements végétaux issus de l'apport pollinique régional (500 mètres à 10 kilomètres environ)	
1.	Groupements à <i>Quercus sp.</i> et <i>Fagus sp.</i> apparentés à la « chênaie-hêtraie » acidophile,
2.	Groupements à <i>Quercus sp.</i> dominant apparentés à la chênaie de chênes pédonculés,
3.	Groupements à <i>Corylus sp.</i> , <i>Quercus sp.</i> , <i>Ulmus sp.</i> , apparentés à la « chênaie-charmaie », « chênaie-ormaie »,
4.	Groupements à <i>Corylus sp.</i> , <i>Quercus sp.</i> , <i>Tilia sp.</i> , <i>Ulmus sp.</i> apparentés à la « chênaie sessiliflore »,
5.	Groupements à Poacées dominantes « toundras alpines et pelouses subalpine »,
6.	Groupements à <i>Juniperus sp.</i> dominant, Poacées. Correspondance avec les groupements végétaux de bosquets de ligneux au sein des étendues steppiques actuelles,
7.	Groupements à <i>Pinus sp.</i> dominant, <i>Quercus sp.</i> , <i>Juniperus sp.</i> , <i>Betula sp.</i> (végétations de boisements clairs, actuels),
8.	Groupements à <i>Corylus sp.</i> , <i>Quercus sp.</i> (végétations de boisements clairs en cours de fermeture),
9.	Boisements dominés par le hêtre (<i>Fagus sp.</i>).

Fig. 64 Inventaire des groupements de résonance « régionale ».

- Groupement n°1 : Groupement apparenté à la chênaie-hêtraie acidophile

Selon R. Corillion (1971), c'est le groupement répandu sur les sols bruns faiblement épais sur granites ou schistes à l'exclusion des quartzites et des grès. Cette forêt comprend quelques éléments d'humus doux ce qui la lie avec des faciès de la chênaie à charme. Ces importants massifs succéderaient à la chênaie ou à la chênaie-charmaie.

Les espèces dominantes sont le chêne sessile (*Quercus petraea*) et le hêtre (*Fagus sylvatica*). Ce dernier l'emporte parfois largement dans certains massifs de Bretagne occidentale sans former toutefois une hêtraie typique. En effet, les hêtraies silicicoles (ou acidophiles) qui pourraient correspondre au *Luzulo-Fagion* prédominantes dans l'étage montagnard inférieur (Ozenda, 1985) diffèrent cependant des hêtraies armoricaines par la strate herbacée.

La chênaie-hêtraie acidophile présenterait deux types de faciès : des faciès à houx (*Ilex aquilinum*) et des faciès à *Holcus mollis* (houlque molle) typiques des sols frais, mésophiles, (Corillion, 1971).

La strate arborescente se compose de *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Fagus sylvatica*, *Taxus baccata*, *Betula pubescens*, *Sorbus aucuparia*, *Castanea sativa* et voire *Carpinus* selon Ch. Leroyer (1997). R. Corillion (1971), insiste sur la présence de l'if qui appartiendrait à la forêt primitive.

Les strates arbustives et herbacées sont caractérisées notamment par *Polygonatum multiflorum*, *Stellaria holostea*, *Hedera helix*, *Lamium galeobdolon*, *Euphorbia sylvatica*, *Dryopteris filix-mas* qui caractérisent les humus doux. *Deschampsia flexuosa*, *Festuca capillata*, *Holcus mollis*, *Agrostis vulgaris*, *Ilex aquifolium*, *Ruscus aculeatus*, *Rubus fruticosus*, *Cytisus scoparius*, *Conopodium denudatum*, *Vaccinium myrtillus*, *Teucrium scorodonia*, *Melampyrum pratense*, *Pteridium aquilinum*, et quelques autres cryptogames (fougères, mousses, lichens).

On note quelques compagnes avec *Carex laevigata*, *Deschampsia caespitosa*, *Buxus sempervirens*, *Rubia peregrina*, *Viburnum opulus*, *Blechnum spicant*, (Corillion, 1971). Ces taxons polliniques moins caractéristiques ont été inscrits en fin de liste.

Groupement végétal régional : n°1	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Biome de la forêt déciduée tempérée (d'après Prentice <i>et al.</i> , 1996),	Syntaxons (d'après Rameau <i>et al.</i> , 1996)
<p>Association taxonomique archéobotanique (utilisée par le programme CLIMEX du CNRS et par M.T. Morzadec, 1974) :</p> <p>- <i>Quercus sp.</i>, - <i>Fagus sp.</i></p> <p>Correspondance avec les groupements végétaux de la chênaie-hêtraie acidophile</p>	<p>Strate arborescente</p> <p>- <i>Quercus sp.</i> (<i>Quercus petraea</i>, <i>Quercus robur</i>), - <i>Fagus sp.</i> (<i>Fagus sylvatica</i>), - <i>Acer sp.</i> (<i>Acer campestre</i>), - <i>Betula sp.</i> (<i>Betula pubescens</i>, <i>Betula pendula</i>), - <i>Salix sp.</i> (<i>Salix atrocinerea</i>), - <i>Castanea sp.</i> (<i>Castanea sativa</i>), - Taxacées (<i>Taxus baccata</i>).</p> <p>Strate arbustive</p> <p>- <i>Corylus sp.</i> (<i>Corylus avellana</i>), - Rosacées (<i>Crataegus monogyna</i>, <i>Crataegus laevigata</i>, <i>Rubus fruticosus</i>, <i>Rubus ulmifolius</i>, <i>Sorbus aucuparia</i>, <i>Sorbus torminalis</i>, <i>Rosa pimpinellifolia</i>, <i>Rosa rubiginosa</i>, <i>Rosa canina</i>, <i>Mespilus germanica</i>, <i>Mespilus sp.</i>), - Prunus sp. (<i>Prunus spinosa</i>), - Rhamnacées (<i>Frangula rhamnus</i>), - Caprifoliacées (<i>Sambucus nigra</i>), - <i>Lonicera sp.</i>, (<i>Lonicera periclymenum</i>, Caprifoliacées), - <i>Viburnum sp.</i>, (<i>Viburnum opulus</i>, Caprifoliacées), - <i>Ilex sp.</i> (<i>Ilex aquifolium</i>), - <i>Hedera sp.</i> (<i>Hedera helix</i>), - Rhamnacées (<i>Rhamnus catharticus</i>), - <i>Juniperus communis</i> (Cupressacées) - Fabacées (<i>Cytisus scoparius</i>), - <i>Ulex sp.</i> (<i>Ulex europaeus</i>), - <i>Buxus sp.</i> (<i>Buxus sempervirens</i>), - <i>Ligustrum sp.</i> (<i>Ligustrum vulgare</i>, Oléacées), -Thyméléacées (<i>Daphne laureola</i>).</p> <p>Strate herbacée</p> <p>- Poacées (<i>Deschampsia flexuosa</i>, <i>Deschampsia caespitosa</i>, <i>Festuca capillata</i>, <i>Holcus mollis</i>, <i>Agrostis vulgaris</i>) - Astéracées (<i>Hieracium laevigatum</i>, <i>Hieracium sabaudum</i>, <i>Hieracium vulgatum</i>, <i>Hieracium umbellatum</i>), - <i>Pteridium aquilinum</i>,</p>	<p>- <i>Quercus (décidue)</i>, - <i>Carpinus sp.</i>, - <i>Corylus sp.</i>, - <i>Fagus sp.</i>, - <i>Frangula sp.</i>, - <i>Tilia sp.</i>, - <i>Ulmus sp.</i>, - <i>Fraxinus ornus</i> type, - <i>Quercus (sempervirente)</i> - <i>Arbustus sp.</i> - <i>Betula (Albae)</i>, - <i>Larix sp.</i>, - <i>Juniperus sp.</i>, - <i>Pinus sp.</i>, - <i>Cornus sp.</i>, - <i>Lonicera sp.</i>, - <i>Sambucus sp.</i>, - <i>Sorbus sp.</i>, - <i>Viburnum sp.</i>, - <i>Acer sp.</i>, - <i>Euonymus sp.</i>, - <i>Fraxinus excelsior</i> type, - <i>Castanea sp.</i>, - <i>Platanus sp.</i>, - <i>Juglans sp.</i>, - <i>Rhamnus sp.</i>, - <i>Vitis sp.</i>, - <i>Myrica sp.</i>, - <i>Ostrya sp.</i>, - Ericacées, - <i>Calluna sp.</i>, - <i>Buxus sp.</i>, - <i>Hedera sp.</i>, - <i>Ilex sp.</i></p>	<p>- <u>classe des <i>Quercu-Fagetea</i></u> (les forêts eurosibériennes supraméditerranéennes, colinéennes ou montagnardes sont dominées par le chêne pubescent, le chêne sessile, le chêne pédonculé, le charme, le frêne, l'orme, l'aulne, le hêtre et le sapin pectiné, l'érable et le tilleul ; les fruticées précèdent l'installation de ces forêts) <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Quercus petraea</i>, <i>Acer campestre</i>, <i>Sorbus torminalis</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Crataegus laevigata</i>, <i>Daphne laureola</i>, <i>Hedera helix</i>, <i>Ilex aquifolium</i>, <i>Viburnum opulus</i>, <i>Anemone nemorosa</i>, <i>Carex digitata</i>, <i>Carex sylvatica</i>, <i>Convallaria maialis</i>, <i>Lathyrus montanus</i>, <i>Moehringia trinervia</i>, <i>Viola mirabilis</i>...</p> <p>- <u>ordre des <i>Prunetalia spinosae</i></u> (fourrés ou fruticées, manteaux arbustifs) <i>Crataegus monogyna</i>, <i>Prunus spinosa</i>, <i>Rosa canina</i>, <i>Rubus fruticosus</i>, <i>Sambucus nigra</i>, <i>Sorbus aucuparia</i>..., <i>Acer campestre</i>, <i>Cornus sanguinea</i>, <i>Coryllus avellana</i>, <i>Frangula alnus</i>, <i>Malus sylvestris</i>, <i>Mespilus germanica</i>, <i>Rosa arvensis</i>, <i>Viburnum opulus</i>...</p> <p>- <u>sous-ordre des <i>Berberidenalia</i></u> (groupements xérophiles et mésoxérophiles, neutrophiles à calcicoles) <i>Berberis vulgaris</i>, <i>Buxus sempervirens</i>, <i>Juniperus communis</i>, <i>Rhamnus catharticus</i>, <i>Rosa pimpinellifolia</i>, <i>Rosa rubiginosa</i>, <i>Viburnum lantana</i>...</p> <p>- <u>alliance du <i>Rosion micranthae</i></u> (fourrés atlantiques et subatlantiques collinéens, mésoxérophiles) <i>Rosa grestis</i>, <i>Rosa micrantha</i>, <i>Rubia peregrina</i>, <i>Rubus ulmifolius</i>, <i>Ruscus aculeatus</i>, <i>Tamus communis</i>...</p> <p>- <u>sous-ordre des <i>Ligustro-Rubenalia ulmifolii</i></u> (fourrés mésophiles euatlantiques et thermoatlantiques) <i>Cytisus scoparius</i>, <i>Lonicera periclymenum</i>, <i>Rubus ulmifolius</i>, <i>Ulex europaeus</i>, <i>Rubia peregrina</i></p> <p>- <u>alliance du <i>Lonicero-Rubion ulmifolii</i></u> (tendance acidocline)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Rubiacées (<i>Galium saxatile</i>, <i>Rubia peregrina</i>), - Cypéracées (<i>Luzula luzoides</i>, <i>Carex pilulifera</i>, <i>Carex laevigata</i>), - Violacées (<i>Viola riviniana</i>, <i>Viola mirabilis</i>), - Lamiacées (<i>Teucrium scorodonia</i>, <i>Stachys officinalis</i>, <i>Lamiastrum galeobdolon</i>), - Liliacées (<i>Convallaria maialis</i>, <i>Ruscus aculeatus</i>, <i>Polygonatum multiflorum</i>), - Renonculacées (<i>Anemone nemorosa</i>) - Dioscoréacées (<i>Tamus communis</i>) - Fabacées (<i>Lathyrus montanus</i>) - Caryophyllacées (<i>Moehringia trinervia</i>, <i>Stellaria holostea</i>) - <i>Euphorbia</i> (<i>Euphorbia sylvatica</i>), - Apiacées (<i>Conopodium denudatum</i>), - Ericacées (<i>Vaccinum myrtillus</i>), - Calluna sp. (<i>Calluna vulgaris</i>), - Scrophulariacées (<i>Melampyrum pratense</i>), - Cannabacées (<i>Humulus lupulus</i>), - Hyperacées (<i>Hypericum pulchrum</i>) - <i>Blechnum spicant</i>, - <i>Dryopteris filix-mas</i>. 	<p><i>Frangula alnus</i>, <i>Lonicera periclymenum</i>, <i>Rubus fruticosus</i>, <i>Salix atrocinerea</i></p> <p>- <u>sous-ordre des <i>Rubo-Prunetalia spinosae</i></u> (fourrés mésophiles subatlantiques et médioeuropéens) <i>Rubus caesius</i>, <i>Sambucus nigra</i>, <i>Viburnum opulus</i></p> <p>- <u>alliance du <i>Rubo-Prunion spinosae</i></u> <i>Crataegus laevigata</i>, <i>Viburnum opulus</i>, <i>Humulus lupulus</i></p> <p>- <u>sous-ordre des <i>Cytisetalia scoparii</i></u> - <u>alliance du <i>Cytision scoparii</i></u> (fourrés « landes » des forêts acidiphiles ou mésoacidiphiles (<i>Quercetalia robori-petraeae</i>, <i>Luzulo-Fagenion</i>, <i>Carpinion..</i>) stade transitoire auquel peut succéder un autre groupement des <i>Prunetalia</i> ou une autre phase forestière) -<i>Cytisus scoparius</i>, <i>Ulex europaeus</i>, <i>Achillea millefolium</i>, <i>Centaurea nigra</i>, <i>Digitalis scorodonia</i>, <i>Stachys officinalis</i>, <i>Teucrium scorodonia</i>, <i>Trifolium medium</i>...</p> <p>- <u>ordre des <i>Quercetalia robori-petraeae</i></u> (chênaies, chênaies-hêtraies, hêtraies-chênaies acidiphiles, « chênaies-pineraies », forêts représentées sur l'ensemble de la région eurosibérienne à l'étage collinéen et parfois à l'étage montagnard inférieur, sur les sols les plus pauvres en bases. <i>Betula pendula</i>, <i>Betula pubescens</i> dans les phases pionnières ou de cicatrisations après dégradations <i>Castanea sativa</i>, <i>Mespilus germanica</i>, <i>Calluna vulgaris</i>, <i>Deschampsia flexuosa</i>, <i>Galium saxatile</i>, <i>Holcus mollis</i>, <i>Hypericum pulchrum</i>, <i>Luzula luzoides</i>, <i>Pteridium aquilinum</i>, <i>Teucrium scorodonia</i>...</p> <p>- <u>alliance du <i>Quercion robori-petraeae</i></u> <i>Castanea sativa</i>, <i>Carex pilulifera</i>, <i>Hieracium laevigatum</i>, <i>Hieracium sabaudum</i>, <i>Hieracium vulgatum</i>, <i>Hieracium umbellatum</i>, <i>Holcus mollis</i>, <i>Viola riviniana</i>, <i>Stachys officinalis</i>, <i>Ligustrum vulgare</i>.</p>
--	--	---

- Groupements n°2 et 3 : Groupements apparentés à la chênaie de chêne pédonculé et ses faciès à charme et orme

Le chêne pédonculé y est dominant, il est souvent associé au bouleau pubescent (*Betula pubescens*) dans les régions les plus humides. Cette chênaie est caractéristique des sols argileux frais, mésophiles à humides, avec une couche organique acide (Corillion, 1971). On la retrouve sur l'ensemble du domaine atlantique avec une homogénéité floristique constante.

La chênaie à chênes pédonculés peut se caractériser par l'association des taxons du groupement n°2 (cf. tableau ci-dessous) basés sur les travaux de M. Provost (1968) et R. Corillion (1971). Les taxons les moins caractéristiques sont en fin de liste.

Cette forêt peut faire transition avec la chênaie-charmaie dans des secteurs à tendance neutrophiles (bassin de Laval, Anjou, enclaves argilo-calcaires et zones littorales). Les taxons indicateurs de caractères neutrophiles sont les suivants : *Hedera helix*, *Poa nemoralis*, *Bromus asper*, *Carex sylvatica*, *Galium odoratum* (Aspérule odorante), *Euphorbia dulcis* (Euphorbe douce).

On trouve dans les grandes plaines alluviales, une chênaie avec davantage d'ormes (alliance de l'*Alno-Padion*, sous-alliance de l'*Ulmenion*) (groupement n°3).

Groupement végétal régional : n°2	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Biome de la forêt déciduée tempérée (d'après Prentice et al., 1996),	Syntaxons (d'après Rameau et al., 1996)
<p>Association taxonomique archéobotanique (utilisées par le programme CLIMEX du CNRS) :</p> <p><i>Quercus sp.</i>, dominant</p> <p>Correspondance avec les groupements végétaux de la chênaie de chênes pédonculés actuels</p>	<p style="text-align: center;">strate arborescente</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Quercus sp.</i> (<i>Quercus robur</i>, <i>Quercus petraea</i>), - <i>Fraxinus sp.</i> (<i>Fraxinus excelsior</i>), - <i>Betula sp.</i> (<i>Betula pubescens</i>, <i>Betula pendula</i>), - <i>Carpinus sp.</i> (<i>Carpinus betulus</i>), - <i>Fagus sp.</i> (<i>Fagus sylvatica</i>), - <i>Acer sp.</i> (<i>Acer campestre</i>), - <i>Tilia sp.</i> (<i>Tilia cordata</i>), - <i>Alnus sp.</i> (<i>Alnus glutinosa</i>), - Salicacées (<i>Populus tremula</i>, <i>Salix atrocinerea</i>), - <i>Abies sp.</i> (<i>Abies alba</i>). <p style="text-align: center;">strate arbustive</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Corylus sp.</i> (<i>Corylus avellana</i>), - Rosacées (<i>Crataegus monogyna</i>, <i>Crataegus laevigata</i>, <i>Rubus sp.</i>), - <i>Prunus sp.</i> (<i>Prunus spinosa</i>, <i>Prunus avium</i>), - Caprifoliacées (<i>Sambucus nigra</i>), - <i>Lonicera sp.</i>, (<i>Lonicera periclymenum</i>, Caprifoliacées), - <i>Viburnum sp.</i>, (<i>Viburnum opulus</i>, Caprifoliacées) - <i>Ilex sp.</i> (<i>Ilex aquifolium</i>), - <i>Hedera sp.</i> (<i>Hedera helix</i>), 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Quercus (décidue)</i>, - <i>Carpinus sp.</i>, - <i>Corylus sp.</i>, - <i>Fagus sp.</i>, - <i>Frangula sp.</i>, - <i>Tilia sp.</i>, - <i>Ulmus sp.</i>, - <i>Fraxinus ornus</i> type, - <i>Quercus (sempervirente)</i> - <i>Arbustus sp.</i> - <i>Betula (Albae)</i>, - <i>Larix sp.</i>, - <i>Juniperus sp.</i>, - <i>Pinus sp.</i>, - <i>Cornus sp.</i>, - <i>Lonicera sp.</i>, - <i>Sambucus sp.</i>, - <i>Sorbus sp.</i>, - <i>Viburnum sp.</i>, - <i>Acer sp.</i>, - <i>Euonymus sp.</i>, - <i>Fraxinus excelsior</i> type, - <i>Castanea sp.</i>, - <i>Platanus sp.</i>, - <i>Juglans sp.</i>, - <i>Rhamnus sp.</i>, 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>classe des <i>Quercu-Fagetea</i></u> (forêts eurosibériennes supraméditerranéennes, colinéennes ou montagnardes dominées par le chêne pubescent, le chêne sessile, le chêne pédonculé, le charme, le frêne, l'orme, l'aulne, le hêtre et le sapin pectiné, l'érable et le tilleul ; les fruticées précèdent l'installation de ces forêts). <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Quercus petraea</i>, <i>Acer campestre</i>, <i>Sorbus torminalis</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Crataegus laevigata</i>, <i>Daphne laureola</i>, <i>Hedera helix</i>, <i>Ilex aquifolium</i>, <i>Viburnum opulus</i> <i>Anemone nemorosa</i>, <i>Carex digitata</i>, <i>Carex sylvatica</i>, <i>Convallaria maialis</i>, <i>Lathyrus montanus</i>, <i>Moehringia trinervia</i>, <i>Viola mirabilis</i>. - <u>ordre des <i>Fagetalia sylvaticae</i></u> (forêts mélangées de frênes, d'aulnes, de chênes, de charmes, de hêtres et de sapins pectiné, d'érables et de tilleuls). <i>Fraxinus excelsior</i>, <i>Ranunculus ficaria</i>, <i>Euphorbia amygdaloides</i>.

	<ul style="list-style-type: none"> - Fabacées (<i>Cytisus scoparius</i>), - <i>Ulex sp.</i> (<i>Ulex europaeus</i>), - Rhamnacées (<i>Frangula rhamnus</i>). <p style="text-align: center;">strate herbacée</p> <ul style="list-style-type: none"> - Renonculacées (<i>Ranunculus ficaria</i>, <i>Ranunculus auricomus</i>, <i>Anemone nemorosa</i>), - Campanulacées (<i>Campanula trachelium</i>), - Liliacées (<i>Ornithogalum pyrenaicum</i>, <i>Polygonatum multiflorum</i>), - Potentilla sp., (<i>Potentilla sterilis</i>, Rosacées), - Apocynacées (<i>Vinca minor</i>), - Ericacées (<i>Vaccinium myrtillus</i>), - <i>Calluna sp.</i> (<i>Calluna vulgaris</i>, Ericacées), - Poacées (<i>Deschampsia flexuosa</i>, <i>Molinia caerulea</i>, <i>Agrostis vulgaris</i>), - Euphorbiacées (<i>Euphorbia amygdaloides</i>, <i>Euphorbia sylvatica</i>), - Lamiacées (<i>Teucrium scorodonia</i>), - Scrophulariacées (<i>Digitalis purpurea</i>), - Violacées (<i>Viola riviniana</i>), - <i>Polypodium sp.</i> (<i>Polypodium vulgare</i>), - <i>Pteridium aquilinum</i>, - Caryophyllacées (<i>Moehringia trinervia</i>, <i>Stellaria holostea</i>), - Fabacées (<i>Lathyrus montanus</i>). - Joncacées (<i>Juncus effusus</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Vitis sp.</i>, - <i>Myrica sp.</i>, - <i>Ostrya sp.</i>, - Ericacées, - <i>Calluna sp.</i>, - <i>Buxus sp.</i>, - <i>Hedera sp.</i>, - <i>Ilex sp.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - sous-ordre des <i>Carpino-Fagenalia</i> <p>(forêts collinéennes non acidiphiles et peu hydromorphes : hêtraies-chênaies-charmaies, chênaies sessiliflores-charmaies, chênaies pédonculées-charmaies...)</p> <p><i>Carpinus betulus</i>, <i>Prunus avium</i>, <i>Tilia cordata</i>, <i>Rosa arvensis</i>, <i>Campanula trachelium</i>, <i>Ornithogalum pyrenaicum</i>, <i>Potentilla sterilis</i>, <i>Ranunculus auricomus</i>, <i>Stellaria holostea</i>, <i>Vinca minor</i>.</p>
--	--	--	--

Groupement végétal régional n°3	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Biome de la forêt déciduée tempérée (d'après Prentice <i>et al.</i> , 1996),	Syntaxons (d'après Rameau <i>et al.</i> , 1996)
Association taxonomique archéobotanique (utilisées par le programme CLIMEX du CNRS) : <i>Corylus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>, <i>Ulmus sp.</i> « Correspondance	<p style="text-align: center;">strate arborescente</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Quercus sp.</i> (<i>Quercus robur</i>, <i>Quercus petraea</i>), - <i>Ulmus sp.</i>, - <i>Fraxinus sp.</i> (<i>Fraxinus excelsior</i>), - <i>Betula sp.</i> (<i>Betula pubescens</i>, <i>Betula pendula</i>), - <i>Fagus sp.</i> (<i>Fagus sylvatica</i>), - Acer sp. (<i>Acer campestre</i>), - <i>Alnus sp.</i> (<i>Alnus glutinosa</i>), - Salicacées (<i>Populus tremula</i>, <i>Salix atrocinerea</i>) - <i>Abies sp.</i> (<i>Abies alba</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Quercus</i> (décidue), - <i>Carpinus sp.</i>, - <i>Corylus sp.</i>, - <i>Fagus sp.</i>, - <i>Frangula sp.</i>, - <i>Tilia sp.</i>, - <i>Ulmus sp.</i>, - <i>Fraxinus ornus</i> type, - <i>Quercus</i> (<i>sempervirente</i>) - <i>Arbutus sp.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - classe des <i>Querco-Fagetea</i> <p><i>Fagus sylvatica</i>, <i>Quercus petraea</i>, <i>Acer campestre</i>, <i>Sorbus torminalis</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Crataegus laevigata</i>, <i>Daphne laureola</i>, <i>Hedera helix</i>, <i>Ilex aquifolium</i>, <i>Viburnum opulus</i>, <i>Anemone nemorosa</i>, <i>Carex digitata</i>, <i>Carex sylvatica</i>, <i>Convallaria maialis</i>, <i>Lathyrus montanus</i>, <i>Moehringia trinervia</i>, <i>Viola mirabilis</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> - ordre des <i>Fagetalia sylvaticae</i> <p>(forêts mélangées de frênes et d'aulnes, de chênes, de charmes, de</p>

<p>» avec des groupements végétaux de la « chênaie-charmaie », « chênaie-ormaie » actuels</p>	<p style="text-align: center;">strate arbustive</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Corylus sp.</i> (<i>Corylus avellana</i>), - Rosacées (<i>Crataegus monogyna</i>, <i>Crataegus laevigata</i>, <i>Rubus sp.</i>) - Prunus sp. (<i>Prunus spinosa</i>, <i>Prunus avium</i>), - Caprifoliacées (<i>Sambucus nigra</i>), - <i>Lonicera sp.</i>, (<i>Lonicera periclymenum</i>, Caprifoliacées), - Viburnum sp., (<i>Viburnum opulus</i>, Caprifoliacées,) - <i>Ilex sp.</i> (<i>Ilex aquifolium</i>), - <i>Hedera sp.</i> (<i>Hedera helix</i>), - Fabacées (<i>Cytisus scoparius</i>), - <i>Ulex sp.</i> (<i>Ulex europaeus</i>), - Rhamnacées (<i>Frangula rhamnus</i>), - <i>Ligustrum sp.</i> (<i>Ligustrum vulgare</i>, Oléacées) - <i>Cornus sp.</i> (<i>Cornus sanguinea</i>). <p style="text-align: center;">strate herbacée</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cypéracées (<i>Carex pendula</i>, <i>Carex divulsa</i>, <i>Carex sylvatica</i>), - Renonculacées (<i>Ranunculus ficaria</i>, <i>Anemone nemorosa</i>), - Rosacées (<i>Geum urbanum</i>), - Ericacées (<i>Vaccinium myrtillus</i>), - <i>Calluna sp.</i> (<i>Calluna vulgaris</i>, Ericacées), - Poacées (<i>Deschampsia flexuosa</i>, <i>Molinia caerulea</i>, <i>Agrostis vulgaris</i>, <i>Brachypodium sylvaticum</i>, <i>Poa nemoralis</i>, <i>Bromus asper</i>), - Euphorbiacées (<i>Euphorbia amygdaloides</i>, <i>Euphorbia sylvatica</i>, <i>Euphorbia dulcis</i>), - Lamiacées (<i>Teucrium scorodonia</i>), - Lysimachia sp. (Primulacées), - Scrophulariacées (<i>Digitalis purpurea</i>), - Violacées (<i>Viola riviniana</i>), - <i>Polypodium sp.</i> (<i>Polypodium vulgare</i>), - <i>Pteridium aquilinum</i>, - Caryophyllacées (<i>Moehringia trinervia</i>), - Fabacées (<i>Lathyrus montanus</i>), - Apiacées (<i>Sanicula europea</i>), - Aracées (<i>Arum maculatum</i>), - Rubiacées (<i>Galium odoratum</i>), - Joncacées (<i>Juncus effusus</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Betula (Albae)</i>, - <i>Larix sp.</i>, - <i>Juniperus sp.</i>, - <i>Pinus sp.</i>, - <i>Cornus sp.</i>, - <i>Lonicera sp.</i>, - <i>Sambucus sp.</i>, - <i>Sorbus sp.</i>, - <i>Viburnum sp.</i>, - <i>Acer sp.</i>, - <i>Euonymus sp.</i>, - <i>Fraxinus excelsior</i> type, - <i>Castanea sp.</i>, - <i>Platanus sp.</i>, - <i>Juglans sp.</i>, - <i>Rhamnus sp.</i>, - <i>Vitis sp.</i>, - <i>Myrica sp.</i>, - <i>Ostrya sp.</i>, - Ericacées, - <i>Calluna sp.</i>, - <i>Buxus sp.</i>, - <i>Hedera sp.</i> - <i>Ilex sp.</i> 	<p>hêtres, de sapins pectinés, d'érables et de tilleuls)</p> <p><i>Fraxinus excelsior</i>, <i>Ranunculus ficaria</i>, <i>Euphorbia amygdaloides</i>,..</p> <p style="text-align: center;">- <u>sous-ordre des Alno-Ulmenalia</u> - <u>alliance de l'Alno-Padion</u></p> <p><i>Alnus glutinosa</i>, <i>Carex pendula</i>, <i>Carex remota</i>, <i>Carex strigosa</i>, <i>Lysimachia nemorum</i>, <i>Veronica montana</i>, <i>Circaea lutetiana</i>, <i>Equisetum hyemale</i>.</p> <p style="text-align: center;">- sous-alliance de l'Ulmenion</p> <p>(chênaies-ormaies des grandes plaines alluviales, optimum d'<i>Ulmus laevis</i>, <i>Quercus robur</i>.</p>
---	--	---	---

- Groupement n°4 : groupement apparenté à la chênaie sessiliflore

La chênaie de chênes sessiles (*Quercus petraea*) est l'un des groupements silvatiques les plus xérophiles du nord-ouest de la France. Elle est actuellement surtout présente dans le bassin de Rennes, le sud du Maine, l'Anjou et la Vendée (Corillion, 1971). Elle est caractéristique des terres siliceuses pauvres (sables, grès) avec humus acide. La strate arborescente est dominée par le chêne sessile avec la bourdaine (*Frangula alnus*) et la fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*) en sous-bois. Le charme peut envahir la chênaie sessiliflore. On retrouve alors l'assemblage suivant : *Quercus petraea*, *Carpinus betulus*, *Sorbus torminalis*, *Castanea sativa*, *Corylus avellana*, *Crataegus monogyna*, *Prunus spinosa* et quelques rares *Fagus sylvatica*. Le tilleul (*Tilia cordata*) mésoxérophile à xérophile et bien qu'assez rare actuellement dans l'ouest est souvent retrouvé dans les assemblages archéobotaniques.

Groupement végétal régional n°4	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Biome de la forêt déciduée tempérée (d'après Prentice et al., 1996),	Syntaxons (d'après Rameau et al., 1996)
<p>Associations taxonomiques archéobotaniques (utilisées par le programme CLIMEX du CNRS) :</p> <p><i>Corylus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i>, <i>Tilia sp.</i>, <i>Ulmus sp.</i>,</p> <p>Correspondance avec des groupements végétaux de la chênaie sessiliflore actuels.</p>	<p>strate arborescente</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Quercus sp.</i> (<i>Quercus petraea</i>, <i>Quercus robur</i>), - <i>Tilia sp.</i> (<i>Tilia cordata</i>), - <i>Carpinus sp.</i> (<i>Carpinus betulus</i>), - <i>Fraxinus sp.</i> (<i>Fraxinus excelsior</i>), - <i>Ulmus sp.</i>, - <i>Betula sp.</i> (<i>Betula pubescens</i>, <i>Betula pendula</i>), - <i>Fagus sp.</i> (<i>Fagus sylvatica</i>), - <i>Castanea sp.</i> (<i>Castanea sativa</i>), - <i>Acer sp.</i> (<i>Acer campestre</i>), - <i>Alnus sp.</i> (<i>Alnus glutinosa</i>), - Salicacées (<i>Populus tremula</i>, <i>Salix atrocinerea</i>). <p>strate arbustive</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Corylus sp.</i> (<i>Corylus avellana</i>), - Rosacées (<i>Crataegus monogyna</i>, <i>Crataegus laevigata</i>, <i>Rubus sp.</i>, <i>Sorbus torminalis</i>, <i>Sorbus aucuparia</i>), - Prunus sp. (<i>Prunus spinosa</i>, <i>Prunus avium</i>), - Caprifoliacées (<i>Sambucus nigra</i>), - <i>Lonicera sp.</i>, (<i>Lonicera periclymenum</i>, Caprifoliacées), - Viburnum sp., (<i>Viburnum opulus</i>), - <i>Ilex sp.</i> (<i>Ilex aquifolium</i>), - <i>Hedera sp.</i> (<i>Hedera helix</i>), - Fabacées (<i>Cytisus scoparius</i>), - <i>Ulex sp.</i> (<i>Ulex europaeus</i>), - Rhamnacées (<i>Frangula rhamnus</i>). <p>strate herbacée</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Quercus</i> (décidue), - <i>Carpinus sp.</i>, - <i>Corylus sp.</i>, - <i>Fagus sp.</i>, - <i>Frangula sp.</i>, - <i>Tilia sp.</i>, - <i>Ulmus sp.</i>, - <i>Fraxinus ornus</i> type, - <i>Quercus</i> (sempervirente) - <i>Arbustus sp.</i> - <i>Betula (albae)</i>, - <i>Larix sp.</i>, - <i>Juniperus sp.</i>, - <i>Pinus sp.</i>, - <i>Cornus sp.</i>, - <i>Lonicera sp.</i>, - <i>Sambucus sp.</i>, - <i>Sorbus sp.</i>, - <i>Viburnum sp.</i>, - <i>Acer sp.</i>, - <i>Euonymus sp.</i>, - <i>Fraxinus excelsior</i> type, - <i>Castanea sp.</i>, - <i>Platanus sp.</i>, - <i>Juglans sp.</i>, - <i>Rhamnus sp.</i>, - <i>Vitis sp.</i>, - <i>Myrica sp.</i>, - <i>Ostrya sp.</i>, - Ericacées, - <i>Calluna sp.</i>, 	<ul style="list-style-type: none"> - classe des <i>Querco-Fagetea</i> <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Quercus petraea</i>, <i>Acer campestre</i>, <i>Sorbus torminalis</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Crataegus laevigata</i>, <i>Daphne laureola</i>, <i>Hedera helix</i>, <i>Ilex aquifolium</i>, <i>Viburnum opulus</i> <i>Anemone nemorosa</i>, <i>Carex digitata</i>, <i>Carex sylvatica</i>, <i>Convallaria maialis</i>, <i>Lathyrus montanus</i>, <i>Moehringia trinervia</i>, <i>Viola mirabilis</i>. - ordre des <i>Fagetalia sylvaticae</i> (forêts mélangées de frênes et d'aulnes, de chênes et de charmes, de hêtres, et de sapins pectinés, d'érables, de tilleuls) <i>Fraxinus excelsior</i>, <i>Ranunculus ficaria</i>, <i>Euphorbia amygdaloides</i>,.. - sous-ordre des <i>Carpino-Fagenalia</i> (forêts collinéennes non acidiphiles et peu hydromorphes : hêtraies-chênaies-charmaies, chênaies sessiliflores-charmaies, chênaies pédonculées-charmaies...) <i>Carpinus betulus</i>, <i>Prunus avium</i>, <i>Tilia cordata</i>, <i>Rosa arvensis</i>, <i>Campanula trachelium</i>,

	<ul style="list-style-type: none"> - Renonculacées (<i>Ranunculus ficaria</i>, <i>Ranunculus auricomus</i>, <i>Anemone nemorosa</i>), - Campanulacées (<i>Campanula trachelium</i>), - Liliacées (<i>Ornithogalum pyrenaicum</i>, <i>Polygonatum multiflorum</i>), - Potentilla sp. (<i>Potentilla sterilis</i>), - Apocynacées (<i>Vinca minor</i>), - Ericacées (<i>Vaccinium myrtillus</i>), - <i>Calluna sp.</i> (<i>Calluna vulgaris</i>, Ericacées), - Poacées (<i>Deschampsia flexuosa</i>, <i>Molinia caerulea</i>, <i>Agrostis vulgaris</i>), - Euphorbiacées (<i>Euphorbia amygdaloides</i>, <i>Euphorbia sylvatica</i>), - Lamiacées (<i>Teucrium scorodonia</i>), - Scrophulariacées (<i>Digitalis purpurea</i>, <i>Melampyrum pratense</i>), - Violacées (<i>Viola riviniana</i>), - <i>Polypodium sp.</i> (<i>Polypodium vulgare</i>), - <i>Pteridium aquilinum</i>, - Caryophyllacées (<i>Moehringia trinervia</i>, <i>Stellaria holostea</i>), - Fabacées (<i>Lathyrus montanus</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Buxus sp.</i>, - <i>Hedera sp.</i>, - <i>Ilex sp.</i> 	<p><i>Ornithogalum pyrenaicum</i>, <i>Potentilla sterilis</i>, <i>Ranunculus auricomus</i>, <i>Stellaria holostea</i>, <i>Vinca minor</i>.</p>
--	---	--	---

- Groupements 5 et 6 : groupement apparenté aux étendues steppiques froides (ouvertes ou avec bosquets)

Ces étendues steppiques, caractéristiques de conditions froides à fraîches et xérophiles (tout du moins où les précipitations sont insuffisantes pour assurer la croissance des arbres) peuvent être classées selon leur degré d'ouverture.

L'assemblage a été construit à partir des données archéobotaniques de Ch. Leroyer (1997), D. Barbier (1999) mais aussi à partir des biomes établis par I.C. Prentice *et al.* (1996). Les assemblages sont composés exclusivement par des héliophytes strictes avec *Artemisia* (l'armoise, Astéracées), Chénopodiacées, *Helianthemum* (l'hélianthème, Cistacées, peu répandue sur sols siliceux) et d'héliophytes avec *Thalictrum sp.*, *Sanguisorba minor*, *Centaurea sp.*, Urticacées, Ericacées, *Selaginella sp.*, les Poacées (...). On trouve *Artemisia sp.*, *Helianthemum sp.*, *Sanguisorba minor* dans les zones les mieux drainées.

Groupement végétal régional n°5	Groupement archéobotanique associé inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Biomes de la toundra et des steppes (d'après Prentice <i>et al.</i> , 1996),
Associations taxonomiques archéobotaniques (utilisées par le programme CLIMEX du CNRS) : Toundra alpine et pelouse subalpine (Poacées, dominantes)	<ul style="list-style-type: none"> - Poacées, - Astéracées, - <i>Artemisia sp.</i> (Astéracées), - <i>Helianthemum sp.</i> (Cistacées), - Rosacées (<i>Sanguisorba minor</i>), - <i>Thalictrum sp.</i> (Rosacées), - Chénopodiacées, - Caryophyllacées, 	<p>Biome de la Toundra :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Alnus fruticosa type</i>, - <i>Betula nan type</i>, - <i>Dryas sp.</i>, - Gentianacées, - <i>Salix sp.</i>, - Saxifragacées, - <i>Saxifraga sp.</i>,

<p>Correspondance avec les groupements végétaux d'étendues steppiques ouvertes actuels</p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Rumex sp.</i>, <i>Polygonum sp.</i> (Polygonacées), - Plombaginacées (<i>Armeria sp.</i>, <i>Statice sp.</i>), - Crassulacées, - <i>Plantago sp.</i>, - Saxifragacées, - Cichorioïdées, - <i>Centaurea sp.</i>, - Urticacées, - Ericacées, - <i>Selaginella sp.</i>, - Renonculacées, - Apiacées, - Rubiacées. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ericacées, - <i>Calluna sp.</i>, - Poacées, - Cypéracées, <p><u>Biome de la steppe « froide » :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Hippophaées, - Polygonacées, - Apiacées, - Astéracées, - (s.f. Cichorioïdées), - Campanulacées, - Caryophyllacées, - <i>Centaurea sp.</i>, - Dipsacacées, - <i>Filipendula sp.</i>, - <i>Galium sp.</i> (Rubiacées), - <i>Helianthemum sp.</i> (Cistacées), - <i>Plantago sp.</i>, <i>Plantago lanceolata</i>, - Plumbaginacées, - Renonculacées, - Rosacées, - Rubiacées, - <i>Artemisia sp.</i> (Astéracées), - Chénopodiacées, - Poacées, <p><u>Biome de la steppe « chaude » :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Armeria sp.</i>, - Boraginacées, - Brassicacées, - Crassulacées, - <i>Echium sp.</i>, - Euphorbiacées, - Fabacées, - Lamiacées, - <i>Rosmarinus sp.</i>, - Scrophulariacées, - <i>Thymus sp.</i>, - <i>Zyziphus sp.</i>
--	---	--

Le couvert végétal n'était probablement pas totalement homogène. La densité de végétation diminuait avec l'altitude.

Par ailleurs, on peut supposer que quelques bosquets d'arbustes se développaient parfois dans les niches abritées au milieu des étendues herbacées des basses plaines. On détecte ainsi des assemblages ligneux avec le genévrier (*Juniperus*), l'argousier (*Hippophae sp.*, Elégnacées), *Ephedra* (Uvette, Ephedraceae), le bouleau nain (*Betula nana*), le saule (*Salix*) (cf. groupement n°6). Avec la hausse des températures, ces arbustes se comportent en véritables colonisateurs des steppes. Ils fixent et enrichissent le sol préparant ainsi le développement des grands arbres. Quelques pollens de *Pinus* mais peut-être d'origines lointaines sont parfois détectés (cf. groupement n°6)... Le cortège des héliophiles qui constituent l'essentiel du groupement décrit néanmoins une couverture végétale systématiquement très ouverte.

Groupement végétal régional n°6	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Biomes de la forêt décidue froide et des steppes (d'après Prentice <i>et al.</i> , 1996),
<p>Association taxonomique archéobotanique :</p> <p><i>Juniperus sp. dominant</i>, Poacées.</p> <p>Correspondance avec les groupements végétaux de bosquets de ligneux au sein d'étendues steppiques actuelles</p>	<p>Strates arborescentes et arbustives</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Juniperus sp.</i>, - Betulacées (<i>Betula nana</i>), - <i>Pinus sp.</i>, - Salicacées, - <i>Hippophae sp.</i>, (Elégnacées), <p style="text-align: center;">Strate herbacée</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poacées, - <i>Artemisia sp.</i> (Astéracées), - <i>Ephedra sp.</i> (Ephedracées), - Chénopodiacées, - Cichorioïdées, - <i>Helianthemum sp.</i> (l'hélianthème, Cistacées, peu répandue sur sols siliceux), - <i>Thalictrum sp.</i> (le pigamon, Rosacées), - Rosacées (<i>Sanguisorba minor</i>), - <i>Centaurea sp.</i>, - Urticacées, - Ericacées, - <i>Selaginella sp.</i> 	<p><u>Biome de la forêt décidue froide :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Betula sp.</i>, - <i>Larix sp.</i>, - <i>Pinus sp.</i> (<i>Diploxylon et Haploxylon</i>), - <i>Juniperus sp.</i> - Ericacées, - <i>Calluna sp.</i>, <p><u>Biome de la steppe « froide » :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Hippophaées, - Polygonacées, - Apiacées, - Astéracées, - (s.f. Cichorioïdées), - Campanulacées, - Caryophyllacées, - <i>Centaurea sp.</i>, - Dipsacacées, - <i>Filipendula sp.</i>, - <i>Galium sp.</i> (Rubiacées), - <i>Helianthemum sp.</i> (Cistacées), - <i>Plantago sp.</i>, <i>Plantago lanceolata</i>, - Plumbaginacées, - Renonculacées, - Rosacées, - Rubiacées, - <i>Artemisia sp.</i> (Astéracées), - Chénopodiacées, - Poacées, <p><u>Biome de la steppe « chaude » :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Armeria sp.</i>, - Boraginacées, - Brassicacées, - Crassulacées, - <i>Echium sp.</i>, - Euphorbiacées, - Fabacées, - Lamiacées, - <i>Rosmarinus sp.</i>, - Scrophulariacées, - <i>Thymus sp.</i>, - <i>Zyziphus sp.</i>

- Groupement n°7 et n°8 : Les groupements de boisements « clairs » : le groupement à *Pinus sp. dominant*, *Quercus sp.*, *Juniperus sp.*, *Betula sp.* (végétations de boisements clairs actuels), et le groupements à *Corylus sp.*, *Quercus sp.* (végétations de boisements clairs en cours de fermeture),

Suite à la période de glaciation, des végétations recolonisatrices de nature herbacée (ex. groupements végétaux des steppes) vont peu à peu enrichir les sols permettant localement le développement d'arbres tels que le bouleau et/ou le pin. La forte prédominance de l'un ou

l'autre de ces taxons peut être significatif de forêts claires lorsque les autres taxons polliniques de feuillus (*Corylus*, *Quercus*, *Ulmus*) ne sont pas abondants (cf. groupement n° 7).

Durant toute l'histoire de la végétation armoricaine depuis la dernière glaciation, les études polliniques ont montré de très faibles taux de *Pinus* (Barbier, 1999). Cette constatation peut paraître surprenante vis à vis des résultats obtenus partout ailleurs en France.

De plus, ce taxon possède actuellement une forte amplitude écologique ce qui permet de retrouver le genre *Pinus* implanté partout en Europe. D. Barbier (1999) insiste sur le climat de type océanique et l'importance des précipitations sur le Massif armoricain afin d'expliquer cette faible représentation.

Groupement régional n°7	Groupement végétal	Groupement archéobotanique associé inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Biomes de la forêt mixte fraîche (d'après Prentice <i>et al.</i> , 1996),
Associations taxonomiques archéobotaniques (utilisées par le programme CLIMEX du CNRS) : <i>Pinus sp. dominant,</i> Betulacées, <i>Juniperus sp.</i> <i>Quercus sp.,</i> Correspondance avec des groupements végétaux de boisements clairs actuels	<p>Strates arborescentes et arbustives</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Pinus sp.</i>, - <i>Quercus sp.</i>, - <i>Juniperus sp.</i>, - Betulacées , - <i>Salix sp.</i>, - <i>Hippophae sp.</i> (Elégnacées), - <i>Corylus sp.</i> <p style="text-align: center;">Strate herbacée</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poacées, - <i>Ephedra sp.</i> (Ephedracées), - <i>Artemisia sp.</i> (Astéracées), - Chénopodiacées, - <i>Helianthemum sp.</i> (Cistacées), - <i>Thalictrum sp.</i> (Rosacées), - Rosacées (<i>Sanguisorba sp.</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Acer sp.</i>, - <i>Euonymus sp.</i>, - <i>Fraxinus excelsior type</i>, - <i>Quercus (décidue)</i>, - <i>Carpinus sp.</i>, - <i>Corylus sp.</i>, - <i>Fagus sp.</i>, - <i>Frangula sp.</i>, - <i>Tilia sp.</i>, - <i>Ulmus sp.</i>, - <i>Quercus (sempervirente)</i> - <i>Arbustus sp.</i> - <i>Betula (Albae)</i>, - <i>Larix sp.</i>, - <i>Picea sp.</i>, - <i>Abies sp.</i>, - <i>Juniperus sp.</i>, - <i>Pinus sp. (Dyploxylon)</i>, - <i>Cornus sp.</i>, - <i>Lonicera sp.</i>, - <i>Sambucus sp.</i>, - <i>Sorbus sp.</i>, - <i>Viburnum sp.</i>, - Ericacées, - <i>Calluna sp.</i>, 	

Le groupement n°8 naît avec l'apparition puis le développement de taxons mésothermophiles comme le noisetier (*Corylus*) accompagné du chêne (*Quercus*) et de l'orme (*Ulmus*). Ces formations mixtes encore assez claires (Leroyer, 1997) se sont probablement densifiées avec le développement des essences de la chênaie (cf. groupements 1, 2 et 3).

Ce groupement est particulièrement bien représenté durant le Boréal. En effet, comme partout en Europe (Barbier, 1999, Richard, 1999) on assiste alors au développement optimal du *Corylus* annonçant un essor croissant des formations « forestières ». Dans un même temps, *Quercus* apparaît présent mais dans une moindre mesure, probablement à cause d'une compétition avec le noisetier (Iversen, 1960). L'orme fait aussi généralement parti des

assemblages avec le bouleau, le pin et avec l'apparition sporadique de taxons de climat « doux » tels que le chêne vert, le hêtre, le charme.

Groupement végétal régional n°8	Groupement archéobotanique inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Biome de la forêt déciduée tempérée (d'après Prentice <i>et al.</i> , 1996),	Syntaxons (d'après Rameau <i>et al.</i> , 1996)
<p>Associations taxonomiques archéobotaniques (utilisées par le programme CLIMEX du CNRS) :</p> <p><i>Corylus sp.</i>, <i>Quercus sp.</i></p> <p>Correspondance avec des groupements végétaux de boisements clairs en cours de fermeture</p>	<p>- <i>Corylus sp.</i> (<i>Corylus avellana</i>), - <i>Quercus sp.</i>, - Betulacées (<i>Betula pendula</i>), - <i>Ulmus sp.</i> (<i>Ulmus minor</i>), - Pinus sp., - <i>Fagus sp.</i>, - <i>Carpinus sp.</i>, - <i>Acer sp.</i> (<i>Acer campestre</i>) - <i>Fraxinus sp.</i> (<i>Fraxinus excelsior</i>), - <i>Populus sp.</i> (<i>Populus tremula</i>),</p>	<p>- <i>Quercus (décidue)</i>, - <i>Carpinus sp.</i>, - <i>Corylus sp.</i>, - <i>Fagus sp.</i>, - <i>Frangula sp.</i>, - <i>Tilia sp.</i>, - <i>Ulmus sp.</i>, - <i>Fraxinus ornus</i> type, - <i>Quercus (sempervirente)</i> - <i>Arbustus sp.</i> - <i>Betula (albae)</i>, - <i>Larix sp.</i>, - <i>Juniperus sp.</i>, - <i>Pinus sp.</i>, - <i>Cornus sp.</i>, - <i>Lonicera sp.</i>, - <i>Sambucus sp.</i>, - <i>Sorbus sp.</i>, - <i>Viburnum sp.</i>, - <i>Acer sp.</i>, - <i>Euonymus sp.</i>, - <i>Fraxinus excelsior</i> type, - <i>Castanea sp.</i>, - <i>Platanus sp.</i>, - <i>Juglans sp.</i>, - <i>Rhamnus sp.</i>, - <i>Vitis sp.</i>, - <i>Myrica sp.</i>, - <i>Ostrya sp.</i>, - <i>Fraxinus ornus</i> type, - Ericacées, - <i>Calluna sp.</i>, - <i>Buxus sp.</i>, - <i>Hedera sp.</i> - <i>Ilex sp.</i></p>	<p>- classe des <i>Querco-Fagetalia</i> <i>Fagus sylvatica</i>, <i>Quercus petraea</i>, <i>Acer campestre</i>, <i>Sorbus torminalis</i>, <i>Coryllus avellana</i>, <i>Crataegus laevigata</i>, <i>Daphne laureola</i>, <i>Hedera helix</i>, <i>Ilex aquifolium</i>, <i>Viburnum opulus</i>, <i>Anemone nemorosa</i>, <i>Carex digitata</i>, <i>Carex sylvatica</i>, <i>Convallaria maialis</i>, <i>Lathyrus montanus</i>, <i>Moehringia trinervia</i>, <i>Viola mirabilis</i>, - <u>ordre des <i>Fagetalia sylvaticae</i></u> (forêts mélangées de frênes et d'aulnes, de chênes et de charmes, de hêtres, de hêtres et de sapin pectiné, d'érables, de tilleuls) <i>Fraxinus excelsior</i>, <i>Ranunculus ficaria</i>, <i>Euphorbia amygdaloides</i>, - <u>sous-ordre des <i>Corylo-Fraxinenalia</i></u> (phase pionnière de reconstitution de forêts des <i>Carpino-Fagenalia</i>) - <u>alliance du <i>Corylo-Populion</i></u> <i>Acer campestre</i>, <i>Betula pendula</i>, <i>Corylus avellana</i>, <i>Fraxinus excelsior</i>, <i>Populus tremula</i>, <i>Ulmus minor</i> Strate herbacée en constitution avec des espèces des phases transitoires et optimales</p>

- Groupement n°9 : groupement apparenté à la hêtraie

Selon R. Corillion (1971), ce groupement s'observe plutôt sur les pentes des bassins versants du nord de la Bretagne. La hêtraie que les phytosociologues rattachent au *Luzulo-Fagion* ou encore *l'Eu-Fagion*, est favorisée sur les déclivités enrichies par des

colluvionnements ou sur quelques roches cristallines riches en bases. C'est donc un pH relativement neutre qui singularise ces boisements vis-à-vis du groupement de la chênaie-hêtraie acidophile.

Groupement végétal régional n°9	Groupement archéobotanique associé inspiré des syntaxons actuels et tenant compte des contraintes de détermination archéobotanique. (Les espèces indiquées entre parenthèses sont des exemples actuels. Les taxons archéobotaniques en gras correspondent à des taxons caractéristiques de syntaxons actuels.)	Biome de la forêt déciduée tempérée (d'après Prentice et al., 1996),	Syntaxons (d'après Rameau et al., 1996)
<p>Boisements dominés par le Hêtre</p> <p>Correspondance avec des associations taxonomiques archéobotaniques :</p> <p><i>Fagus sp.</i> dominant</p>	<p style="text-align: center;">strate arborescente</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Fagus sp.</i> (<i>Fagus sylvatica</i>), - <i>Quercus sp.</i> (<i>Quercus petraea</i>, <i>Quercus robur</i>), - <i>Carpinus sp.</i> (<i>Carpinus betulus</i>), - <i>Fraxinus sp.</i> (<i>Fraxinus excelsior</i>), - <i>Betula sp.</i> (<i>Betula pubescens</i>, <i>Betula pendula</i>), - <i>Acer sp.</i> (<i>Acer campestre</i>), - <i>Tilia sp.</i> (<i>Tilia cordata</i>), - <i>Castanea sp.</i> (<i>Castanea sativa</i>), - <i>Alnus sp.</i> (<i>Alnus glutinosa</i>), - Salicacées (<i>Populus tremula</i>, <i>Salix atrocinerea</i>) - <i>Abies sp.</i> (<i>Abies alba</i>). <p style="text-align: center;">strate arbustive</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Corylus sp.</i> (<i>Corylus avellana</i>) - <i>Ilex sp.</i> (<i>Ilex aquifolium</i>, Aquifoliacées), - <i>Lonicera sp.</i>, <i>Viburnum sp.</i>, (Caprifoliacées, <i>Lonicera periclymenum</i>, <i>Viburnum opulus</i>) - Rosacées (<i>Rubus sp.</i>, <i>Crataegus laevigata</i>) - <i>Hedera sp.</i> (<i>Hedera helix</i>), - <i>Ligustrum sp.</i> (<i>Ligustrum vulgare</i>, Oléacées). <p style="text-align: center;">strate herbacée</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cypéracées (<i>Luzula maxiam</i>, <i>Carex digitata</i>, <i>Carex sylvatica</i>, <i>Carex pallescens</i>, <i>Carex pilulifera</i>) - Liliacées (<i>Convallaria maialis</i>), - Fabacées (<i>Lathyrus montanus</i>), - <i>Moehringia trinervia</i> (Caryophyllacées), - Astéracées (<i>Solidago virgaurea</i>), - Hyperacées (<i>Hypericum pulchrum</i>), - Poacées (<i>Anthoxanthum odoratum</i>, <i>Deschampsia flexuosa</i>) - Euphorbiacées (<i>Euphorbia amygdaloides</i>, <i>Conopodium denudatum</i>) - Primulacées (<i>Primula acaulis</i>), - Violacées (<i>Viola riviniana</i>), - Renonculacées (<i>Ranunculus ficaria</i>) - Ericacées (<i>Vaccinium myrtillus</i>), 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Quercus</i> (décidue), - <i>Carpinus sp.</i>, - <i>Corylus sp.</i>, - <i>Fagus sp.</i>, - <i>Frangula sp.</i>, - <i>Tilia sp.</i>, - <i>Ulmus sp.</i>, - <i>Fraxinus ornus</i> type, - <i>Quercus</i> (sempervirente) - <i>Arbustus sp.</i> - <i>Betula</i> (<i>Albae</i>), - <i>Larix sp.</i>, - <i>Juniperus sp.</i>, - <i>Pinus sp.</i>, - <i>Cornus sp.</i>, - <i>Lonicera sp.</i>, - <i>Sambucus sp.</i>, - <i>Sorbus sp.</i>, - <i>Viburnum sp.</i>, - <i>Acer sp.</i>, - <i>Euonymus sp.</i>, - <i>Fraxinus excelsior</i> type, - <i>Castanea sp.</i>, - <i>Platanus sp.</i>, - <i>Juglans sp.</i>, - <i>Rhamnus sp.</i>, - <i>Vitis sp.</i>, - <i>Myrica sp.</i>, - <i>Ostrya sp.</i>, - Ericacées, - <i>Calluna sp.</i> - <i>Buxus sp.</i>, - <i>Hedera sp.</i> - <i>Ilex sp.</i> 	<p>- classe des <i>Querco-Fagetea</i> (forêts eurosibériennes supraméditerranéennes, colinéennes ou montagnardes dominées par le chêne pubescent, le chêne sessile, le chêne pédonculé, le charme, le frêne, l'orme, l'aulne, le hêtre, le sapin pectiné, l'érable et les tilleuls ; les fruticées précèdent l'installation de ces forêts)</p> <p><i>Fagus sylvatica</i>, <i>Quercus petraea</i>, <i>Acer campestre</i>, <i>Sorbus torminalis</i>, <i>Coryllus avellana</i>, <i>Crataegus laevigata</i>, <i>Daphne laureola</i>, <i>Hedera helix</i>, <i>Ilex aquifolium</i>, <i>Viburnum opulus</i>, <i>Anemone nemorosa</i>, <i>Carex digitata</i>, <i>Carex sylvatica</i>, <i>Convallaria maialis</i>, <i>Lathyrus montanus</i>, <i>Moehringia trinervia</i>, <i>Viola mirabilis</i></p> <p>- ordre des <i>Fagetalia sylvaticae</i> (forêts mélangées de frênes, d'aulnes, de chênes, de charmes, de hêtres, de sapins pectinés, d'érables et de tilleuls)</p> <p><i>Fraxinus excelsior</i>, <i>Ranunculus ficaria</i>, <i>Euphorbia amygdaloides</i>,..</p> <p>- sous-ordre des <i>Abieti-Fagenalia</i></p> <p>- alliance du <i>Fagion sylvaticae</i> (rarement collinéennes)</p> <p><i>Fagus sylvatica</i>, -sous-alliance du <i>Luzulo-Fagenion</i> (rares dans l'ouest, hêtraies)</p> <p><i>Carex pallescens</i>, espèces acidophiles des Quercetalia robori-petraeae : <i>Vaccinium myrtillus</i>, <i>Blechnum spicant</i>, <i>Carex pilulifera</i>, <i>Deschampsia flexuosa</i>, <i>Galium saxatile</i>,</p>

- <i>Calluna sp.</i> (<i>Calluna vulgaris</i>), - Rubiacées (<i>Galium saxatile</i>) - <i>Blechnum spicant</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> .	<i>Hypericum pulchrum</i>, <i>Pteridium aquilinum</i>, <i>Castanea sativa</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Teucrium scorodonia</i> .
---	--

B.2.2.2.38 Le nombre de taxons archéobotaniques correspondant à des plantes adventices

Les taxons de plantes adventices correspondent à des « plantes qui poussent spontanément dans une culture et dont la présence est plus ou moins indésirable » (Parent, 1991). C'est un indice important dans l'interprétation « anthropique » des diagrammes polliniques. Pour cette raison, un champ attributaire a été réservé à l'enregistrement du nombre de taxons de plantes adventices dans la table de données à chronologie culturelle.

Ces adventices regroupent les messicoles, c'est à dire les plantes annuelles qui se rencontrent dans les champs de céréales (*Centaurea cyanus* et *Papaver sp.* : ex. *Papaver argemone*) et les apophytes ou « plantes autochtones qui apparaissent après la mise en culture d'une terre » : *Rumex sp.*, *Mercurialis annua*, voire *Centaurea type jacea* (prés, bord des champs).

C.R. Janssen (1970) insiste sur le fait d'employer une méthode qualitative afin de prendre en compte les indices polliniques tels que les taxons de plantes adventices, rudérales ou de cultures. En effet, les fréquences polliniques de ces indicateurs constituent le plus souvent une infime partie de la végétation et la probabilité de trouver ces pollens dans la diffusion pollinique globale est faible. Inversement l'existence à un moment « t » d'un pied de plante adventice à l'endroit même du point de sondage a pu générer des taux sur-représentés par rapport à la réalité (cf. § B.2.2.1.1.5 concernant la représentativité des compositions polliniques).

Tenant compte de ces remarques, nous avons choisi d'enregistrer le nombre de taxons polliniques de plantes adventices présents par période afin de « quantifier » l'importance de ces végétaux. Prendre en compte la diversité taxonomique a pour avantage d'éviter de tenir compte des fréquences relatives, dépendantes de la fréquence des autres taxons et notamment des ligneux qui sont généralement sur-représentés à cause de leur forte production pollinique. D'autre part, l'impact de l'homme sur la végétation a souvent pour conséquence de rajeunir les niveaux dynamiques d'une succession végétale (ex. déforestations, fauches, incendies). Or la richesse spécifique est généralement un paramètre qui va en augmentant avec ce rajeunissement de la végétation.

Codage :
Nombre de taxons de plantes adventices par période culturelle (maximum = 5)

Fig. 65 Codage du nombre de taxons de plantes adventices.

B.2.2.2.39 Le nombre de taxons archéobotaniques correspondant à des plantes rudérales

Les plantes rudérales, ou plantes favorisées par les activités humaines (selon Parent, 1991 : « espèces ou groupements de végétaux vivants sur les décombres, sur les bords des chemins ou à proximité des points d'occupation humaine ») sont enregistrées lorsque au moins un taxon de plante rudérale est détecté dans une période. Tout comme pour les taxons de plantes adventices, l'interprétation de la détection de ces taxons étant avant tout relatives à

l'impact de l'homme sur son milieu, l'enregistrement de cet indice n'est prévu que dans la table de données à chronologie culturelle.

Le cortège des plantes rudérales est le suivant : *Plantago sp.*, *Convolvulus arvensis* (Liseron), *Polygonum aviculare*, Cichorioïdées, Apiacées, *Potentilla sp.*, Fabacées (ex. *Trifolium repens*), Rubiacées (ex. *Galium sp.*), Urticacées, *Artemisia sp.* (considérée comme une plante rudérale hors périodes « steppiques »), Chénopodiées (sauf sur le littoral où elles peuvent être naturelles telles que les halophiles : salicornes et soudes). Il existe des rudérales moins « caractéristiques » mais que l'on retrouve souvent associées aux sites anthropisés : les Renonculacées, les Astéracées, dont *Arctium sp.*, Caryophyllacées (ex. *Lychnis-Agrostemma-type*, *Spergula arvensis*, *Stellaria media*), Brassicacées (Crucifères, ex. la cardamine), Solanacées (ex. *Solanum dulcamara*), Dipsacacées (ex. *Succisa pratensis*, *Knautia arvensis*, Scabieuse), Lamiacées, *Epilobium sp.* (Onagracées), *Circaea* (Onagracées), Boraginacées, *Valerianella sp.*, *Alchemilla sp.*, (Bernard, 1996 ; Cyprien, 2002 ; Ouguerram, 2002 ; Barbier *et al.*, 2001) et les Scrophulariacées (ex. *Digitalis purpurea* et *Linaria vulgaris* selon Polèse, 1996).

On retient le nombre de taxons rudéraux présents par période afin d'enregistrer l'importance de ces végétaux (cf. aussi le paragraphe ci-dessus relatif à l'enregistrement des taxons d'adventices et des groupements significatifs de cultures § B.2.2.2.37.2).

Codage :
Nombre de taxons de plantes rudérales par période culturelle (maximum = 23)

Fig. 66 Codage du nombre de taxon de plantes rudérales.

B.2.2.2.40 Les sommes des taux polliniques de taxons de formations de landes

Cet indice a été mis en place afin d'enregistrer l'importance des groupements de landes à l'intérieur de chaque période (cf. § B.2.2.2.37.1 et B.2.2.2.37.2 relatifs aux enregistrements qualitatifs des groupements de landes tourbeuses et de landes armoricaines).

L'importance des landes est le plus souvent interprétée en terme d'activités anthropiques. Aussi, un champ attributaire a été prévu dans la table de chronologie culturelle.

Cet indice est basé sur la somme des fréquences relatives des taxons polliniques « caractéristiques » de landes suivants : *Calluna sp.*, *Erica sp.*, *Ulex sp.*, *Pteridium sp.* (landes mésophiles), et dans une moindre mesure Campanulacées, *Asphodelus sp.*, *Polygala sp.*, *Helianthemum sp.*, *Cuscuta sp.* (épiphyte d'*Ulex sp.*), Fabacées. Notons cependant la forte prépondérance des trois taxons polliniques *Calluna sp.*, *Erica sp.* et Fabacées, dans le calcul de cet indice.

L'aspect « relatif » des fréquences polliniques est modéré grâce à un enregistrement par classes de fréquences. Quatre classes de fréquences ont été réalisées : 0%, 1 à 10%, 10 à 25% et plus de 25%.

Remarque : Comme indiqué dans le chapitre relatif à la quantification des données polliniques (cf. § B.2.2.1.1.4), la prise en compte des fréquences relatives des taxons polliniques est sensible à plusieurs paramètres souvent inconnus (ex. distance de la plante source, structure de l'environnement immédiat à la période étudiée...). En règle générale, nous avons donc enregistré les informations archéobotaniques qualitativement (en présence / absence). Dans le cas présent nous avons volontairement transgressé cette règle en vue de compléter l'enregistrement qualitatif des landes par des données de quantités polliniques. Ainsi, des

répartitions quantitatives des landes sont attendues, elles sont aussi davantage sujettes à discussion à cause des biais évoqués ci-dessus (cf. aussi l'enregistrement des taux de pollens d'arbres § B.2.2.2.42 et des taux de pollens de Poacées § B.2.2.2.43).

Codage :
Classes des sommes de fréquences des taxons de landes par période culturelle :
0% = 0
1 à 10% = 1
10 à 25% = 2
Plus de 25% = 3

Fig. 67 Codage de la somme des fréquences polliniques des taxons de landes.

B.2.2.2.41 Les taxons polliniques de provenances lointaines

Cet apport pollinique est difficile à évaluer dans les régions boisées si ce n'est par la détection de plantes complètement étrangères. Ainsi, en règle générale ces apports sont caractérisés par de faibles valeurs (moins de 1%) mais sont présents dans l'ensemble des compositions polliniques (cf. § B.2.2.1.1.7). En effet, ces transports de pollens sur de grandes distances s'expliquent par un brassage continu de courants d'air violents évoluant à haute altitude et rendant cet apport réparti de manière homogène et indépendant de l'environnement immédiat de la zone de dépôt. Les taxons subissant de tels transports sont caractérisés par des fréquences polliniques faibles (des fréquences de quelques pourcents) et continues.

L'enregistrement de cet attribut a été prévu dans la table de données à chronologie climatique.

Le codage est identique à celui employé pour l'enregistrement des trois principaux taxons de provenance « régionale » (cf. § B.2.2.2.35), ou « locale » § B.2.2.2.34).

B.2.2.2.42 Les taux moyens de pollens d'arbres

Le taux d'A.P (Arborean Pollen) est inspiré des diagrammes de type « Iversen ». Ce type de diagramme représente le pourcentage de pollens d'arbres (A.P.) vis à vis des N.A.P (Non Arborean Pollen). Dans le cadre de l'enregistrement des données polliniques, 5 classes de fréquences d'A.P. ont été créées : de 0 à 20% ; de 20 à 40%, de 40 à 60%, de 60 à 80% et de 80% à 100% d'A.P. Cet indice est très souvent exprimé dans les études polliniques et permet d'obtenir une estimation de l'évolution des surfaces boisées par rapport aux surfaces herbacées. C'est un critère intéressant afin de représenter la structure et (...) l'ouverture du paysage.

Cet indice est cependant à interpréter avec précautions. En effet, des études effectuées sur la diffusion pollinique actuelle montre une sur-représentation systématique des pollens d'arbres et ce même dans des paysages « forts ouverts ». La production pollinique est directement liée au mode de reproduction et diffusion des pollens (cf. § B.2.2.1.1.3). Or, si bon nombre de plantes herbacées sont cléistogames (plantes pour lesquelles le processus d'autofécondation est dominant, ex. *Cerealia*), la plupart des arbres sont anémogames (les pollens sont disséminés par les vents, ex. Bétulacées, Populacées, Juglandacées, Fagacées). La perte de pollens étant très largement plus importante pour ce dernier mode de reproduction, la production pollinique est alors d'autant plus grande pour ces taxons. Dans le détail, la réalité n'est cependant pas aussi tranchée entre les herbacées et les arbres puisque l'on retrouve des herbacées anémogames telles que les Cypéracées, Polygonacées et certaines Poacées (Reille,

1990)... Il existe d'autre part des différences importantes de productions et de diffusions polliniques entre taxons d'arbres (ex. le noisetier peut produire environ 3 000 000 de pollens en un jour alors que le hêtre n'en produit que 175 000 dans un même temps). Ainsi, S.-Th. Andersen (1970, 1979) mit au point des facteurs de correction pour parer ces problèmes de différence de productions polliniques (cf. § B.2.2.1.1.3).

Dans le cas des études polliniques de zones humides, la « sur-représentation » de l'aulne ainsi que des autres espèces hygrophiles (ex. le bouleau, *Myrica gale*, le saule) est davantage liée à la position du lieu de sondage, généralement dans les environs d'une zone humide, plutôt qu'à une production pollinique supérieure des taxons hygrophiles (cf. § B.2.2.1.1.5). Or, les fréquences élevées de ces taxons hygrophiles peuvent masquer en partie les fréquences relatives des autres taxons végétaux des coteaux ou de provenances plus lointaines.

Certains auteurs (Barbier, 1999 ; Cyprien, 2002 ; Ouguerram 2002) ont donc soustrait les fréquences polliniques de ces taxons sur-représentés de la somme de base et du calcul des taux de pollens d'arbres. Dans le cadre de la réalisation de la base de données et afin de réaliser un enregistrement du taux d'A.P. « standard », nous avons choisi de considérer des taux de pollens d'arbres englobant l'ensemble des taxons d'arbres y compris les taxons locaux.

La démarche de spatialisation des données a pour avantage de parer le problème de représentativité des taux d'A.P., en ne considérant plus seulement les résultats polliniques dans leur contexte environnemental immédiat, mais en permettant de raisonner sur l'ensemble des résultats polliniques régionaux d'une époque donnée. Par ailleurs, même si dans un cas extrême il faut envisager que les taux d'A.P. sont systématiquement surestimés par les taux des taxons locaux (ex. taux de pollens d'aulnes dans les fonds de vallées), à l'échelle régionale les disparités régionales des taux de pollens d'arbres sont toujours perceptibles car la sur-représentation des pollens locaux a potentiellement lieu partout. D'autre part, il est difficile d'imaginer des fonds de vallées ou des zones humides systématiquement boisées dans un paysage ouvert. Une telle hypothèse ne tiendrait d'ailleurs que si aucune association pollinique forestière n'était détectée. En ce qui concerne le Massif armoricain, un pareil cas ne s'est jamais produit.

Par ailleurs, afin de raisonner sur des données polliniques de conditions taphonomiques semblables, une sélection des études polliniques de zones humides peut être réalisée (ex. les interpolations des taux de pollens d'arbres sont exclusivement réalisées sur les études polliniques de zones humides).

La méthode de krigeage (cf. annexe) concrétise d'une autre façon ces réflexions en permettant potentiellement de « lisser » les résultats atypiques. Ainsi, une étude pollinique présentant un taux d'A.P. sur-représenté à cause d'une aulnaie isolée au milieu d'autres d'études polliniques présentant de faibles taux d'A.P., n'a qu'un faible « poids » sur les valeurs d'A.P. interpolées dans les environs de l'étude à fort A.P. (cf. méthode du krigeage en annexe).

Chaque étude pollinique ayant fait l'objet d'exclusions a donc été corrigée lors de l'enregistrement du taux de pollens d'Arbres dans la base de données. Par ailleurs, l'ensemble des taxons soustraits ont été systématiquement inventoriés (cf. § B.2.2.2.11). Les données brutes n'étant généralement pas disponibles, les corrections ont été réalisées de la façon suivante : ajout d'une unité dans les indices du taux d'A.P. (cf. tableau ci-dessous) lorsque la somme des taxons d'arbres exclus atteint 25% de la somme de base utilisée. Notons qu'en ajoutant les taxons exclus, on augmente aussi les effectifs de la somme de base, d'où la nécessité de corriger le taux des taxons exclus à partir de 25% et non 20% seulement.

Enfin, les pollens de la végétation herbacée, à cause de la taille peu élevée de ces plantes et à cause des faibles mouvements d'air au niveau du sol, sont peu disséminés. Les

pollens d'herbacés sont donc principalement le reflet d'apports locaux contrairement aux pollens d'arbres qui peuvent faire partie des apports régionaux. Or les changements régionaux se traduisent à travers les assemblages polliniques avec plus d'inertie que les transformations locales. Il y a donc aussi une différence théorique d'ordre spatio-temporelle entre la signification des assemblages de pollens d'arbres et d'herbacés (cf. § B.2).

Codage :
Classes des fréquences des A.P. 0 à 20% = 1 20 à 40% = 2 40 à 60% = 3 60 à 80% = 4 80 à 100% = 5
Des corrections peuvent être apportées sur les taux d'A.P. lorsque des taux polliniques de certains taxons ont été exclus de la somme de base (ex. <i>Alnus</i>) :
+ 1 si le(s) taux pollinique (s) du ou des taxons exclus atteint 25%,

Fig. 68 Codage des taux de pollens d'arbres.

B.2.2.2.43 Les taux moyens de pollens de Poacées

La prise en compte de ce taux de pollens a pour but de « quantifier » les groupements de végétations herbacées. Notons que le taux de Poacées pose moins de problèmes de comparabilités des données que les taux de pollens d'arbres, les taux de Poacées étant calculés de la même façon par les palynologues. Seules les sommes de bases peuvent être différentes (cf. remarque pour les taux de pollens d'arbres). Quelques rares ajustements ont été réalisés pour faciliter le choix d'attribution entre deux indices.

Codage :
Classes des fréquences des Poacées 0 à 10% = 1 10 à 25% = 2 25 à 40% = 3 supérieur à 40% = 4

Fig. 69 Codage des fréquences polliniques de Poacées.

B.2.2.2.44 La signature archéobotanique d'un impact humain après interprétation

Lorsqu'un taxon a manifestement été favorisé par l'homme au cours d'une période, ce taxon est signalé dans le champ attributaire « impact humain sur la végétation » de la table de données à chronologie culturelle. On adopte alors le mode d'enregistrement déjà cité pour le codage des trois taxons principaux de provenances régionales et locales (cf. codages § B.2.2.2.34 et § B.2.2.2.35).

L'attribution anthropique ou non de l'évolution de certains taxons est parfois délicate. En effet, les interprétations effectuées à partir des restes archéobotaniques sont rarement univoques en fonction du temps et de la géographie. Ainsi, les Chenopodiacees continentales sont généralement interprétées comme des rudérales alors que sur le littoral, elles sont plutôt

interprétées comme des halophiles. Le taxon pollinique *Artemisia* est interprété comme un indicateur de steppe lors des périodes froides alors qu'il est considéré comme un taxon rudéral lors des périodes tempérées. Un pic du taux de *Corylus* est parfois assimilé à une reconquête d'une friche abandonnée...

Ce même champ peut aussi être utilisé pour enregistrer diverses interprétations :

- la baisse de taux de pollens (notamment dans les cas de fréquences polliniques absolues) d'arbres locaux (ex. *Alnus*) corrélée à l'apparition de taxons locaux (herbacées) ou encore le développement des taux d'héliophytes (D. Galop, 1998) tels que *Betula*, *Corylus* permet d'émettre l'hypothèse de défrichements, symbolisée par « df »,
- le feuillage d'essences comme le tilleul, l'orme, le frêne, le lierre et le houx aurait parfois été utilisé comme fourrage. Ces essences présenteraient alors de très fortes fréquences dans les zones d'habitats qui correspondraient aux aires de stockage (Simmons et Dimpleby, 1974 *in* Leroyer, 1997). Cette interprétation est symbolisée par « fo »,
- le maintien de certains ligneux (chêne, charme, hêtre) dans un contexte de régression générale de la couverture arborescente est un indice de sylviculture. Cette interprétation est symbolisée par « sy »,
- les associations polliniques composées de forts taux de *Potentilla* avec *Erica type*, *Lotus type*, Astéracées et Cichorioidées corrélée à l'absence d'*Empetrum* (camarine) seraient un indicateur de landes brûlées (« lb ») (d'après Kaland, 1986). Selon ce même auteur, l'abondance d'*Empetrum* serait caractéristique de landes fauchées (« lf »). Enfin, l'abondance de *Plantago* suggère les landes pâturées (« lp »). Cela peut-être corroboré par une augmentation des fréquences polliniques absolues des taxons de landes puisque selon W. Groenman-van Waateringe (1986) le pâturage « extensif » entretiendrait, voire « rajeunirait » les associations végétales de landes favorisant ainsi la floraison et la production pollinique,
- selon un article de W. Groenman-van Waateringe (1986) les effets des pâturages intensifs (codés « pi ») dans les forêts ouvertes, les prairies et les landes auraient pour conséquence une très nette diminution de la production pollinique globale du groupement végétal (et notamment les pollens d'herbacées / Poacées). Cela se concrétiserait pour les fréquences relatives par une augmentation des taux de pollens d'arbres (A.P.). Une telle interprétation peut aussi être suggérée par l'évolution des fréquences polliniques absolues. Un pâturage intensif se traduisant alors par une baisse des fréquences absolues,
- les phases de reconquêtes végétales (rv) peuvent être interprétées grâce à l'étude des sédiments et notamment par l'augmentation de la bioturbation, par le dépôt de résidus carbonneux et l'apport de phytolithes,
- les phases d'érosion des sols cultivés peuvent être suggérées par l'identification de fragments d'« argilanes litées » de l'horizon Bt altéré au

sein d'un remplissage (Gebhardt, 1989). Cet indice est parfois appuyé par la présence de phytolithes mélangés à des « argilanes poussiéreuses » (type d'argiles). Cette interprétation est symbolisée par « er »,

- les défrichements par brûlis (db) peuvent être suggérés par une abondance de phytolithes dans les sédiments,
- un apport de terre compactée, avec une structure peu orientée et inorganique peuvent être interprétés comme des sols construits (sc). C'est par exemple le cas des sols en terre battue. On observe parfois des sols piétinés et quelquefois grattés. Ces sols autochtones et compactés peuvent alors être interprétés comme des « sols piétinés domestiques » (sd),
- une gestion agro-pastorale bien établie peut-être reconnue par un taux de Poacées stable durant la période (ps).

<p>Codage de quelques interprétations de l'impact humain sur la végétation retrouvées dans la bibliographie :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Défrichement : df - Défrichement par brûlis : db - Eclaircissement favorisant le développement du hêtre : fg - Fourrage : fo - Gestion agro-pastorale stable : ps - Lande brûlée : lb - Lande pâturée : lp - Lande fauchée : lf - Pâturage intensif : pi - Phase d'érosion de l'environnement immédiat : er - Phase de reconquête végétale : rv - Sol construit : sc - Sol piétiné domestique : sd - Sylviculture : sy - Cf. codage de taxons lorsque ceux-ci ont été favorisés par l'impact humain

Fig. 70 Codage des interprétations de l'impact humain sur la végétation issues des études archéobotaniques.

B.2.2.2.45 Les principales textures sédimentaires identifiées dans les niveaux des études archéobotaniques

La texture des sédiments peut nous renseigner sur la nature des phénomènes sédimentaires qui se sont produits lors de la fossilisation des restes archéobotaniques.

L'analyse granulométrique est utilisée pour caractériser précisément les textures sédimentaires. Elle consiste en un tamisage des grosses particules (sables et graviers) et une microgranulométrie des suspensions de particules fines en milieu aqueux.

Les classes granulométriques utilisés sont définies et codées ci-dessous :

- « c » : cailloux, soient les particules grossières de dimensions supérieures à 2 cm,
- « g » : graviers, soient les particules de dimensions comprises entre 2 cm et 2 mm,
- « s » : sables, soient les particules de dimensions comprises entre 2 mm et 50 µm,
- « l » : limons, soient les particules de dimensions comprises entre 50 µm et 2 µm,
- « a » : argiles, soient les particules de dimensions inférieures à 2 µm.

En plus de ces indices de textures sédimentaires « classiques », des indices permettant de prendre en compte le caractère organique ou tourbeux des sédiments ont donc été créés :

- « o » : définit le caractère organique ou humique des unités stratigraphiques,
- « t » : définit une tourbe,
- « tb » : tourbe brune,
- « tn » : tourbe noire,
- « h » : hiatus dû à l'arrêt naturel ou anthropique de la sédimentation de la zone humide,
- « hn » : hiatus dû à l'arrêt naturel de la sédimentation de la zone humide (atterrissement de la zone humide, changement climatique),
- « hh » : hiatus dû à une action humaine (ex. tourbages, drainages...).

La différence entre la tourbe noire et la tourbe brune relève du processus d'humification. Les horizons de tourbes fortement décomposées (tourbes noires) sont souvent interprétés comme une réponse à des périodes d'assèchement de la surface des tourbières. En effet, l'humification de la matière organique est favorisée par les climats chauds et secs. En revanche selon L. Payette et L. Rochefort (2001), des degrés moindres de décomposition de la tourbe (tourbe brune) sont associés à des conditions climatiques plus humides.

Des conditions climatiques sèches vont entraîner une diminution générale du niveau des nappes, phénomène d'autant plus important dans les zones humides. Les phénomènes d'anaérobies propres aux zones humides permanentes vont progressivement disparaître favorisant la biodégradation et l'oxydation de la matière organique. Avec le maintien des conditions sèches, la tourbification résultant jusqu'alors du rapport positif entre la production et la décomposition de la matière organique devient « déficitaire ». L'arrêt de la tourbification se concrétise donc dans les diagrammes polliniques par un hiatus naturel (hn) de sédimentation mais un assèchement plus profond et durable de la zone humide peut aussi entraîner la disparition de la tourbe accumulée durant les périodes antérieures. Notons que les actions humaines d'extractions de tourbes ou encore de drainages peuvent aussi créer des hiatus (hh).

Les périodes froides et sèches, conditions globalement défavorables au développement de la végétation sont caractérisées par des unités stratigraphiques de texture à dominante minérale, le plus souvent argilo-limoneuse.

Les combinaisons entre ces différents indices étant nombreuses, nous avons adopté un codage consistant à construire des « chaînes de caractères » correspondant aux combinaisons des indices sédimentaires. L'indice dominant l'unité stratigraphique est disposé en début de chaîne suivi des différents autres indices jugés par ordre de moindre importance. Exemple, une unité stratigraphique argilo-humique est codée « a-o », alors qu'une unité stratigraphique humo-limono-argileuse est codée « o-l-a ».

Un certain nombre d'études de paléosols (Gebhardt, 1990) ont pu mettre en évidence des « sols » fossilisés (ex. sols conservés sous la masse d'un tertre...). Afin d'interpréter ces sols, il est nécessaire de se référer aux processus pédologiques actuels (cf. § A.1.5.1). Ces quelques cas ont aussi été codés et enregistrés :

- « sb » : sol brun lessivé (fossilisé),
- « sba » : sol brun lessivé acide (fossilisé),
- « sbh » : sol brun hydromorphe (fossilisé),
- « sp » : sol offrant des traces de podzolisation (podzol),
- « ra » : ranker (fossilisé ou ranker cryptopodzolique).

Codage des textures sédimentaires et des sols
- c : cailloux
- g : graviers
- s : sables
- l : limons
- a : argiles
- o : sédiment organique, humus
- t : sédiment tourbeux, tourbe non différenciée
- tn : tourbe noire
- tb : tourbe brune
- h : hiatus sédimentaire
- sb : sol brun lessivé (fossilisé)
- sba : sol brun lessivé acide (fossilisé)
- sbh : sol brun hydromorphe (fossilisé)
- sp : sol offrant des traces de podzolisation (podzol)
- ra : ranker (fossilisé ou ranker cryptopodzolique)
Les combinaisons sont possibles, exemple :
a-l : argilo-limoneux (vase) ; a-l-o : « argilo-limono-humique » vase organique ; a-l-t : « argilo-limono-tourbeux » vase tourbeuse.

Fig. 71 Codage des textures sédimentaires et des sols.

B.2.2.2.46 Les indices sédimentologiques de l'impact humain sur les sols

Avec l'aide d'Anne Gebhardt, sédimentologue, il a été mis au point un codage permettant d'enregistrer l'intensité de l'action humaine à travers la lecture des résultats sédimentologiques pour chaque période culturelle. Pour ces études sédimentologiques, un indice allant de 1 à 4 a été attribué de la façon suivante :

Indice sédimentologique « de l'impact humain sur les sols »	Interprétation des résultats sédimentologiques
1	Sol cultivé
2	Sol fortement dégradé
3	Sol en début de dégradation
4	Sol primaire

Ces indices répondent aux critères ci-dessous :

« - sols cultivés : structures très remaniées avec des agrégats arrondis et dont la taille peut-être dépendante du type d'outil, mélanges intimes d'horizons A et B, artefacts anthropiques roulés (céramiques, charbons, fragments de fumiers, coprolithes), éventuellement fragments de croûtes de battance ou semelles de labour...

- sols plus ou moins dégradés : les signes de dégradations sont l'acidification (dominance d'enchytraeides, microfaune qui supporte aussi les sols acides, absence de lombrics), la présence de phytolithes (ouverture du milieu), le lessivage et la présence de revêtements argileux poussiéreux (sol mis à nu), l'érosion (ablation d'horizons, remaniements, horizon issu de colluvions).

- sols primitifs : sols biens structurés avec des terriers de lombrics fossiles, peu d'enchitraeides, un horizon Bt non perturbé (revêtements argileux limpides), des artefacts anthropiques non roulés.

Il est important de savoir que ce ne sont pas les ingrédients qui font la recette, mais la façon de les interpréter les uns par rapport aux autres et de tenir compte du contexte archéologique. Donc chaque site étant différent, on prendra en compte davantage une tendance qu'un fait établi. »

Ces indices sédimentologiques sont enregistrés en vue notamment de tenter des corrélations entre les distributions spatiales des résultats archéobotaniques et sédimentologiques (cf. exemple pour la période de l'Age du Fer).

B.2.2.2.47 Les données dendrologiques de lots de charbons de bois de chêne

L'enregistrement des largeurs moyennes des cernes de lots anthracologiques (de chêne) est prévu dans la table de données à chronologie culturelle. Cette méthode « dendrologique » préconisée par Marguerie (1992) permet d'estimer la structure des boisements dans lesquels les chênes se sont développés.

La largeur moyenne obtenue pour chaque lot anthracologique est indiquée en mm. L'écart-type et les effectifs à partir desquels a été calculée la moyenne sont indiqués dans le champ attributaire « remarques » (cf. § B.2.2.2.51).

B.2.2.2.48 Les taxons archéobotaniques remarquables

Ce descripteur permet de prendre en compte des taxons dont l'interprétation autoécologique est essentielle pour la bonne compréhension de l'étude. C'est notamment le cas de taxons caractéristiques de conditions écologiques de température, d'humidité, de pH... (ex. *Quercus ilex*, espèce thermophile, héliophile, xérophile). Le codage est celui déjà utilisé pour l'enregistrement des principaux taxons de provenances « régionales » ou « locales » (cf. § B.2.2.2.34 et § B.2.2.2.35).

B.2.2.2.49 Le nombre de sites archéologiques compris dans un rayon de 10 kilomètres autour des études polliniques pour la région Bretagne

Ces données consignées dans la table de données à chronologie culturelle, sont issues de l'interrogation de la base de données de la carte archéologique du Service Régional Archéologique de Bretagne. Pour chaque étude palynologique, le nombre de sites archéologiques classé par période et compris dans un rayon de 10 kilomètres autour de l'étude a été enregistré (cf. § A.2.2.2).

Cet enregistrement vise à obtenir des corrélations entre le nombre de sites archéologiques et le taux de pollens d'arbres pour l'ensemble des études palynologiques qui recourent une période donnée. L'interrogation du nombre de sites archéologiques n'a donc été réalisée qu'autour des études palynologiques.

B.2.2.2.50 La distance entre l'étude pollinique et l'estimation du trait littoral pour chaque période

Afin de prendre en compte l'effet de la continentalité sur les paléo-végétations, il a été prévu d'enregistrer pour chaque étude archéobotanique la distance minimale avec le trait littoral estimé pour chaque période.

L'estimation de ce trait littoral en fonction des époques a été calculé grâce à la courbe d'évolution des niveaux marins et des isobathes (cf. § A.1.1.2.2 et § A.1.3.2).

B.2.2.2.51 Remarques relatives aux données propres à chaque période (information textuelle)

Ce champ est réservé aux remarques diverses relatives aux résultats enregistrés pour chaque période (ex. effectifs des charbons de bois étudiés, les difficultés d'attributions chronologiques, les problèmes de représentativité des résultats...).

B.2.3 La pertinence du modèle spatio-temporel

B.2.3.1 Utiliser le SIG pour obtenir de l'information

Afin d'obtenir des données concernant les paramètres environnementaux de chacune des études paléoenvironnementales (cf. Schéma Conceptuel de Données § B.2.1), des cartes thématiques vectorisées ou de type raster géoréférencées, telles que des cartes de pluviométries, de températures moyennes, des sols, des cartes archéologiques, de l'hydrographie (...) ont été interrogées par Système d'Information Géographique (Arcview 3.1). Il a ainsi été possible d'attribuer à chaque étude paléoenvironnementale des valeurs obtenues à partir des cartes thématiques.

B.2.3.2 Analyse du type de distribution spatiale des données

Le « test des quadrats » mené sur différentes sélections d'analyses archéobotaniques est promulgué en vue d'estimer la qualité de la distribution spatiale des études (distribution aléatoire ou non) (cf. § B.3.2). C'est là une étape indispensable afin de connaître les biais éventuels de la base de données archéobotaniques. Rappelons que les tests paramétriques (ex. test t student ou test du Qui2) ne peuvent être appliqués que lorsque la distribution spatiale des études est de type aléatoire ($m = \sigma^2$). La distribution des études en agrégats nécessite l'emploi de tests non paramétriques comme par exemple le test de U Mann et Whitney.

B.2.3.3 Analyse diachronique

L'approche temporelle du modèle se concrétise par des comparaisons simples entre les valeurs d'entités paléo-paysagères successives (ex. sélection des études présentant des différences entre des taux de pollens d'arbres d'une période T1 et d'une période T2). Ainsi, l'évolution diachronique des fréquences de chaque groupement archéobotanique, de chaque taxon allochtone, de chaque taxon dominant en plus des moyennes de taux de pollens d'arbres ou de Poacées peut dès lors indiquer les principaux traits paysagers qu'il faut plus particulièrement étudier en fonction de telle ou telle période.

Afin d'estimer les traits généraux de la base de données mais aussi afin d'orienter les analyses spatiales pour chaque période, des statistiques « globales » portant sur l'évolution de l'ensemble des données sont réalisées (ex. description des effectifs des études archéobotaniques période par période, quels sont les types et les distributions spatiales des analyses archéobotaniques ou bien quelle est la fréquence de faits archéobotaniques attribués pour chaque période dans une fenêtre géographique donnée...) (cf. § B.3.3).

Le Système d'Information Géographique Arcview 3.1, permet de faire des différences entre les valeurs de deux images de type « raster ». Il peut être parfois intéressant de réaliser cette différence sur deux images résultant d'interpolations (krigeage) réalisées à partir de données polliniques (ex. taux d'A.P.) de périodes successives. On peut ainsi potentiellement détecter les secteurs qui ont le plus changé vis à vis de secteurs plus stables.

B.2.3.4 Description et analyse cartographique (sélection, interpolation des données) par période

Pour chaque période, une description des données archéobotaniques peut être proposée avec la réalisation de cartes. Il peut s'agir de cartes de répartition de points issus d'une sélection d'un ou plusieurs caractères archéobotaniques (ex. sélection des études présentant des pollens de type allochtones, ou des études présentant à la fois des pollens allochtones et des taux de pollens d'arbres supérieurs à l'indice 4, etc...).

En ce qui concerne les valeurs quantitatives (ex. taux d'A.P.), une visualisation des quantités peut être représentée en proportion avec la taille des symboles. L'utilisation d'interpolations (cf. chapitre en annexe concernant le krigeage) permet aussi de représenter la distribution des grandes tendances spatiales de ces valeurs quantitatives. Les données interpolées peuvent ensuite être attribuées à n'importe quel point de la carte ce qui est utile pour rechercher des corrélations entre données de diverses origines (cf. § B.2.3.5).

Les interpolations obtenues présentent deux autres intérêts majeurs :

- Elles permettent d'une part de « lisser » l'hétérogénéité spatiale éventuelle des valeurs des taux de pollens d'arbres. En effet, la technique d'interpolation du krigeage basée sur la réalisation d'un semi-variogramme permet de s'appuyer sur la variance de l'ensemble des couples d'études polliniques et prend ainsi en compte la distribution spatiale des taux de pollens d'arbres. Cette mise en relation de la variance en fonction de la distance des couples de points permet d'intégrer la fréquence spatiale des formes du paysage (ici les taux de pollens d'arbres). Dans bon nombre de cas, le variogramme décrit des variances faibles pour les études proches et qui vont croître pour les couples de longues distances. Dans ces cas là, la méthode d'interpolation du krigeage accorde une importance d'autant plus forte aux valeurs des études les plus proches de la zone interpolée (cf. chapitre en annexe sur la méthode d'interpolation en annexe). Dans les cas où la variance est au contraire forte dès les couples d'études de faibles distances (cas des structures paysagères hétérogènes), le krigeage accorde alors une même importance à l'ensemble des études voisines pour interpoler la valeur de la zone étudiée. En bref, il résulte un effet de « lissage » des valeurs extrêmes d'études isolées qui est fonction de la forme du variogramme et de la distance des études voisines (ex. un fort taux de pollens d'arbres au milieu d'un ensemble d'études présentant des valeurs d'A.P. faibles, n'a, en fonction de la forme du variogramme mais aussi de la proximité des études les plus proches des points interpolés, qu'une incidence modérée sur l'interpolation).

- Par ailleurs, les cartes obtenues par interpolation peuvent fournir une aide à l'interprétation et ainsi orienter les analyses spatiales qui paraissent les plus pertinentes à mener. (ex. des distributions spatiales proches entre une carte thématique - ex. distribution de la pluviométrie - et une carte d'interpolation des taux de pollens d'arbres invitent à tester la corrélation entre les taux de pollens d'arbres interpolés et les valeurs de la carte des précipitations).

Les valeurs qualitatives (ex. les groupements archéobotaniques régionaux) sont quant à elles représentées par des symboles (ex. la carte des types d'analyses paléoenvironnementales) ou bien par des polygones de Thiessen (coloriés ou hachurés de manière spécifiques) permettant alors de visualiser la répartition des valeurs sous la forme de mosaïques de polygones.

B.2.3.5 Analyse statistique des données par période

Plusieurs traitements statistiques peuvent être menés afin de caractériser les entités paléoenvironnementales obtenues pour chaque période.

Des analyses multivariées sont ainsi réalisées sur les données archéobotaniques de chaque période (ex. les occurrences de taxons allochtones et de groupements archéobotaniques sont traitées en AFC pour obtenir des typologies de compositions paléopaysagères) et sur les paramètres abiotiques de chaque étude (ex. données sur la distribution de la pluviométrie, le pH, le relief, etc..., traité en ACP). Par la suite, en vue d'expliquer les résultats archéobotaniques par les paramètres environnementaux, une analyse par Co-inertie est généralement effectuée. Cette technique est en effet jugée moins contraignante que l'analyse canonique (cf. annexe).

Les descripteurs retenus pour les données archéobotaniques sont notamment les occurrences (présence / absence) de taxons allochtones ou des groupements archéobotaniques. En ce qui concerne les données abiotiques, nous avons choisi d'utiliser des variables quantitatives avec par exemple, la distance par rapport au rivage, l'altitude, les profondeurs de sol, le pH... Une explication des résultats archéobotaniques grâce à l'environnement naturel (abiotique) des sondages est alors recherchée. La disponibilité partielle des bases de données archéologiques (cf. § A.2.2.2) ne nous a cependant pas permis de véritablement introduire le paramètre archéologique dans les traitements multivariés (excepté pour la période de l'Age du Bronze). Pour certaines périodes, l'absence d'explications solides entre la distribution spatiale des variables archéobotaniques et abiotiques pourrait donc trouver des solutions avec la mise à disposition et l'introduction future des données archéologiques dans les traitements multivariés.

Pour rechercher une explication d'ordre anthropique, nous disposons pour les études palynologiques du nombre de sites archéologiques inventoriés dans un périmètre de 10 kilomètres autour de chaque sondage. Des tests de corrélation peuvent ainsi être réalisés, pour chaque période, entre le nombre de sites archéologiques et le taux de pollens d'arbres (ou taux de pollens de Poacées, nombre de taxons polliniques de plantes adventices, de plantes rudérales...). Le coefficient de corrélation obtenu permet alors de juger de la dépendance ou non entre les variables.

Des tests de corrélations peuvent aussi être employés au coup par coup (après vérification du type de distribution spatiale aléatoire ou non), entre variables archéobotaniques ou avec des paramètres abiotiques (ex. test visant à vérifier une corrélation entre les largeurs moyennes de cernes de lots anthracologiques et les distances à la mer...). Il est par ailleurs possible d'obtenir des données quantitatives (taux de pollens d'arbres) pour n'importe quel point de la surface du Massif armoricain par l'intermédiaire des interpolations de taux de pollens d'arbres (cf. § annexe). Des corrélations entre les taux de pollens d'arbres interpolés et la distribution de n'importe quelle variable quantitative (ex. la distribution des largeurs moyennes de cernes de lots anthracologiques) peuvent ainsi être testées.

Enfin la distribution spatiale d'une sélection de points d'une variable donnée (ex. sélection des études polliniques présentant un caractère X vis-à-vis d'une sélection d'études présentant le caractère Y) peut être mis en relation avec la distribution spatiale d'une variable (V) quantitative (ex. distribution de la pluviométrie), grâce au test non paramétrique de U Mann et Whitney. En effet, l'attribution de valeurs quantitatives de la variable (V) à chaque étude des deux ensembles d'études sélectionnées permet d'obtenir deux séries de valeurs quantitatives (avec une moyenne et une variance respective). Il est ensuite possible de différencier de manière significative, ou non, ces deux séries de données (V) grâce au test de U Mann et Whitney (cf. exemple pour la période de la fin de l'Atlantique § B.4.5.2. et cf. annexe pour la description des tests).

B.2.3.6 Mise au point d'un modèle de reconstitution du paysage

Cette partie correspond à l'interprétation des résultats. Elle explicite l'impact et l'influence des variables vis-à-vis des répartitions spatio-temporelles de la végétation. Dans le cadre de ce mémoire, cette partie est réalisée de manière textuelle.

La mise au point d'un véritable modèle nécessiterait la mise en correspondance entre des données archéobotaniques actuelles et des données relatives aux environnements de chaque point d'étude à partir d'un très grand nombre de points répartis de manière aléatoire sur le Massif armoricain. Cela n'a pas été possible dans le cadre de ce mémoire (cf. § Perspectives).

Le développement de modèles (Tauber 1965, 1977), (Davis, 1963 : le R-value model), (Andersen, 1970 : le modèle linéaire introduisant le facteur de correction et le « bruit de fond pollinique »), (Parsons & Prentice, 1981, Prentice & Parsons 1983 : l'extended R-value model permettant d'éliminer l'effet Fagerlind avec les fréquences polliniques relatives), (Sugita, 1994 : décrit le dépôt des pollens sur toute la surface d'un lac circulaire de rayon r), permet désormais de « mathématiser » et de simuler la relation « végétation - composition pollinique » de manière de plus en plus complexe et exacte. Il est ainsi possible de reconstituer une mosaïque végétale (cf. chapitre à propos de la quantification des données polliniques) à partir d'une composition pollinique et inversement (Sugita, 1994). Ces reconstitutions ne sont néanmoins envisageables qu'à des échelles relativement locales (quelques kilomètres autour du point de sondage pollinique, Brostrom *et al.*, 2004).

B.2.4 Simuler un processus spatio-temporel et validation du modèle à l'échelle régionale

Cette étape vise à créer des cartes de reconstitutions végétales régionales probables en utilisant les principes de la modélisation prédictive. Cette modélisation est basée sur les analyses spatio-temporelles explicitées ci-dessus (§ B.2.3.6) et intègre les hypothèses développées pour expliquer les résultats (ex. la répartition spatiale d'une paléo-végétation fortement corrélée à la distribution spatiale d'un paramètre environnemental). Un « poids » est ainsi attribué aux différents paramètres explicatifs en fonction des corrélations obtenues avec les distributions archéobotaniques. Ce « poids » est ensuite reporté à différentes couches thématiques environnementales (ex. carte de température, carte topographique, carte pédologique).

Après une transformation éventuelle des couches environnementales en images « raster », il est alors possible d'effectuer des superpositions booléennes de ces images avec uniquement les couches environnementales les plus « explicatives » au regard d'une paléo-végétation.

La combinaison des valeurs de couches thématiques environnementales (abiotiques et anthropiques) peut ainsi permettre de faire ressortir une mosaïque d'unités végétales potentielles apparaissant les plus probables (ex. si une bonne corrélation entre les distributions spatiales des occurrences archéobotaniques de landes, les valeurs du relief, le pH des sols, la densité en sites archéologiques est démontrée, on peut alors étendre la surface potentielle de ces landes à l'ensemble des secteurs combinant à la fois les valeurs des différentes couches thématiques sélectionnées).

On aboutit ainsi en théorie à des cartes de probabilités des paléo-végétations (cf. § Perspectives).

En toute logique, une ultime étape consisterait à aller réaliser de nouveaux sondages pollinique en quantité et selon une distribution suffisante afin de vérifier, valider (ou infirmer) le modèle.

B.2.5 Les logiciels et systèmes de projections utilisés

Deux logiciels de Système d'Information Géographique ont été utilisés : Arcview 3.1 © et Mapinfo 5.5 © pour enregistrer et traiter une partie des données. L'ensemble des données géographiques a été géoréférencé sous la projection Lambert II, projection la mieux adaptée pour travailler sur le Massif armoricain.

Le traitement statistique des données (mise en graphiques et analyses diverses) a été réalisé avec Excel © (avec l'extension Xstat), Statistica © et ADE4 © pour les traitements multivariés.

B.3. Description et interprétation générale des résultats

B.3.1 Inventaire des études paléoenvironnementales

552 études paléoenvironnementales ont été inventoriées dans ce mémoire (cf. inventaire complet en Annexe). L'inventaire des études archéobotaniques (467 études) résulte d'une recherche bibliographique poussée, réalisée de la manière la plus objective possible. Il n'y a eu aucune sélection d'articles en fonction d'auteurs, de date de parution de l'article, ou de lieu de stockage des articles (bibliothèques de l'Université de Rennes 1, Rennes 2, du Service Régional d'Archéologie de Bretagne, du laboratoire d'Anthropologie de Rennes 1 et consultation directe auprès des chercheurs).

Cet ensemble se compose essentiellement d'études palynologiques (217 études) et anthracologiques (249 études). Si les études anthracologiques sont généralement dépendantes de chantiers de fouilles archéologiques, il n'en est rien pour les études palynologiques dont la plupart ont été effectuées en zones humides (148 études). Les études carpologiques sont, elles aussi, dépendantes des fouilles archéologiques, leur effectif (33) est plus faible que les effectifs des autres disciplines archéobotaniques. Quelques études xylogiques (7) ont été réalisées sur des charpentes ou des vestiges d'habitats (Fig. 72).

En plus de ces disciplines archéobotaniques, des études relevant d'autres techniques archéométriques telles que l'archéozoologie (10 études), la sédimentologie (30 études) et autres études (ex. tissu perminéralisé) ont parfois été inventoriées. L'objectif de ce mémoire étant de bâtir un modèle reposant avant tout sur les données archéobotaniques, l'enregistrement de ces études est moins exhaustif.

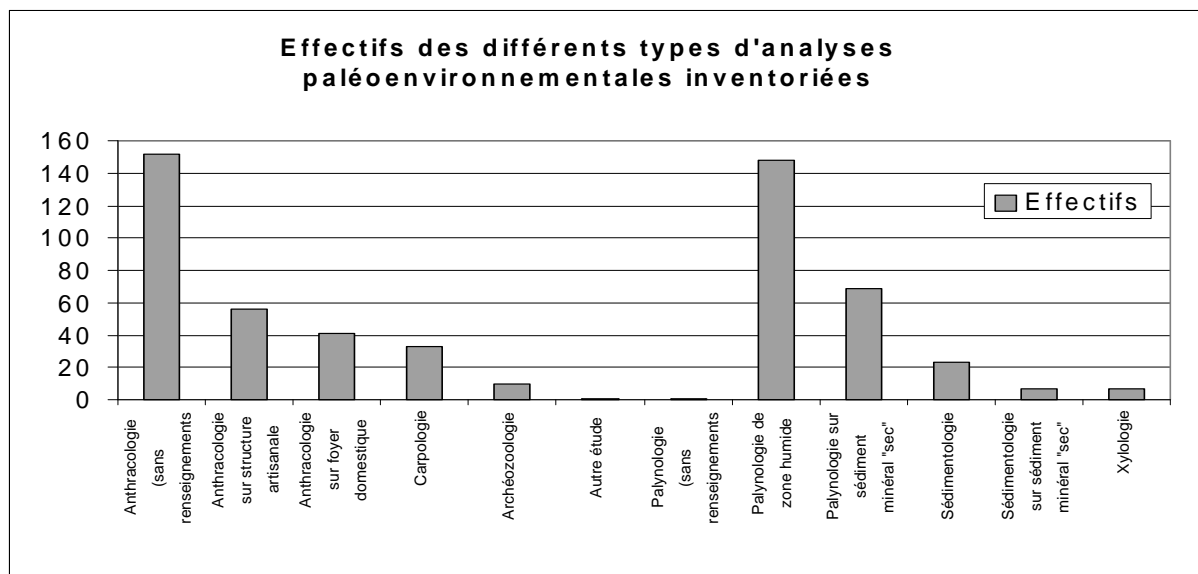


Fig. 72 Répartition des effectifs des différentes études paléoenvironnementales inventoriées.

Ensemble des études paléoenvironnementales inventoriées et enregistrées pour le Massif Armoricain

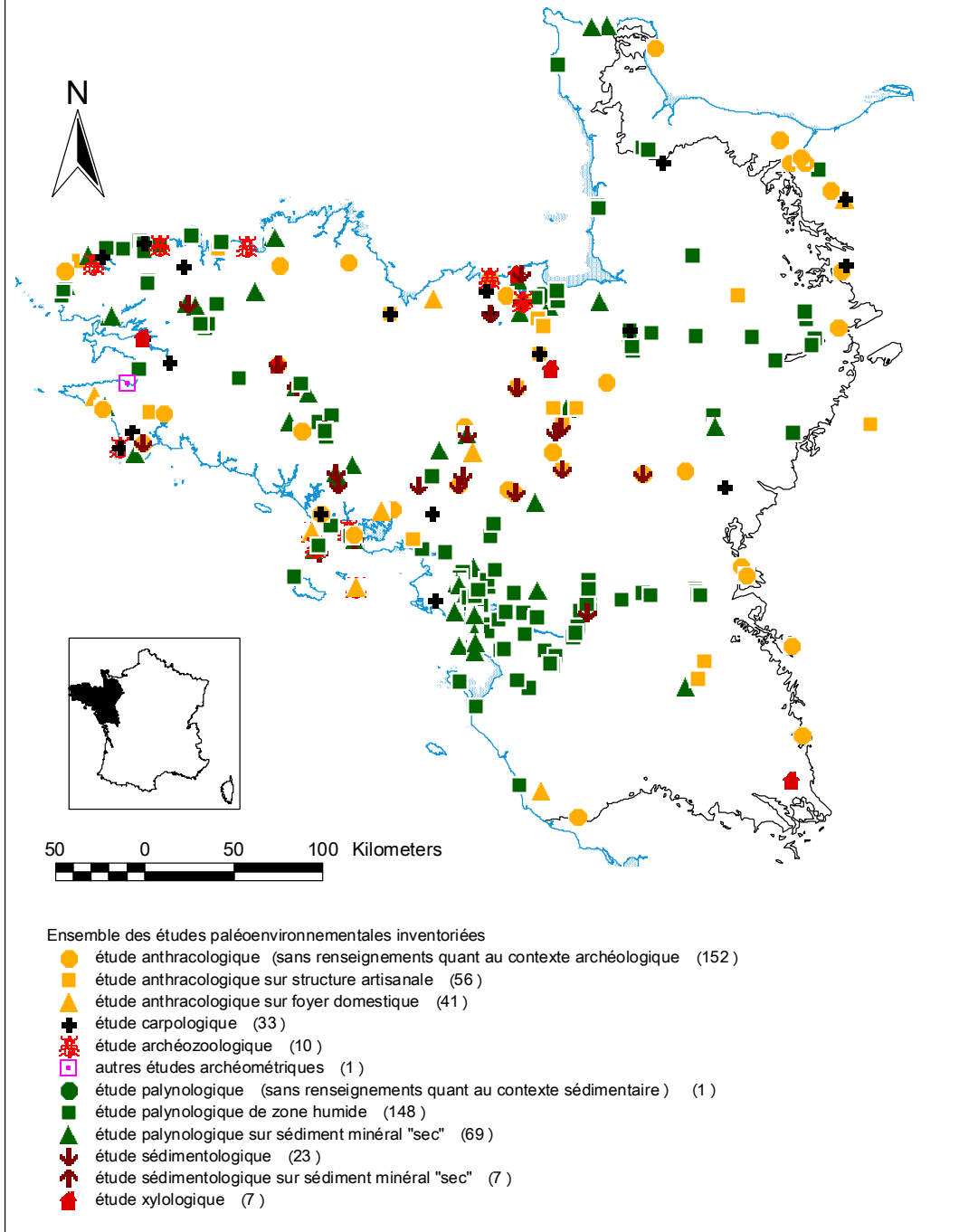


Fig. 73 Distribution spatiale des études paléoenvironnementales inventoriées en fonction des différents types d'analyses.

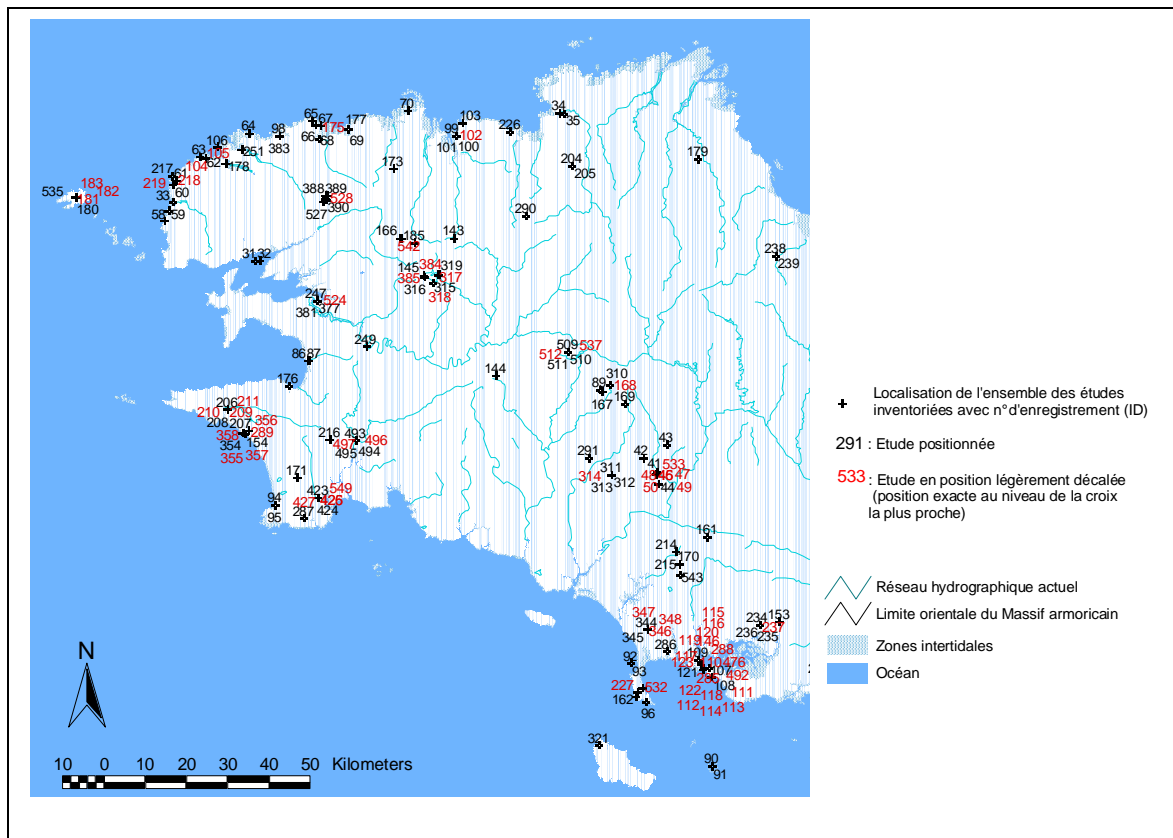


Fig. 74 Carte de répartition des études inventoriées (études signalées par leur numéro d'enregistrement « ID ») sur l'ensemble de la partie occidentale du Massif armoricain.

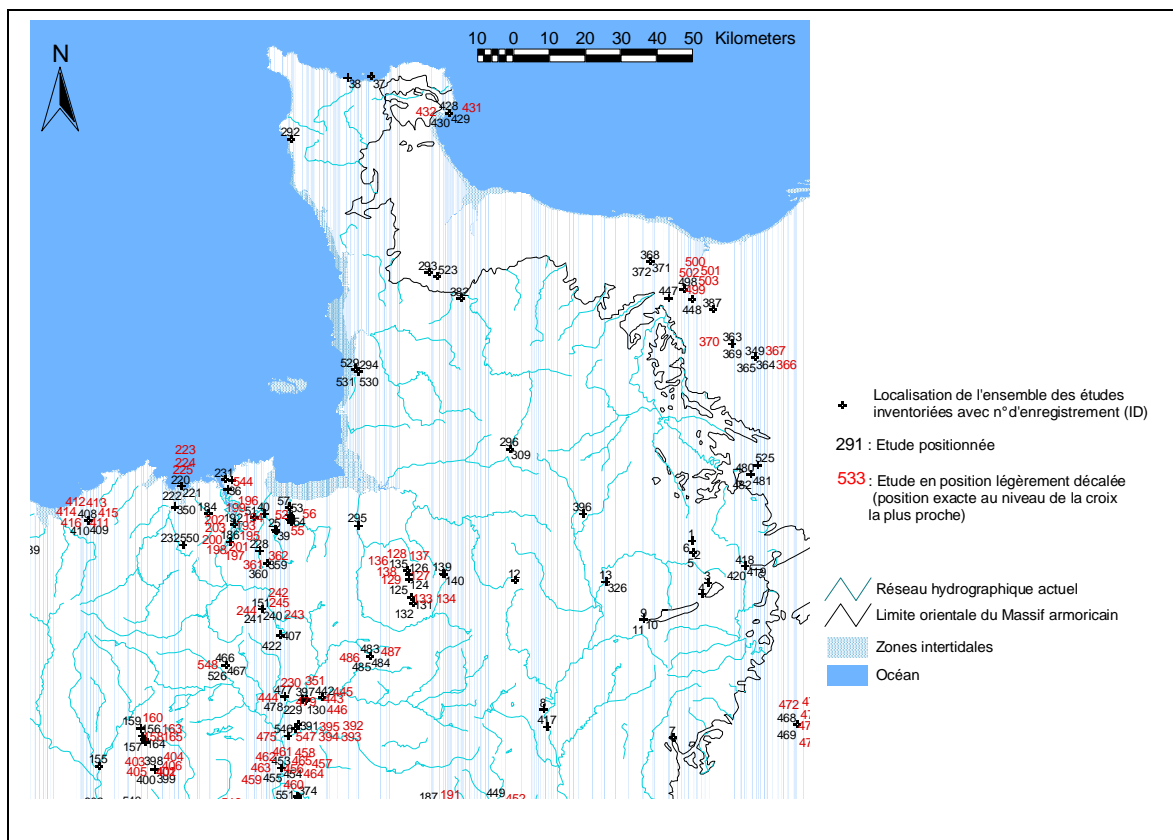


Fig. 75 Carte de répartition des études inventoriées (études signalées par leur numéro d'enregistrement « ID ») sur l'ensemble de la partie nord-est du Massif armoricain.

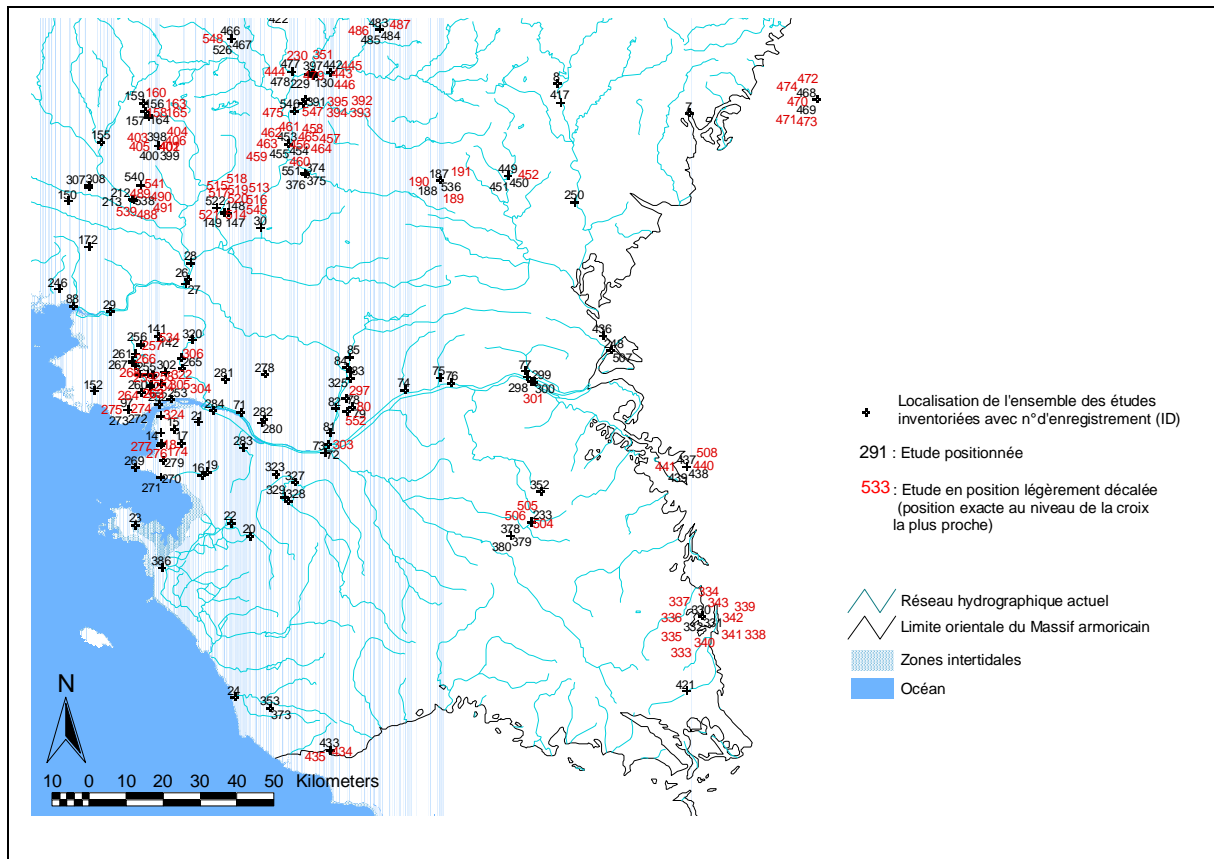


Fig. 76 Carte de répartition des études inventoriées (études signalées par leur numéro d'enregistrement « ID ») sur l'ensemble de la partie sud-est du Massif armoricain.

B.3.2 Distribution spatiale des études

Contrairement à beaucoup de disciplines amenées à étudier des distributions spatiales d'échantillons (ex. des études de peuplements écologiques par le biais de placettes réparties de manière aléatoire), les disciplines archéologiques ne contrôlent pas le choix des lieux de prélèvements. En effet, les études anthracologiques, carpologiques voire certaines études palynologiques dépendent des lieux de fouilles archéologiques. L'ensemble des biais propres à la distribution spatiale des sites archéologiques (prospections hétérogènes en fonction des centres d'intérêts des prospecteurs, des moyens techniques employés, des destructions, de l'existence ou non d'association d'archéologie, d'un intérêt ou non des instances territoriales, de la politique du service régional d'archéologie...) se retrouvent donc aussi dans la distribution spatiale d'un certain nombre d'études archéobotaniques.

« Le test des quadrats » (cf. annexe) réalisé à plusieurs échelles d'échantillonnage (1000 disques de 5000 m, 10000 m, 30000 m répartis de manière aléatoire) sur des sélections d'études archéobotaniques permet d'estimer le type de distribution spatiale des études.

B.3.2.1 Tests des quadrats réalisés sur l'ensemble des points d'études carpologiques, anthracologiques et palynologiques en contexte archéologique (contexte minéral sec)

« Tests des quadrats » réalisés sur l'ensemble des études carpologiques, anthracologiques et palynologiques sur sédiment minéral sec.

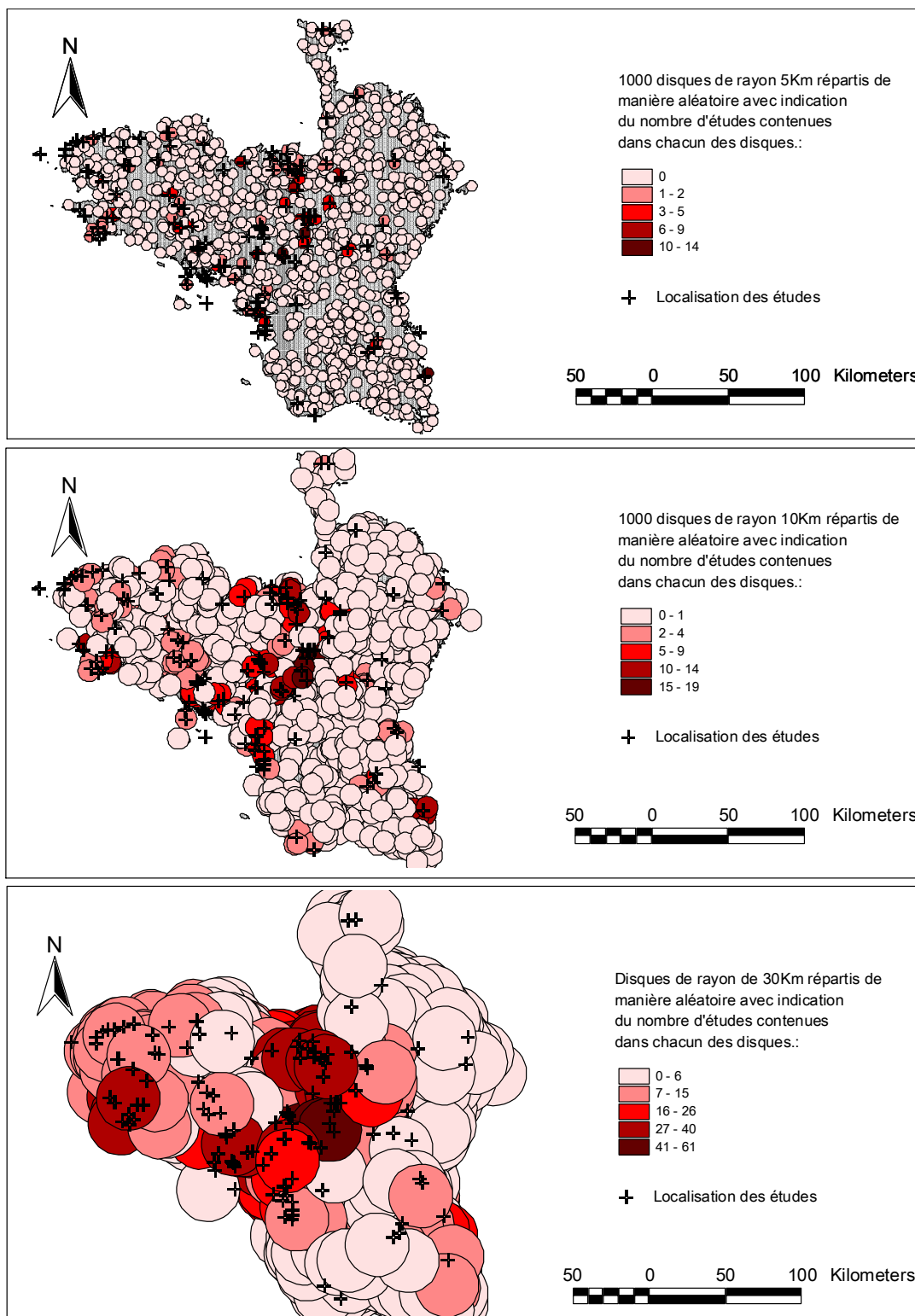


Fig. 77 Représentation cartographique du « test des quadrats » réalisé avec 1000 disques répartis de manière aléatoire de rayon 5, 10 et 30 kilomètres. Les concentrations d'études par disque sont représentées par un dégradé de couleur.

	Test des quadrats réalisé à partir du nombre d'études comprises dans 1000 disques de 5km de rayon répartis de manière aléatoire	Test des quadrats réalisé à partir du nombre d'études comprises dans 1000 disques de 10km de rayon répartis de manière aléatoire	Test des quadrats réalisé à partir du nombre d'études comprises dans 1000 disques de 30km de rayon répartis de manière aléatoire
Moyennes	0.329	1.256	10.604
Variances	2.145	8.33	138.92
Indice de distribution : $I = \sigma^2/m$	6.519	6.63	13.100

Fig. 78 Calculs des indices de distribution pour chaque « test des quadrats ». L'indice est systématiquement supérieur à 1. La meilleure représentation de ce type de distribution est donnée par la loi binomiale négative qui est caractéristique de distribution en agrégats (cf. la distribution asymétrique de l'histogramme de la figure ci-dessous).

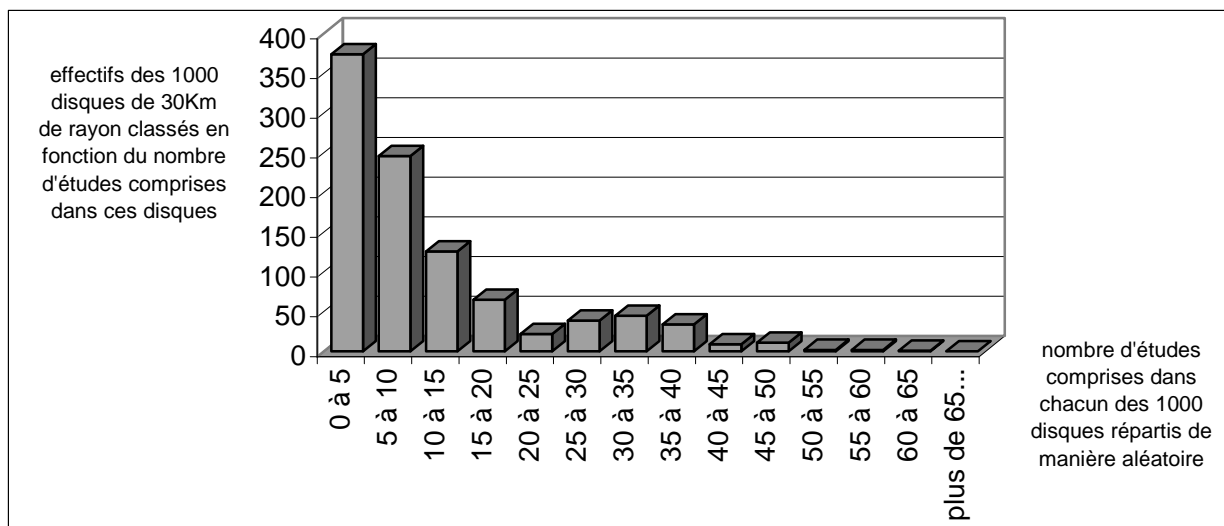


Fig. 79 Classement des 1000 disques de 30 kilomètres de rayon répartis de manière aléatoire sur le Massif armoricain, en fonction du nombre d'études carpologiques, anthracologiques ou palynologiques de contexte minéral sec (donc études paléoenvironnementales en liaison directe avec les sites archéologiques), compris à l'intérieur de chacun de ces disques. La forme très asymétrique de l'histogramme indique une distribution de ces études paléoenvironnementales en agrégats ($\sigma^2 \gg m$ avec $I = 13.1$).

La distribution des études paléoenvironnementales inféodées aux sites archéologiques est distribuée en agrégats (cf. calculs des indices de dispersion ci-dessus).

Les points d'études sont surtout concentrés autour de Rennes ainsi que sur toute la partie nord de l'Ille-et-Vilaine. Cette distribution s'explique par les découvertes archéologiques fréquentes lors des travaux publics de Rennes et sa banlieue mais aussi avec l'existence du Laboratoire d'Anthropologie de l'université de Rennes 1, capable de procéder aux études anthracologiques et carpologiques. Notons qu'un chantier de fouille archéologique génère généralement plusieurs structures de combustion et d'autant plus d'enregistrements anthracologiques, ce qui peut aussi expliquer les effets « d'agrégats ».

Les concentrations du nord de l'Ille-et-Vilaine s'expliquent davantage par la construction d'une autoroute qui a permis de mettre au jour plusieurs sites, mais aussi par les vestiges archéologiques côtiers.

Une concentration de points d'études est perceptible sur la côte morbihannaise. Elle correspond aux nombreux vestiges archéologiques qui parsèment toute cette côte. En effet, les études menées notamment sur les vestiges mégalithiques depuis la Brière jusqu'à la région de Carnac ont généré de nombreux restes carbonisés (charbons et graines).

Un nombre, pourtant assez restreint, de fouilles menées sur la pointe sud du Finistère a fourni un grand nombre de lots anthracologiques, ce qui explique la concentration d'études apparentes dans ce secteur. On compte notamment le site de Penancreach à Quimper, les sites du Souc'h et le village de Kersigneau à Plouhinec.

Des études polliniques réalisées sur sédiment minéral sec viennent s'ajouter à cette liste. Il s'agit notamment des études effectuées par M.-T. Morzadec (1974) sur la côte nord du Finistère et dans la Baie du Mont-Saint-Michel.

Par ailleurs, en ce qui concerne les statistiques de ces données, ces distributions en agrégats invitent à utiliser des tests non paramétriques tels que le test de U Mann et Withney plutôt que les tests paramétriques tels que le Qui 2 et le Test t student qui nécessitent une distribution aléatoire ou une transformation des données pour pouvoir être utilisés.

B.3.2.2 Tests des quadrats réalisés sur l'ensemble des points d'études palynologiques des zones humides

Les sondages palynologiques sont choisis en fonction de la qualité du potentiel palynologique conservé dans les sédiments et aussi en fonction de la proximité d'un site archéologique. De plus en plus souvent, les études palynologiques réalisées dans des zones humides, moins sujettes aux conservations différentielles sont préférées (Visset, 1979). Ces dernières études sont donc davantage détachées de la proximité des sites archéologiques (même si en général une étude palynologique rentre dans des programmes de recherche qui, eux, sont dépendants de préoccupations archéologiques, ex. Marguerie, 1992).

Néanmoins, le paramètre humain intervient tout de même dans le choix et donc dans la distribution des études de zones humides. Ainsi, la concentration des études autour de la vallée de la Loire et plus globalement de Nantes est directement liée à l'équipe de palynologie du Laboratoire d'Ecologie et des Paléoenvironnements atlantiques de Nantes (Fig. 73). En revanche, la rareté des études polliniques dans le centre de la Bretagne et en Normandie s'explique probablement par l'éloignement des laboratoires de recherche de Nantes et de Rennes... Enfin, la répartition spatiale naturelle des zones humides va évidemment jouer sur la distribution des études polliniques de ces zones (ex. toute la zone de la Brière se prête mieux aux sondages palynologiques que la partie sud-est en léger relief du Massif armoricain).

«Tests des quadrats » réalisés sur l'ensemble des études palynologiques de zones humides.

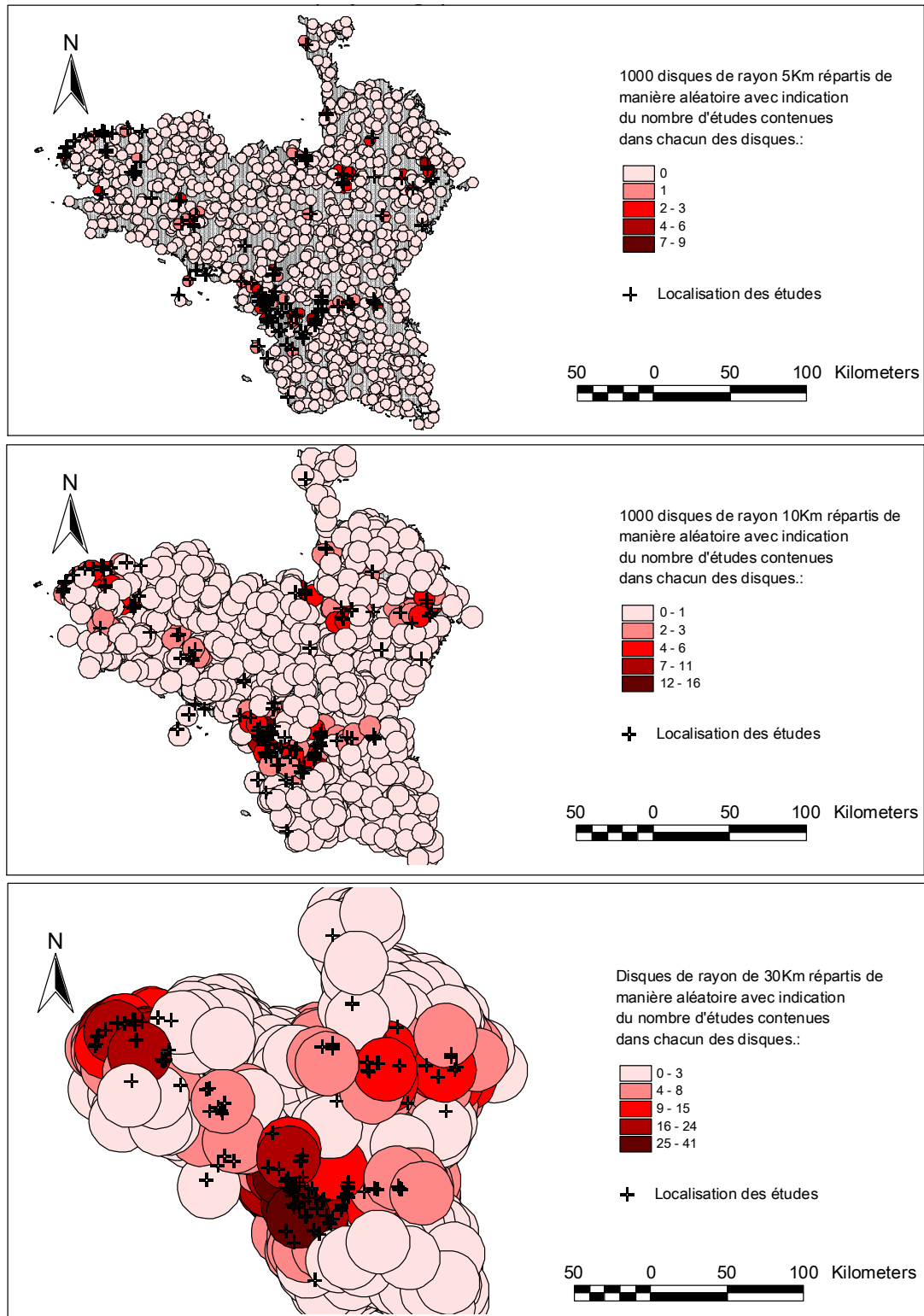


Fig. 80 Représentation cartographique du « test des quadrats » réalisé avec 1000 disques répartis de manière aléatoire de rayon 5, 10 et 30 kilomètres. Les concentrations d'études palynologiques de zones humides par disque sont représentées par un dégradé de couleur.

	Test des quadrats réalisé à partir du nombre d'études comprises dans 1000 disques de 5km de rayon répartis de manière aléatoire	Test des quadrats réalisé à partir du nombre d'études comprises dans 1000 disques de 10km de rayon répartis de manière aléatoire	Test des quadrats réalisé à partir du nombre d'études comprises dans 1000 disques de 30km de rayon répartis de manière aléatoire
Moyennes	0.126	0.58	5.313
Variances	0.378	2.60	43.54
Indice de distribution : $I = \sigma^2/m$	3.003	4.49	8.195

Fig. 81 Calculs des indices de distribution pour chaque « test des quadrats » pour les études palynologiques de zone humide. L'indice est systématiquement supérieur à 1. La meilleure représentation de ce type de distribution est donnée par la loi binomiale négative qui est caractéristique de distributions en agrégats (cf. la distribution asymétrique de l'histogramme Fig. 82 ci-dessous).

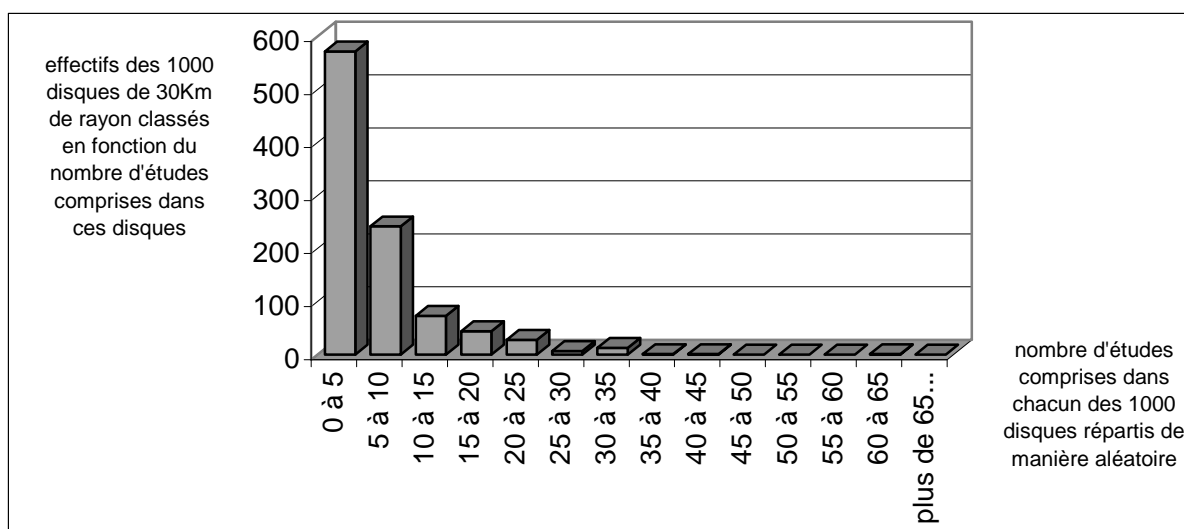


Fig. 82 Classement des 1000 disques de 30 kilomètres de rayon répartis de manière aléatoire sur le Massif armoricain, en fonction du nombre d'études palynologiques de zones humides compris à l'intérieur de chacun de ces disques. La forme très asymétrique de l'histogramme indique une distribution de ces études paléoenvironnementales en agrégats ($\sigma^2 \gg m$ avec $I=8,195$).

Pour les études palynologiques de zones humides, même si le type de distribution obtenu est aussi en « agrégats », les indices de distribution sont plus « proches » de 1 vis-à-vis des indices obtenus pour les études paléoenvironnementales réalisées en relation directe avec les sites archéologiques (Fig. 81 et Fig. 82). Les études palynologiques de zones humides sont donc regroupées en agrégats mais elles le sont un peu moins que les études anthracologiques, carpologiques et palynologiques de contexte minéral sec.

Deux raisons principales peuvent expliquer la distribution de ces études polliniques de zones humides. La première raison est naturelle. En effet, le département de la Loire Atlantique présente le plus fort pourcentage de surfaces occupées par les zones humides. Les marais de la Brière qui ont fait l'objet de la thèse de L. Visset (1979) contribuent largement à ces résultats. En revanche, les départements des Côtes d'Armor et de l'ensemble de la marge orientale du Massif armoricain sont globalement moins recouverts par les zones humides (Fig. 84 et Fig. 85). La rareté de ces zones humides implique bien évidemment moins d'études polliniques de zones humides dans ces secteurs. Il ressort de la comparaison des

deux cartes, une corrélation (valeur du coefficient de corrélation = 0.83) entre le nombre d'études polliniques de zones humides et le pourcentage des surfaces occupées par les zones humides dans chaque département (Fig. 83 ci-dessous).

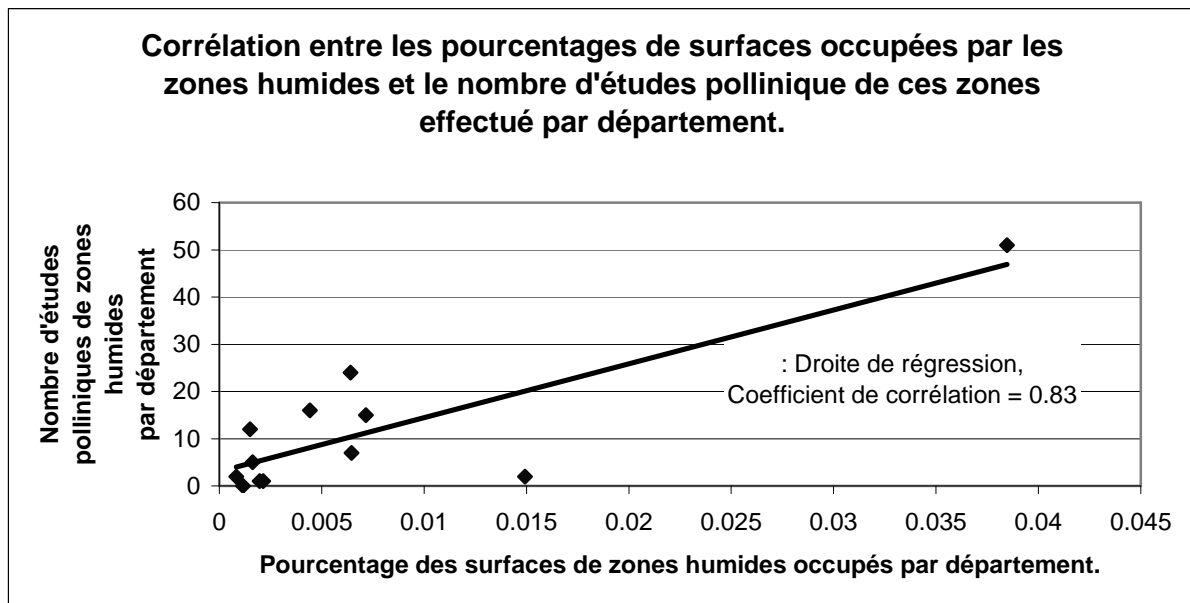


Fig. 83 Corrélation entre le pourcentage des surfaces occupées par les zones humides et le nombre d'études polliniques de zones humides par département.

La corrélation n'est néanmoins pas parfaite. Le cas du département de la Mayenne, peu pourvu en zones humides a par exemple fait l'objet d'une recherche particulière (la thèse de D. Barbier, 1999) augmentant ainsi le nombre d'études de zones humides par rapport à ce qu'on pouvait attendre au regard du pourcentage de surface de zones humides du département... Le Finistère possède aussi un nombre d'études sur-représenté par rapport au potentiel de zones humides (Fig. 84 et Fig. 85). Cela est essentiellement lié à la thèse de M.-T. Morzadec-Kerfourn (1974) sur la côte nord du département, mais aussi à des programmes de recherches sur la région des Monts d'Arrée qui présentent des tourbières se prêtant particulièrement bien aux études palynologiques (Marguerie et Visset, 1995).

Enfin, le Laboratoire d'Ecologie et des Paléoenvironnements atlantiques de Nantes n'est pas indépendant à la forte concentration d'études polliniques de la Loire Atlantique.

Remarque : L'ensemble des fréquences des occurrences de taxons ou de groupements archéobotaniques sont biaisés par la distribution en agrégats des sondages. Dans la mesure du possible il est donc nécessaire de commenter les résultats au regard des cartes de répartitions des occurrences...

Pourcentages des surfaces occupées par les zones humides par département du Massif Armoricain.

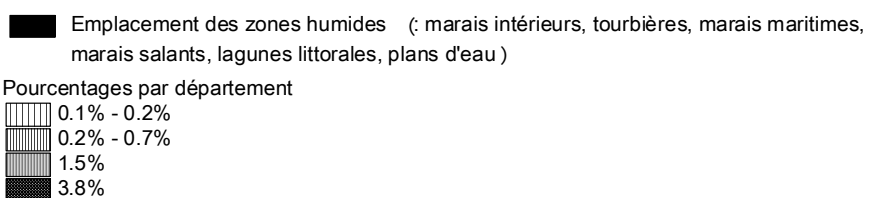
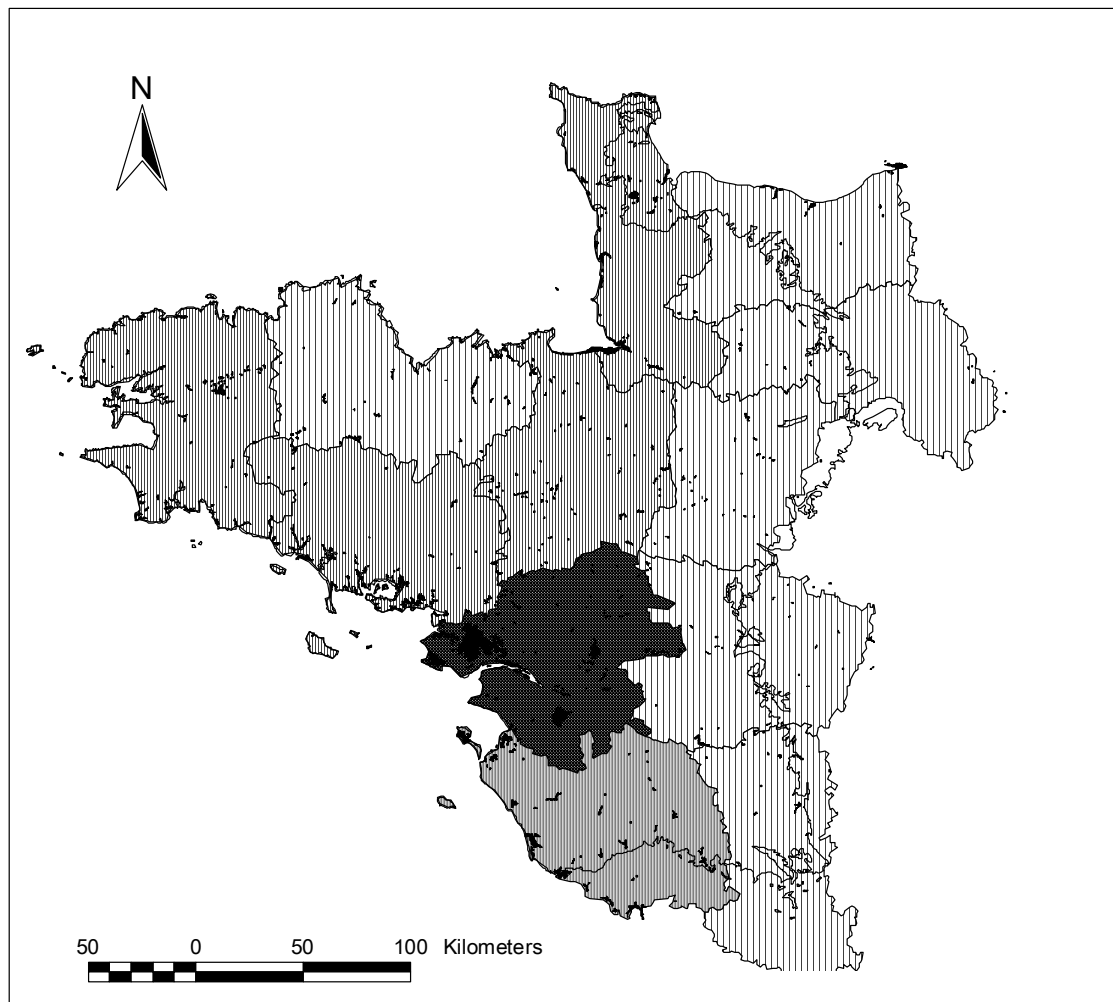
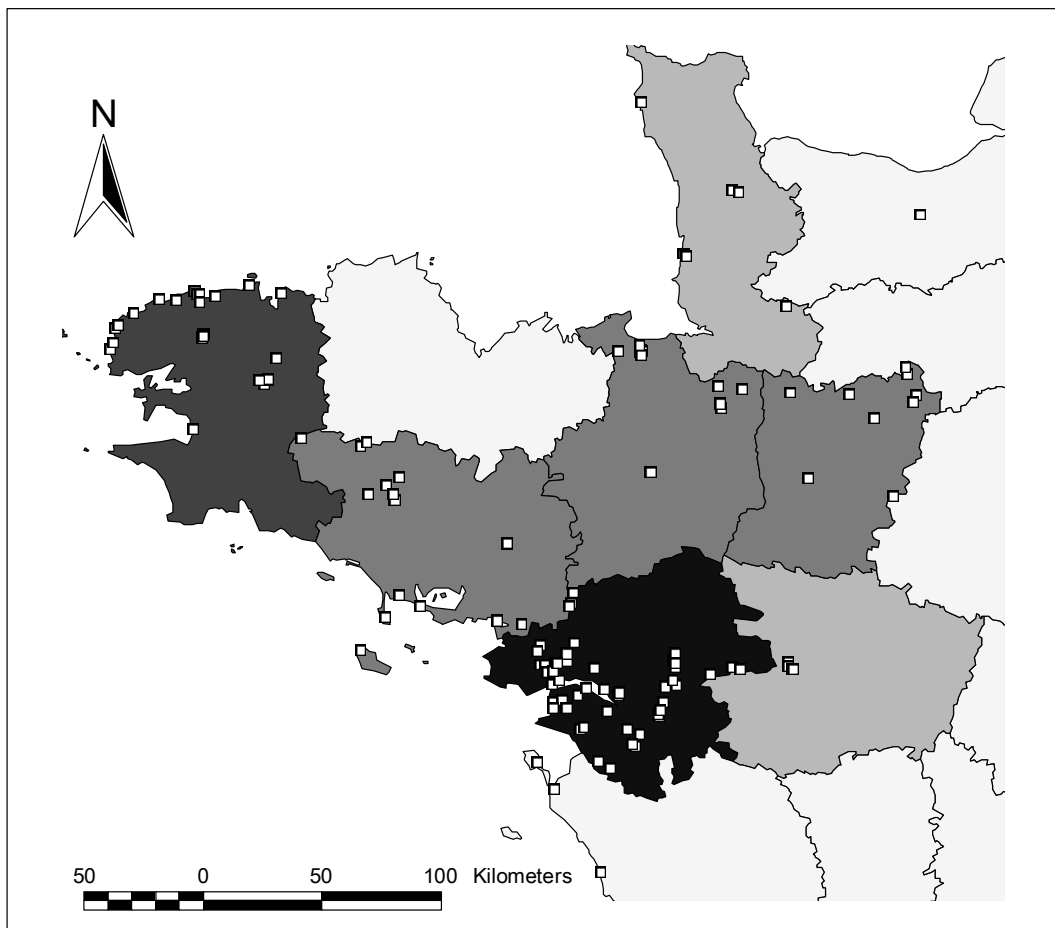


Fig. 84 Représentation cartographique du pourcentage de surfaces occupées par les zones humides par département (données issues de la base de données CORINE Land Cover v. 1.3).

Effectifs des études polliniques de zones humides par département.



□ Emplacements des études polliniques de zones humides

Nombre d'études polliniques de zones humides par département.

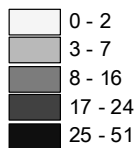


Fig. 85 Représentation cartographique du nombre d'études polliniques de zones humides par département.

B.3.3 Description diachronique des résultats

B.3.3.1 Distribution des données paléoenvironnementales par périodes climatiques (enregistrement dans la table de données à chronologie climatique)

B.3.3.1.1 Distribution chronologique des entités paléo-paysagères et des datations radiocarboniques

L'objectif de l'enregistrement des données de cette table est avant tout d'obtenir une perception régionale à supra-régionale de la distribution des paléoenvironnements. Pour cette raison et contrairement à la table de données à chronologie culturelle, l'enregistrement des compositions forestières a été prévu dans la table de données à chronologie climatique.

Ce sont les études palynologiques (626 entités paléo-paysagères toutes périodes confondues) qui se prêtent finalement le mieux à cet enregistrement devant les études anthracologiques (74 entités paléo-paysagères à partir de la Fin de l'Atlantique). Les études sédimentologiques, xylologiques et sédimentologiques sont rares car mal adaptées à l'enregistrement d'une information « régionale » ou « forestière » (cf. groupements régionaux § B.2.2.2.37.3).

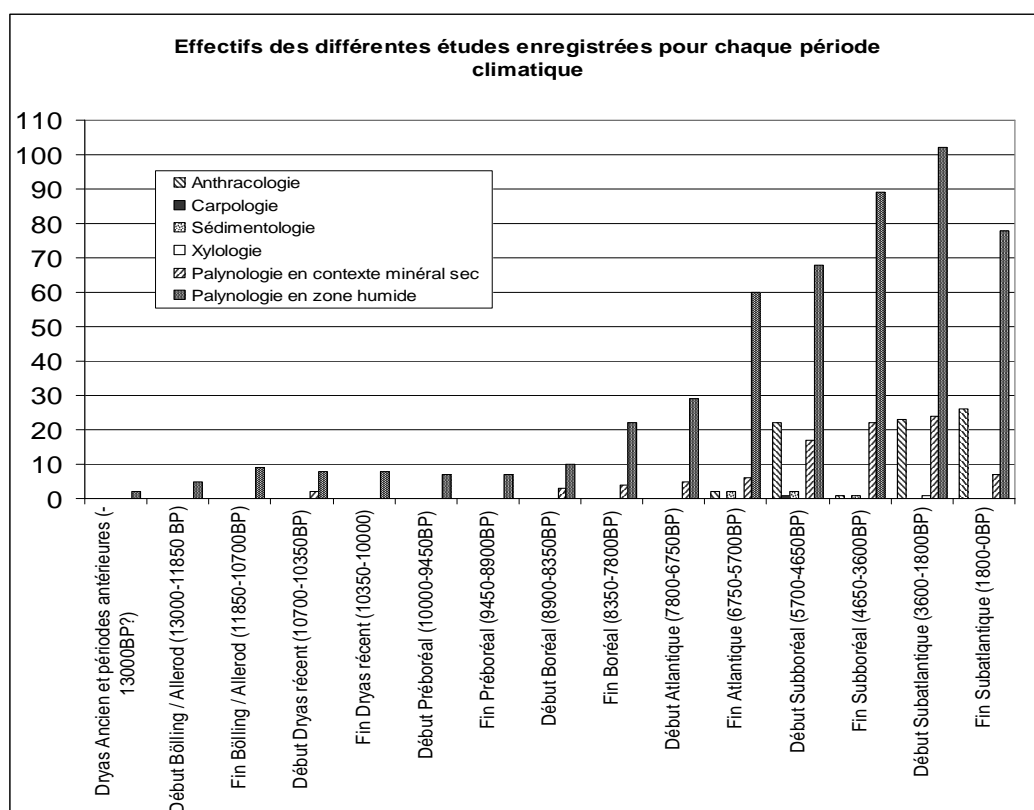


Fig. 86 Distribution des effectifs des entités paléo-paysagères enregistrées en fonction des périodes climatiques.

Les données enregistrées sont plus nombreuses pour les périodes les plus récentes.

On note tout d'abord un nombre réduit d'études (entre 2 et 9 études polliniques) disponibles pour le Tardiglaciaire jusqu'au Boréal. Avec le début de l'Holocène s'amorce ensuite une augmentation importante du nombre d'études jusqu'au début du Subatlantique.

La période de la fin du Subatlantique voit néanmoins les effectifs des enregistrements polliniques chuter. En effet, les parties les plus hautes des stratigraphies palynologiques sont

assez fréquemment rejetées ou non-interprétées avec précision à cause de perturbations des niveaux ou du manque de datations radiocarboniques (Fig. 87, le nombre de dates radiocarbone suit aussi un léger fléchissement à la fin du Subatlantique), d'érosions et voire parfois aussi du « manque d'intérêt » pour les entités paléo-paysagères d'époques récentes.

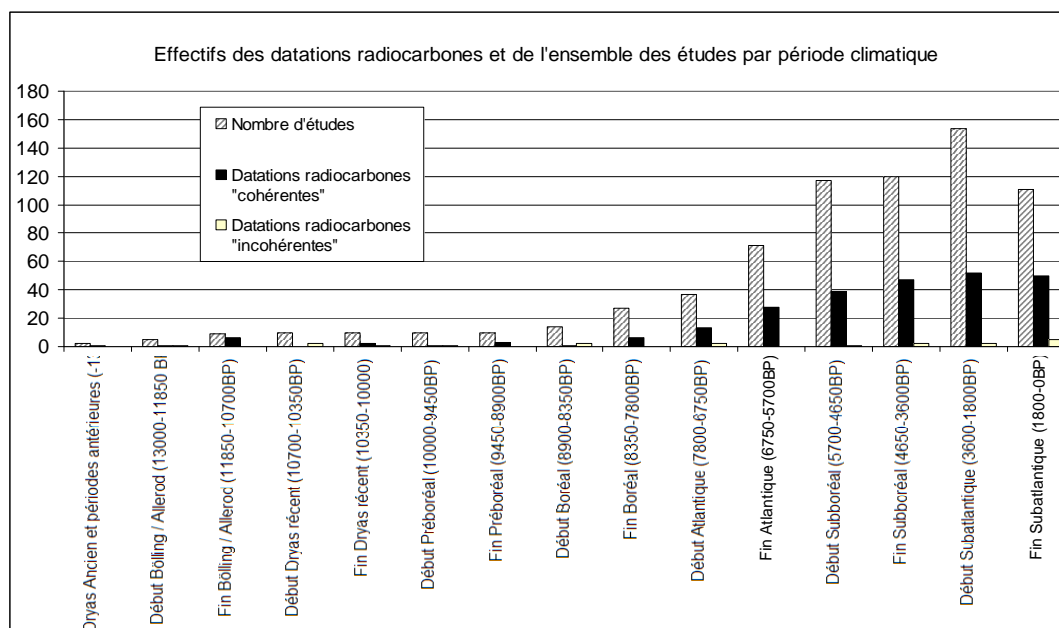


Fig. 87 Distribution des datations radiocarbone de l'ensemble des études en fonction des périodes climatiques

La distribution chronologique du nombre de datations suit une évolution parallèle à celle du nombre d'études. Au regard de l'ensemble des études, il n'y a donc pas eu, à priori, de « choix » dans les prélèvements à dater (choix qui auraient pu être inféodés par exemple par des programmes de recherches). Les premières techniques de datations se sont développées dans les années 1950, la plupart des résultats polliniques inventoriés dans ce mémoire ont donc potentiellement pu être datés. Ces datations peuvent relever soit de méthodes radiocarbone « classiques » (comptage du nombre de désintégrations des isotopes ^{14}C par unité de temps), soit de techniques faisant appel à un accélérateur de particules (AMS) lorsque les quantités de matière organique disponibles se révèlent très faibles. Ces dernières techniques sont souvent employées pour les prélèvements les plus profonds, généralement plus pauvres en matière organique. Elles sont aussi plus coûteuses ce qui explique un emploi avec parcimonie.

Ainsi, en ce qui concerne le Tardiglaciaire, seuls les résultats polliniques de la fin du Bölling / Allerød ont été assez systématiquement datés (6 dates pour 9 résultats polliniques).

Par la suite, le nombre de datations correspondant aux périodes du Dryas Récent ainsi que du Préboréal se font rares. Ce n'est qu'à la fin du Boréal, avec l'augmentation du nombre d'études polliniques recoupant cette période, que l'on trouve à nouveau un certain nombre de niveaux polliniques datés.

B.3.3.1.2 Les grands traits des processus sédimentaires perçus grâce aux sondages polliniques des zones humides

Les processus sédimentaires en jeu depuis la dernière glaciation peuvent être précisés en s'intéressant à la qualité des sédiments observés dans les stratigraphies polliniques des zones humides. Ainsi, l'enregistrement du caractère tourbeux ou non de chaque couche stratigraphique (cf. § B.2.2.2.45) permet d'établir la fréquence de ce caractère sédimentaire

pour l'ensemble des études recoupant une même période. L'enregistrement des hiatus a aussi été réalisé ce qui permet d'obtenir une fréquence des hiatus par période (Fig. 88).

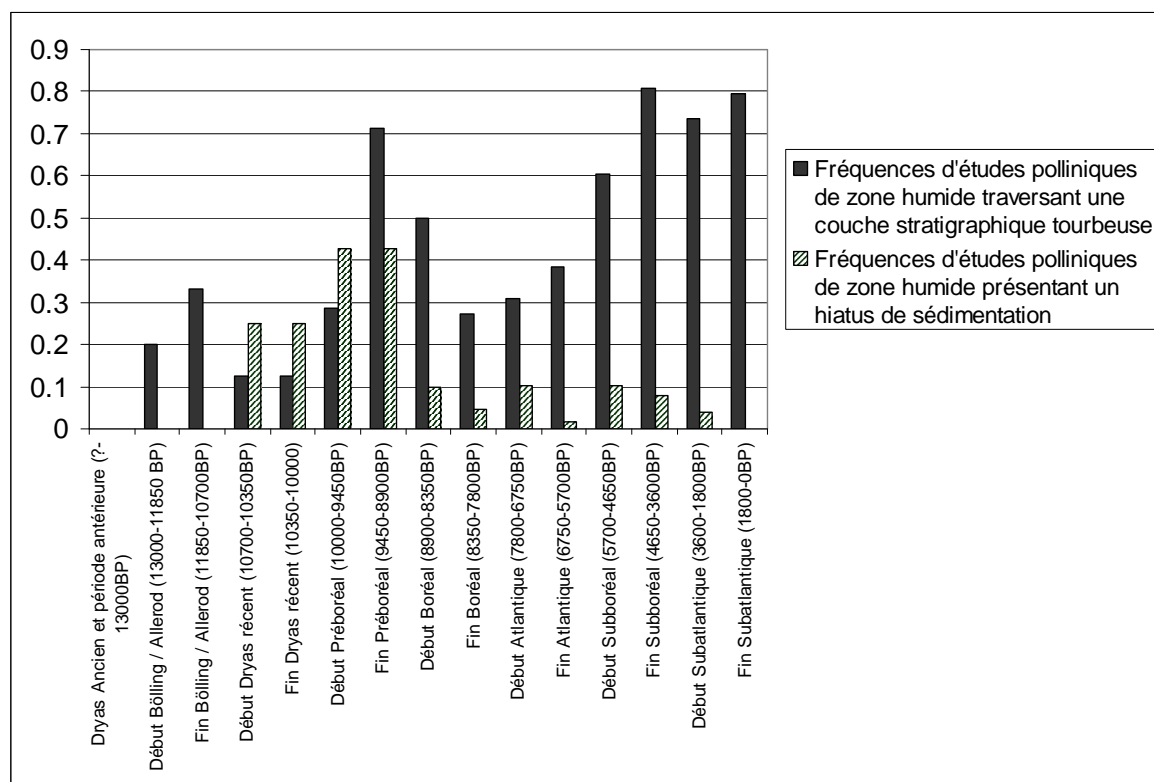


Fig. 88 Fréquences des couches stratigraphiques tourbeuses et des hiatus rencontrés dans l'ensemble des études polliniques de zones humides depuis la dernière glaciation.

Au regard de ce graphique, on constate que la présence de tourbe est assez faible durant les périodes du Tardiglaciaire. Néanmoins, en tenant compte des processus taphonomiques qui ont concouru à diminuer les traits tourbeux originels (processus physico-chimiques et de biodégradation), ces observations bien que s'appuyant sur peu d'études (Fig. 86) tendent donc à montrer l'existence de phénomènes de « tourbification » dès le Tardiglaciaire.

Par ailleurs, les fréquences un peu plus importantes de traces de tourbes observées pour l'interstade du Bölling-Allerød mais aussi pour la période du Préboréal, semblent indiquer des conditions plus favorables à la tourbification durant ces périodes plutôt que lors du refroidissement du Dryas récent. En effet, durant l'interstade du Bölling-Allerød, le climat encore frais est en cours de réchauffement et offre un contexte probablement plus favorable à la production puis accumulation de matière organique que durant la période froide du Dryas Récent. Il est intéressant de se référer aux divers types de tourbières existant actuellement aux latitudes boréales, subarctiques et arctiques pour se faire une idée du fonctionnement probable de ces tourbières (Payette et Rochefort, 2001).

La fréquence des hiatus de sédimentation observée pour le Dryas Récent peut aussi relever du ralentissement des processus de tourbification lié aux températures froides de cette période.

En revanche, les hiatus constatés pour le Préboréal peuvent résulter à la fois d'une certaine inertie liée au redémarrage des processus de tourbification mais aussi de la diminution générale de l'humidité (cf. évolution des fréquences des occurrences des groupements de zones humides § B.3.3.1.5.1). Or, l'assèchement des zones humides les moins

profondes a pu relancer la biodégradation et les processus d'oxydation empêchant l'accumulation de tourbes voire en détruisant les tourbes des périodes précédentes. Dans le même temps, pour les zones humides qui conservèrent une certaine humidité, l'augmentation des températures a probablement plutôt favorisé la production puis l'accumulation de tourbes dans les zones humides restées anaérobies (Fig. 88). Enfin l'hypothèse d'une érosion fréquente des couches du Préboréal par les processus sédimentaires des périodes postérieures (période du Boréal et de l'Atlantique) peut aussi être évoquée (cf. ci-dessous).

Les périodes de la fin du Boréal et du début de l'Atlantique sont marquées par une baisse de la fréquence de sédiments tourbeux (moins de 30% des études).

Il faut probablement corréliser cette constatation avec la persistance de conditions relativement sèches durant le Boréal (cf. interprétation des tourbières de Langazel dans le chapitre C et l'évolution des fréquences de groupements de zones humides § B.3.3.1.5.1). Il est d'ailleurs probable que l'assèchement des dépressions durant ces périodes a continué d'effacer, par une relance des processus de biodégradation et de décomposition, les tourbes accumulées pendant les périodes antérieures. Cette érosion générale des tourbières peut expliquer en partie le très faible nombre d'études polliniques correspondant aux périodes antérieures (Fig. 86 concernant les effectifs des études).

La baisse des fréquences des sédiments tourbeux rencontrés durant la période Atlantique paraît plus surprenante. Cette période est en effet caractérisée par un climat chaud et humide, conditions à priori favorables aux phénomènes de tourbification. Il faut peut-être rechercher l'explication dans le comblement général des dépressions par d'autres particules d'origines minérales transformant les tourbes en « vases ». Ces phénomènes pourraient découler de l'augmentation énergétique des flux hydriques. Notons que les hiatus de sédimentation sont désormais rares, ce qui appuierait l'hypothèse du comblement des dépressions.

Enfin, à partir du début du Subboréal, la fréquence des études comprenant des niveaux tourbeux augmente jusqu'à atteindre un maximum d'environ 80% des études. La lente « dégradation climatique » (diminution des températures et persistance de conditions humides) qui débute à partir du Subboréal a pu maintenir des processus de tourbification tout en diminuant l'énergie des flux sédimentaires.

B.3.3.1.3 L'évolution des indices des taux de pollens d'arbres et de Poacées

Les taux de pollens d'arbres et de Poacées restent de bons descripteurs de l'évolution de la couverture végétale et ce malgré une certaine sur-représentation des taxons d'arbres (cf. § B.2.2.1.1.4). Le codage des taux de pollens d'arbres et de Poacées est détaillé dans les chapitres B.2.2.2.42 et B.2.2.2.43).

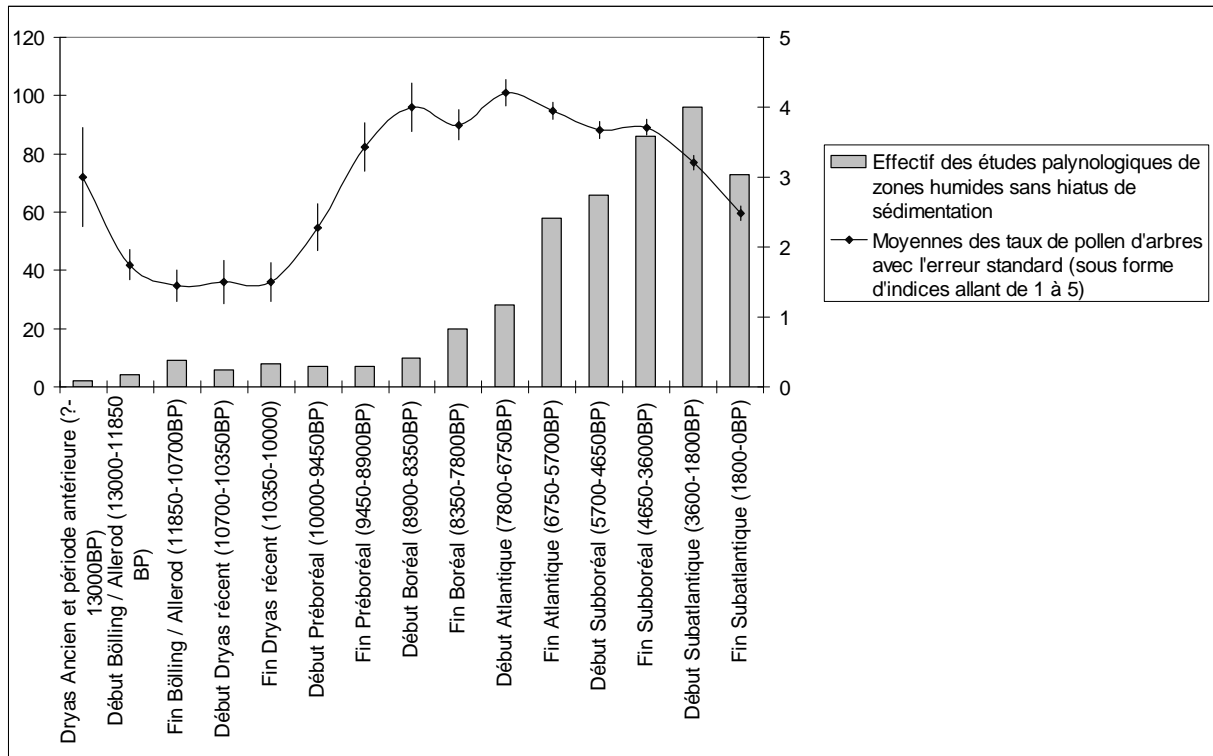


Fig. 89 Evolution de la moyenne des indices du taux de pollens d'arbres depuis la fin de la dernière glaciation. (indication de l'erreur standard = $\text{écart-type}/(\text{effectif})^{1/2}$).

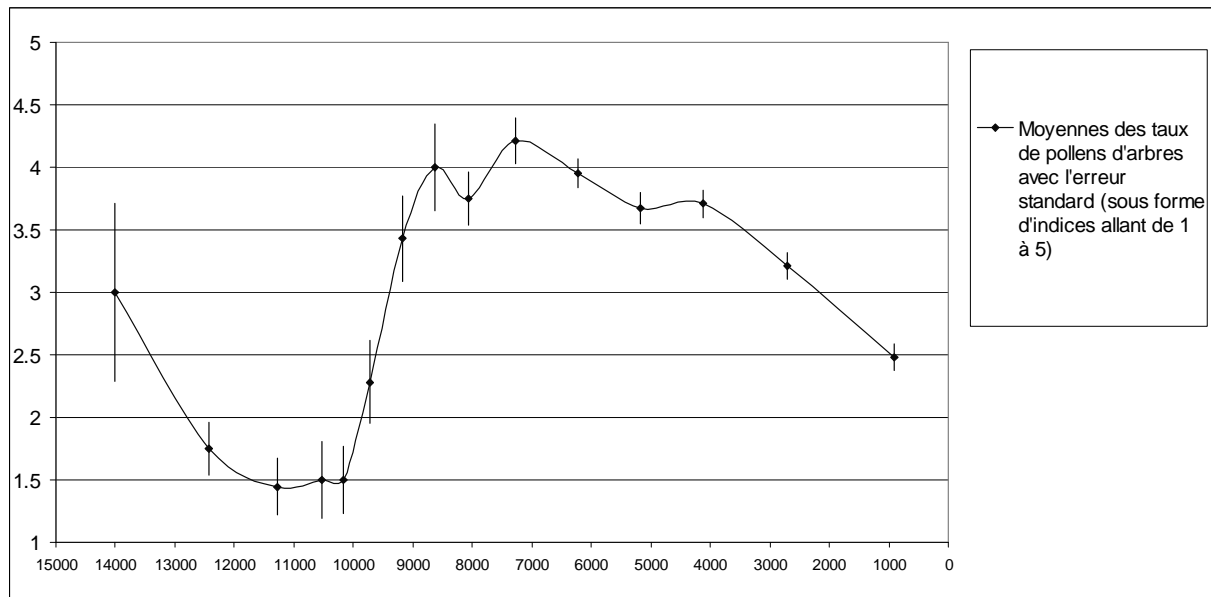


Fig. 90 Evolution de la moyenne des indices du taux de pollens d'arbres par période climatique et en fonction d'une chronologie continue BP non calibrée. (indication de l'erreur standard = $\text{écart-type}/(\text{effectif})^{1/2}$).

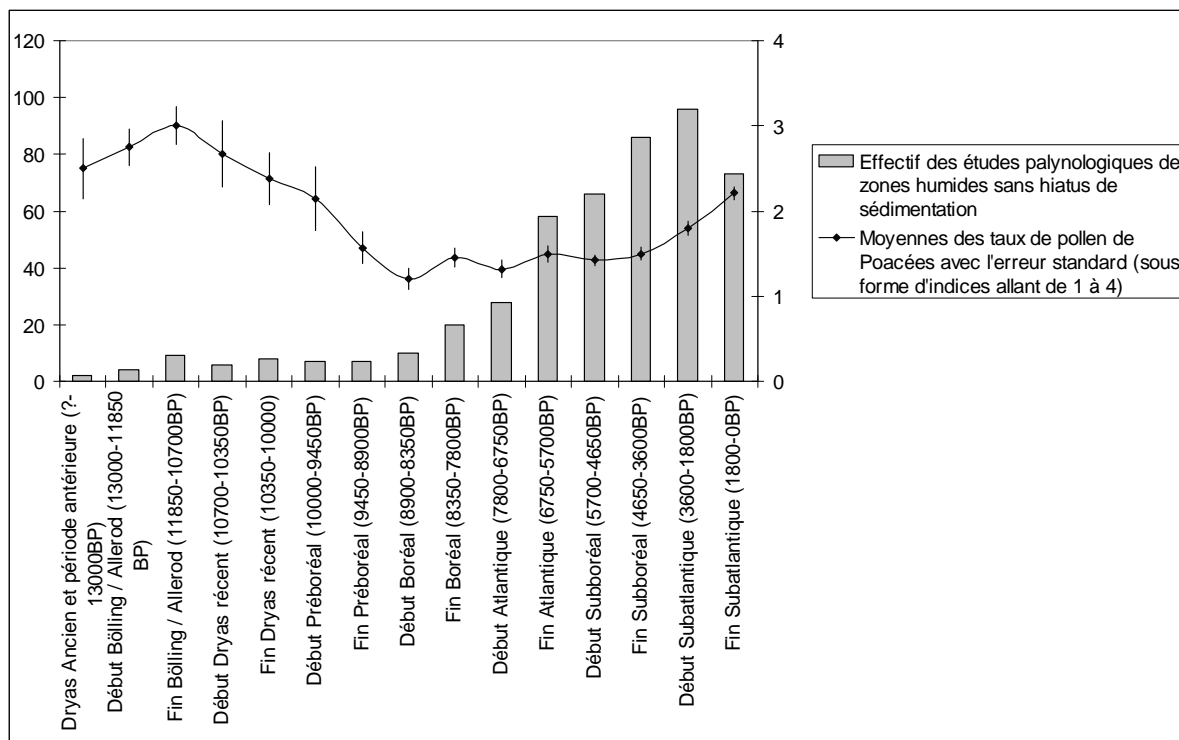


Fig. 91 Evolution de la moyenne des indices du taux de pollens de Poacées depuis la fin de la dernière glaciation. (indication de l'erreur standard = $\text{écart-type}/(\text{effectif})^{1/2}$).

La moyenne relativement élevée du taux de pollens d'arbres du Dryas ancien est basée sur seulement 2 résultats : les études de Saint-Ursin base et La Vie base à Lignére-Orgère (Barbier, 1999). Elles correspondent selon l'auteur à « des séquences sédimentaires fini-wichséliennes caractérisées par des taxons mésothermophiles témoignant d'une relative amélioration climatique » en plein épisode climatique froid. Il convient donc de modérer cette toute première moyenne des indices du taux de pollens d'arbres et de Poacées et son attribution au Dryas Ancien.

En ce qui concerne l'interstade du Bölling-Allerød, on constate des taux de pollens d'arbres très faibles et des taux de Poacées très élevés. Ces valeurs correspondent à une couverture végétale dominée par les steppes. Le taux de pollens d'arbres est néanmoins très légèrement plus élevé au début de l'interstade qui serait un peu plus favorable (un peu plus chaud) au développement des arbres.

Les indices de pollens d'arbres sont logiquement bas jusqu'au Dryas récent. Le reboisement général du Massif armoricain s'amorce avec la seconde moitié du Dryas récent (10350 – 10000 BP). L'augmentation de la moyenne apparaît ensuite régulière durant les périodes du Préboréal pour atteindre un premier « maximum » au début du Boréal. Ce résultat est lié à la part importante des taxons d'arbres colonisateurs tels que le bouleau et le noisetier reconnus pour leur forte production pollinique (cf. § B.3.3.1.5.9). En revanche, les indices du taux de Poacées suivent une évolution régulière en sens inverse jusqu'au début du Boréal.

Par la suite, la moyenne des indices du taux de pollens d'arbres se maintient à des niveaux élevés durant les périodes de l'Atlantique (notamment au début de l'Atlantique où la moyenne des taux de pollens d'arbres est la plus élevée) pour décliner légèrement jusqu'à la fin du Subboréal. Les taux de Poacées augmentent légèrement. On peut y voir là l'effet

conjoint d'une dégradation climatique qui se met en place dès la fin de l'Atlantique mais aussi probablement d'un impact humain d'intensité modérée.

Le Subatlantique est marqué par la baisse des indices de boisement et le net retrait de la couverture végétale au profit des Poacées. C'est là un résultat découlant directement de l'anthropisation des paysages.

B.3.3.1.4 L'évolution des moyennes du nombre de groupements de zones humides et de terrains bien drainés

A défaut de pouvoir estimer directement la diversité taxonomique à cause des limites de la détermination mais aussi à cause des conservations différentielles d'une étude à l'autre, une estimation de la diversité des groupements végétaux (tels qu'ils sont définis au chapitre B.2.2.2.37) peut être approchée grâce à une moyenne des occurrences de chaque groupement parmi l'ensemble des études polliniques d'une période. L'enregistrement de l'occurrence d'un groupement archéobotanique permet ainsi de « gommer » les problèmes de déterminations taxonomiques et de conservations différentielles.

L'interprétation de ces moyennes ne peut pas être véritablement discutée en terme de biodiversité mais plutôt en terme d'homogénéité ou d'hétérogénéité de la mosaïque paysagère.

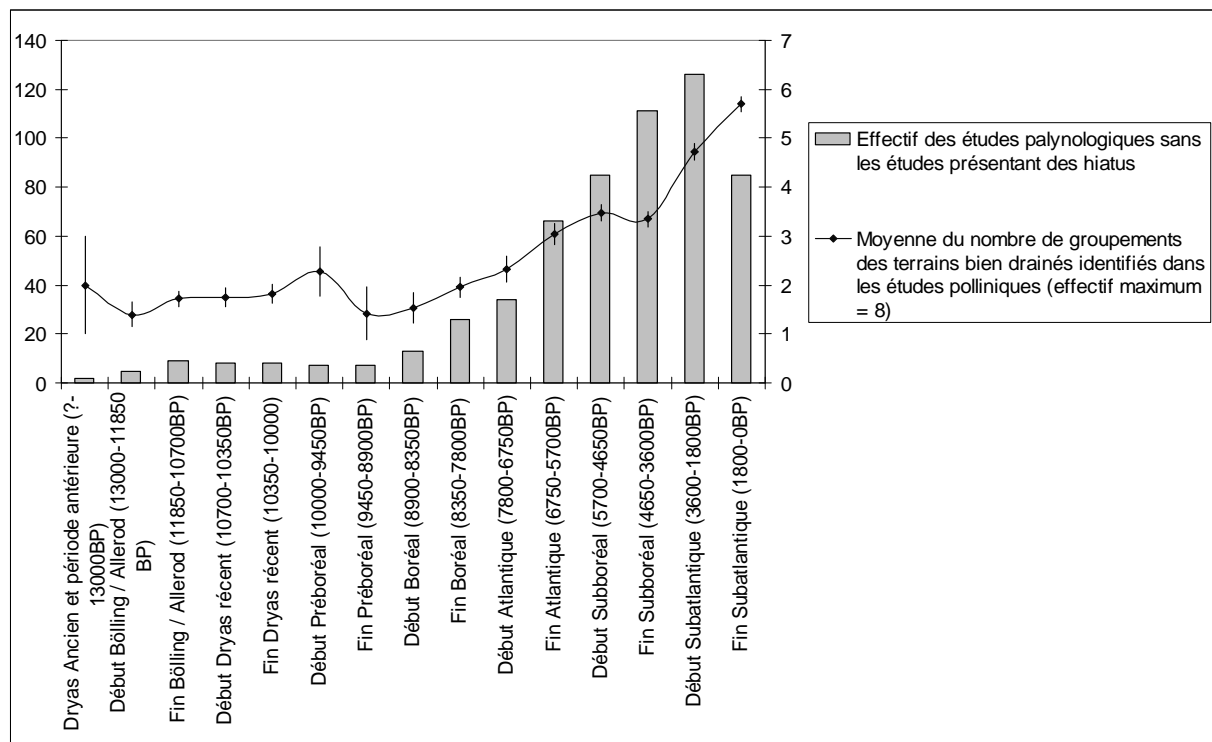


Fig. 92 Evolution de la moyenne du nombre de groupements des « terrains bien drainés » depuis la fin de la dernière glaciation. (indication de l'erreur standard = écart-type/(effectif)^{1/2}).

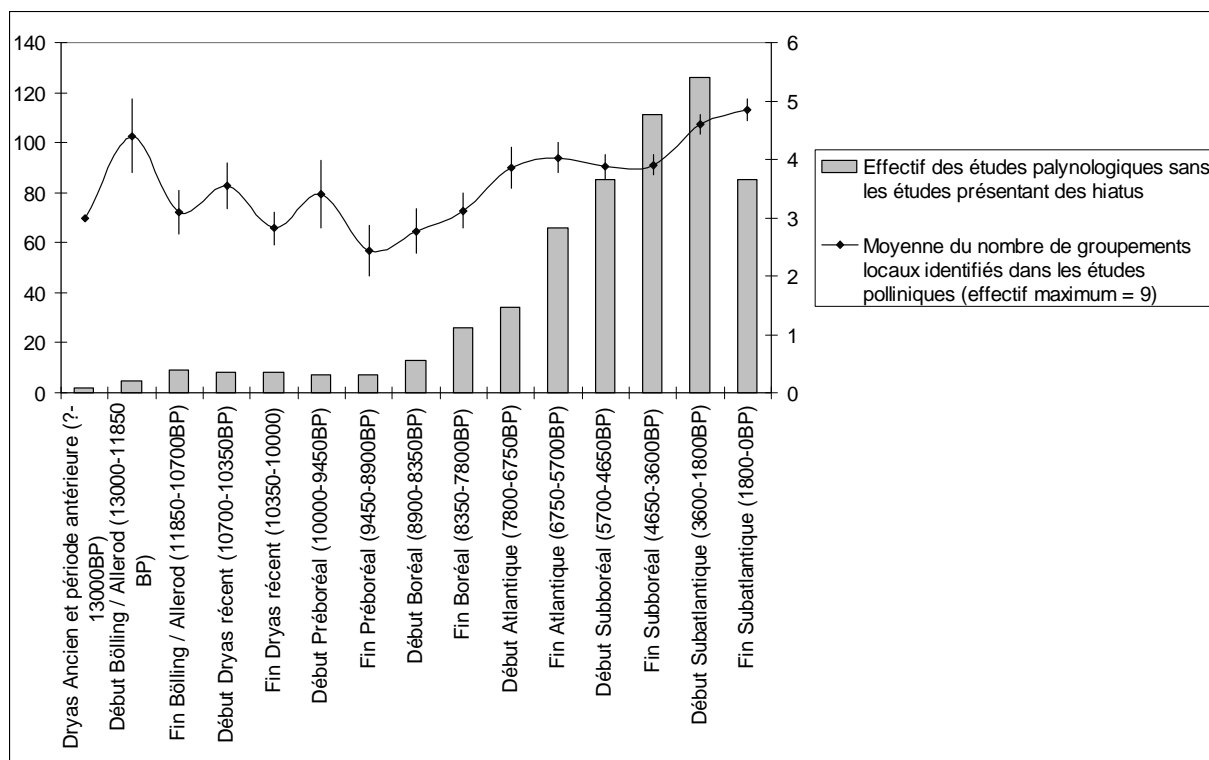


Fig. 93 Evolution de la moyenne du nombre de groupements des zones humides depuis la fin de la dernière glaciation. (indication de l'erreur standard = écart-type/(effectif)^{1/2}).

En ce qui concerne le Tardiglaciaire et excepté la période du Dryas ancien mal représentée, les moyennes du nombre de groupements de terrains bien drainés sont faibles. Un à deux groupements sont généralement identifiés décrivant des paysages steppiques homogènes.

Les groupements de zones humides apparaissent plus divers puisque l'on compte pour les périodes du Tardiglaciaire en moyenne 4 à 3 groupements différents par étude pollinique. Il faut néanmoins relativiser cette diversité car l'ensemble des zones humides présentent presque systématiquement des ceintures de végétations périphériques impliquant une diversité minimum d'environ 3 groupements (c'est à dire les groupements de végétation de zones profondes, de ceintures périphériques et de zones en voie d'atterrissement)... Les erreurs standards obtenues pour les moyennes sont « larges ». Ces erreurs standards sont liées à l'hétérogénéité des valeurs et aux faibles effectifs des études polliniques atteignant ces périodes. Au regard de ces constats, il n'est donc pas possible d'interpréter dans le détail les fluctuations des moyennes du nombre de groupements de zones humides observées durant le Tardiglaciaire.

Le début du Préboréal voit la moyenne du nombre de groupements des terrains bien drainés augmenter. L'amélioration du climat a probablement entraîné le remplacement progressif des végétations steppiques par d'autres groupements plus thermophiles. Durant le début du Préboréal à l'échelle du Massif armoricain, il y a eu une coexistence des groupements des climats froids du Tardiglaciaire et des climats plus chauds du Préboréal provoquant ainsi une augmentation éphémère du nombre de groupements. L'erreur standard, plus importante que pour les périodes précédentes, révèle surtout une hétérogénéité entre les valeurs obtenues pour chaque étude. Cet effet découle probablement d'une recolonisation végétale du Massif armoricain en agrégats. La moyenne du nombre de groupements de zones

humides suit aussi une augmentation qui peut s'apparenter au même phénomène observé pour les groupements des coteaux.

La seconde moitié du Préboréal est caractérisée par une baisse de la diversité moyenne des groupements des coteaux et des zones humides. Suite à la période transitoire du début du Préboréal, il semble que la végétation de recolonisation ait totalement supplanté les végétations du Tardiglaciaire, diminuant ainsi la biodiversité. Là encore, il existe une hétérogénéité dans les résultats obtenus.

A partir du Boréal, la moyenne du nombre de groupements végétaux perçue augmente régulièrement jusqu'au début du Subboréal. Cette évolution est à mettre en parallèle avec l'augmentation des taux de pollens de Poacées (Fig. 91) découlant directement de l'importance des groupements herbacés. La diversification des groupements entre le Boréal et l'Atlantique peut être mise en relation avec l'augmentation de l'humidité de la période Atlantique diversifiant les contextes abiotiques. Le rafraîchissement des températures qui survient avec le Subboréal concourt ensuite à renouveler les conditions abiotiques et donc aussi à diversifier le nombre de groupements végétaux enregistrés.

Il faut ajouter à cette diversification des contextes climatiques, une probable « maturation » des écosystèmes sur le long terme (de l'ordre de quelques milliers d'années). En effet, à l'échelle du Massif armoricain, les niveaux dynamiques proches du climax répondant à des adaptations de plus en plus spécifiques à chaque contexte abiotique, sont apparus aussi plus divers que les groupements végétaux de recolonisation du Boréal (cf. aussi fréquences des occurrences des taxons ci-dessous § B.3.3.1.6). Ce constat peut être renouvelé pour les groupements de zones humides.

La fin du Subboréal voit le nombre de groupements de zones humides et des terrains bien drainés se stabiliser. En fait, il est possible que durant le début du Subboréal, un certain nombre de groupements de la période Atlantique aient pu subsister mais n'ont pu passer le cap de la seconde moitié du Subboréal d'où cet effet de léger repli.

A partir de la période du Subatlantique une très nette augmentation du nombre de groupements de terrains bien drainés est constatée. Cette évolution est aussi observée dans une moindre mesure pour les groupements végétaux de zones humides. Ce résultat découle, tout comme pour les évolutions des taux d'A.P. et de Poacées de l'impact de l'homme sur la végétation. En effet, en défrichant et en exploitant l'environnement végétal, l'homme va générer des pressions environnementales ayant pour conséquence une augmentation des groupements végétaux perçus. Un premier effet est lié à l'introduction de nouveaux taxons et le développement de groupements favorisés par les activités humaines (ex. groupements de cultures et les groupements de friches). Une autre conséquence découle de la diversification des niveaux dynamiques présents à la fois dans les paysages, liée aux « rafraîchissements divers » des successions végétales (ex. déboisements, exploitations agricoles, incendies). Ces contraintes n'étant pas réalisées au même moment dans l'espace, il résulte une mosaïque du paysage végétal en perpétuelle transformation. Le nombre de groupements végétaux s'accroît entre le début et la fin de la période avec l'intensification des activités humaines (Fig. 92).

B.3.3.1.5 L'évolution des fréquences des occurrences de groupements végétaux enregistrés dans les études archéobotaniques en fonction d'une chronologie climatique

Certains groupements pouvant être à la fois identifiés dans les études anthracologiques, carpologiques ou palynologiques, deux sommes de bases distinctes ont dû être réalisées.

Les groupements « de zones profondes », « des ceintures périphériques », « de roselières », « de tourbières », « de prairies humides », « de cultures », « de friches et jachères », « de chemins et communautés rudérales » sont potentiellement perceptibles dans les études carpologiques et palynologiques,

Les groupements « de bois hygrophiles », « de landes », « de boisements rudéraux », « de forêts claires » et « les groupements de forêts » sont enregistrés dans les études palynologiques et anthracologiques (Fig. 94).

Remarque : Les fréquences des groupements « côtiers » sont calculées sur la base des effectifs des études polliniques réalisées sur le littoral seulement.

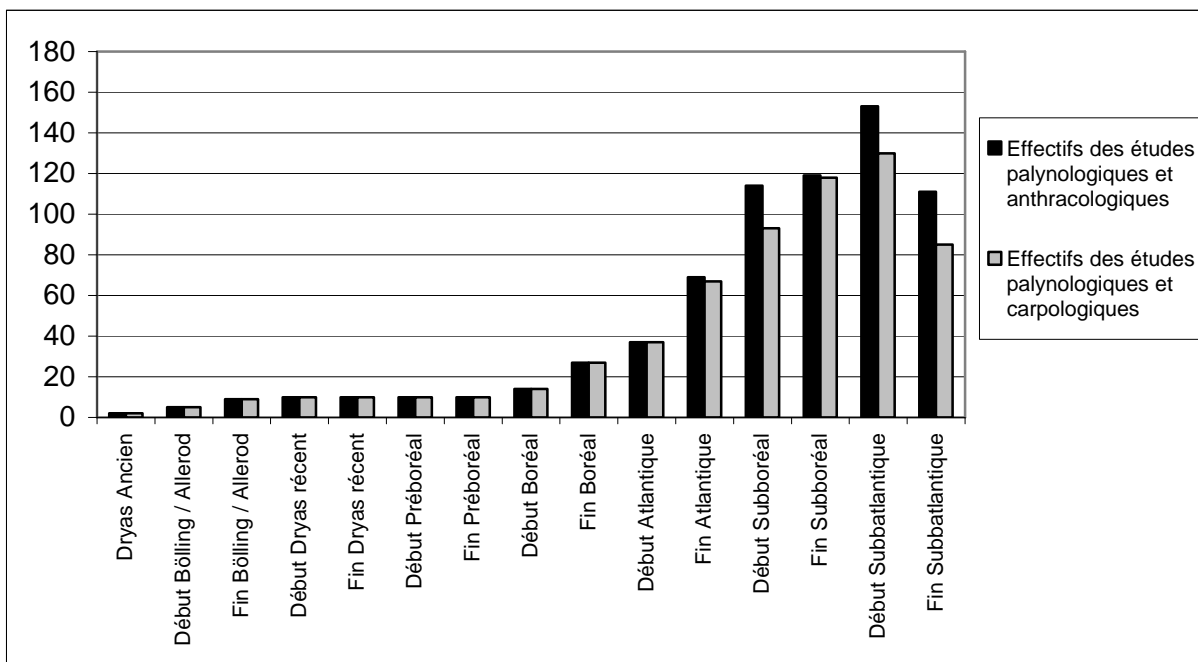


Fig. 94 Représentation des effectifs utilisés comme sommes de bases afin de réaliser les fréquences des occurrences des différents groupements.

B.3.3.1.5.1 Evolution des fréquences des groupements de zones inondées

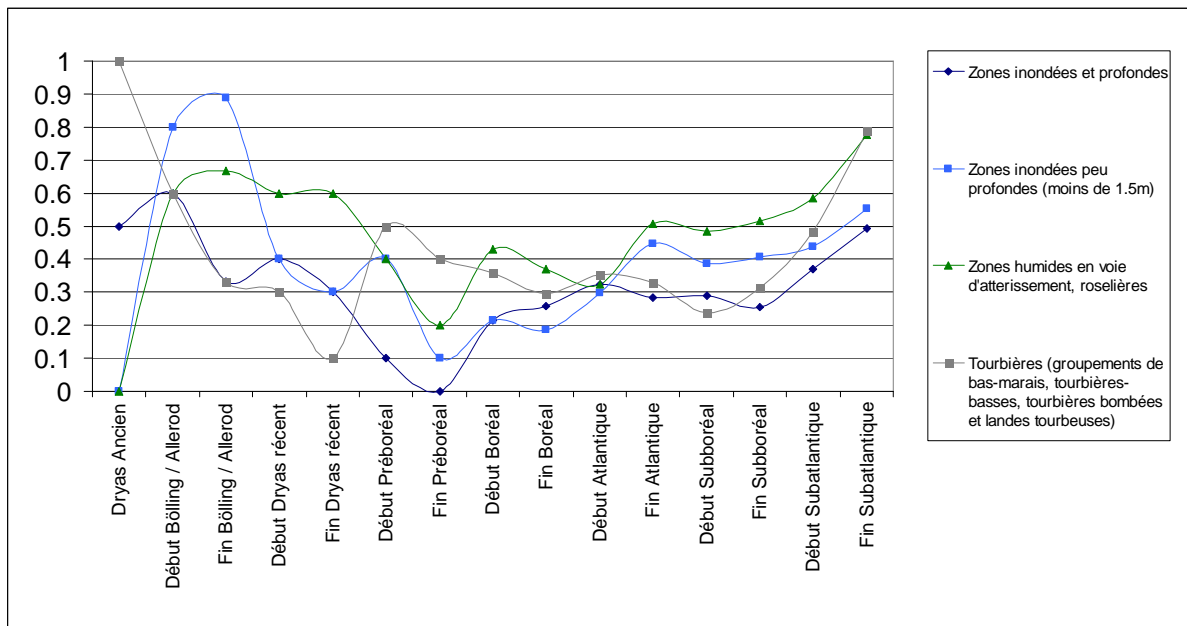


Fig. 95 Evolution des fréquences des occurrences des divers groupements de zones inondées depuis la fin de la dernière glaciation sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et carpologiques recoupant chaque période.

Ces groupements sont particulièrement fréquents dans les études recoupant les périodes du Tardiglaciaire. Néanmoins, les faibles effectifs des études ainsi que les grands écarts constatés entre périodes invitent à interpréter ces résultats avec précaution... Au fur et à mesure des périodes du Tardiglaciaire, on constate une baisse de l'ensemble des fréquences jusqu'à obtenir l'absence totale de zones inondées profondes à la fin du Préboréal. L'augmentation des fréquences des tourbières au Préboréal peut s'expliquer par l'amorce de processus de tourbification à l'intérieur des cuvettes en voie d'assèchement et sous l'impulsion du tout début de réchauffement de l'Holocène. Ces tourbières fonctionnent néanmoins sous des températures probablement encore fraîches telles que celles rencontrées actuellement sous les latitudes boréales et sont donc différentes des tourbières détectées à l'Holocène.

Les groupements de zones inondées « ré-envahissent » les dépressions à partir du Boréal et deviennent de plus en plus fréquents avec les périodes holocènes.

Notons l'arrêt de cette progression au début de l'Atlantique, notamment en ce qui concerne les végétations de zones humides en voie d'atterrissement alors que les fréquences des zones inondées peu profondes et des tourbières continuent à progresser. Ce sont des effets probables de l'optimum climatique du début de l'Atlantique (chaud et humide) favorisant apparemment les processus de tourbification au dépend des végétations de vases.

Le Subboréal, plus frais, se caractérise tout d'abord par une légère baisse de l'ensemble des fréquences des groupements (exceptés les groupements de zones inondées profondes). Cette évolution vers des conditions plus « sèches » au Subboréal a déjà été évoquée par D. Barbier (1999) (cf. aussi chapitre concernant l'étude de Langazel chapitre C).

Les groupements sont néanmoins de plus en plus fréquents à partir de la fin du Subboréal et au cours du Subatlantique. L'augmentation des fréquences durant cette dernière période est probablement liée à des conditions climatiques plus humides mais il pourrait aussi exister une explication d'ordre anthropique car les activités humaines ont pu diversifier les groupements de végétations de zones humides (ex. envasements des zones humides liés aux défrichements). (cf. interprétation de l'évolution du nombre de groupements de zones humides § B.3.3.1.4).

B.3.3.1.5.2 Evolution des fréquences des groupements de prairies hygrophiles

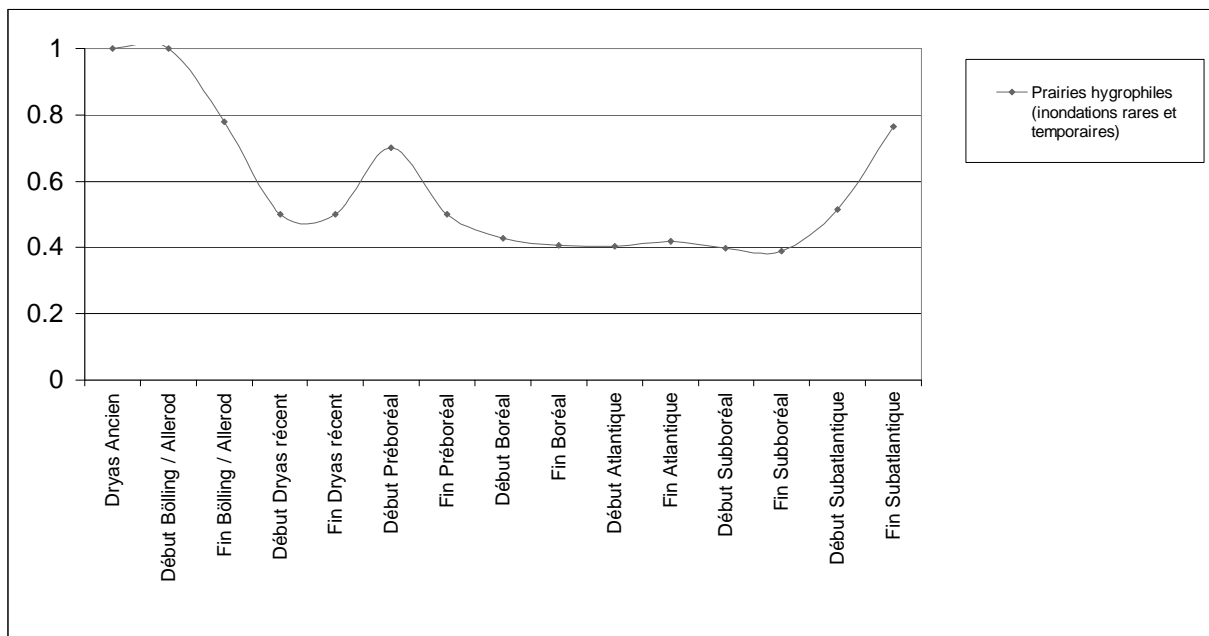


Fig. 96 Evolution des fréquences des occurrences du groupement de prairies hygrophiles depuis la fin de la dernière glaciation sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et carpologiques recoupant chaque période.

Les prairies hygrophiles sont très fréquentes durant les périodes du Tardiglaciaire. Elles dominent les périphéries des zones humides du Bölling-Allerød avant de s'effondrer durant la période froide du Dryas récent. Un sursaut est repéré au début du Préboréal. Un parallèle peut être fait avec le développement des tourbières du début du Préboréal, interprété comme la conséquence de l'assèchement et du réchauffement de la période.

Par la suite, on peut supposer que le réchauffement de l'Holocène a entraîné assez rapidement le développement de végétations concurrentes (ex. aulnaies).

La fréquence de ce groupement reste stable durant toutes les périodes du Boréal, Atlantique, Subboréal, avant d'augmenter au Subatlantique, probablement sous l'impulsion humaine (ex. défrichements des zones alluviales, drainages des zones humides...).

B.3.3.1.5.3 Evolution des fréquences des groupements de forêts et bois hygrophiles

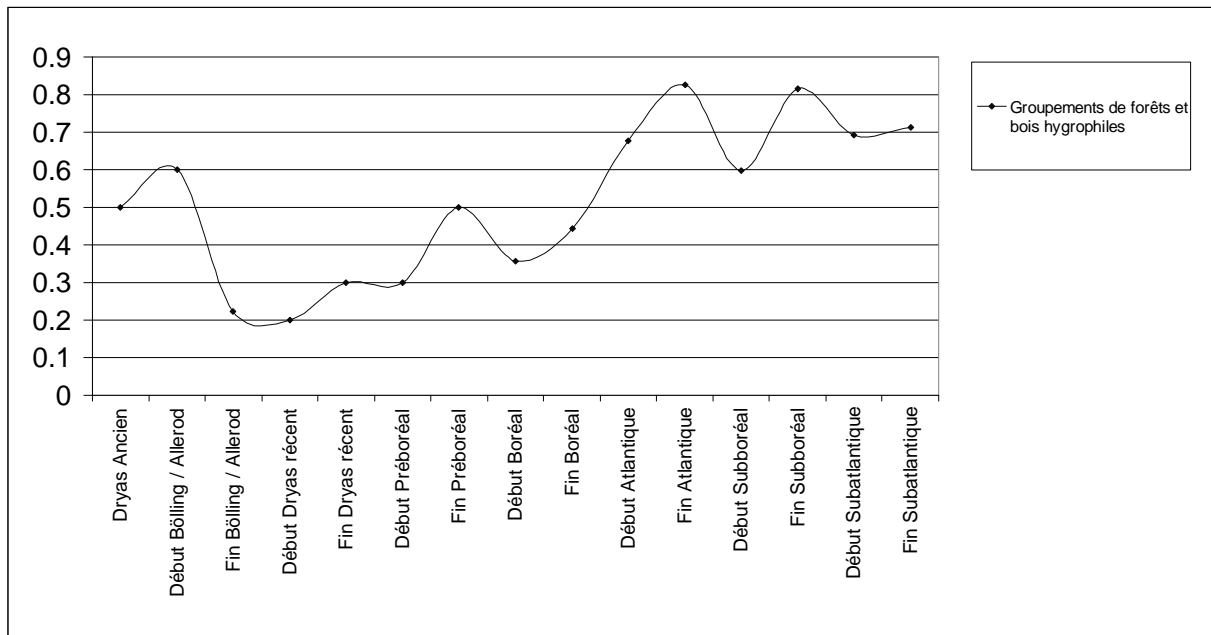


Fig. 97 Evolution des fréquences des occurrences du groupement de forêts et bois hygrophiles depuis la fin de la dernière glaciation sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et anthracologiques recoupant chaque période.

Le groupement est assez fréquemment identifié dans la première moitié de l'interstade du Bölling / Allerød, mais il est en revanche rarement détecté dans les autres périodes du Tardiglaciaire. Le froid est donc probablement le facteur limitant du développement de ces boisements.

Aussi, à partir du Préboréal et le réchauffement qui s'amorce, on détecte de plus en plus fréquemment ces boisements qui sont presque omniprésents dans les études à partir de la période Atlantique.

Notons une baisse assez marquée de la fréquence du groupement au début du Subboréal. Résultat isolé, difficilement interprétable, peut-être lié au rafraîchissement que connaît la période. La fin du Subboréal est en revanche favorable au développement des boisements hygrophiles.

B.3.3.1.5.4 Evolution des fréquences des groupements côtiers

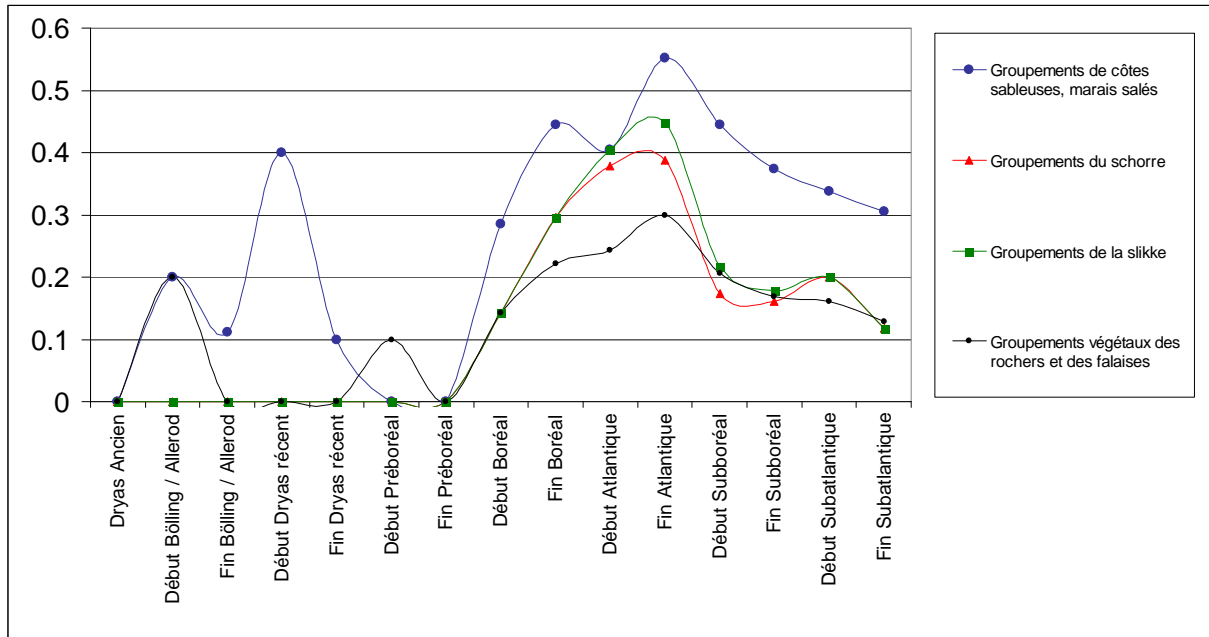


Fig. 98 Evolution des fréquences des occurrences des groupements littoraux depuis la fin de la dernière glaciation sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques littorales (cf. § B.2.2.2.6) recoupant chaque période.

L'ensemble des attestations de groupements littoraux retrouvé durant les périodes du Tardiglaciaire est très probablement issu de confusions avec des taxons ubiquistes de milieux côtiers et de milieux plus continentaux et notamment de cortèges à caractère steppique (ex. Chénopodiacées, Plombaginacées, *Artemisia sp.*). Les niveaux marins estimés pour ces époques vont de -100 mètres à -70 mètres environ à la fin du Dryas récent. Par ailleurs aucune attestation de kyste de dinoflagellés n'a été identifiée dans les études polliniques recoupant ces périodes.

A partir du Boréal, le niveau de la mer augmente rapidement pour atteindre un niveau d'environ -20 mètres (cf. § A.1.3.2). La détection des groupements littoraux est plus fréquente, elle atteint un maximum pour la période Atlantique. A partir du Subboréal les fréquences de ces groupements diminuent brutalement. Ce constat découle probablement des nombreuses études de tourbes d'estran. En effet, ces tourbes se sont notamment formées durant l'Atlantique, dans des tourbières situées en arrière-dunes littorales, favorisées par un climat chaud et humide (Fig. 95). Avec la remontée du niveau marin et le glissement des dunes vers l'intérieur des terres durant le Subboréal, ces tourbières se sont trouvées fossilisées et apparaissent maintenant au niveau des estrans. Les tourbières du Subboréal n'ont pas subi le même phénomène et sont par conséquent moins bien représentées d'où la chute brutale des enregistrements de ces groupements pour les périodes post-Atlantique.

Remarque : les tourbières en arrière-dunes actuelles sont de plus en plus rares ou moins accessibles que les tourbières sous-estran. Il y a donc une sur-représentation des études de tourbières sous-estran vis-à-vis des tourbières en arrière-dunes.

B.3.3.1.5.5 Evolution des fréquences des groupements de cultures, de « friches » et de « communautés rudérales »,

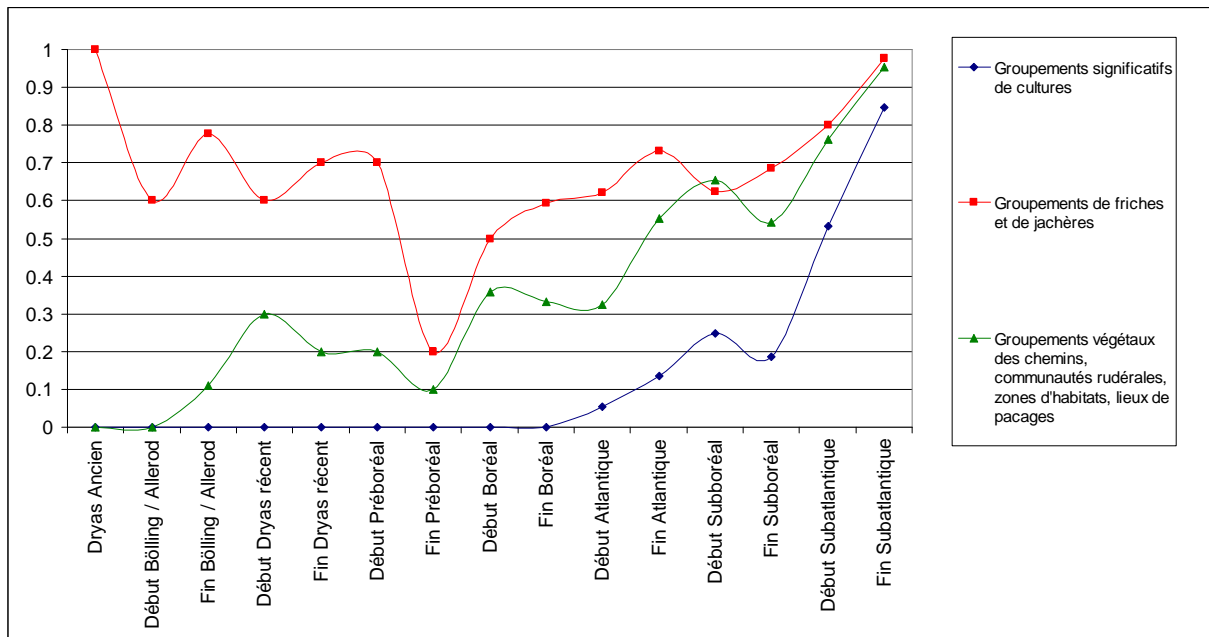


Fig. 99 Evolution des fréquences des occurrences des groupements significatifs de cultures, de friches et de jachères, de communautés rudérales depuis la fin de la dernière glaciation sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et carpologiques recoupant chaque période.

Les groupements de « friches et de jachères » et dans une moindre mesure les groupements des communautés « rudérales » sont fréquents dès le Tardiglaciaire. Il s'agit bien entendu pour ces époques de groupements naturels résultant de contraintes naturelles (ex. vent et températures froides).

La seconde moitié du Préboréal, période sèche et plus chaude est défavorable pour ces groupements ce qui provoque une rupture dans l'évolution des fréquences.

A partir du Boréal, on constate une stabilité des fréquences des groupements qui correspondent néanmoins toujours à des entités naturelles.

L'Atlantique et plus particulièrement la seconde moitié de la période est marquée par l'impact de l'homme avec l'apparition des premières traces de cultures. L'augmentation des fréquences des groupements de jachères et friches mais aussi des groupements de communautés rudérales en toute fin de la période Atlantique est cohérente avec l'apparition de ces premières exploitations agricoles. Les quelques attestations de cultures du début de l'Atlantique sont évidemment à considérer avec beaucoup de prudence. L'observation de gros pollens de Poacées « type *Cerealialia* » ou bien des problèmes de percolation (cf. § B.2.2.1.1.5 et § B.3.3.2.6.1) expliquent probablement les 5% d'études présentant ces résultats (Fig. 124).

Le Subboréal voit osciller les fréquences des trois groupements qui se stabilisent malgré tout. La légère baisse des groupements de cultures et de communautés rudérales est peut-être à relier à l'importance des boisements hygrophiles de cette période (Fig. 97) qui empêchent la pénétration de pollens extérieurs dans certaines zones humides (?).

Au Subatlantique la fréquence des groupements croît avec l'intensification de l'emprise humaine sur l'environnement végétal.

B.3.3.1.5.6 Evolution des fréquences des groupements de prairies hygro- à mésophiles pâturées.

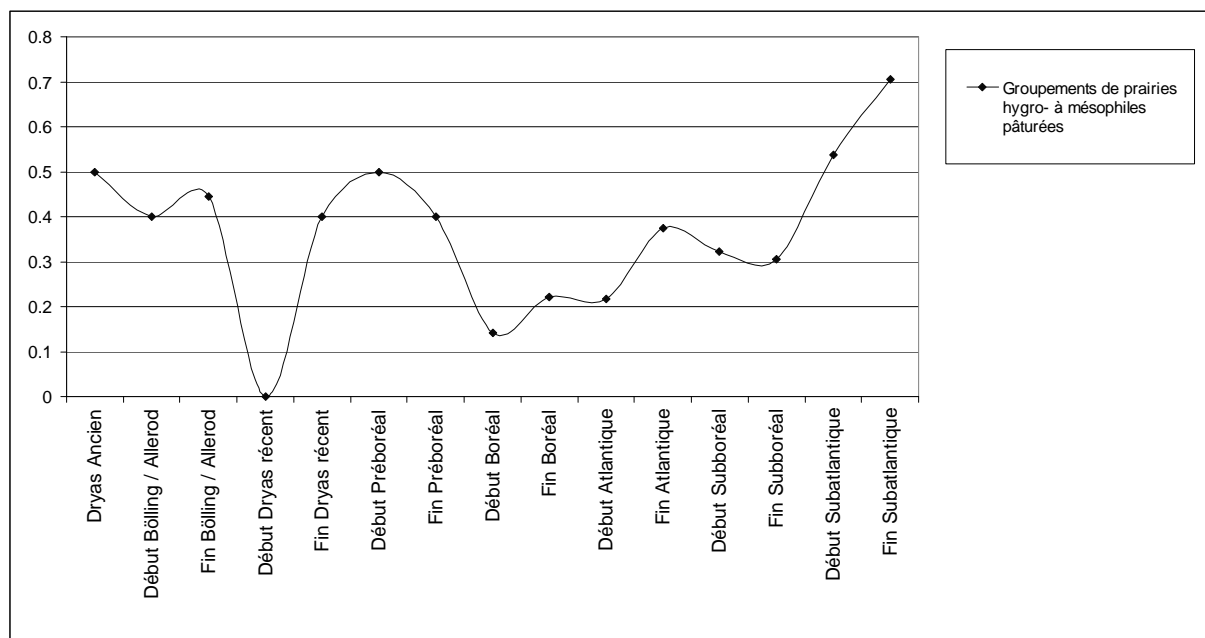


Fig. 100 Evolution des fréquences des occurrences des groupements de prairies hygro- à mésophiles pâturées depuis la fin de la dernière glaciation sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et carpologiques recoupant chaque période.

Ces groupements sont fréquemment détectés dans les études palynologiques recoupant le Tardiglaciaire (excepté pour le début du Dryas récent).

A partir du début du Boréal, les groupements ligneux vont peu à peu envahir les espaces de sorte que les groupements de prairies sont moins fréquemment détectés. Leur fréquence augmente néanmoins petit à petit, avec l'augmentation générale du nombre de groupements de terrains drainés, détectés (cf. évolution générale du nombre de groupements de terrains bien drainés, Fig. 92).

Avec l'ouverture anthropique du paysage au Subatlantique, les prairies mésophiles sont plus fréquemment enregistrées.

B.3.3.1.5.7 Evolution des fréquences des groupements de landes et de boisements rudéraux ou friches évoluées,

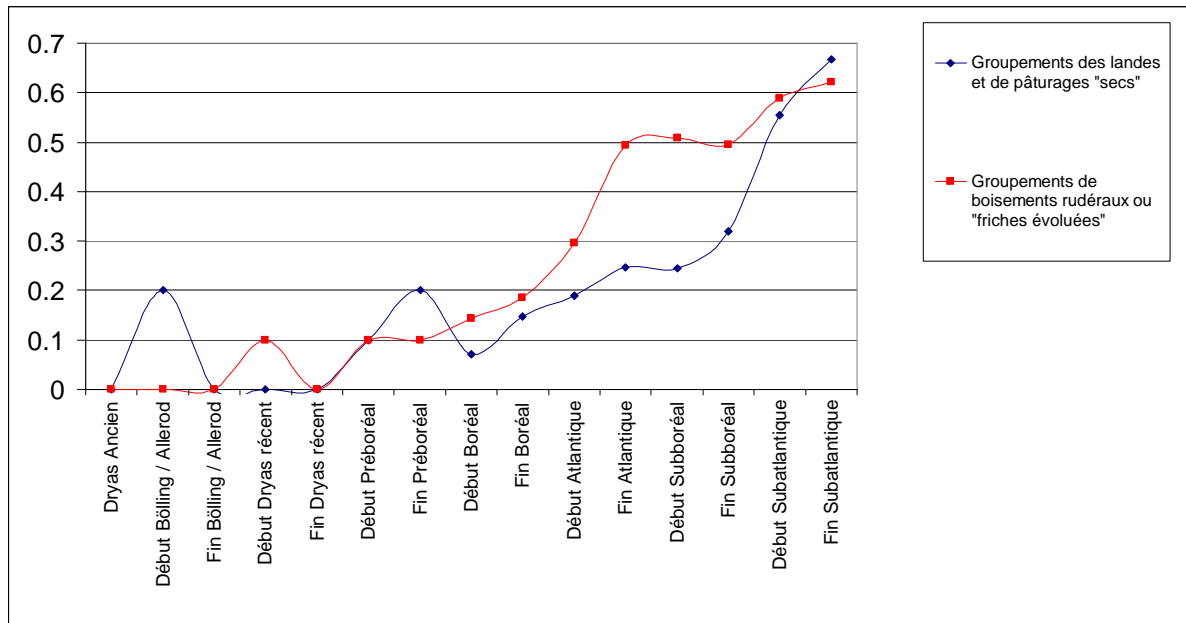


Fig. 101 Evolution des fréquences des occurrences des groupements de landes et de pâturages « secs » et des groupements de boisements rudéraux ou de « friches évoluées », depuis la fin de la dernière glaciation sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et anthracologiques recoupant chaque période.

Ces groupements sont peu représentés durant le Tardiglaciaire. Ils sont plus fréquents avec le réchauffement de l'holocène. Avec la poursuite du réchauffement et l'augmentation de l'humidité de la période Atlantique, les groupements « des friches évoluées » sont alors détectés dans une étude palynologique sur deux alors que la fréquence des groupements de landes ne cesse de croître.

Avec le Subboréal la fréquence des deux groupements se stabilise. C'est là un phénomène peut-être à mettre en relation avec le rafraîchissement des températures de cette période, sans que cette relation soit évidente.

Enfin avec le Subatlantique, on voit une nette augmentation des fréquences de ces deux groupements. Ce résultat peut être attribué directement au développement de l'agriculture. En effet, en l'absence de véritables amendements, les premières exploitations agricoles ont probablement assez rapidement épuisé les sols. Les espaces exploités fournissant des rendements de plus en plus faibles étaient alors soit temporairement mis au repos (principe de la jachère) soit abandonnés. Ces espaces abandonnés ont alors été recolonisés par des groupements « de landes » et de « friches ».

B.3.3.1.5.8 Evolution des fréquences des groupements de forêts claires, forêts pâturées, végétations bocagères,

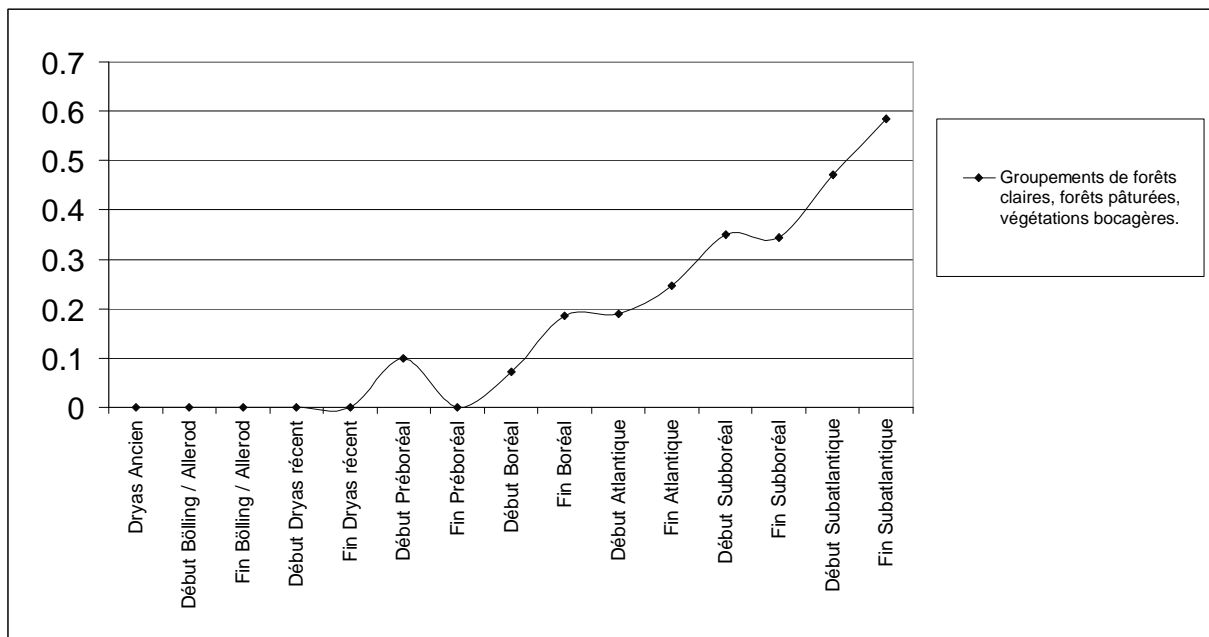


Fig. 102 Evolution des fréquences des occurrences des groupements de forêts claires, forêts pâturées, végétations bocagères, depuis la fin de la dernière glaciation sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et anthracologiques (rarement) recoupant chaque période.

Ces végétations arborescentes sont totalement absentes du Tardiglaciaire et sont détectées de manière certaine qu'à partir de la seconde moitié du Boréal (20% des études).

L'optimum climatique (climat chaud et humide) de l'Atlantique ne semble pas avoir de forte incidence sur le développement de ce groupement. En revanche, le léger fléchissement des températures du Subboréal paraît favoriser ces végétations arbustives et de sous-bois. Ces végétations étant inféodées aux formations forestières il est intéressant de se référer à l'évolution des taux de pollens d'arbres (Fig. 89). Ainsi, on constate une évolution inverse aux taux de pollens d'arbres : alors que les taux d'AP sont très forts (l'indice d'AP est d'environ 4 c'est à dire 60 à 80% d'AP) durant les périodes du Boréal et de l'Atlantique, les fréquences des occurrences du groupement de forêts claires sont faibles (20 à 30%). A partir de la fin de l'Atlantique, une baisse du taux d'AP moyen est perçue alors que les groupements de forêts claires sont plus fréquemment détectés (25 à 35% des études).

Il est donc probable que ces végétations n'ont pu se développer durant les périodes du Boréal et de l'Atlantique à cause de structures forestières denses.

Avec le Subboréal, les mosaïques forestières devenant légèrement plus clairsemées, les groupements arbustifs ont pu se développer de manière limitée cependant (35% des études).

L'avènement de ces groupements vient avec l'ouverture du paysage au Subatlantique. Le morcellement des forêts puis, plus récemment, le développement des paysages bocagers cadrent avec l'augmentation des fréquences de ces groupements.

B.3.3.1.5.9 Evolution des fréquences des groupements de provenances régionales ou groupements forestiers,

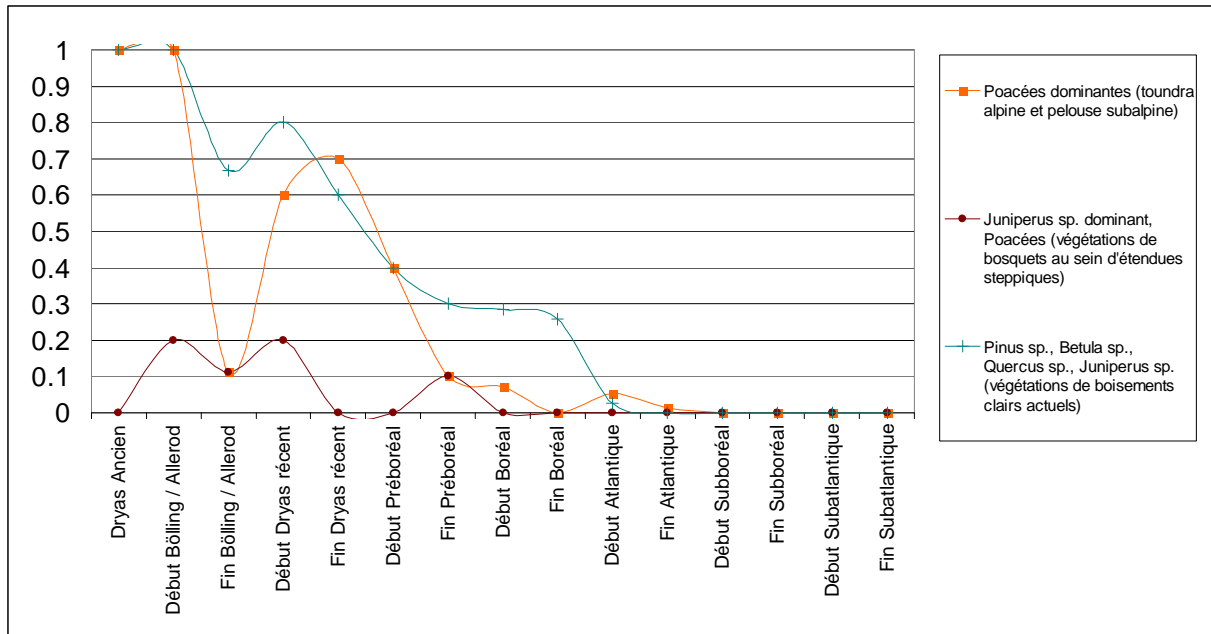


Fig. 103 Evolution des fréquences des occurrences de divers groupements de taxons régionaux dominants parmi l'ensemble des études palynologiques et anthracologiques durant les périodes du Tardiglaciaire sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et anthracologiques (rarement) recoupant chaque période.

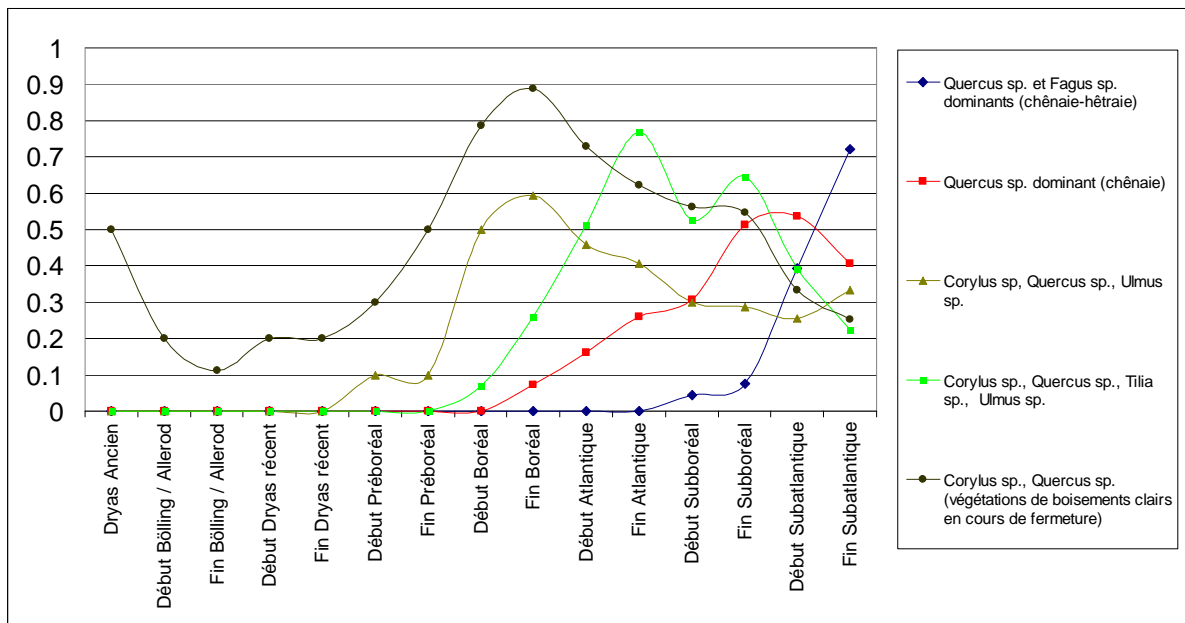


Fig. 104 Evolution des fréquences des occurrences de divers groupements de taxons d'arbres (mésotermophiles) parmi l'ensemble des études palynologiques et anthracologiques depuis la fin de la dernière glaciation sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et anthracologiques (rarement) recoupant chaque période.

Huit groupements archéobotaniques de « résonances » régionales ont été identifiés et enregistrés dans la base de données paléoenvironnementales de ce mémoire.

La première figure (Fig. 103) représente l'évolution des principaux groupements végétaux évoluant principalement durant les périodes du Tardiglaciaire. Les études polliniques recoupant l'interstade du Bölling – Allerød ont permis d'enregistrer des groupements à caractère steppique et très fréquemment aussi, mais en « bruit de fond » (les fréquences polliniques de *Pinus sp.* dépassent rarement 10%), le groupement « à *Pinus sp.* dominant ». Les faibles taux polliniques de *Pinus sp.* vont à l'encontre d'une origine locale. En revanche, l'identification systématique de ce groupement dans les études polliniques de ces périodes vont dans le sens d'une origine diffuse et lointaine, probablement depuis l'est du Massif armoricain. Les fortes fréquences polliniques de *Pinus sp.*, habituellement identifiées dans l'ensemble des études européennes recoupant le Tardiglaciaire (Richard, 1999) plaident en faveur d'une telle hypothèse. Le groupement est toujours détecté durant les deux premières périodes de l'Holocène, mais disparaît totalement à l'Atlantique.

Notons le ressaut des fréquences du groupement à « Poacées dominantes » durant le Dryas récent. Ce résultat est synonyme d'un retour de conditions environnementales plus contraignantes (températures plus froides). Après cet épisode, les Poacées se trouvent moins compétitives face aux autres groupements qui se développent avec le réchauffement de l'Holocène.

Un troisième ensemble de végétation est identifié de manière plus sporadique durant le Tardiglaciaire, il s'agit du groupement à « *Juniperus sp.* dominant ». Il est détecté notamment dans quelques études de l'interstade du Bölling – Allerød. Son identification durant le Dryas récent est plus surprenante.

La seconde figure (Fig. 104) permet de retracer l'évolution des fréquences d'occurrences de groupements de taxons d'arbres, évoluant principalement durant les périodes de l'Holocène.

On note tout d'abord des fréquences du groupement à « *Corylus sp.*, *Quercus sp.* » dès les périodes du Tardiglaciaire. Le groupement à base de noisetier et qui comprend par ailleurs le bouleau a probablement colonisé durant le Tardiglaciaire quelques stations qui présentaient des conditions abiotiques favorables (ex. stations abritées des vents et bien exposées). Ce groupement reste néanmoins rare (10 à 20% des études recoupant le Tardiglaciaire). Le fort taux du « Dryas ancien » est à prendre avec beaucoup de précaution car « la période », n'est représentée que par deux études (sondages de Saint-Ursin base et La Vie base à Lignére-Orgère, Barbier 1999).

Avec le réchauffement holocène, le groupement paraît recouvrir l'ensemble du Massif armoricain. Au Boréal, 80 à 90% des études enregistrent la présence de ce groupement. A partir de l'Atlantique, d'autres groupements vont venir concurrencer le groupement à *Corylus* et *Quercus* ce qui le rend moins fréquent. L'association taxonomique à *Corylus*, *Quercus* et *Ulmus*, de composition taxonomique proche et légèrement moins fréquente, suit une évolution parallèle.

Le groupement à *Corylus*, *Quercus*, *Tilia* et *Ulmus* émerge à partir de l'Atlantique et vient concurrencer le groupement à *Corylus* et *Quercus*. Ce groupement est le plus fréquemment rencontré durant les périodes allant de la seconde moitié de l'Atlantique à la fin du Subboréal. Il est probable que les températures plus douces de ces périodes expliquent le développement du groupement (avec notamment le tilleul à caractère thermophile, cf. évolution particulière du *Tilia sp.* § B.3.3.1.6.5). Le rafraîchissement qui survient avec le Subboréal paraît néanmoins défavoriser le groupement qui décline avec le Subatlantique.

La seconde moitié du Subboréal voit l'émergence du groupement dominé par le chêne. Ce groupement est le plus fréquent du début du Subatlantique. Le « chêne », probablement *Quercus robur* et/ou *Quercus petraea* paraît bien s'adapter aux conditions climatiques, plus

fraîches (en comparaison avec la période Atlantique) et plus humides (cf. évolution des fréquences des groupements de zones humides) qui règnent alors sur le Massif armoricain.

Au cours du Subatlantique, le développement du chêne s'accompagne du hêtre qui forment le groupement « *Quercus sp.* et *Fagus sp.* ». Ce groupement atteint sa plus haute fréquence à la fin de la période Subatlantique. L'autoécologie permet de caractériser l'environnement du hêtre par des conditions d'humidités atmosphériques élevées et par des précipitations annuelles supérieures à 750 mm. Les caractères écologiques de ce taxon répondent donc assez bien au climat plutôt humide du Subatlantique armoricain.

B.3.3.1.6 L'évolution des fréquences d'occurrences de taxons dominants, depuis la fin de la dernière glaciation

Un enregistrement systématique des trois taxons de provenance locale et régionale a été réalisé pour chaque période climatique (cf. codages § B.2.2.2.34 et § B.2.2.2.35). Il est donc possible de calculer des fréquences d'occurrences d'un taxon compris parmi les trois taxons présentant les plus fortes fréquences polliniques par période. Les sommes de bases prises en compte pour calculer les fréquences sont les effectifs totaux des études palynologiques recoupant chaque période climatique après exclusion des études présentant des hiatus. Seuls les taxons présentant des évolutions significatives ont été représentés.

B.3.3.1.6.1 *Betula sp.*

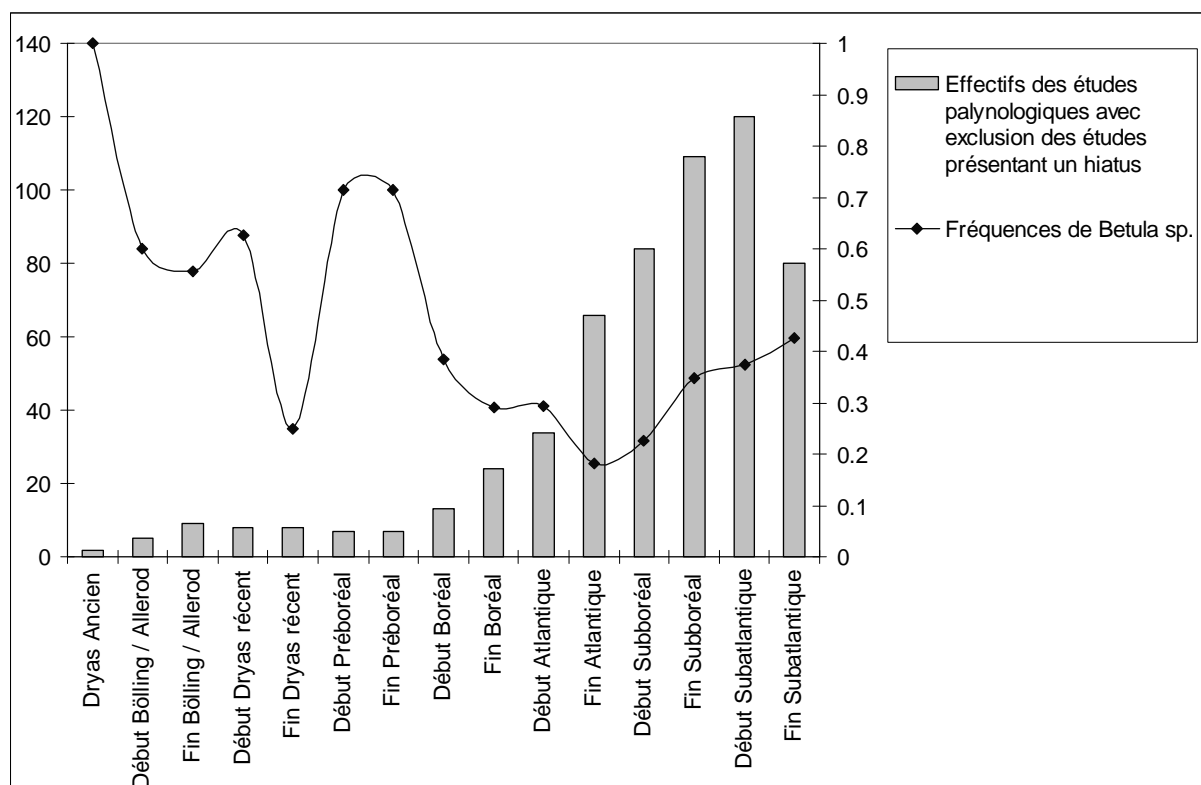


Fig. 105 Fréquences des occurrences de *Betula sp.* (occurrences parmi les trois taxons régionaux les plus fréquents par étude et par période) pour l'ensemble des études polliniques armoricaines après exclusion des études présentant un hiatus.

Les fréquences du bouleau sont importantes dès l'interstade du Bölling – Allerød (60% des études). En effet, le réchauffement de l'interstade a probablement permis au bouleau de coloniser les espaces jusqu'alors vides de toutes végétations arbustives. En revanche, le

refroidissement du Dryas récent paraît avoir fait des ravages dans les populations de bouleaux, résultat marqué dans la seconde partie du Dryas récent.

Le réchauffement du Préboréal est à nouveau une période faste pour le bouleau qui recolonise les espaces. Cependant, dès le Boréal, la place du bouleau comme taxon dominant diminue au profit du noisetier et du chêne notamment.

B.3.3.1.6.2 *Corylus sp.*

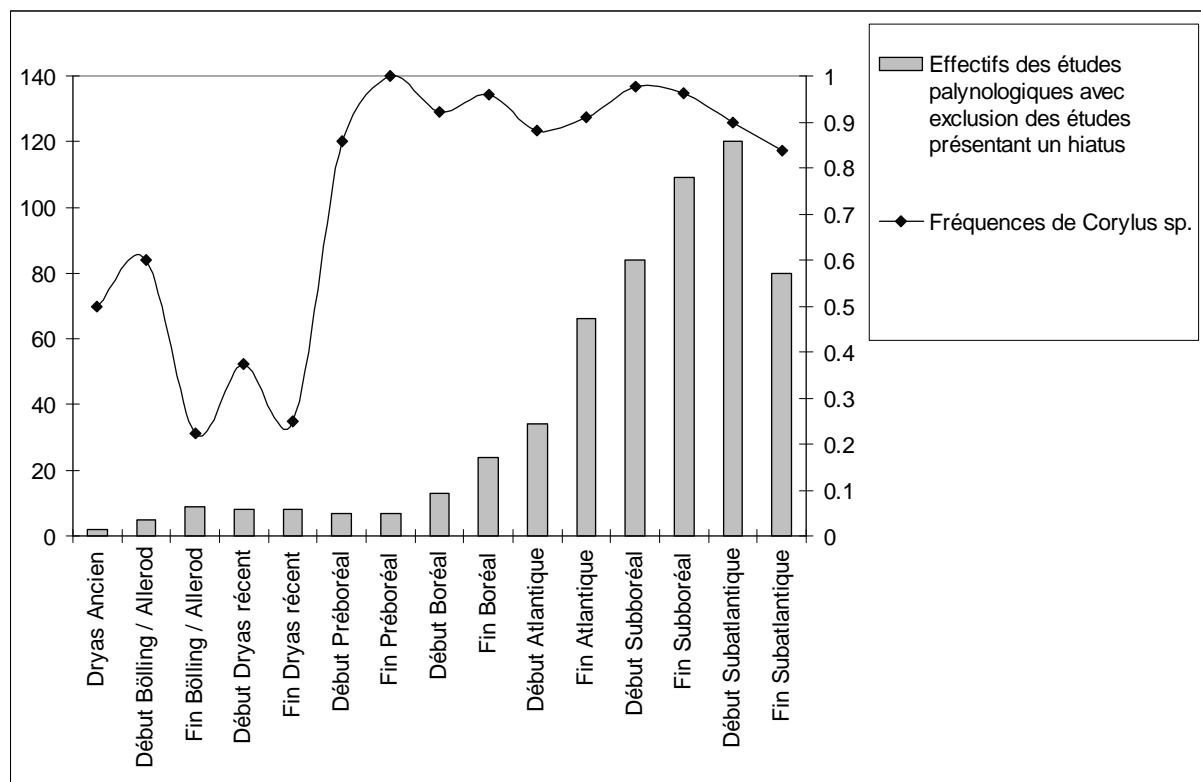


Fig. 106 Fréquences des occurrences de *Corylus sp.* (occurrences parmi les trois taxons régionaux les plus fréquents par étude et par période) pour l'ensemble des études polliniques armoricaines (après exclusion des études présentant un hiatus).

Tout comme le bouleau, il est assez fréquent de trouver des attestations de noisetier dès les niveaux du Tardiglaciaire. Le début de l'interstade du Bölling – Allerød est une période favorable au développement du noisetier puisqu'il est attesté de manière constante dans une étude sur deux environ. En revanche, les périodes de la fin de l'interstade puis du Dryas récent voient le nombre d'études présentant des occurrences de noisetiers diminuer. C'est probablement là une conséquence de la chute des températures qui survient tout d'abord de manière modérée à la fin de l'interstade puis de manière importante durant le Dryas récent.

Avec le début de l'Holocène, l'augmentation des températures procure des conditions idéales au développement du *Corylus*. Ces conditions permettent au noisetier de coloniser l'ensemble du Massif Armoricaire de manière très rapide. Ainsi, à la fin du Préboréal, l'ensemble des études polliniques a enregistré des pollens de noisetiers dans de fortes proportions.

Durant les périodes de l'Holocène, la fréquence des études présentant des occurrences de noisetier se maintient à des niveaux élevés (entre 85 et 97% des études). En effet, en plus de son rôle de colonisateur, le noisetier est présent dans l'ensemble des compositions forestières (cf. § B.2.2.2.37.3 concernant les groupements régionaux).

Avec l'anthropisation du paysage qui survient au Subatlantique, la fréquence des attestations de *Corylus sp.* fléchit légèrement. C'est probablement une conséquence des défrichements forestiers autour de certaines études mais peut être aussi de l'apparition de nouveaux taxons concurrents tels que *Fagus sp.*, bien adapté aux conditions plus humides du Subatlantique.

B.3.3.1.6.3 *Quercus sp.*

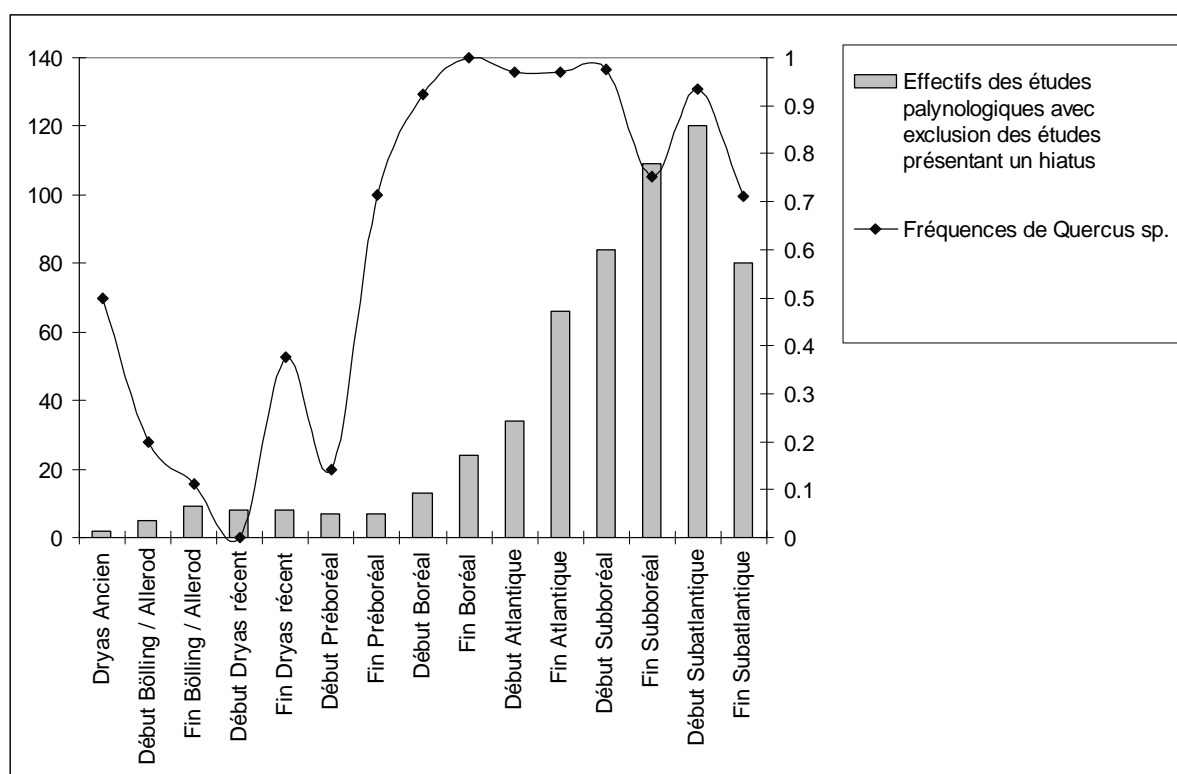


Fig. 107 Fréquences des occurrences de *Quercus sp.* (occurrences parmi les trois taxons régionaux les plus fréquents par étude et par période) pour l'ensemble des études polliniques armoricaines (après exclusion des études présentant un hiatus).

La fréquence obtenue pour le Dryas ancien est contraire à l'ensemble des résultats obtenus habituellement pour cette période réputée très froide. Ce résultat est à considérer avec prudence, « la période » n'étant représentée que par deux études (sondages de Saint-Ursin base et La Vie base à Lignére-Orgère, Barbier 1999) qui de plus sont mal délimitées du point de vue chronologique.

Durant l'interstade du Bölling – Allerød, le chêne est attesté parmi les trois principaux taxons polliniques de provenance régionale dans environ une étude sur cinq. Ce résultat peut être considéré comme surprenant. Néanmoins, le léger réchauffement de la période, le climat océanique du Massif armoricain, les attestations de noisetiers et de bouleaux mais aussi la détection assez systématique d'au moins quelques attestations dans la plupart des sondages accréditent une présence au moins sporadique du chêne durant l'interstade. Dans tous les cas de figures, le chêne s'est probablement installé dans les stations les plus favorables : à l'abri des vents et sur les coteaux bien exposés.

Durant le début de la période du Dryas récent et le début du Préboréal, les taux polliniques importants de *Quercus* (parmi les trois taxons régionaux dominants) subissent des baisses importantes. Ce constat est lié au refroidissement qui survient au Dryas récent. Le

chêne, plus sensible au froid que le noisetier et le bouleau se maintient alors plus difficilement. Aussi, l'augmentation de la fréquence des attestations de *Quercus* à la fin du Dryas récent est difficile à expliquer. En fait, les températures froides de la période du Dryas ont globalement pour conséquence une nouvelle progression des steppiques au détriment des taxons ligneux (Fig. 103). Cependant, ce schéma ne s'applique probablement pas partout. Ainsi, le climat océanique du Massif armoricain a dû « tamponner » les pics de températures les plus froids permettant notamment le maintien d'un certain nombre de ligneux dont le noisetier et le bouleau (cf. ci-dessus). Par ailleurs, cette chronozone n'est pas climatiquement continue. H. Richard (1999) note « des variations inversées des taux de pollens de pin et de bouleau » ce qui suggère l'hypothèse de variations brutales de températures. La présence d'occurrences de *Quercus* dans « quelques » études à la fin du Dryas pourrait bien résulter de ces variations complexes et du contexte géographique des études. En fait, d'autres études recoupant la fin du Dryas récent seraient nécessaires afin de confirmer ce « pic de chêne ». En effet, seules trois études polliniques présentent des attestations de *Quercus* (étude de la Minette Z8 à Saint-Sauveur-des-Landes (35), Marguerie, 1998 avec une datation radiocarbonique : 10235±80 BP ; étude de Gathémo (50), Lechevalier, 1986 ; étude du marais de Bellingreville (14), Elhai, 1959). D'autre part, la brièveté du Dryas récent et le ralentissement de certains phénomènes de sédimentation liés au froid (cf. § B.3.3.1.2) rendent difficile la connaissance de cette période.

A partir de la seconde moitié du Préboréal, la fréquence des occurrences polliniques de chêne augmente de manière brutale. Cette phase se passe juste après la phase de reboisement par le noisetier et le bouleau (Fig. 106 et Fig. 105). Durant l'Holocène, les occurrences de chêne sont ensuite très fréquemment constatées parmi les trois principaux taxons de provenance régionale (entre 100 et 75% des études polliniques pour chaque période). Il faut attendre la fin du Subatlantique et probablement l'ouverture du paysage par l'homme pour constater une baisse des fréquences de *Quercus* parmi les trois principaux taxons polliniques de provenance régionale.

B.3.3.1.6.4 *Pinus sp.*

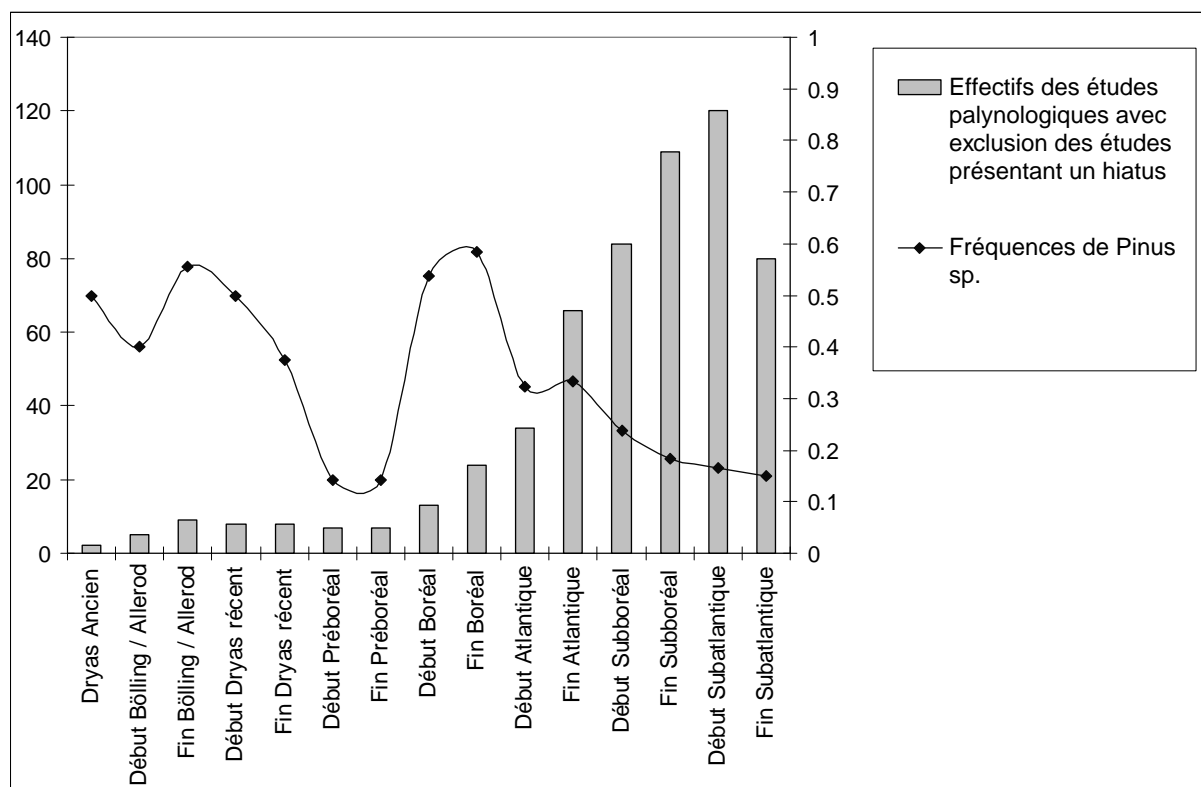


Fig. 108 Fréquences des occurrences de *Pinus sp.* (occurrences parmi les trois taxons régionaux les plus fréquents par étude et par période) pour l'ensemble des études polliniques armoricaines (après exclusion des études présentant un hiatus).

Le pin est régulièrement classé parmi les trois principaux taxons de provenance régionale durant le Tardiglaciaire. Il arrive le plus souvent en troisième position derrière le bouleau et le noisetier. Par ailleurs, les faibles fréquences constatées (rarement plus de 10%) au regard des fortes capacités de productions polliniques du taxon, mais aussi la régularité de ces fréquences et la détection systématique d'au moins quelques grains de pollens dans l'ensemble des études, invitent à interpréter ce signal complexe comme le résultat d'apports diffus et lointains (probablement extérieurs au Massif armoricain).

Ces attestations se font plus rares durant le Préboréal. Il est vrai que les pollens de pin sont alors en partie « masqués » (via le calcul des fréquences relatives) par les apports massifs et probablement d'origines plus proches, de pollens de noisetiers, de bouleaux et de chênes qui sont alors en plein essor.

Le ressaut des fréquences de *Pinus* durant le Boréal s'explique par la baisse des occurrences de *Betula* et dans une moindre mesure de *Tilia*. Il est probable que le pin a concurrencé le bouleau dans certaines stations mais aussi que la seule disparition de bouleaux autour de points d'études a permis la pénétration de pollens de pin d'origine lointaine.

A partir de la période Atlantique, les études présentant des pollens de *Pinus* parmi les trois taxons principaux ne vont cesser de baisser. Cette évolution est à mettre en relation avec l'augmentation des fréquences de *Betula*, mais aussi d'*Alnus* et de *Tilia* qui concurrencent de manière directe (compétition vis à vis des ressources) ou indirecte (par un effet de filtre de la végétation autour du point d'étude) les fréquences des pollens de *Pinus*.

B.3.3.1.6.5 *Tilia sp.*

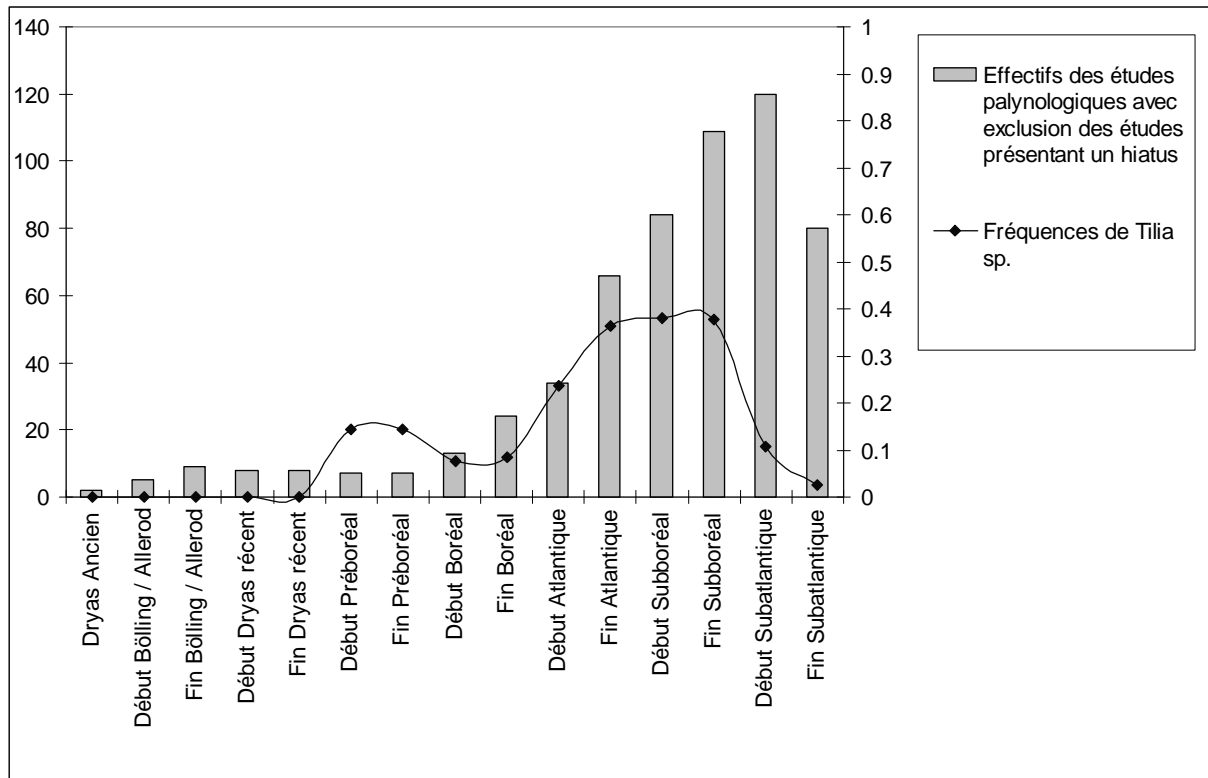


Fig. 109 Fréquences des occurrences de *Tilia sp.* (occurrences parmi les trois taxons régionaux les plus fréquents par étude et par période) pour l'ensemble des études polliniques armoricaines (après exclusion des études présentant un hiatus).

Le tilleul, taxon plutôt thermophile se développe tout d'abord de manière mesurée avec le réchauffement Holocène. On note un léger retrait au Boréal, lié à la concurrence des taxons de *Quercus*, *Corylus* mais aussi de *Pinus*.

Les périodes de l'Atlantique (période chaude et humide) et du Subboréal (période plus fraîche et humide) sont les plus favorables au développement du *Tilia* notamment parmi les compositions forestières mésophiles à base de chênes, noisetiers, charmes et ormes... (cf. évolution du groupement de *Corylus*, *Quercus*, *Tilia*, *Ulmus* § B.3.3.1.5.9).

Le taxon se raréfie avec le Subatlantique. Il faut à nouveau chercher une raison d'ordre anthropique avec le défrichement des boisements autour de certains sondages. Une explication d'ordre climatique peut aussi être avancée avec le développement du hêtre, taxon bien adapté aux conditions plus humides de la période.

B.3.3.1.6.6 *Ulmus sp.*

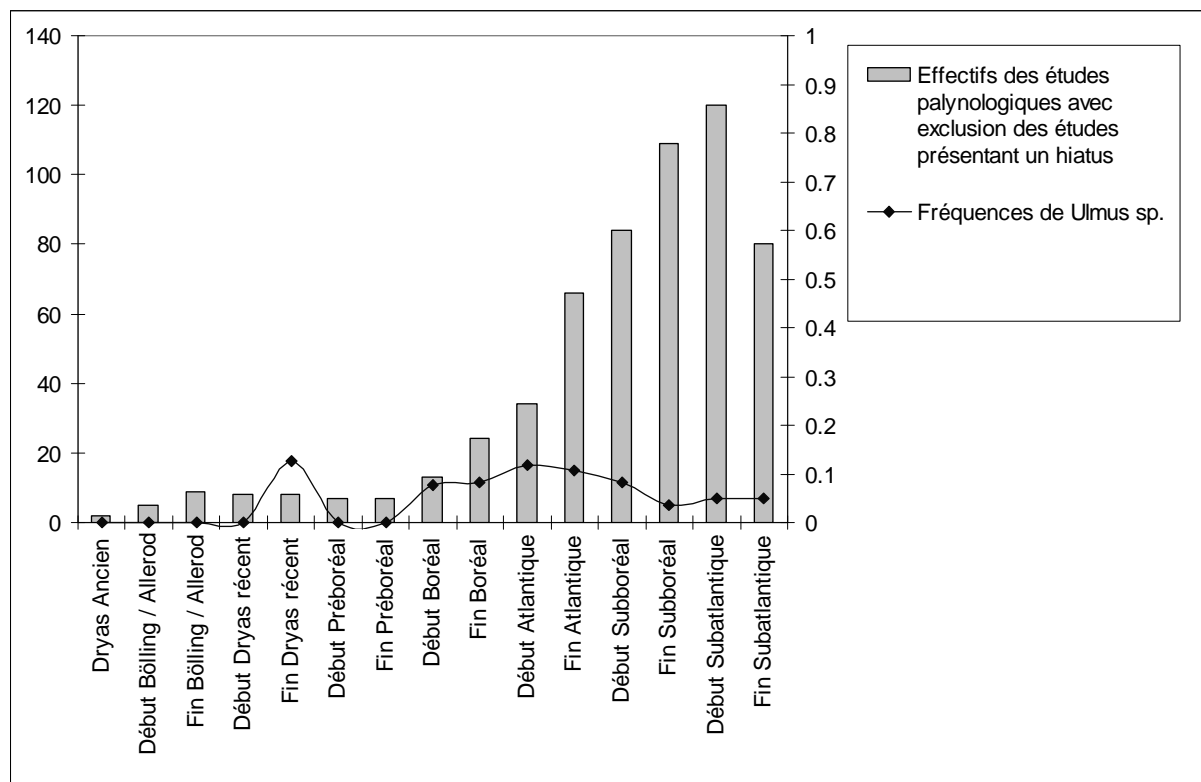


Fig. 110 Fréquences des occurrences d'*Ulmus sp.* (occurrences parmi les trois taxons régionaux les plus fréquents par étude et par période) pour l'ensemble des études polliniques armoricaines (après exclusion des études présentant un hiatus).

L'évolution des fréquences d'*Ulmus* débute avec un premier « pic » au Dryas récent. A nouveau, ce résultat paraît incohérent avec le refroidissement général de la période. Cependant, comme nous l'indiquions pour le chêne, la période n'est pas climatiquement homogène et certaines stations ont pu conserver des conditions de températures et d'humidités permettant le maintien de ce taxon (cf. remarque pour le pic de chêne obtenu pour la fin du Dryas récent).

Il faut attendre le début du Boréal pour voir apparaître quelques études présentant les pollens d'*Ulmus* dans de bonnes proportions. Ainsi, à partir de cette période environ 10% des études montrent des fréquences polliniques d'*Ulmus* parmi les trois principaux taxons et cela jusqu'à la fin du Subboréal où 5% des études présentent alors des taux d'ormes suffisants.

Malgré ces quelques variations, les fréquences restent faibles. En effet, les fréquences polliniques d'*Ulmus* sont en concurrence avec les fréquences polliniques de *Quercus*, *Corylus* et *Tilia* notamment.

B.3.3.2 Distribution des données paléoenvironnementales en fonction des périodes culturelles (enregistrement dans la table de données à chronologie culturelle)

B.3.3.2.1 Distribution chronologique des entités paléo-paysagères et des datations radiocarboniques

Les pas de temps des périodes culturelles étant plus réduits que pour les périodes climatiques, l'évolution des paléoenvironnements perçue correspond aussi à des espaces plus étroits (infra-régionaux), (cf. schéma montrant la relation spatio-temporelle § B.2.1). Par ailleurs, l'évolution des groupements forestiers étant incohérente avec le pas de temps des périodes enregistrées (de l'ordre de quelques siècles), il n'a pas été jugé nécessaire d'enregistrer ces groupements dans la table de données à chronologie culturelle.

En revanche, un certain nombre de champs attributaires a été ajouté par rapport à la table de données climatiques. Il a ainsi été rendu possible d'enregistrer les occurrences de taxons allochtones, les largeurs moyennes de cernes de lots anthracologiques, les richesses taxonomiques de plantes rudérales et adventices.

Contrairement aux enregistrements de la table de données à chronologie climatique, l'enregistrement des entités paléo-paysagères des périodes culturelles (Fig. 111) nécessite la présence d'au moins une datation absolue correspondant soit à la période soit à une période immédiatement juxtaposée. (ex. une information archéobotanique de l'Age du Bronze n'est enregistrée que par l'existence d'une datation absolue correspondant soit à l'Age du Bronze, soit à l'Age du Fer, soit au Néolithique récent).

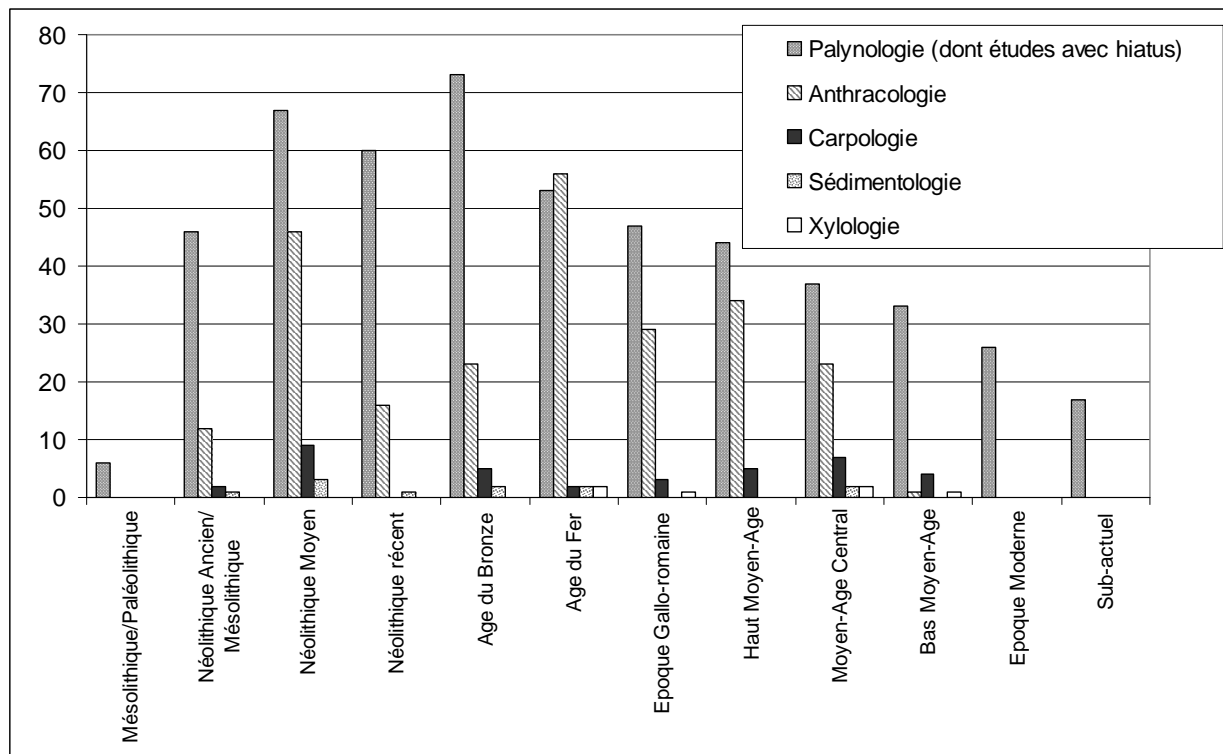


Fig. 111 Distribution des effectifs des différents types d'études enregistrées en fonction des périodes culturelles (ou effectifs des entités paléo-paysagères enregistrés pour chaque type d'étude).

Ce sont à nouveau les données palynologiques qui sont les plus nombreuses (517 entités paléo-paysagères) devant les études anthracologiques (240 entités paléo-paysagères). Les études carpologiques (37), sédimentologiques et xylogologiques sont plus rares.

Les données enregistrées sont plus nombreuses pour les périodes allant du Mésolithique/Néolithique ancien à la période gallo-romaine. En effet, les datations absolues proposent des fourchettes de datations chronologiques bien adaptées à ces périodes. Pour les périodes plus récentes, les marges d'erreurs des dates proposées (de l'ordre de un à quelques siècles) empêchent bien souvent l'utilisation de dates absolues. L'information enregistrée est donc plus rare. Par ailleurs, les études archéobotaniques sont souvent jugées moins « pertinentes » pour les périodes plus récentes pour lesquelles il existe aussi d'autres sources d'informations pour reconstituer les paysages passés (ex. iconographiques). Il y a aussi davantage de chantiers de fouilles archéologiques pour les périodes anciennes. Enfin, le sommet des sondages palynologiques, parfois tronqué (...), est aussi bien souvent moins bien pourvu en datations absolues (Fig. 112).

Les niveaux correspondant aux périodes mésolithiques et paléolithiques sont moins bien représentés à cause de la rareté des restes polliniques dans ces niveaux mais aussi à cause de la difficulté à dater ces sédiments souvent minéraux non organiques.

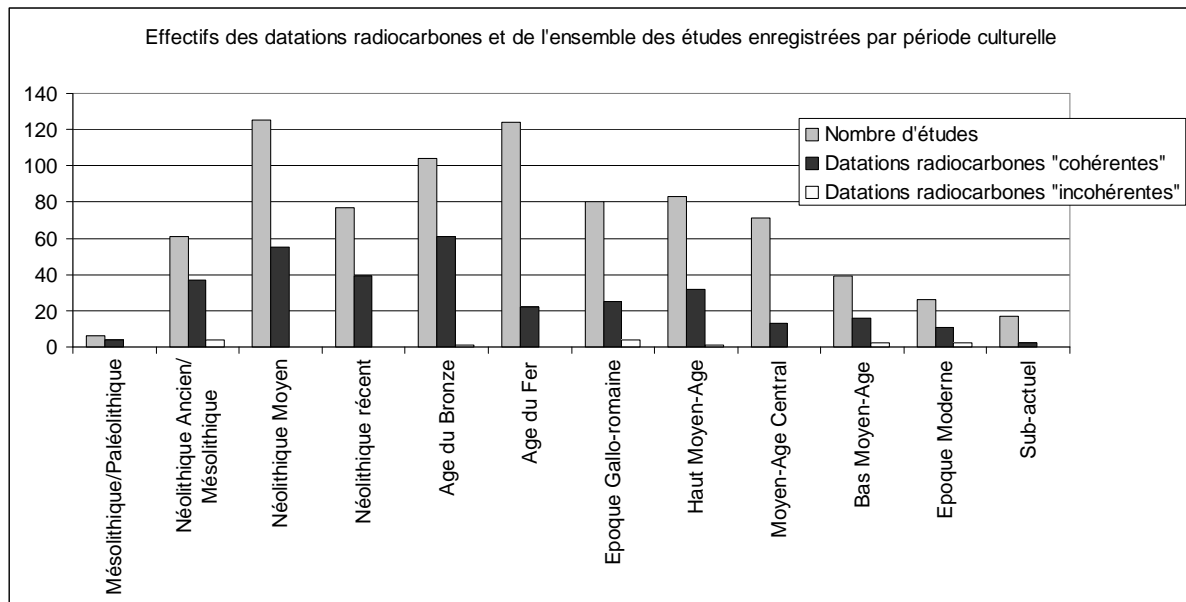


Fig. 112 Distribution des datations radiocarboniques cohérentes et incohérentes en fonction des périodes culturelles

Pour les raisons évoquées ci-dessus, le nombre de datations radiocarboniques est plus important durant les périodes allant du Néolithique ancien au haut Moyen-Age. Les datations qualifiées d'« incohérentes » par rapport aux compositions archéobotaniques sont relativement rares et ce pour l'ensemble des périodes.

B.3.3.2.2 Les grands traits des processus sédimentaires perçus grâce aux sondages polliniques de zones humides

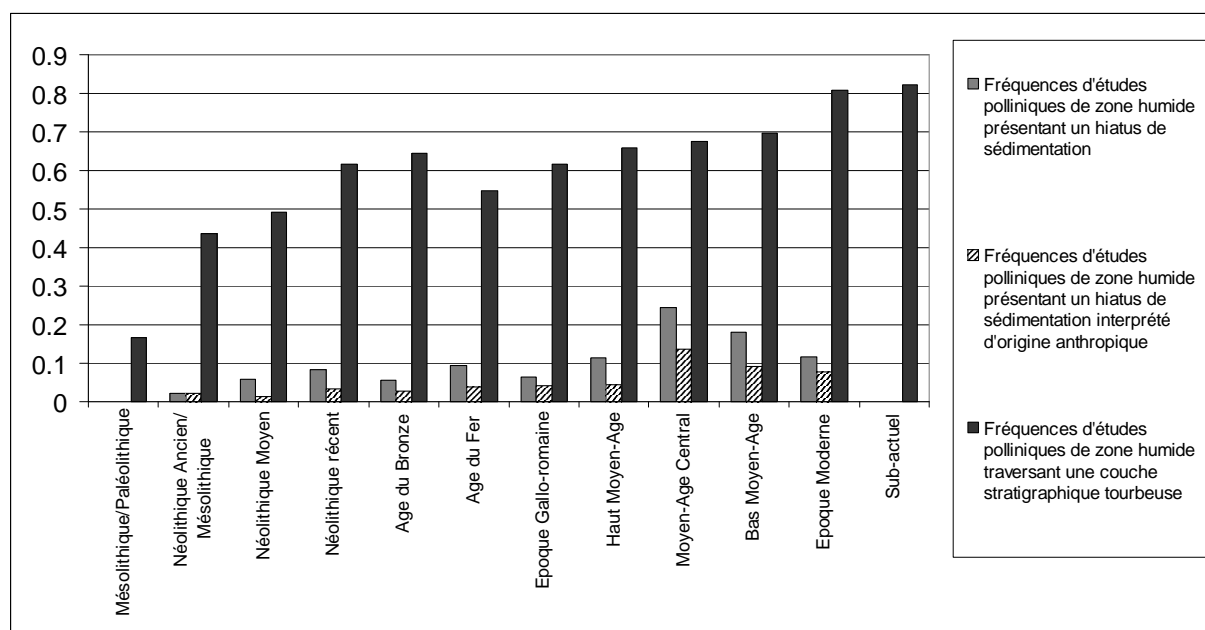


Fig. 113 Fréquences des couches stratigraphiques tourbeuses et des hiatus rencontrés dans les études polliniques de zones humides depuis la dernière glaciation.

Les niveaux traversant une stratigraphie tourbeuse sont tout d'abord assez rares pour les périodes anciennes du Paléolithique et du Mésolithique. Ces faibles fréquences sont probablement davantage le résultat de processus de dégradation de la tourbe (notamment des processus physico-chimiques et mécaniques telle que la compaction des sédiments) plutôt que de l'absence de processus de tourbification durant ces périodes anciennes (cf. résultats correspondant pour la chronologie climatique : § B.3.3.1.2).

A partir du Néolithique, les niveaux tourbeux deviennent plus fréquents. Seules les périodes de l'Age du Fer et gallo-romaine marquent un léger retrait dans la progression de la fréquence des couches tourbeuses. Cet « arrêt » est difficile à expliquer au regard des données climatiques puisque ces deux périodes culturelles se situent au milieu de la première moitié du Subatlantique, période à priori plutôt favorable (humide) à la tourbification. La légère augmentation de la fréquence des hiatus rencontrés à l'Age du Fer pourrait être un indicateur de la mise en valeur (par des drainages) ou de l'exploitation (extractions de tourbes) de tourbières. Ces activités se seraient estompées avec la période gallo-romaine. Par la suite, les niveaux tourbeux sont plus fréquemment rencontrés car ils ont été moins longtemps sujets aux processus de (bio-)dégradations.

Les hiatus sont surtout le résultat des extractions de tourbes menées durant le Moyen-Age. Ces hiatus anthropiques ont malheureusement affecté tous les niveaux dont notamment des niveaux plus anciens... Il est néanmoins très probable que l'ensemble des hiatus d'origines anthropiques y compris ceux enregistrés pour les niveaux les plus anciens ne sont jamais antérieurs à l'Age du Fer sauf cas particuliers.

B.3.3.2.3 L'évolution des indices des taux de pollens d'arbres et de Poacées par période culturelle

Les taux de pollens d'arbres et de Poacées sont de bons descripteurs de l'évolution de la couverture végétale et ce, malgré une certaine sur-représentation des taxons d'arbres (cf. § B.2.2.2.42 et § B.2.2.2.43).

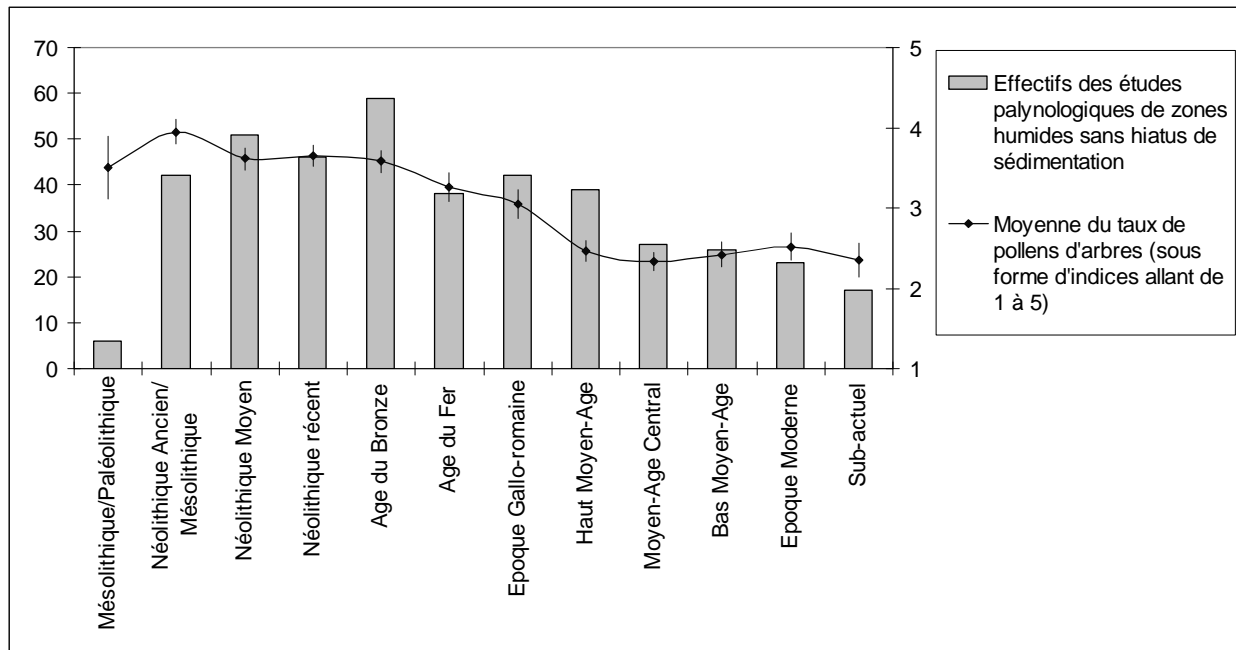


Fig. 114 Evolution de la moyenne des indices du taux de pollens d'arbres par période culturelle (indication de l'erreur standard = écart-type/(effectif)^{1/2}).

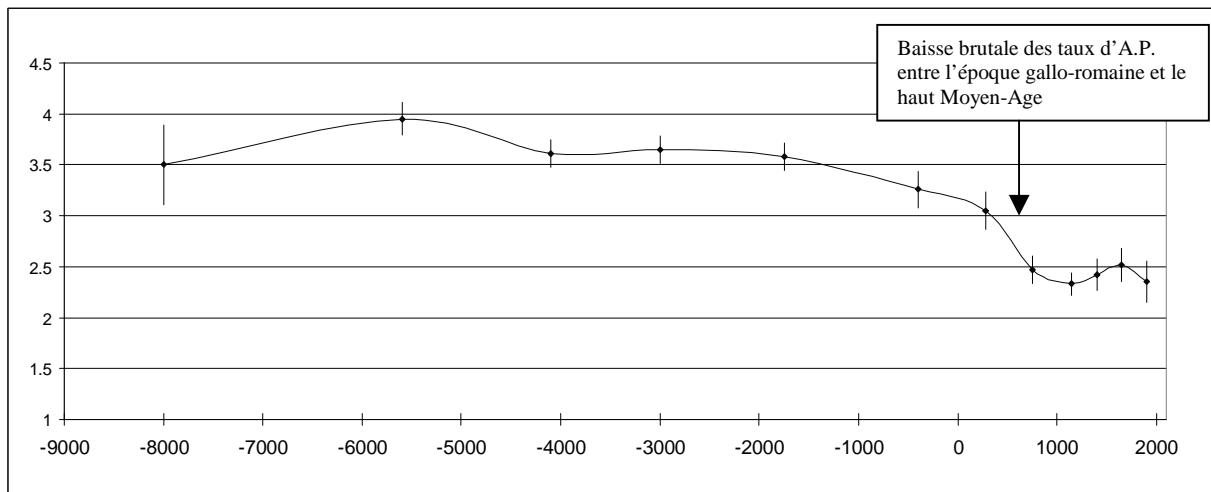


Fig. 115 Evolution de la moyenne des indices du taux de pollens d'arbres par période culturelle et en fonction d'une chronologie continue calibrée BC. (indication de l'erreur standard = écart-type/(effectif)^{1/2}).

Les moyennes des indices du taux de pollens d'arbres sont élevées pour les périodes allant du Paléolithique à l'Age du Bronze (moyennes oscillant entre les indices 3 à 4 c'est à dire entre 40 et 80% de taux de pollens d'arbres). Ces valeurs élevées sont typiques de paysages majoritairement boisés. Les erreurs standards indiquent néanmoins des variations

qui peuvent être analysées de manière spatiale, notamment grâce à des comparaisons de cartes d'interpolations des taux de pollens d'arbres réalisées par période (cf. exemple : la différence entre les cartes d'interpolation des A.P. de l'Age du Bronze et de l'Age du Fer).

A partir de l'Age du Fer et jusqu'au début du Moyen-Age, on voit apparaître des paysages radicalement différents. Les valeurs des taux de pollens d'arbres sont régulièrement plus faibles ce qui révèle des paysages de plus en plus ouverts. Là encore, les erreurs standards invitent à étudier la distribution spatiale des valeurs par interpolation. Quoi qu'il en soit, d'un point de vue diachronique la transition entre les périodes de l'Age du Bronze et de l'Age du Fer est marquée par un défrichement régulier de la couverture forestière armoricaine. Ces résultats sont à mettre en relation avec le développement des techniques de fabrication du métal, nécessitant de grandes quantités de bois. L'époque gallo-romaine s'inscrit dans la continuité de cette évolution puisque les taux de pollens d'arbres continuent de diminuer régulièrement (Fig. 115). Cette ouverture du paysage se poursuit donc malgré le désordre qui survient avec la fin de l'emprise romaine.

Il est tentant de vouloir détailler la transition entre les différentes époques de l'Age du Bronze, de l'Age du Fer, de l'époque gallo-romaine. Pourtant dans le cadre de ce mémoire, ce travail aurait nécessité une relecture de l'ensemble des études traversant ces niveaux et a donc été jugé trop long pour être réalisé.

La baisse du taux de pollens d'arbres est plus brutale avec le début du Moyen-Age. C'est apparemment entre l'époque gallo-romaine et le début du Moyen-Age que le paysage armoricain subit le plus de défrichements (signalé par une flèche, Fig. 115). Les périodes du Moyen-Age présentent des valeurs du taux de pollens d'arbres parmi les plus faibles de l'histoire holocène du Massif armoricain. La consommation en bois pour la construction mais aussi comme combustible est très probablement la principale raison de ces faibles valeurs. Ces activités impliquaient une exploitation de la forêt soutenue. Une forêt était alors divisée en « tirs » et « aires » en vue d'une exploitation en taillis (tous les arbres sont coupés régulièrement (20 à 30 ans) pour du bois de feu) ou taillis sous futaie (coupe régulière mais avec le maintien de quelques arbres en place (baliveaux) destinés à produire du bois d'œuvre).

L'époque moderne et dans une moindre mesure l'époque contemporaine sont caractérisées par une légère augmentation des taux de pollens d'arbres. Il faut relier ce résultat à la nécessité, devenue probablement urgente à la fin du Moyen-Age, de devoir gérer le capital forestier. Pour pallier ce problème, des programmes de gestions sylvicoles sont mises en place au cours de l'époque moderne. On peut supposer que les gestions forestières en « taillis » ou en « taillis-sous-futaies » qui étaient probablement utilisées durant le Moyen-Age ont précédé la gestion en futaie.

A partir de 1850, d'immenses espaces ont été plantés avec des résineux. Ainsi, Les espaces de landes très fréquents jusqu'à l'époque moderne en Bretagne ont été reboisés, notamment avec des résineux.

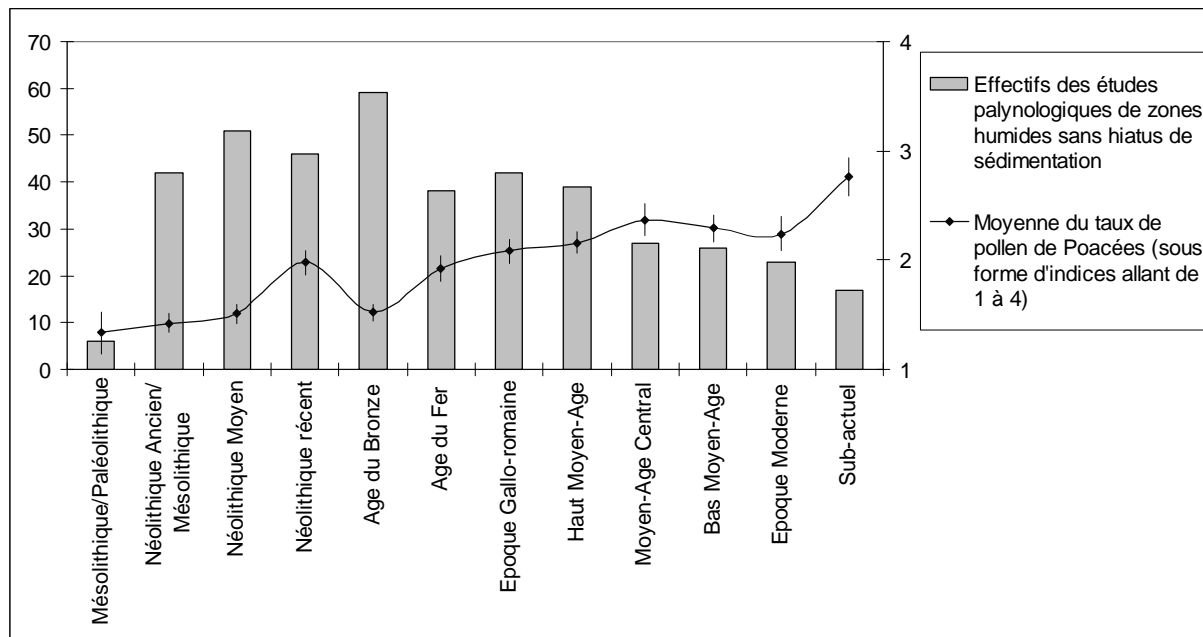


Fig. 116 Evolution de la moyenne des indices du taux de pollens de Poacées par période culturelle. (indication de l'erreur standard = écart-type/(effectif)^{1/2}).

Les pollens de Poacées sont faiblement disséminés. Les taux moyens de Poacées renseignent donc avant tout sur l'état des environnements localisés autour des études polliniques (cf. § B.2.2.2.43). Les valeurs moyennes des indices de Poacées sont en augmentation progressive durant les périodes allant du Paléolithique/Mésolithique au Néolithique récent. Cette évolution traduit donc une ouverture générale des environs immédiats des études palynologiques. Il est tentant d'attribuer cette évolution à l'intensification de l'impact de l'homme sur son environnement. C'est très probablement le cas pour un certain nombre d'études palynologiques. Néanmoins, d'autres facteurs environnementaux sont à prendre en compte et notamment l'élévation du niveau marin qui affecte les études des marges littorales. Les analyses spatiales (cf. analyses de l'effet de la continentalité dans les résultats) ont en effet mis en évidence l'effet contraignant qu'a joué la proximité du littoral sur le boisement régional. Or, l'élévation du niveau marin au cours de ces périodes a en quelque sorte rapproché le rivage d'un certain nombre d'études, diminuant les taux de pollens d'arbres au profit des pollens d'herbacées... Les études polliniques réalisées dans des zones humides en arrière-dunes sont évidemment les plus sensibles à cet effet.

La baisse du taux de pollens de Poacées à l'Age du Bronze est difficile à comprendre. Plusieurs hypothèses peuvent être émises afin d'expliquer cette évolution. Il est tout d'abord probable que la valeur moyenne du taux de Poacées au Néolithique final soit un peu surévaluée (à cause peut-être de la position du niveau marin cf. explicitation ci-dessus). Une autre hypothèse concernant le développement de plantes concurrentes aux Poacées pourrait être avancée. Le taux moyen de pollens d'arbres est néanmoins resté important durant l'Age du Bronze. En effet, celui-ci ne montre pas d'augmentation pouvant expliquer une baisse du taux des Poacées par le jeu des fréquences relatives (Fig. 114 et Fig. 115).

A l'Age du Fer, on constate à nouveau une augmentation du taux moyen de Poacées. Celui-ci est équivalent au taux moyen qui avait été obtenu à la fin du Néolithique. La proportion moyenne des Poacées ne va ensuite cesser de croître jusqu'au Moyen-Age. La cause de cette évolution est à n'en pas douter d'origine anthropique. Il faut en effet mettre en parallèle cette augmentation des pollens de Poacées avec la baisse des pollens d'arbres et l'ouverture des paysages (cf. interprétation ci-dessus).

A partir du Moyen-Age, l'augmentation des taux polliniques de Poacées ralentit et va même subir une légère baisse à l'époque moderne. Ce résultat est logique au regard de l'évolution du taux moyen de pollens d'arbres, puisque l'époque moderne connaît en effet un reboisement des campagnes sous l'impulsion de politiques volontaristes.

En revanche, aucun parallèle n'est possible avec l'évolution des taux de pollens d'arbres pour commenter l'évolution des taux moyens de Poacées durant l'époque contemporaine. Il faut donc envisager soit un développement des Poacées au dépens d'autres taxons herbacés, soit une dégradation assez rapide et différentielle des pollens de certaines espèces de Poacées qui ne seraient donc plus perceptibles après quelques siècles.

L'augmentation de la fréquence des groupements en voie d'atterrissement et de roselières durant les périodes récentes (Fig. 120) appuie plutôt la première hypothèse, puisque dans un grand nombre d'études, l'atterrissement des zones humides a probablement entraîné un terrain favorable au développement des Poacées vis-à-vis des espèces aquatiques.

B.3.3.2.4 L'évolution des moyennes du nombre de groupements de zones humides et de terrains bien drainés par période culturelle

A défaut de pouvoir estimer directement la diversité taxonomique à cause des limites de la détermination taxonomique, mais aussi à cause des conservations différentielles d'une étude à l'autre, une estimation de la diversité des groupements végétaux (tels qu'ils sont définis au chapitre B.2.2.2.37) peut être approchée grâce à une moyenne des occurrences de chaque groupement pour l'ensemble des études polliniques d'une période. L'enregistrement de l'occurrence d'un groupement reposant sur l'existence d'associations d'attestations archéobotaniques permet de « gommer » partiellement les problèmes de déterminations taxonomiques et de conservations différentielles.

L'évolution du nombre de groupements des « terrains bien drainés » par période climatique a montré une croissance assez nette durant l'Atlantique avec un ralentissement à la fin du Subboréal, suivi d'une forte croissance pour le Subatlantique (Fig. 92). Une évolution semblable est constatée pour les groupements de « zones humides » (Fig. 93). Nous avons conservé le même protocole de calcul des fréquences mais cette fois-ci à l'échelle des périodes culturelles.

L'évolution constatée est particulièrement intéressante à suivre car l'hétérogénéité de la mosaïque paysagère (ici le nombre de groupements végétaux) est probablement en lien direct avec l'intensification de l'emprise humaine sur le paysage. En effet, en exploitant l'environnement végétal, l'homme va générer divers effets qui vont avoir pour conséquence une augmentation des groupements végétaux perçus. L'introduction de nouveaux taxons et le développement de groupements favorisés par les activités humaines (ex. groupements de cultures et les groupements de friches) peuvent par exemple résulter de ces effets. Une autre conséquence découle de la diversification des niveaux dynamiques présents à la fois dans les paysages, liée aux « diverses pressions » exercées sur les successions végétales (ex. déboisements, exploitations agricoles, incendies). Ces pressions n'étant pas réalisées au même moment dans l'espace, il résulte une mosaïque du paysage végétal en perpétuelle transformation.

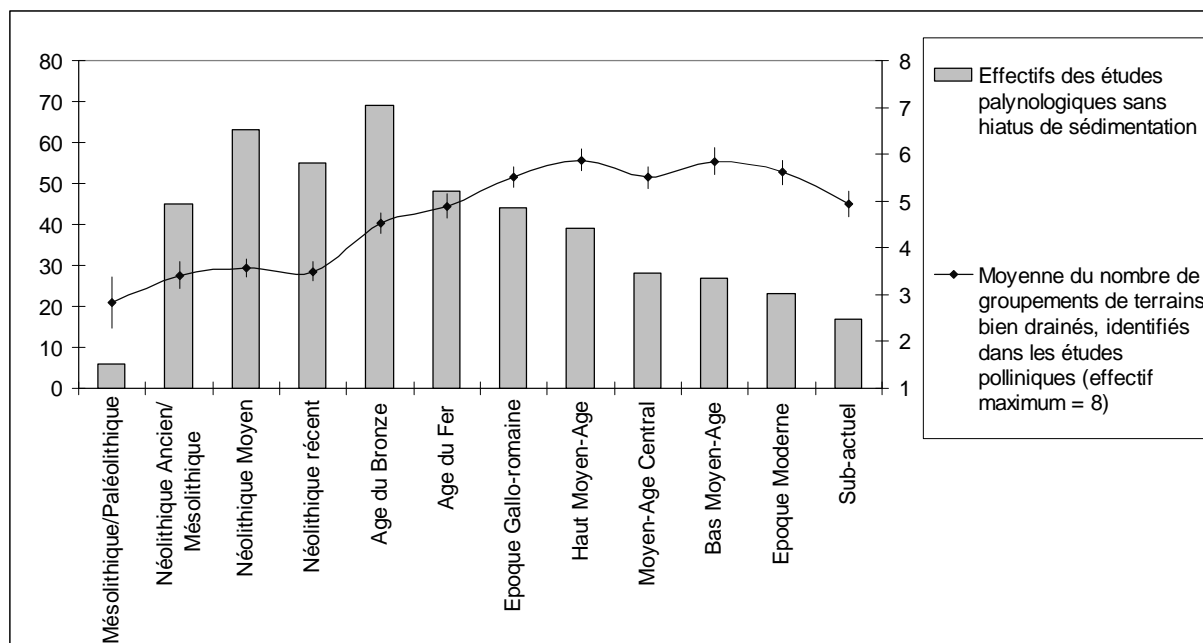


Fig. 117 Evolution de la moyenne du nombre de groupements des « terrains bien drainés » par période culturelle (indication de l'erreur standard = $\text{écart-type}/(\text{effectif})^{1/2}$).

Les périodes allant du Mésolithique à la fin du Néolithique présentent une moyenne du nombre de groupements de « terrains bien drainés » relativement stable (entre 3 et 4 groupements). Ce résultat est la conséquence d'environnements naturels encore peu perturbés par les activités humaines. On note néanmoins une légère augmentation du nombre de groupements entre la période du Mésolithique/Paléolithique (période malheureusement assez mal représentée) et les périodes du Néolithiques, ce qui pourrait être inféodée dans quelques études aux premières activités « agricoles ».

A partir de l'Age du Bronze, on constate une augmentation assez nette de la moyenne du nombre de groupements. Ce phénomène est le résultat des détections de plus en plus nombreuses des groupements « anthropiques » tels que les groupements de cultures, de friches et de jachères et des communautés rudérales (Fig. 117). Les taux d'AP restent néanmoins élevés (Fig. 114) ce qui fait penser que les exploitations agricoles de l'Age du Bronze se développent dans des paysages encore largement boisés.

Au cours de l'Age du Fer puis de l'époque gallo-romaine et jusqu'au début du Moyen-Age, la moyenne du nombre de détections de groupements de « terrains bien drainés » continue d'augmenter. Ce constat s'explique par la détection de plus en plus systématique des groupements « anthropiques » (Fig. 124) mais aussi par l'apparition de groupements de landes et de fourrés notamment à l'Age du Fer. Ces associations végétales sont issues de l'exploitation puis de l'abandon de terrains alors appauvris (Fig. 126). La détection plus fréquente des groupements de prairies mésophiles mais aussi de « boisements clairs » (Fig. 127) est une autre conséquence des grands défrichements qui se produisent à partir de cette période (évolution des taux d'AP, Fig. 115).

Avec le Moyen-Age, la moyenne du nombre de groupements végétaux détectés est au maximum. On peut donc penser que la mosaïque paysage est alors très hétérogène puisque l'on détecte en moyenne 5 à 6 groupements de « terrains biens drainés » par étude.

A partir de l'époque moderne, la moyenne du nombre de groupements va légèrement diminuer ce qui traduit alors une tendance vers l'« homogénéisation » dans l'organisation des paysages. Ce phénomène s'explique par exemple par la raréfaction des groupements de landes et de friches évoluées grâce à l'apparition des techniques d'amendement des sols...

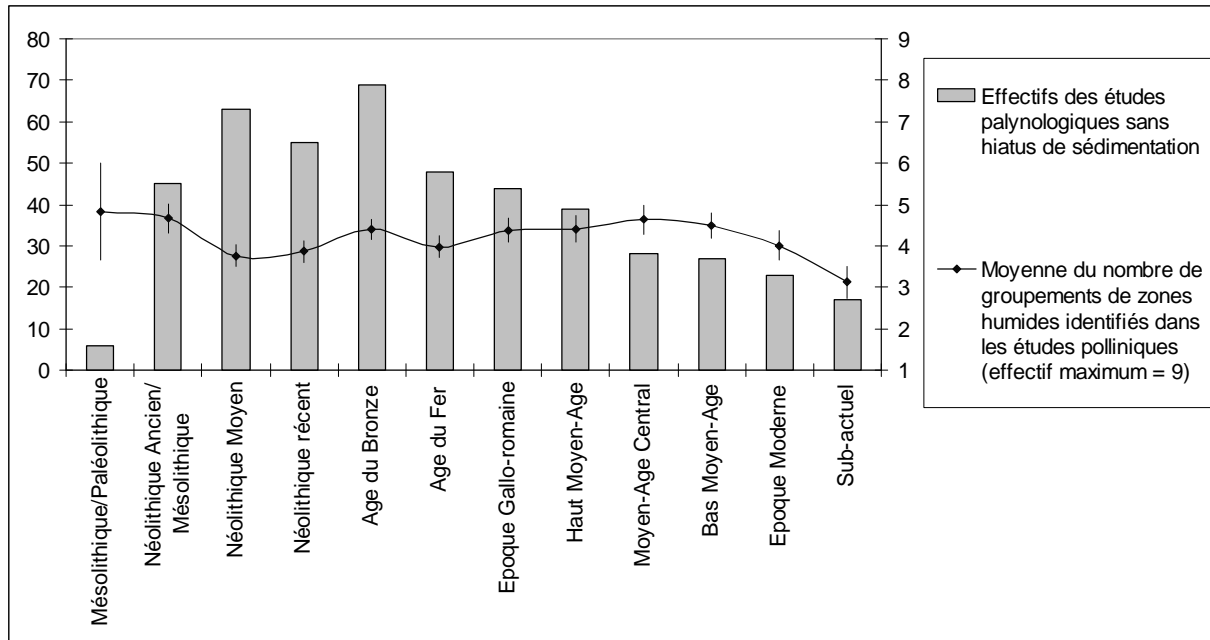


Fig. 118 Evolution de la moyenne du nombre de groupements des zones humides par période culturelle. (indication de l'erreur standard = écart-type/(effectif)^{1/2}).

La moyenne du nombre de groupements de zones humides identifiés dans les études polliniques oscille beaucoup moins que pour les groupements des « terrains bien drainés ». En effet, ces groupements de zones humides paraissent davantage obéir aux changements climatiques qu'aux changements culturels. Ainsi, du Mésolithique jusqu'au Moyen-Age, la moyenne du nombre de groupements de zones humides varie entre 4 et 5 groupements par période.

A partir de l'époque moderne, on constate néanmoins une baisse du nombre de groupements qui peut être attribuée à l'envasement de beaucoup de points d'eau. La figure (Fig. 121) montre une baisse de la fréquence des groupements de zones inondées au profit des groupements de zones en voie d'atterrissement et de tourbières. Ce résultat est probablement lié à l'intensification des pratiques agricoles avec notamment des défrichements et des amendements permettant ainsi une exploitation croissante et constante des sols qui deviennent aussi de plus en plus sensibles à l'érosion.

B.3.3.2.5 L'évolution des fréquences des occurrences de groupements végétaux enregistrés dans les études archéobotaniques par période culturelle

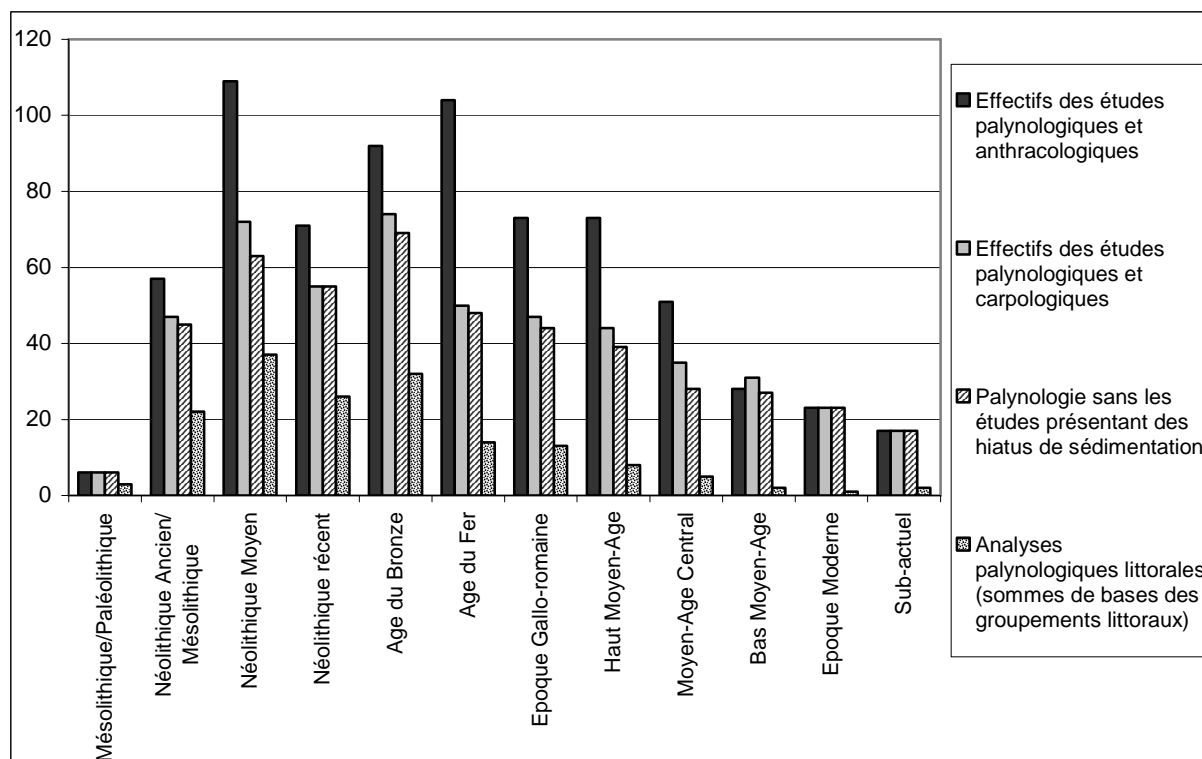


Fig. 119 Représentation des effectifs utilisés comme sommes de bases afin de réaliser les fréquences des occurrences des différents groupements.

Certains groupements pouvant être à la fois identifiés dans les études anthracologiques ou carpologiques ou palynologiques, plusieurs sommes de bases distinctes ont dû être réalisées. Les groupements de zones profondes, des ceintures périphériques, de roselières, de tourbières, de prairies humides, de cultures, de friches et jachères, de chemins et communautés rudérales sont potentiellement perceptibles dans les études carpologiques et palynologiques. Les groupements de bois hygrophiles, de landes, de boisements rudéraux, de forêts claires de forêts pâturées et les groupements de forêts sont enregistrés dans les études palynologiques et anthracologiques. Les fréquences des groupements « côtiers » sont calculées sur la base des effectifs des études polliniques réalisées sur le littoral (cf. § B.2.2.2.6). A cause des faibles effectifs de la « période » Mésolithique/Paléolithique (seulement six études), les informations correspondant à cette période sont à interpréter avec beaucoup de précaution. Aussi, les résultats concernant cette période n'ont pas toujours été représentés.

B.3.3.2.5.1 Evolution des fréquences des groupements de zones inondées

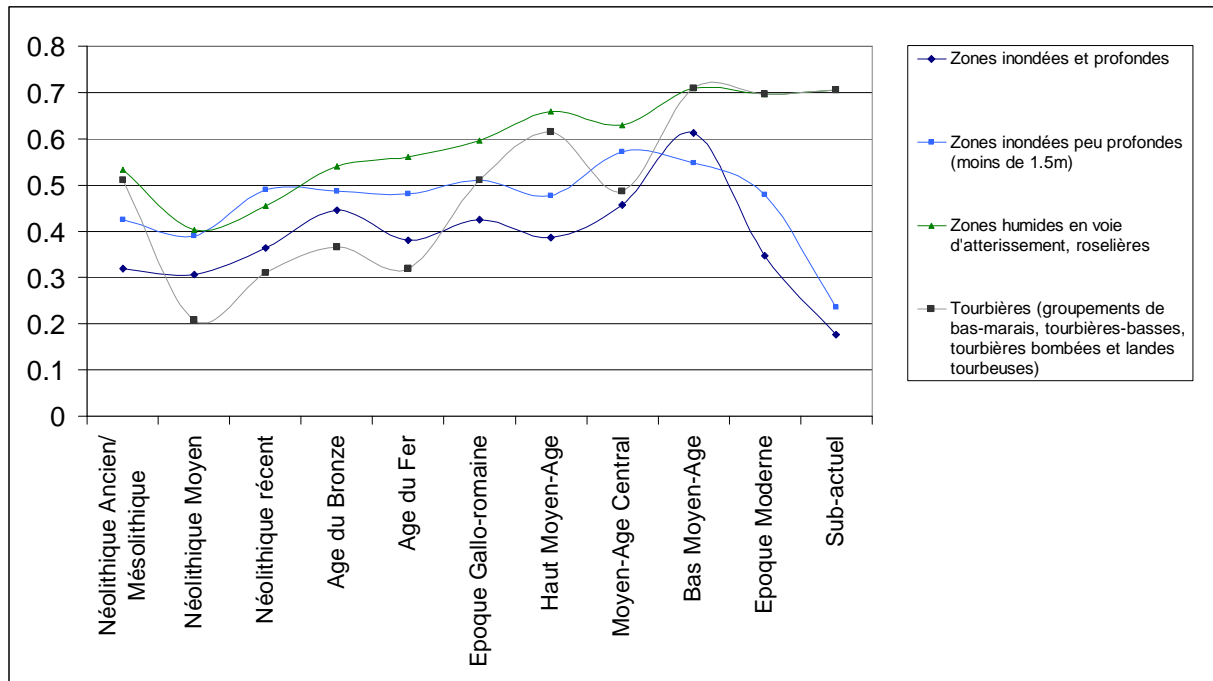


Fig. 120 Evolution des fréquences des occurrences archéobotaniques des divers groupements de zones inondées en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et carpologiques recoupant chaque période.

Ces groupements sont tout d'abord assez fréquents durant la période de la fin du Mésolithique/Néolithique ancien, époque correspondant à la période climatique de l'Atlantique. On peut supposer que ce sont les conditions chaudes et humides de l'optimum climatique de l'Atlantique qui ont avant tout favorisé les groupements de zones inondées ainsi que les processus de tourbification.

En revanche, une diminution sensible des conditions pluviométriques qui affecteraient le début du Subboréal expliquerait le léger retrait des fréquences des végétations aquatiques durant la période du Néolithique moyen.

A partir du Néolithique récent et jusqu'au Moyen-Age, on constate une augmentation de la fréquence des occurrences de l'ensemble des groupements de zones humides. C'est là très probablement une conséquence des dégradations climatiques qui surviennent avec la période du Subatlantique.

Une baisse assez marquée des fréquences des occurrences des groupements de tourbières est à noter au Moyen-Age Central. Elle pourrait être due aux drainages ou bien aux extractions de tourbes dans certaines tourbières. C'est par ailleurs un résultat qui est à relier au nombre important de hiatus constatés à cette même époque (Fig. 113).

L'augmentation de la fréquence des zones inondées peu profondes au Moyen-Age Central et surtout l'augmentation de la fréquence des zones inondées profondes au bas Moyen-Age peuvent être expliquées par la construction de retenues d'eau un peu partout sur le réseau hydrographique armoricain. Ces retenues d'eau visent à fournir des ressources piscicoles en plus de l'énergie hydraulique aux moulins (Pichot et Marguerie, sous presse). La légère baisse des fréquences des groupements de zones humides en voie d'atterrissement et

des tourbières au Moyen-Age central serait par ailleurs cohérente avec ces inondations provoquées.

Avec la fin du Moyen-Age, on voit les groupements des zones inondées devenir de moins en moins fréquents au profit des groupements de zones en voie d'atterrissement et des groupements de tourbières. Ces évolutions divergentes peuvent être à la fois le résultat de la destruction des barrages du Moyen-Age, mais aussi le résultat d'un engorgement sédimentaire de beaucoup de zones humides.

Une autre explication peut aussi résider dans le choix des endroits où sont réalisés les sondages polliniques. En effet, pour des raisons évidentes de facilité, les sondages polliniques sont rarement réalisés au milieu de zones humides inondées mais plutôt dans leur périphérie. Les groupements périphériques des zones humides sont donc d'autant plus facilement enregistrés. Ce biais est moins vrai pour les périodes anciennes où les endroits sondés sont potentiellement au milieu de zones inondées à l'origine.

B.3.3.2.5.2 Evolution des fréquences des groupements de prairies hygrophiles

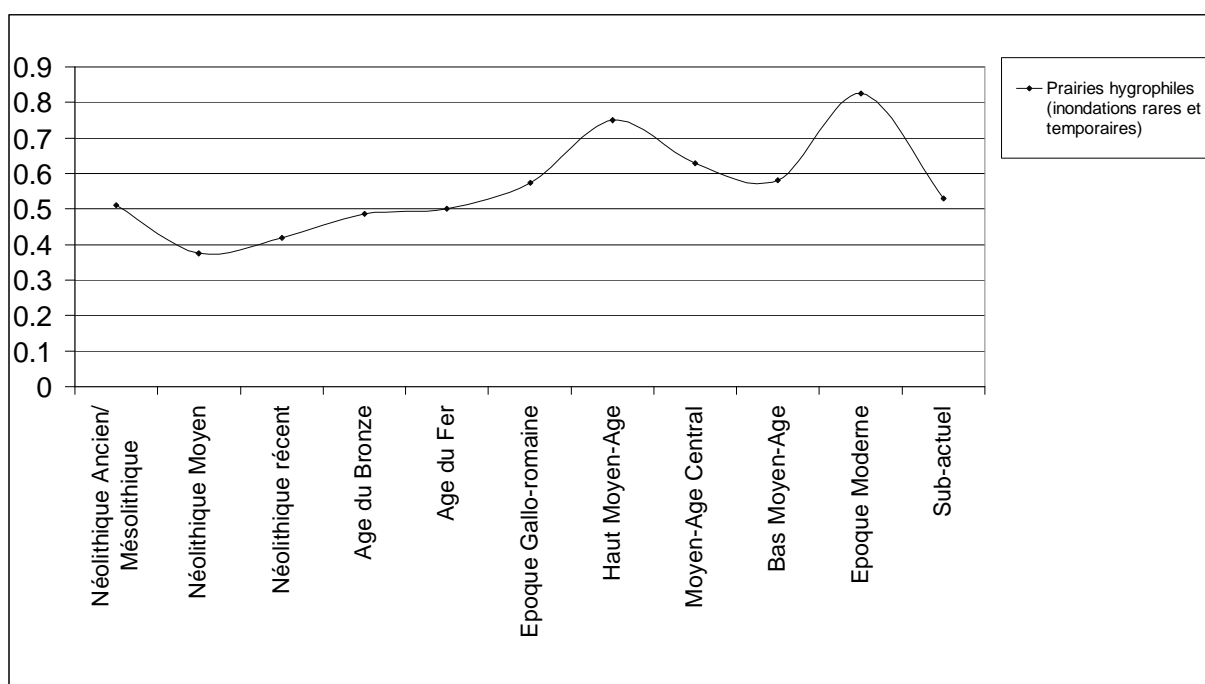


Fig. 121 Evolution des fréquences des occurrences archéobotaniques des groupements de prairies hygrophiles en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et carpologiques recoupant chaque période.

Tout comme les groupements de zones inondées, les prairies hygrophiles sont assez fréquemment identifiées dans les études recoupant le Néolithique Ancien/Mésolithique final (dans 50% des études). C'est là un résultat logique au regard des conditions humides de la période Atlantique.

La fréquence des prairies humides connaît ensuite une légère chute durant le Néolithique moyen pour augmenter de nouveau à partir du Néolithique récent et ce jusqu'au haut Moyen-Age. Tout comme l'évolution des groupements de zones inondées, on peut à nouveau évoquer une explication climatique : une diminution du régime des pluies durant le début du Subboréal (correspondant au Néolithique moyen) précèdent une dégradation du

climat (plus humide) survenant à partir de la fin du Subboréal (cf. aussi tendance générale avec la chronologie climatique Fig. 95). La diminution des aulnaies durant les périodes de l'Age du Bronze à l'époque gallo-romaine (cf. § B.3.3.2.5.3) concourt probablement aussi à l'extension des prairies humides.

En revanche, la baisse des occurrences des prairies humides au Moyen-Age central et au bas Moyen-Age est moins cohérente vis-à-vis de la dégradation climatique de la fin du Subatlantique. Il faut envisager d'une part l'impact des activités humaines et notamment « la mise en valeur » des zones humides. Au regard de l'évolution des fréquences des zones inondées (Fig. 121 ci-dessus), on peut supposer que la construction de retenues d'eau durant les époques du Moyen-Age a ennoyé un certain nombre de vallées alluviales, diminuant ainsi les végétations de prairies humides. On peut aussi évoquer la mise en valeur de ces zones par la construction de réseaux de drainages qui ont pu assez rapidement assécher ces zones et modifier complètement les végétations hygrophiles, au profit par exemple des groupements de cultures et de prairies mésophiles (...) au bas Moyen-Age (évolution des fréquences des occurrences de cultures : Fig. 124 et de prairies mésophiles : Fig. 125). D'autre part, l'augmentation des occurrences des boisements hygrophiles au cours du Moyen-Age central et du bas Moyen-Age a probablement aussi diminué les espaces occupés par les prairies humides (cf. § B.3.3.2.5.3).

L'époque moderne ne suit pas cette évolution puisque l'on observe de nouveau une augmentation assez brutale de la fréquence des occurrences de prairies humides. Ce résultat est difficile à interpréter. Une des raisons pourrait être l'engorgement sédimentaire des zones humides entraînant des changements de végétations (un tel phénomène a déjà été observé avec la baisse des fréquences de groupements de zones inondées au profit des groupements de tourbières et de roselières).

Dans le cas présent, il faut envisager l'extension des zones alluviales favorables au développement des végétations de prairies hygrophiles. Une autre interprétation peut être avancée avec la rupture d'un certain nombre de barrages du Moyen-Age, permettant de nouveau l'émersion des zones alluviales et donc le développement des prairies hygrophiles (végétations potentiellement intéressantes pour l'élevage).

La fréquence des occurrences des prairies hygrophiles de l'époque contemporaine (sub-actuelle) redevient équivalente à celle rencontrée durant la seconde moitié du Moyen-Age. On peut supposer que de nouveaux aménagements réalisés autour des zones humides (et en particulier les zones alluviales) sont responsables de cette évolution, notamment les systèmes de drainages facilitant l'exploitation agricole de ces zones (notamment pour l'extension des cultures).

B.3.3.2.5.3 Evolution des fréquences des groupements de forêts et bois hygrophiles

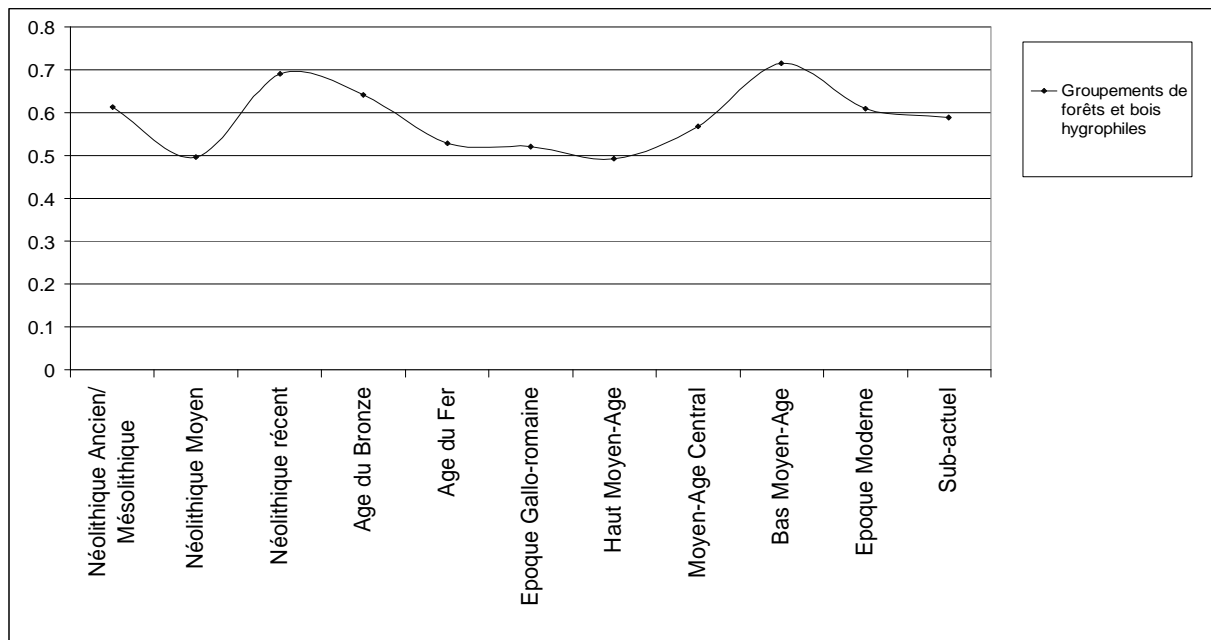


Fig. 122 Evolution des fréquences des occurrences archéobotaniques des groupements de forêts et bois hygrophiles en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et anthracologiques recoupant chaque période.

Au cours de la période du Néolithique moyen, on constate une baisse de la fréquence des occurrences de ces groupements de boisements hygrophiles. Cette évolution a déjà été observée avec l'ensemble des groupements de zones humides ainsi que pour les groupements de prairies humides. Il faut donc là encore évoquer une raison climatique (Fig. 97).

Cette baisse est suivie de nouveau par une augmentation des fréquences durant les périodes du Néolithique récent et de l'Age du Bronze. Or, ce constat réitéré consoliderait la raison climatique. Le résultat est cohérent avec le climat de la seconde moitié du Subboréal et le début du Subatlantique plus frais et plus humide.

En revanche, la diminution des fréquences des occurrences de boisements hygrophiles à partir de l'Age du Fer n'est plus cohérente avec l'évolution climatique. Il faut donc envisager une explication anthropique à commencer par l'hypothèse de défrichements mais aussi peut être d'autres activités humaines (ex. lieux de pacages ?...). En effet, la transition entre l'Age du Bronze et l'Age du Fer est particulièrement marquée par la baisse des taux de pollens d'arbres (Fig. 114). Par ailleurs, l'augmentation de la fréquence des prairies hygrophiles au haut Moyen-Age pourrait être une conséquence directe de cette évolution. Enfin, malgré cette baisse, les boisements hygrophiles restent bien présents dans le paysage puisqu'ils sont identifiés dans environ une étude sur deux.

La fréquence de ces boisements est ensuite relativement stable jusqu'au Moyen-Age central, où ces boisements sont à nouveau détectés plus fréquemment et ce jusqu'à nos jours.

On peut donc supposer que l'exploitation de ces zones a donc diminué à partir de la fin du Moyen-Age.

B.3.3.2.5 Evolution des fréquences des groupements littoraux

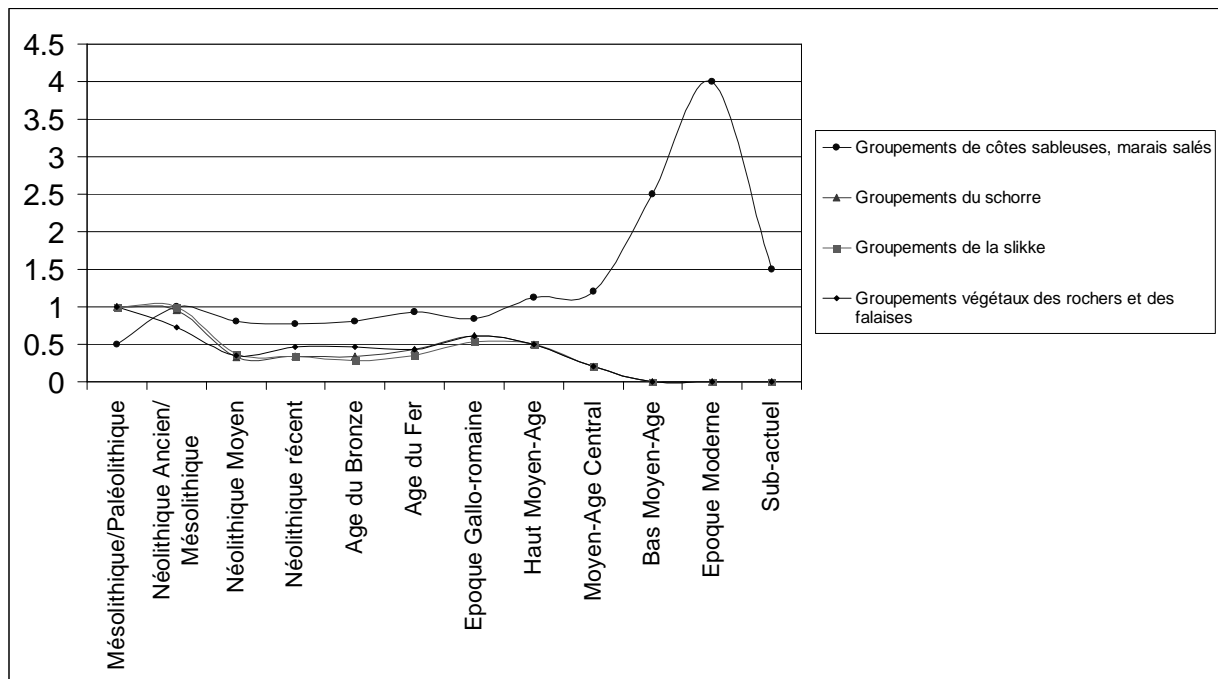


Fig. 123 Evolution des fréquences des occurrences archéobotaniques des groupements littoraux en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain (sur la somme de base des études réalisées sur, ou proches du littoral).

Durant l'ensemble des périodes allant du Mésolithique à la période gallo-romaine, les études réalisées sur le littoral ou dans des secteurs placés sous influence marine (ex. estuaires, fleuves) présentent très fréquemment des occurrences de groupements de côtes sableuses ou de marais salés (70 à 80% des études). Les groupements du schorre, de la slikke, des rochers et falaises sont un peu moins bien enregistrés (25 à 50% des études). Il faut probablement chercher une explication dans l'origine des lieux de sondages. Si les estrans et les tourbières littorales situés immédiatement en arrière-dunes enregistrent évidemment les pollens des groupements de côtes sableuses en abondance, les végétations de slikkes, schorres et falaises plus éloignées et généralement plus clairsemées, sont plus rarement enregistrées dans les spectres polliniques.

A partir du Moyen-Age, on voit les trois groupements de la slikke, du schorre et des falaises disparaître des enregistrements polliniques. C'est probablement la remontée du niveau marin et le recul des dunes littorales qui ont entraîné ce résultat. En effet, les sondages réalisés au niveau des estrans traversent des tourbes qui sont forcément antérieures à la remontée du niveau marin et donc généralement antérieures à la fin du Subatlantique. Le recul des dunes a aussi pu fossiliser et masquer certaines zones humides littorales susceptibles d'avoir enregistré des végétations subatlantiques. Enfin, comme pour la plupart des études polliniques, si beaucoup de moyens d'investigation et de datation sont placés sur les niveaux anciens, les niveaux situés en sommets de sondages sont moins étudiés ou sont plus difficiles à prélever à cause du caractère moins compact des sédiments de surface. Au final, les analyses polliniques littorales recoupant les périodes du Moyen-Age jusqu'à l'actuel sont rares (cf. effectif des études « littorales » en fonction des périodes, Fig. 119). Or, ce sont ces sondages qui sont les mieux à même d'enregistrer les kystes de dinoflagellés caractéristiques des groupements de slikke et du schorre.

L'évolution de la fréquence du groupement de côtes sableuses et marais salés peut s'expliquer par la détection de ce groupement dans un certain nombre d'études qualifiées de « non littorales » (d'où des fréquences supérieures à 1). En effet, de nombreux taxons de ce groupement littoral se trouvent aussi dans des groupements « anthropiques » tels que les groupements de friches et de jachères (ex. Poacées, Astéracées, *Artemisia*, Caryophyllacées, Malvacées, Euphorbiacées) ou les groupements de communautés rudérales (ex. *Plantago*, Chénopodiacées, Astéracées, *Artemisia*, Apiacées...). Les contraintes littorales exercent en quelque sorte une pression similaire aux contraintes anthropiques ce qui explique que l'on retrouve des taxons en commun dans ces trois groupements.

Par ailleurs, certaines études réalisées dans des zones humides en liaison avec des fleuves n'ont par forcément été qualifiées d'études « littorales », alors qu'on a pu y détecter des taxons polliniques littoraux.

L'augmentation de la fréquence du groupement de côtes sableuses et marais salés n'est donc pas uniquement liée aux phénomènes marins mais aussi indirectement à l'intensification des activités humaines. Il est donc évidemment difficile d'interpréter cette courbe en terme d'évolution marine.

B.3.3.2.5.5 Evolution des fréquences des groupements significatifs de cultures, des groupements de friches et de jachères, des groupements de communautés rudérales

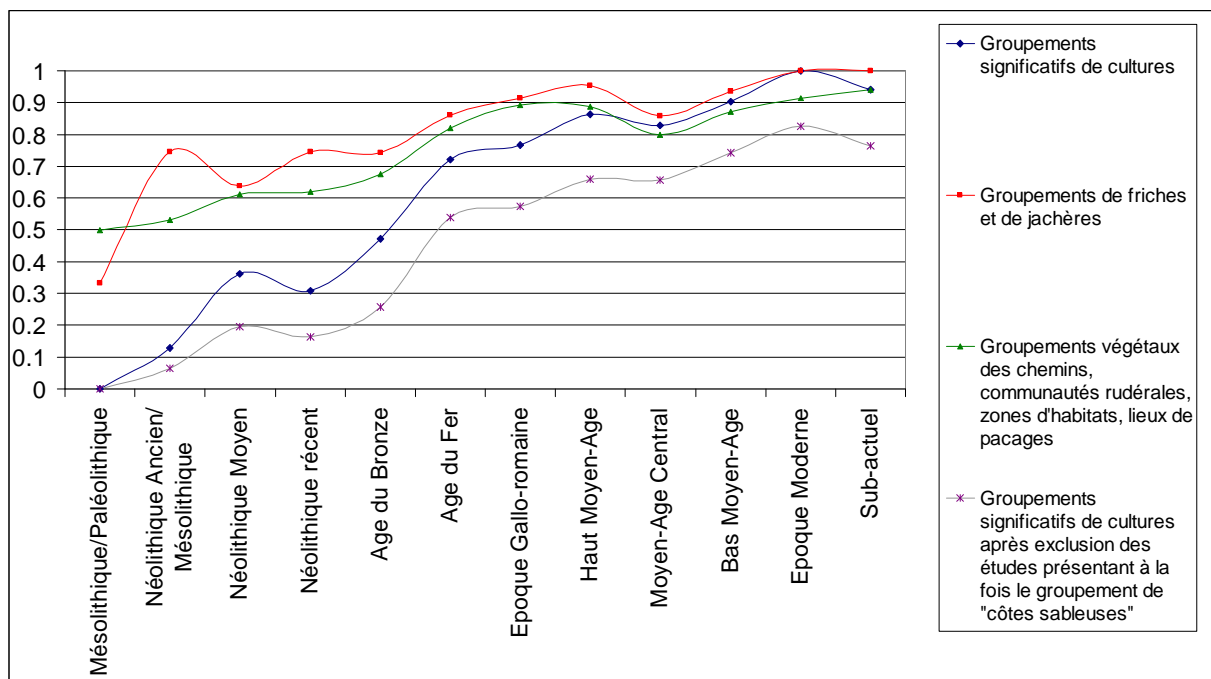


Fig. 124 Evolution des fréquences des occurrences archéobotaniques des groupements significatifs de cultures, des groupements de friches et de jachères, des groupements de communautés rudérales en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et carpologiques recoupant chaque période.

L'évolution de ces groupements est pour partie liée à l'anthropisation des paysages. En effet, si les groupements de « friches et de jachères » et de « communautés rudérales » sont détectés avant la néolithisation, le groupement significatif de cultures n'émerge vraiment qu'à partir du Néolithique moyen (4700 à 3500 av. JC).

Les groupements de « friches et de jachères » et de « communautés rudérales » sont assez régulièrement détectés dès les périodes du Mésolithique / Néolithique. En fait, il est probable que la forte proportion des études littorales parmi l'ensemble des études polliniques recoupant ces périodes (Fig. 119) explique les occurrences de nombreux taxons polliniques détectés à la fois dans les groupements anthropiques de « friches et jachères », de « communautés rudérales » mais aussi dans les groupements littoraux des « côtes sableuses » (ex. Poacées, Astéracées, *Artemisia*, Caryophyllacées, Malvacées, Euphorbiacées, *Plantago*, Chenopodiacees, Apiacées) (cf. remarque inverse pour les groupements de côtes sableuses sur-représentés à partir du Moyen-Age, Fig. 123). Les fréquences de ces deux groupements « anthropiques » sont donc probablement sur-évalués durant l'ensemble des périodes du Mésolithique, Néolithique et jusqu'à l'Age du Bronze où les analyses polliniques littorales sont en fortes proportions (Fig. 119).

Les groupements significatifs de cultures sont enregistrés lorsque des taxons allochtones (ex. attestations polliniques de type « *Cerealia* ») et des taxons de plantes adventices sont identifiés en même temps (cf. § B.2.2.2.37.2).

Pour la période du Mésolithique / Néolithique ancien (6500 à 4700 avant J.-C.) après avoir pris en compte les éventuelles occurrences de groupements de dunes littorales, les études présentant des datations imprécises, mais aussi en tenant compte de la bibliographie récente, deux occurrences de groupements significatifs de « cultures » ont été sélectionnées pour cette période (cf. § B.5.1).

Avec le Néolithique moyen, la fréquence des occurrences des groupements de cultures s'accroît et ce même après exclusion des études littorales. C'est la conséquence directe de la diffusion et du développement des premières pratiques agricoles sur le Massif armoricain. Il faut néanmoins signaler la concentration des études polliniques réalisées autour de l'estuaire de la Loire. Ce secteur présente de nombreuses occurrences de groupements significatifs de cultures ce qui biaise probablement les résultats en sur-évaluant les fréquences des occurrences de ces groupements vis-à-vis d'autres secteurs armoricains moins propices aux cultures (?). L'augmentation brutale de la fréquence des groupements de communautés rudérales peut aussi être liée au développement de l'agriculture, même si les analyses réalisées sur le littoral parasitent probablement ce résultat. La légère baisse de la fréquence des occurrences du groupement de « friches et de jachères » est en revanche difficile à expliquer. Il faut envisager un phénomène parasité par les effets des influences marines sur certaines analyses littorales.

La fin du Néolithique connaît une stagnation voire une légère baisse des fréquences des groupements archéobotaniques « anthropiques » par rapport à la période précédente. Au regard de cette évolution il existerait donc une continuité dans « l'intensité » des activités agricoles pratiquées.

A partir de la fin du Néolithique et jusqu'au début du Moyen-Age, l'évolution de la fréquence des occurrences des groupements de cultures passe de 30 à 75%. Cette évolution décrit l'intensification de l'agriculture sur l'ensemble du Massif armoricain. Notons que la majorité des études polliniques enregistrent ces activités agricoles dès l'Age du Fer (70% des études). A partir de cette période on peut donc penser que la majorité du territoire armoricain est alors touché par le phénomène agricole. L'agriculture gagne ensuite relativement peu de terrain (72,5% à l'époque gallo-romaine et 75% des études au haut Moyen-Age). Les

fréquences des occurrences des groupements de « friches et de jachères » et des groupements de communautés rudérales suivent des évolutions parallèles.

Les périodes du Moyen-Age central et du bas Moyen-Age connaissent un léger repli des fréquences des trois groupements. Il est intéressant de faire un parallèle avec l'augmentation des groupements de zones inondées liée aux constructions de retenues d'eau qui affectent de nombreuses vallées durant ces périodes. Ainsi, il est fort probable que cette baisse des fréquences traduise l'ennoiement d'un certain nombre de fonds de vallées et donc l'éloignement des cultures autour des points de sondages polliniques, plutôt qu'une diminution générale des pratiques agricoles.

A partir de l'époque moderne, avec la disparition de ces retenues d'eau, les fonds de vallées sont réinvestis par les cultures.

B.3.3.2.5.6 Evolution des fréquences des groupements de prairies hygro- à mésophiles pâturées

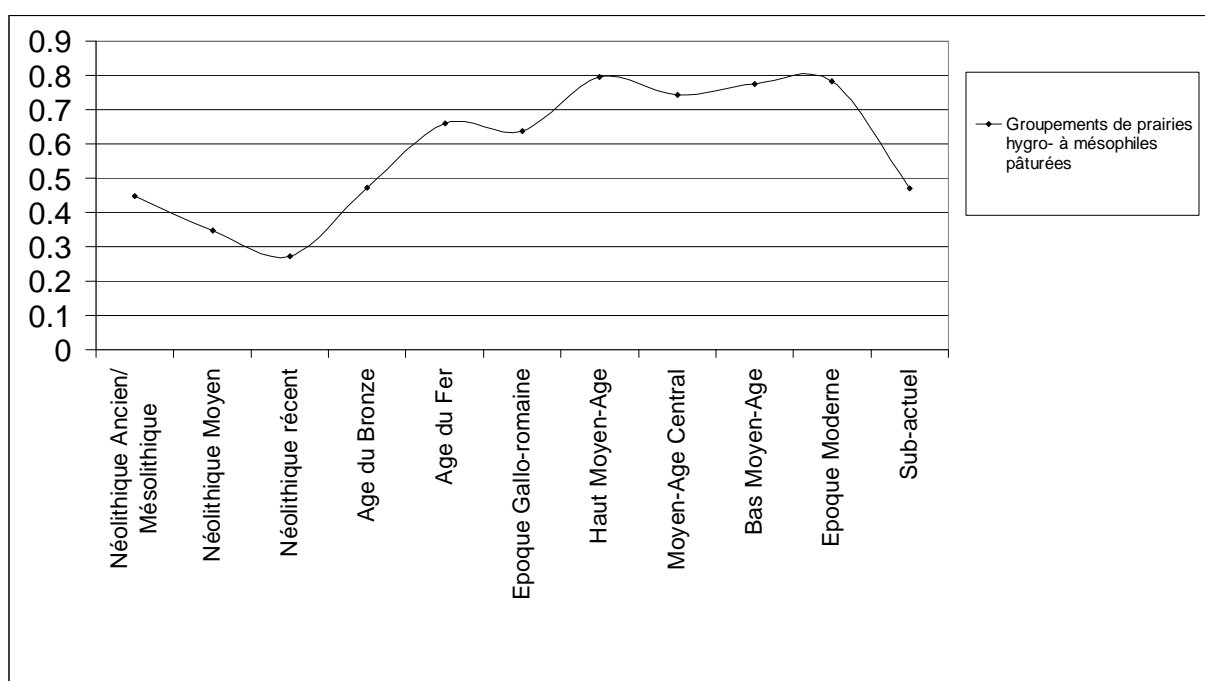


Fig. 125 Evolution des fréquences des occurrences archéobotaniques des groupements de prairies hygro- à mésophiles pâturées, en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et carpologiques recoupant chaque période.

Depuis les périodes les plus anciennes jusqu'à la fin du Néolithique, la fréquence des occurrences de groupements de prairies hygro- à mésophiles connaît une baisse régulière passant de 50% à 25%. Plusieurs hypothèses peuvent être émises. Tout d'abord notons les forts taux de boisements mésophiles et hygrophiles de ces périodes (A.P. oscillant autour de 60 à 80%, Fig. 114) correspondant probablement à un paysage dominé par les boisements. Par ailleurs, l'hypothèse climatique peut être évoquée puisque la période du Néolithique moyen correspond à la période climatique du début du Subboréal plus sèche au regard de l'évolution des fréquences des autres groupements hygrophiles (Fig. 95). Le Néolithique serait donc peu favorable au développement des prairies.

A partir de l'Age du Bronze et jusqu'au début du Moyen-Age, la fréquence des occurrences des groupements de prairies ne cessent de croître. Il faut mettre cette évolution en lien direct avec l'ouverture du paysage par l'homme, notamment à partir de l'Age du Fer (Fig. 114).

Durant l'ensemble des périodes du Moyen-Age et de l'époque moderne, les groupements de prairies sont très fréquents dans le paysage armoricain puisqu'ils sont identifiés dans 60 à 80% des études. Ce résultat est probablement la conséquence d'une agriculture extensive, mariant les activités agricoles de cultures mais aussi d'élevage.

La chute des occurrences de ces prairies pour l'époque sub-actuelle s'explique probablement par l'intensification des activités agricoles (évolution des fréquences des occurrences de cultures Fig. 124). Cette intensification a été rendue possible notamment grâce au développement de l'agronomie (ex. l'amendement des sols) et des techniques agricoles.

B.3.3.2.5.7 Evolution des fréquences des groupements de landes et pâturages « secs » et des groupements de boisements rudéraux ou « friches évoluées »

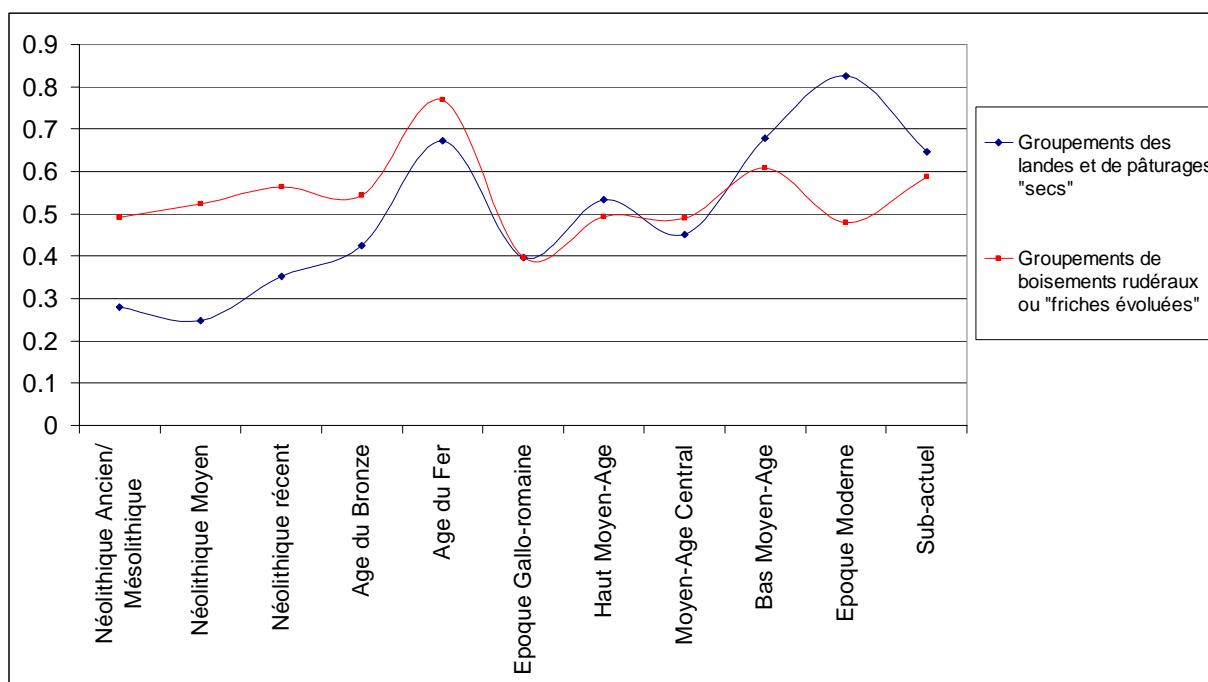


Fig. 126 Evolution des fréquences des occurrences archéobotaniques des groupements de « landes et de pâturages secs » et des groupements de « boisements rudéraux ou friches évoluées » en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et anthracologiques recoupant chaque période.

Durant les périodes allant du Mésolithique à l'Age du Bronze, on constate une stabilisation des fréquences des deux groupements. Le groupement de lande est repéré dans environ 30 à 40% des études alors que le groupement des boisements rudéraux est identifié dans un peu plus de 50% des études. En l'absence de véritable tendance évolutive, ces proportions correspondent donc probablement à des fréquences « naturelles » de ces groupements dans les paysages armoricains.

Avec l'ouverture des végétations forestières qui s'opère entre l'Age du Bronze et l'Age du Fer (évolution des taux d'A.P. Fig. 114), on voit les fréquences des deux groupements augmenter de manière nette. Le développement des landes durant l'Age du Fer

avait déjà été observé par les résultats anthracologiques (Marguerie, 1992), ce résultat est désormais aussi conforté par les résultats palynologiques.

Ce phénomène est probablement la conséquence de la recolonisation végétale succédant à des défrichements et / ou à l'abandon des terrains appauvris après exploitation agricole. En effet, les formations de landes correspondent à un des premiers niveaux de la dynamique de recolonisation végétale sur le Massif armoricain. Ces formations végétales peuvent par ailleurs être maintenues à un niveau d'équilibre relativement stable de la dynamique végétale, grâce à des pressions tels que le pâturage, la fauche, le piétinement, les feux courants...

Les fréquences des occurrences des deux groupements baissent ensuite. Durant la période Gallo-romaine, le haut Moyen-Age et le Moyen-Age central, ces groupements sont détectés dans 40 à 50% des études. On peut donc supposer que ces formations ont été remplacées soit par des groupements de prairies mésophiles (Fig. 125), soit par des groupements de cultures (Fig. 124) voire par des groupements arborescents (Fig. 127).

Le bas Moyen-Age et l'époque moderne connaissent une recrudescence des formations de landes, probable conséquence de l'intensification des exploitations agricoles appauvrissant les sols (notamment durant l'époque moderne) mais peut-être aussi de l'abandon d'un certain nombre de parcelles lié par exemple aux guerres que connaît la région durant le bas Moyen-Age (guerre de succession en Bretagne, guerre de Cent Ans dans les zones frontalières à la Bretagne).

En revanche, au cours de l'époque sub-actuelle, l'amendement des sols mais aussi les politiques de reboisement visant à mettre en valeur les terrains de landes, vont faire diminuer de manière assez nette la fréquence des occurrences des landes.

B.3.3.2.5.8 Evolution des fréquences des groupements de forêts claires, forêts pâturées, végétations bocagères, végétations de fourrés, fruticées,

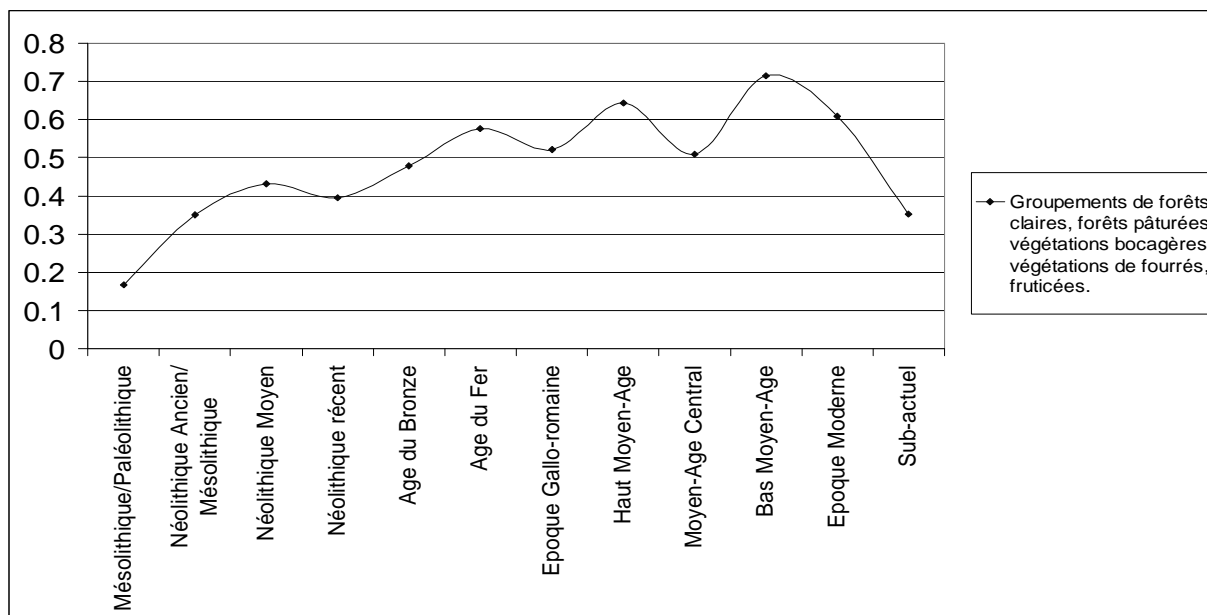


Fig. 127 Evolution des fréquences des occurrences archéobotaniques des groupements de forêts claires, forêts pâturées, végétations bocagères, végétations de fourrés, fruticées, en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain. La somme de base correspond aux effectifs des études palynologiques et anthracologiques recoupant chaque période.

Ce groupement végétal est relativement peu détecté durant les périodes du Néolithique. Les formations forestières encore très fermées sont peu favorables au développement des végétations de sous-bois et de lisières.

Avec l'éclaircissement des forêts à partir des périodes protohistoriques, les groupements de forêts claires et de fourrés vont trouver des espaces plus favorables.

Entre l'époque gallo-romaine et l'époque moderne, la fréquence de ce groupement oscille entre 50 et 65%.

Ces formations végétales sont plus fréquentes à la fin du Moyen-Age et à l'époque moderne (détection dans 60 à 70% des études). C'est probablement là, la signature de paysages bocagers en plein essor jusqu'en 1950 (Marguerie *et al.*, 2003).

B.3.3.2.5.9 Evolution des sommes des taux polliniques des taxons de lande,

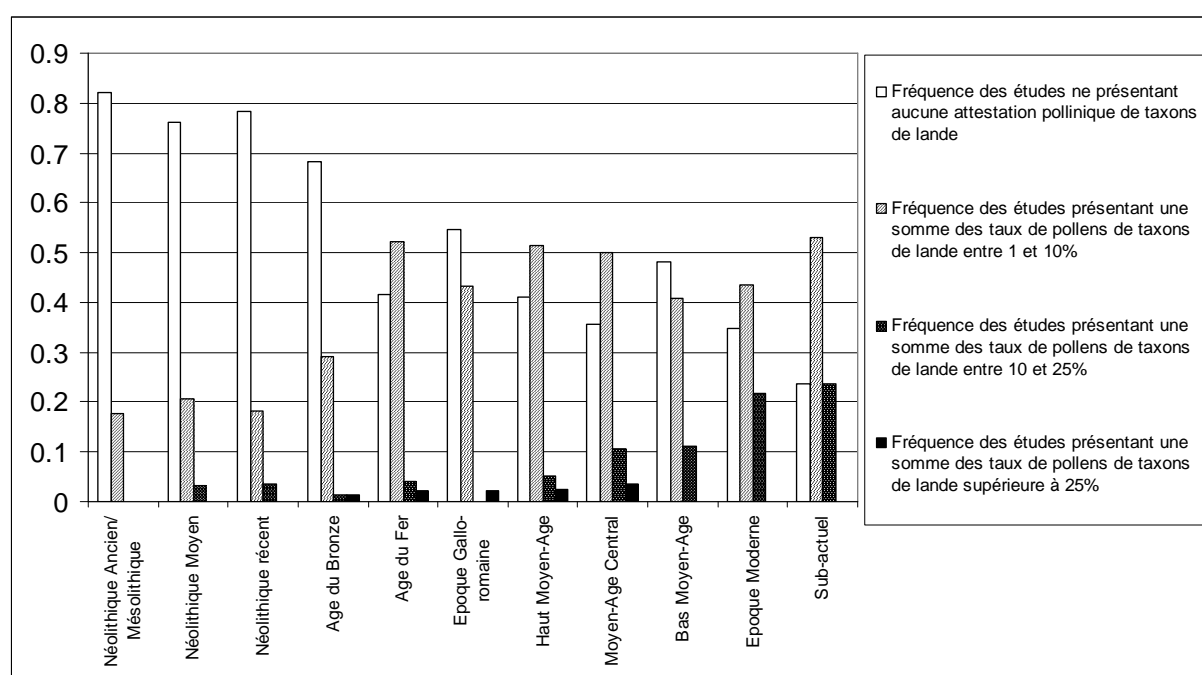


Fig. 128 Evolution des sommes des taux polliniques de taxons de landes, en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

La fréquence des taux polliniques de taxons de landes augmente de manière nette à partir de l'Age du Fer (cf. § B.3.3.2.5.7). On peut supposer que c'est une conséquence directe des défrichements qui s'accroissent à partir de cette période (Fig. 126 et interprétation de la fréquence des occurrences de landes à l'Age du Fer).

De l'Age du Fer au Moyen-Age central, les taux polliniques de taxons de landes présentent des valeurs relativement stables. La proportion de ces végétations de landes au cours de ces périodes apparaît donc en équilibre vis-à-vis des autres groupements. Au regard de l'ensemble des études polliniques, ces landes sont assez fréquentes puisque environ une étude sur deux a enregistré des sommes de taux polliniques de taxons de landes comprises entre 1 et 10%.

Du bas Moyen-Age à l'époque contemporaine, on constate une augmentation régulière de la fréquence des études présentant une somme des taux de pollens de taxons de landes supérieure à 25%. C'est là une conséquence de l'intensification de l'agriculture et de l'appauvrissement des sols qui s'est ensuivi.

B.3.3.2.5.10 Evolution des moyennes du nombre de taxons de plantes adventices.

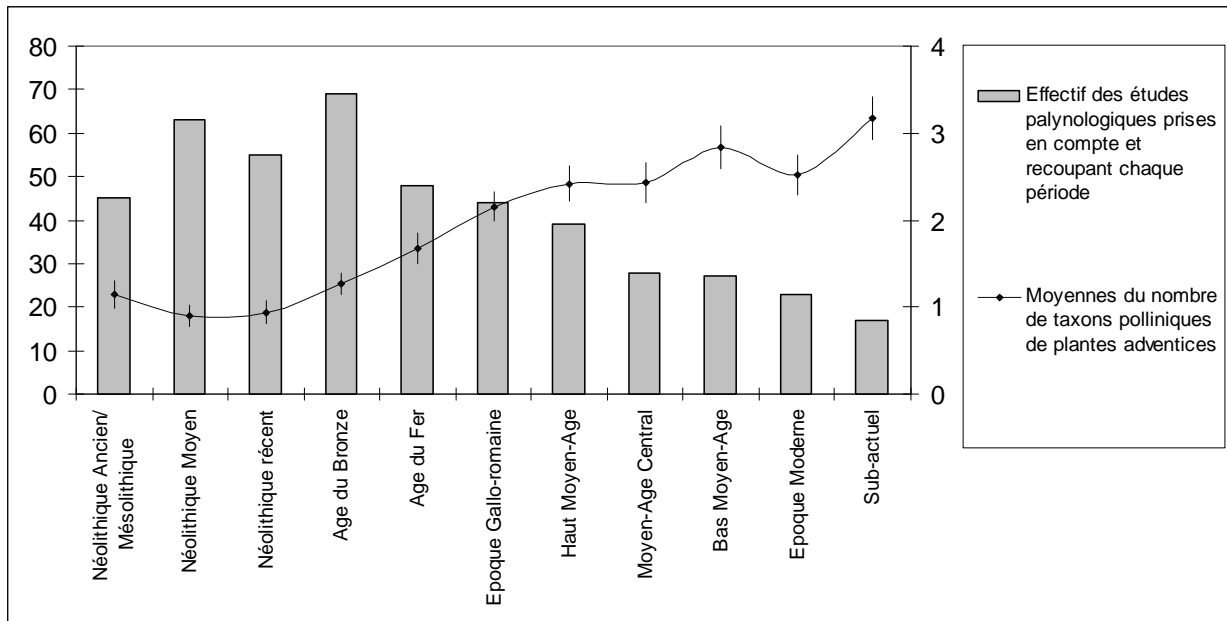


Fig. 129 Evolution des moyennes du nombre de taxons de plantes adventices en fonction d'une chronologie culturelle (indication de l'erreur standard = $\text{écart-type}/(\text{effectif})^{1/2}$).

La richesse taxonomique de plantes adventices est un indice pollinique important puisqu'il permet de juger de l'existence de cultures grâce notamment à la détection de pollens de taxons allochtones (ex. Céréales).

Au cours du Néolithique, la richesse taxonomique des plantes adventices est faible puisque l'on ne détecte en moyenne guère plus d'un taxon pollinique par période. Il est difficile de juger de la provenance de ces rares pollens de plantes adventices (ce sont le plus souvent des pollens de *Rumex*). Si quelques plantes adventices ont probablement été favorisées par les premiers champs néolithiques, à l'échelle du Massif armoricain ces impacts localisés n'ont pas été suffisants pour véritablement créer un développement « non naturel » des plantes adventices.

En revanche à partir de l'Age du Bronze et ce jusqu'au début du Moyen-Age, le nombre moyen de taxons polliniques de plantes adventices croît régulièrement, passant de 1 taxon à environ 2,5 taxons au haut Moyen-Age. C'est là une conséquence directe de l'expansion de l'agriculture à l'ensemble du Massif armoricain.

Durant le Moyen-Age et l'époque moderne, le nombre moyen de taxons d'adventices se stabilise autour de 2,5 taxons. Ce constat pourrait traduire une stabilisation de l'impact agricole, c'est à dire une continuité dans les techniques agricoles employées et des surfaces exploitées.

Enfin, l'époque contemporaine a vu la richesse taxonomique des adventices augmenter de nouveau passant d'environ 2,5 taxons à plus de 3 taxons en moyenne. Ce résultat est lié à l'intensification de l'agriculture de cette dernière période.

B.3.3.2.5.11 Evolution des moyennes du nombre de taxons de plantes rudérales,

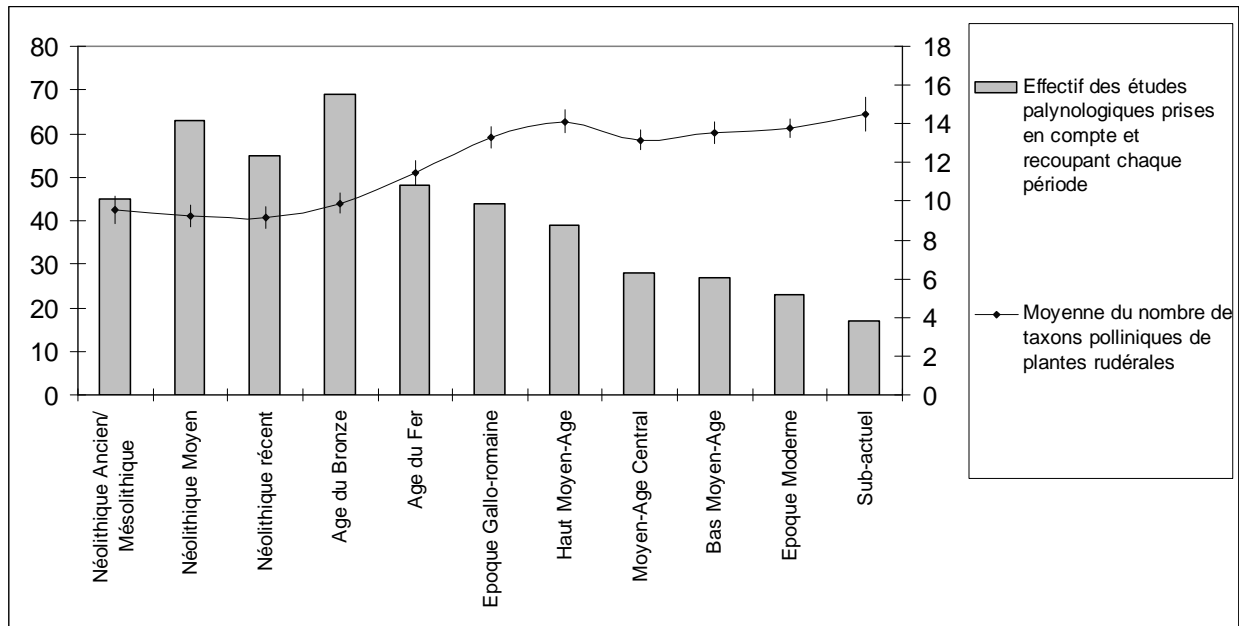


Fig. 130 Evolution des moyennes du nombre de taxons de plantes rudérales en fonction d'une chronologie culturelle. (indication de l'erreur standard = écart-type/(effectif)^{1/2}).

Tout comme la richesse taxonomique des plantes adventives, le nombre de taxons polliniques de plantes rudérales est un bon indicateur de l'anthropisation des paysages puisque les plantes rudérales sont des plantes dont le développement se trouve favorisé par les activités humaines.

La moyenne du nombre de taxons polliniques de plantes rudérales reste relativement stable durant l'ensemble des périodes du Néolithique (environ 10 taxons sont alors détectés en moyenne dans les spectres polliniques recoupant ces trois périodes). L'impact humain induit par les premiers agriculteurs néolithiques apparaît donc encore trop faible pour entraîner une augmentation du nombre de taxons d'adventives. On peut donc considérer ces résultats comme une diversité taxonomique de consonance « naturelle ».

En revanche, à partir de l'Age du Bronze et ce jusqu'au début du Moyen-Age, le nombre de taxon d'adventives augmente de façon régulière, passant d'une moyenne de 10 à plus de 14 taxons d'adventives. Ce résultat est à mettre en relation avec l'anthropisation des paysages (défrichements, diffusion et extension des lieux d'habitats, des lieux de pacages...).

Enfin, au cours des périodes de la seconde moitié du Moyen-Age jusqu'à l'époque contemporaine, le nombre moyen de plantes rudérales se stabilise, oscillant autour d'une moyenne de 14 taxons. Contrairement à la mise en place des cultures, dont l'intensification paraît augmenter jusqu'à l'époque contemporaine (cf. évolution du nombre moyen de plantes adventives Fig. 129), ce résultat tend donc à montrer que l'ensemble de l'espace armoricain est touché par l'anthropisation à partir du début du Moyen-Age. En effet, l'impact de l'homme est alors suffisant pour favoriser le développement de taxons de rudérales dans l'ensemble des études polliniques (cf. l'erreur standard très réduite).

B.3.3.2.6 L'évolution des fréquences des occurrences de taxons allochtones, en fonction d'une chronologie culturelle

B.3.3.2.6.1 Les attestations de céréales « *Cerealia type* » (*Triticum sp.*, *Hordeum sp.*, *Avena sp.*, *Panicum sp.*).

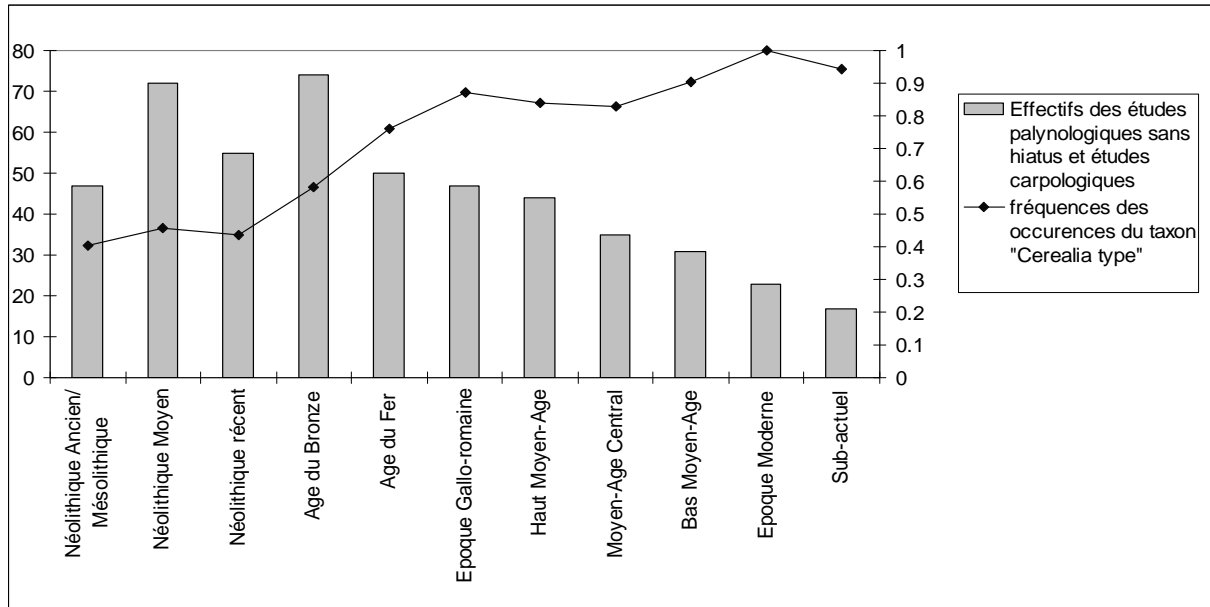


Fig. 131 Evolution des fréquences des occurrences du taxon « *Cerealia type* », en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

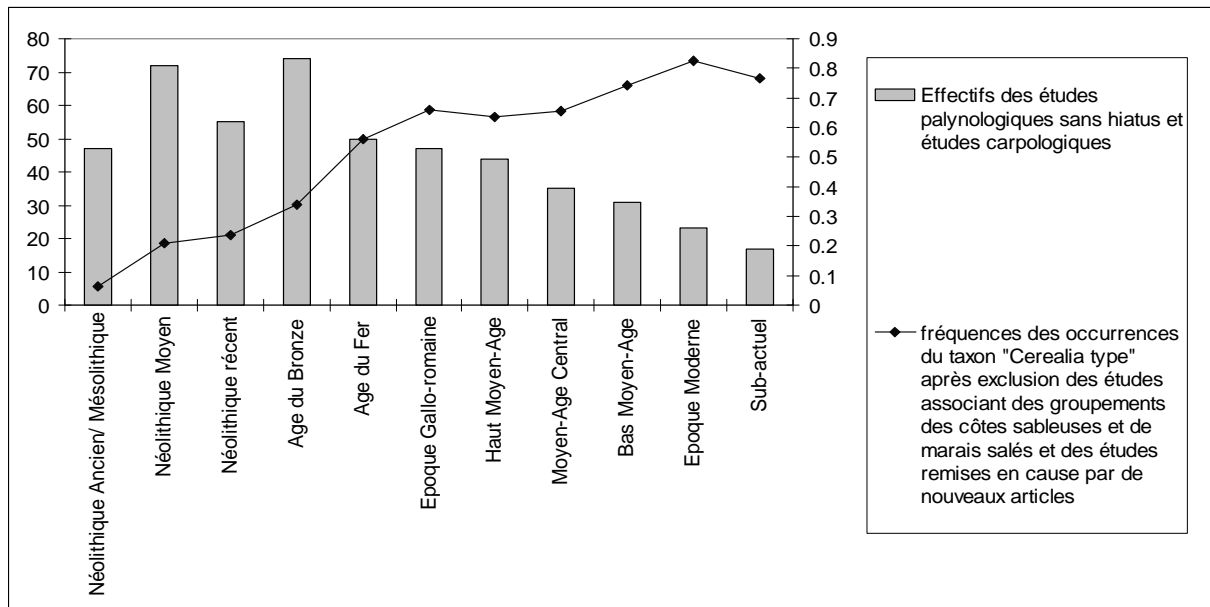


Fig. 132 Evolution des fréquences des attestations du taxon « *Cerealia type* » lorsque celles-ci sont enregistrées sans groupements « de côtes sableuses et de marais salés », en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

L'interprétation « anthropique ou non » des pollens type « Cereale » étant selon certains auteurs rendue difficile à cause de confusions possibles entre les pollens de céréales et certains pollens de Poacées littorales (Heim, 1970 ; Reille, 1992, 1995 ; Chester & Ian Raine, 2001 ; Lopez Saez *et al.*, 2003), les études présentant des pollens « *Cerealia type* » sans le groupement « de côtes sableuses et de marais salés » ont fait l'objet de sélections (Fig. 131 et Fig. 132).

Ainsi, pour la période allant de 6500 à 4700 cal. BC, cette sélection représente moins de 5% des études recoupant cette période (cf. détails dans le chapitre correspondant à l'analyse spatiale des données correspondant à la période 6500 à 4700 cal. BC, § B.5.1).

A partir du Néolithique moyen, les occurrences polliniques de « *Cerealia type* » se font plus nombreuses. Elles sont repérées dans environ 20% des études et ce après « exclusion » des études ayant enregistré le groupement littoral. Ce résultat est probablement à mettre en relation avec les premières pratiques agricoles du Néolithique.

Il faut attendre les périodes protohistoriques pour observer une autre augmentation des fréquences d'occurrences de « *Cerealia type* ». Cette augmentation décrit probablement l'expansion et le développement de la céréaliculture durant ces périodes sur le Massif armoricain.

La fréquence des occurrences de « *Cerealia type* » connaît une légère baisse au cours du Moyen-Age. Nous reprenons la même interprétation que pour l'évolution du groupement significatif de cultures (Fig. 124). Il s'agit probablement là d'un biais lié à la construction de retenues d'eau au cours du Moyen-Age (notamment au cours du Moyen-Age central). En effet, la construction de barrages et de moulins à eau a provoqué l'envasement de nombreuses zones alluviales où étaient probablement cultivées des céréales. Ces cultures se sont maintenues sur les coteaux, mais cet éloignement vis à vis des points de sondages explique probablement l'absence de détection de pollens de « *Cerealia type* » dans quelques études, d'où cette légère baisse. Avec la destruction de ces barrages à la fin du Moyen-Age, ces zones alluviales sont de nouveau mises en cultures.

- Les attestations de blé (*Triticum*), blé amidonnier (*Triticum dicocum*), de blé tendre ou froment (*Triticum aestivum*) ou blé tendre compact (*Triticum aestivo-compactum*)

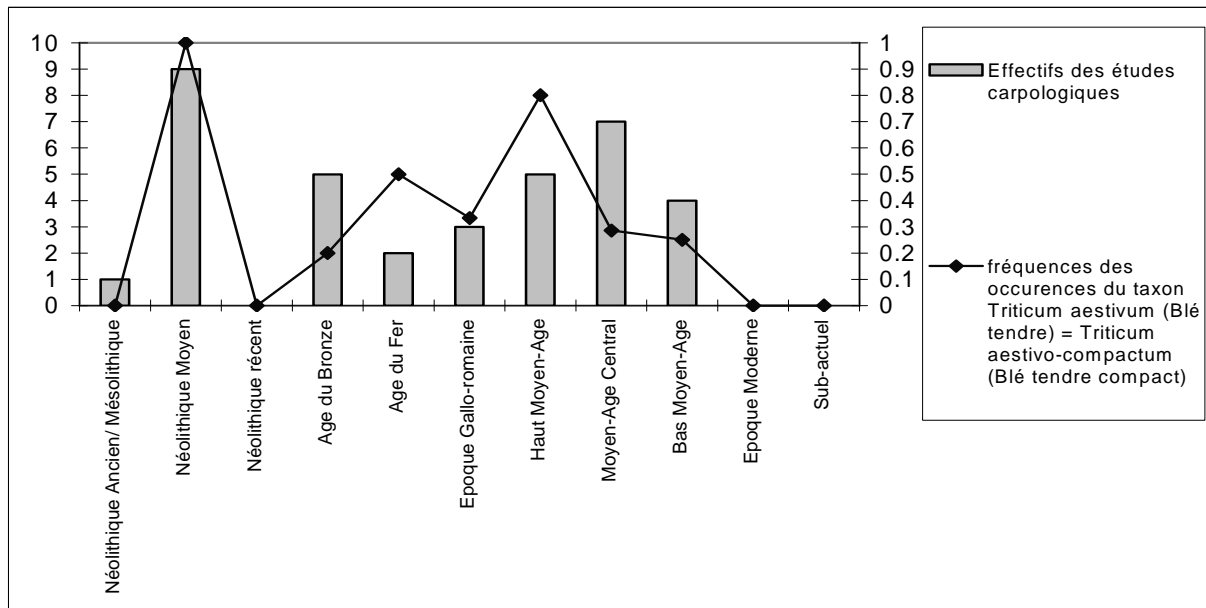


Fig. 133 Evolution des fréquences des occurrences du taxon « *Triticum aestivum* » (Blé tendre ou froment) ou « *Triticum aestivo-compactum* » (Blé tendre compact), en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

Dans la littérature archéologique, il est fréquemment fait mention de *Triticum eastivo-compactum*, il s'agit d'une réunion de deux noms d'espèces : *aestivum* et *compactum*. En effet, il est souvent difficile, voire impossible de différencier les caryopses grillés de *Triticum aestivum* de ceux de *Triticum compactum* (Marinval, 1988).

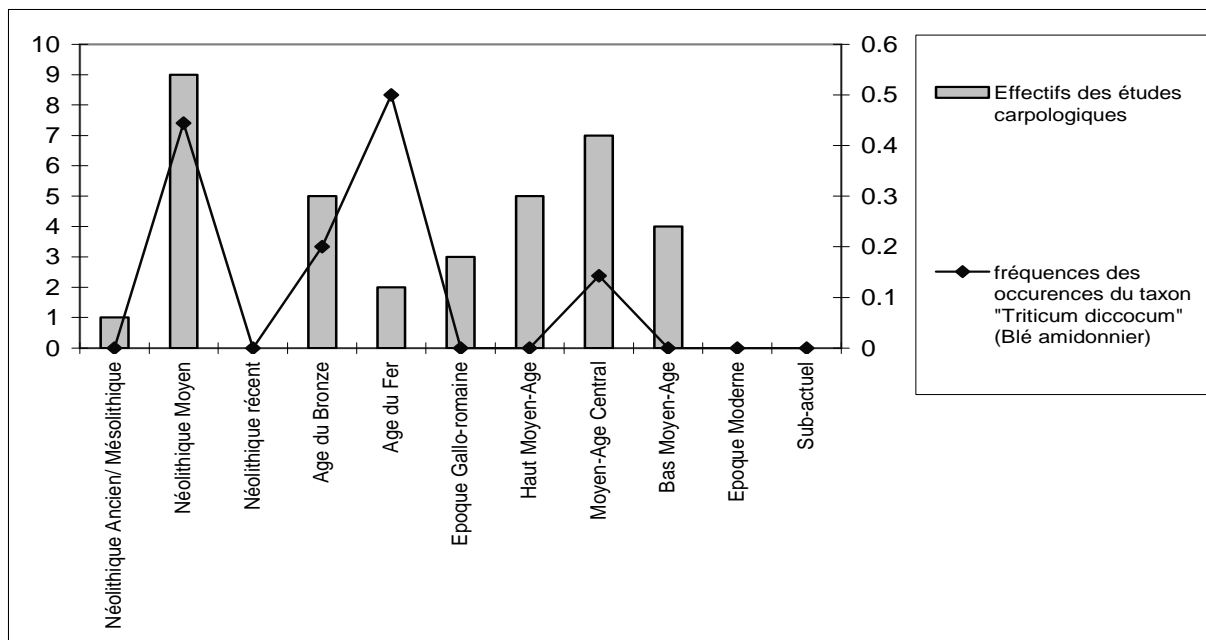


Fig. 134 Evolution des fréquences des occurrences du taxon « *Triticum dicocum* » (blé amidonnier), en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

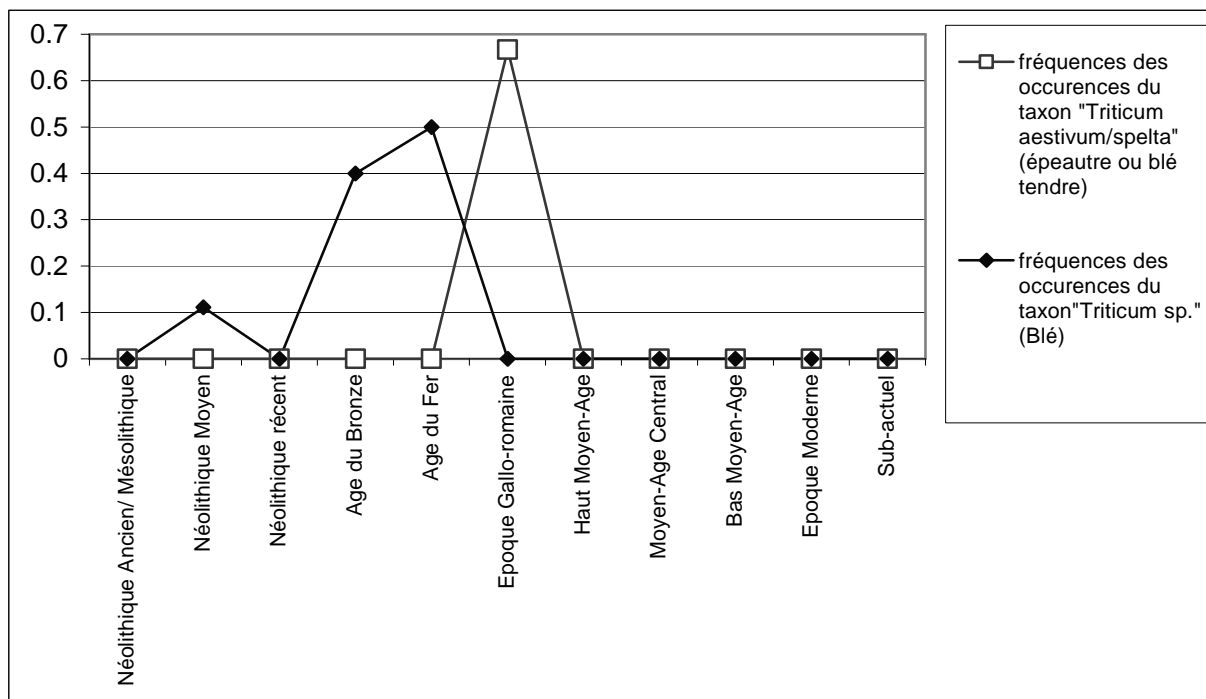


Fig. 135 Evolution des fréquences des occurrences carpologiques du taxon « *Triticum* » (Blé indéterminé) ou « *Triticum aestivum ou Spelta* » (épeautre ou blé tendre indifférenciés), en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

Aucune attestation carpologique de *Triticum* n'est actuellement identifiée pour la période antérieure à 4700 cal. av. J.-C.

Au Néolithique moyen, on voit émerger les fréquences d'occurrences de *Triticum aestivo-compactum*, (occurrence systématique dans toutes les études carpologiques) et de *Triticum diccoccum* (dans 40% des études carpologiques).

En Europe, au Néolithique ancien, le blé tendre compact (*Triticum aestivo-compactum*) est plutôt inféodé à la zone méditerranéenne alors que les céréales à grains vêtus (ex. *Triticum diccoccum*) sont plutôt caractéristiques de l'Europe centrale (Marinval, 1999).

A l'échelle du Massif armoricain, les maigres effectifs des études carpologiques (9 pour le Néolithique moyen) empêchent néanmoins de tirer de véritables conclusions quant à la répartition de ces attestations et donc ne permettent pas de trancher sur un courant de diffusion prédominant (courant rubané ou danubien ?) (Fig. 136). En fait, le climat océanique du Massif armoricain se prête assez bien à la culture des deux types de céréales (le *Triticum aestivum* est plutôt une céréale d'hiver alors que le *Triticum diccoccum* est plutôt une céréale d'été). Il est donc assez logique de retrouver à la fois les deux cultures.

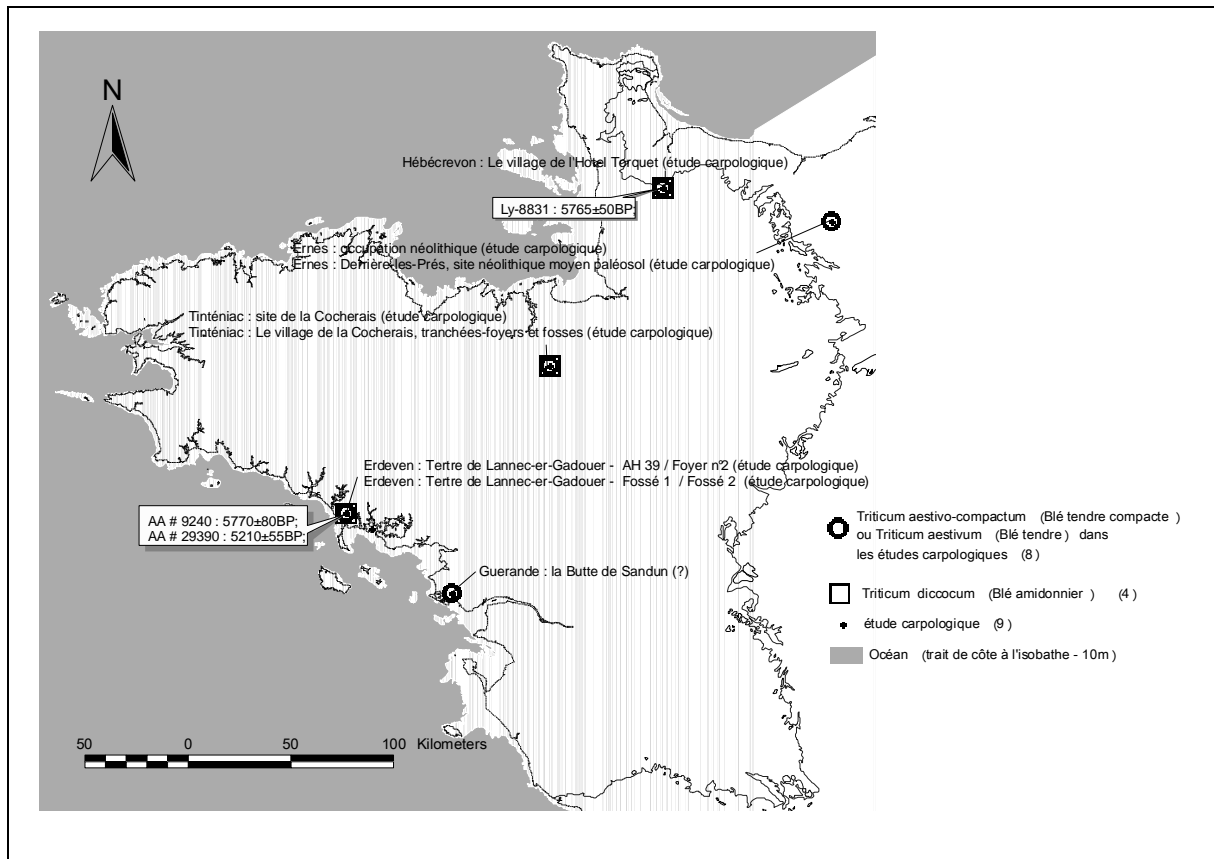


Fig. 136 Répartition des différentes occurrences carpologiques armoricaines de *Triticum aestivum* et de *Triticum dicoccum* pour le Néolithique moyen (4700 à 3500 cal. av. JC).

Ces blés (*Triticum sp.*, *Triticum aestivo-compactum* et *Triticum dicoccum*) sont ensuite moins fréquents dans les études carpologiques recoupant l'Age du Bronze (occurrences dans 20% des études) et l'Age du Fer (occurrences dans environ 50% des études). Cette baisse relative des fréquences s'explique par l'apparition de nouveaux taxons dans les ensembles carpologiques recoupant ces périodes. On retrouve ainsi l'orge (*Hordeum vulgare*), l'avoine (*Avena sativa*), le seigle (*Secale*) ou bien le sarrasin (*Fagopyrum*) (Fig. 139, Fig. 140, et Fig. 145). La baisse des fréquences des occurrences de blé retrouvées durant les périodes protohistoriques s'explique donc avant tout par la diversification des taxons cultivés. On constate néanmoins un retour vers les cultures à base de blé au cours de l'Age du Fer.

L'époque gallo-romaine connaît de nouveau une baisse des occurrences de blés (le blé amidonnier disparaît) mais aussi de l'avoine (*Avena sativa*), de l'orge (*Hordeum vulgare*), du seigle (*Secale*). Il faut à nouveau interpréter cette évolution au regard d'une diversification des restes carpologiques retrouvés à cette période. De nombreuses occurrences de taxons allochtones apparaissent alors (dont probablement des produits d'importation) qui « parasitent » ces fréquences relatives. Ce sont par exemple des attestations probable d'épeautre (*Triticum spelta*, céréale d'été, Fig. 135), de vigne (*Vitis vinifera*), pommier (*Malus*), poirier (*Pirus communis*), fraisier (*Fragaria vesca*), choux (*Brassica oleracea – nappus*), figuier (*Ficus carica*) (Fig. 156).

Au Moyen-Age c'est le blé tendre-compact (*Triticum aestivo-compactum*) qui est la principale céréale détectée dans les études carpologiques. Ce constat est cohérent avec les archives bretonnes qui le mentionnent très souvent pour ces époques (Ruas, 1990a). En revanche, ces mêmes archives mentionnent trois fois plus le froment que le seigle et ce dès le

11^e siècle (Chedeville et Tonerre, 1987). Si ce constat peut être tenu pour la période du haut Moyen-Age (environ 80% des études carpologiques ont enregistré des attestations de *Triticum aestivum* contre 60% des études pour *Secale cereale* : Fig. 133 et Fig. 137), il n'en est rien pour le Moyen-Age central et le bas Moyen-Age où les occurrences carpologiques du seigle (*Secale cereale*) sont plus fréquentes (30 à 80%) que celles du froment (*Triticum aestivum*) (30%). Selon M.-P. Ruas (1990a), il est troublant de constater que le froment soit moins attesté que le seigle alors qu'il domine nettement toutes les céréales pendant tout le millénaire médiéval à l'échelle nationale. En fait selon le même auteur, il est possible que sa culture en Bretagne ait été moins étendue que celle du seigle. On aurait plutôt réservé ce grain localement aux sols les plus avantageux. Dans cette hypothèse, il faut envisager une sur-représentation des mentions de froments dans les textes. Comme l'expliquent A. Chedeville et J.-Y. Tonnerre (1987), la fréquence des mentions de froment dans les textes bretons traduirait plutôt la fréquence des échanges ou des versements en nature.

Les recherches historiques montrent généralement que les paysans du Moyen-Age pratiquent l'assolement triennal : durant trois ans, sur la même parcelle, se succèdent une jachère, des céréales d'hiver (ex. le froment (*Triticum aestivum*), l'épeautre (*Triticum spelta*) et le seigle (*Secale*)) et des céréales d'été (ex. l'orge (*Hordeum*), l'avoine (*Avena*)). Le but de cette rotation est de laisser reposer la terre, d'offrir une pâture aux bêtes et d'empêcher la repousse des mauvaises herbes. Il semble en revanche que la culture de l'amidonnié (*Triticum dicocum*) comme céréale d'été n'ait pas été très répandue durant le Moyen-Age (Fig. 134).

- Les attestations carpologiques et palynologiques de seigle (*Secale*)

Le seigle est détecté aussi bien par les études palynologiques que par les études carpologiques. D'un point de vue agronomique, il est considéré comme une céréale d'hiver.

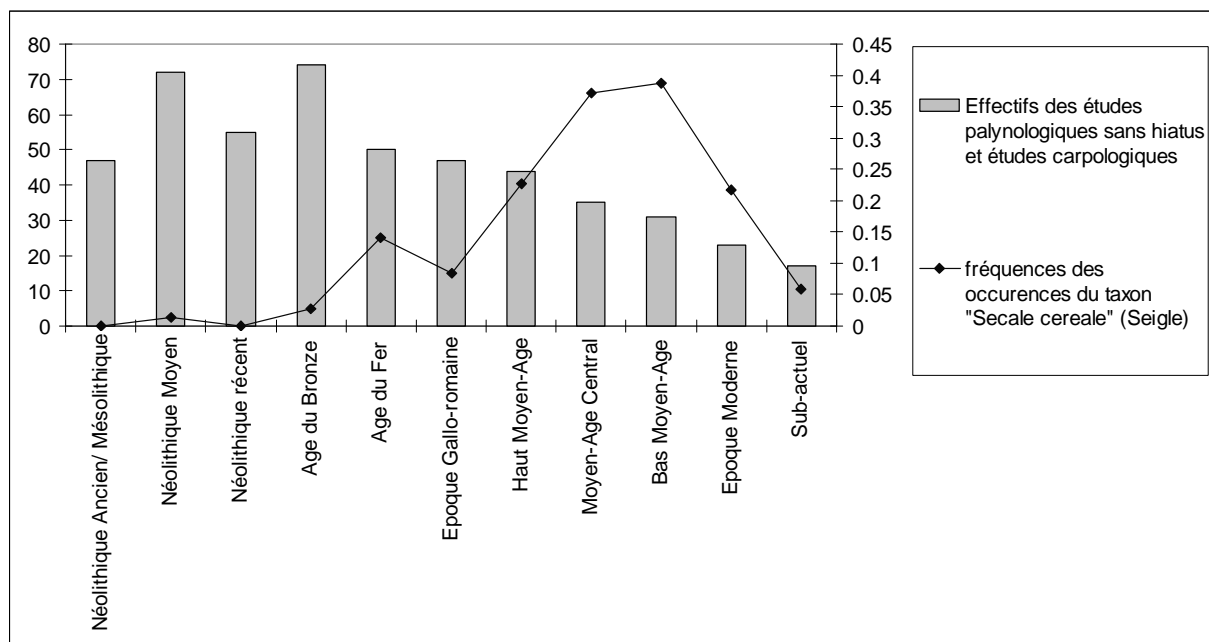


Fig. 137 Evolution des fréquences des occurrences palynologiques et carpologiques du seigle « *Secale* », en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

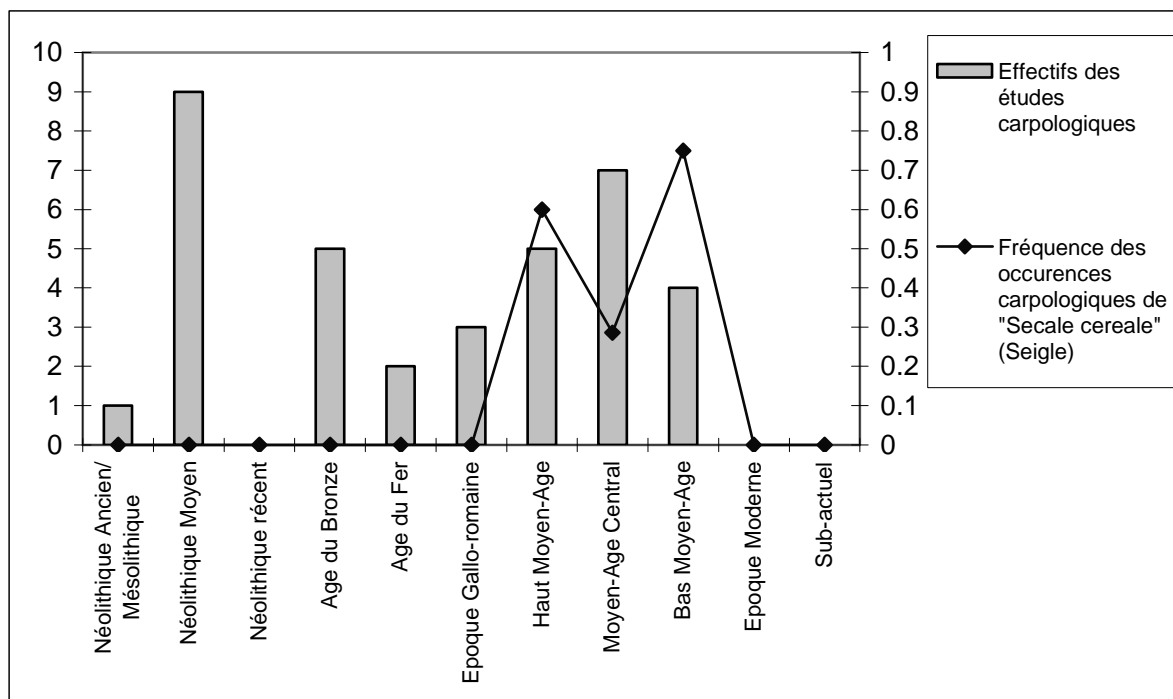


Fig. 138 Evolution des fréquences des occurrences carpologiques du seigle « *Secale* », en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

La culture du seigle ne semble se développer qu'à partir des périodes protohistoriques et notamment à partir de l'Age du Fer (environ 15% des études palynologiques et carpologiques présentent alors des attestations de seigle).

La fréquence des occurrences de *Secale* subit ensuite une baisse au cours de l'époque gallo-romaine. Cet effet est probablement lié à la diversification des taxons cultivés durant cette période. On voit en effet apparaître de nouveaux taxons allochtones dans les résultats carpologiques de cette époque (dont probablement des produits d'importation) qui « parasitent » ces fréquences relatives.

A la lecture des textes antiques, son exploitation en France se serait davantage diffusée vers le 5^e siècle (Comet, 1987). En effet, à partir du haut Moyen-Age, les fréquences des occurrences de seigle, tant palynologiques que carpologiques, connaissent un essor spectaculaire sur la moitié nord du Massif armoricain (cf. détail concernant la période du haut Moyen-Age § B.5.7). Selon M.-P. Ruas (1990a), sources archéobotaniques et sources écrites s'entendent pour révéler l'importance économique qu'a dû prendre cette céréale dans les régions aux sols acides comme ceux de la Bretagne dès les premiers siècles du Moyen-Age. Le nord-ouest de l'Europe médiévale (Grande-Bretagne, Pays-Bas, Belgique, France septentrionale et Allemagne) a dû constituer un centre de production et de commercialisation du seigle. On le semait principalement en hiver d'après les divers résultats carpologiques.

En Bretagne, le seigle est considéré comme « la céréale » du Moyen-Age (Chedeville et Tonnerre, 1987). Les auteurs notent qu'il est cité dans tous les documents consultés du 13^e siècle. Cent ans plus tard, ses grains faisaient d'ailleurs l'objet d'une spéculation financière de la part des seigneurs. Bénéficiaires de rentes en seigle, qu'ils ne consommaient pas, ceux-ci le revendaient sur les marchés de villes bretonnes alors en pleine expansion économique (Chedeville et Tonnerre, 1987).

La culture du seigle chute ensuite brutalement avec l'époque moderne (Fig. 137 et Fig. 138).

- Les attestations carpologiques de l'orge (*Hordeum vulgare type nudum* ou *Hordeum vulgare*)

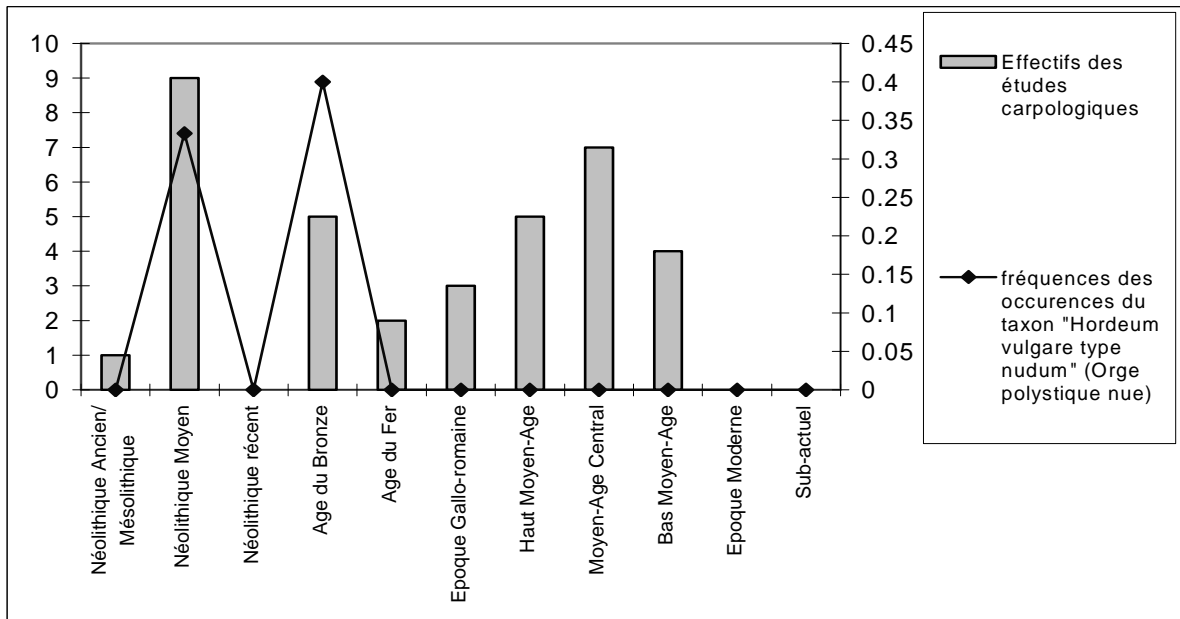


Fig. 139 Evolution des fréquences des occurrences de l'orge polystyque nue « *Hordeum vulgare type nudum* », en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

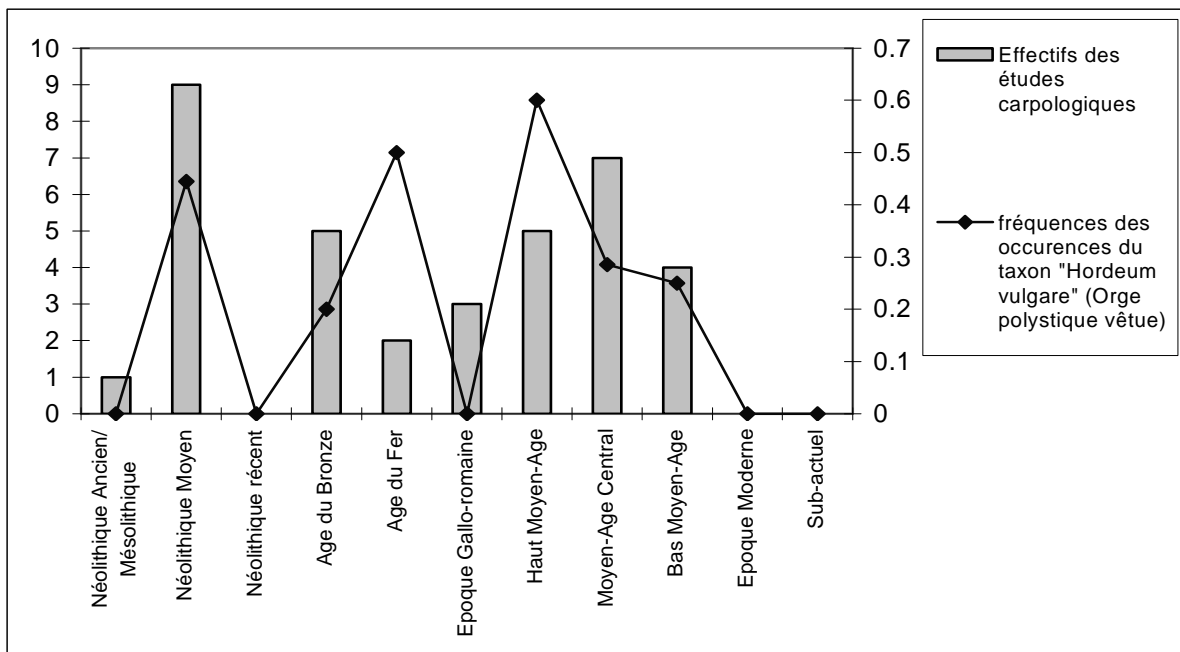


Fig. 140 Evolution des fréquences des occurrences de l'orge polystyque vêtue « *Hordeum vulgare* », en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

L'orge est détectée de manière non négligeable dès le Néolithique moyen (30% des études pour l'orge polystyque nue (« *Hordeum vulgare type nudum* ») et 30% des études pour l'orge polystyque vêtue (« *Hordeum vulgare* »)) (Fig. 139 et Fig. 140). L'orge qui peut être cultivée comme céréale d'été ou d'hiver, a ainsi complété les cultures de froment et de blé amidonnier (Fig. 133 et Fig. 134) dès le Néolithique moyen (Fig. 141).

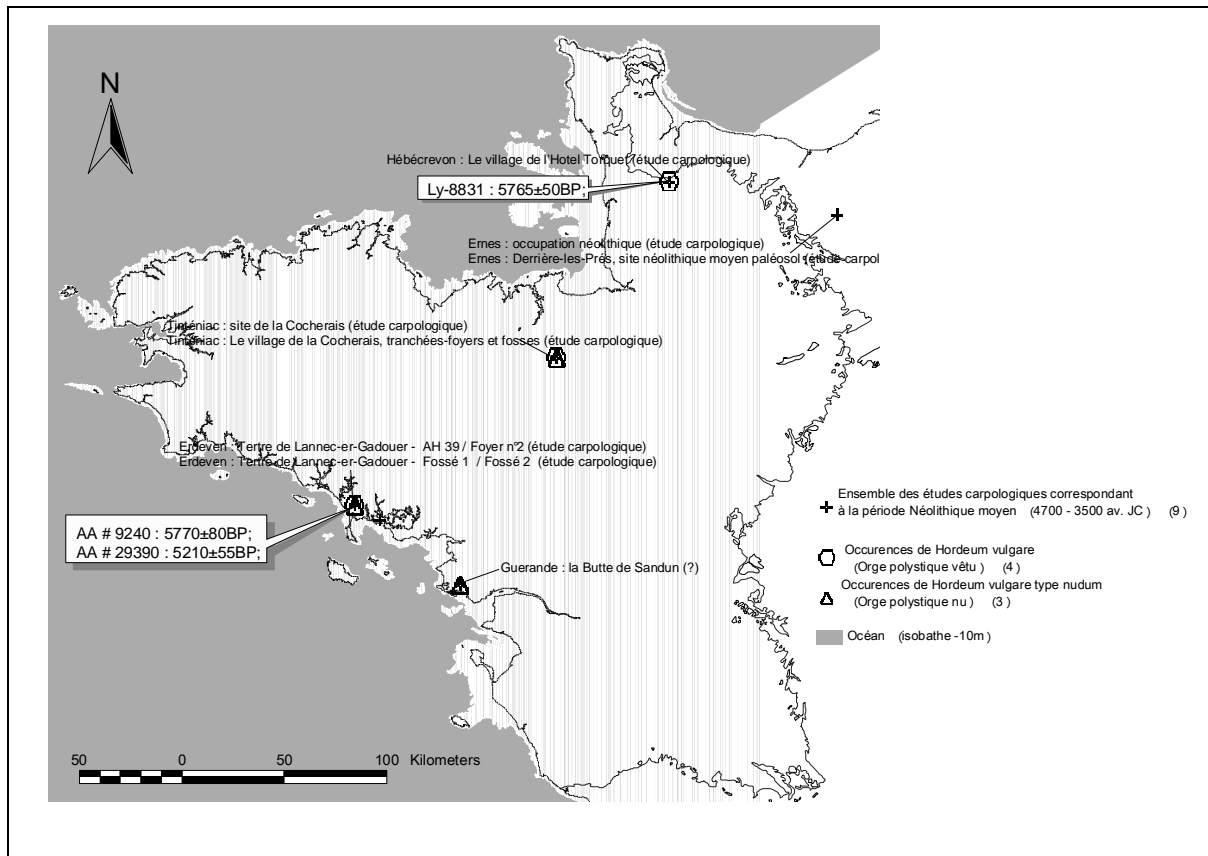


Fig. 141 Répartition des différentes occurrences carpologiques armoricaines de « *Hordeum vulgare type nudum* » et « *Hordeum vulgare* » accompagné de quelques dates radiocarbone pour le Néolithique moyen (4700 à 3500 cal. av. JC).

La variété à grains nus (*Hordeum vulgare type nudum*) est attestée jusqu'à l'Age du Bronze mais disparaît ensuite des enregistrements carpologiques (Fig. 139). En revanche, la forme vêtue se développe et est enregistrée dans 50% des études carpologiques recoupant l'Age du Fer (Fig. 140). Ces résultats sont cohérents avec l'évolution constatée à l'échelle nationale. En effet, selon Ph. Marinval (1988), les cultures d'orge vêtue se multiplient en France dès l'Age du Bronze, époque à laquelle elle supplante l'orge nue et devient une des céréales prépondérantes.

A l'Age du Fer, la fréquence des occurrences de l'orge vêtue (*Hordeum vulgare type nudum*) atteint celle du blé amidonnier (*Triticum dicocum*) et du froment (*Triticum aestivum*) (occurrences respectives dans environ 50% des études carpologiques). Ce résultat est jugé surprenant selon M.-P. Ruas (1990a), car à l'échelle française l'orge vêtue se situe en deuxième place après le froment jusqu'au bas Moyen-Age.

Durant le Moyen-Age, les études carpologiques ont enregistré l'orge vêtue de manière irrégulière. Très fréquente durant le haut Moyen-Age (occurrences dans 60% des études carpologiques), l'orge vêtue est ensuite plus rarement enregistrée (occurrence dans environ 25% des études durant la seconde moitié du Moyen-Age). Toujours selon M.-P. Ruas, cette relative rareté fait écho à celle rencontrée dans les textes des 11^e et 13^e siècles en Bretagne (Chedeville et Tonnerre, 1987).

- Les attestations carpologiques de l'avoine (*Avena*), avoine cultivée (*Avena sativa*) et l'avoine rude (*Avena strigosa*)

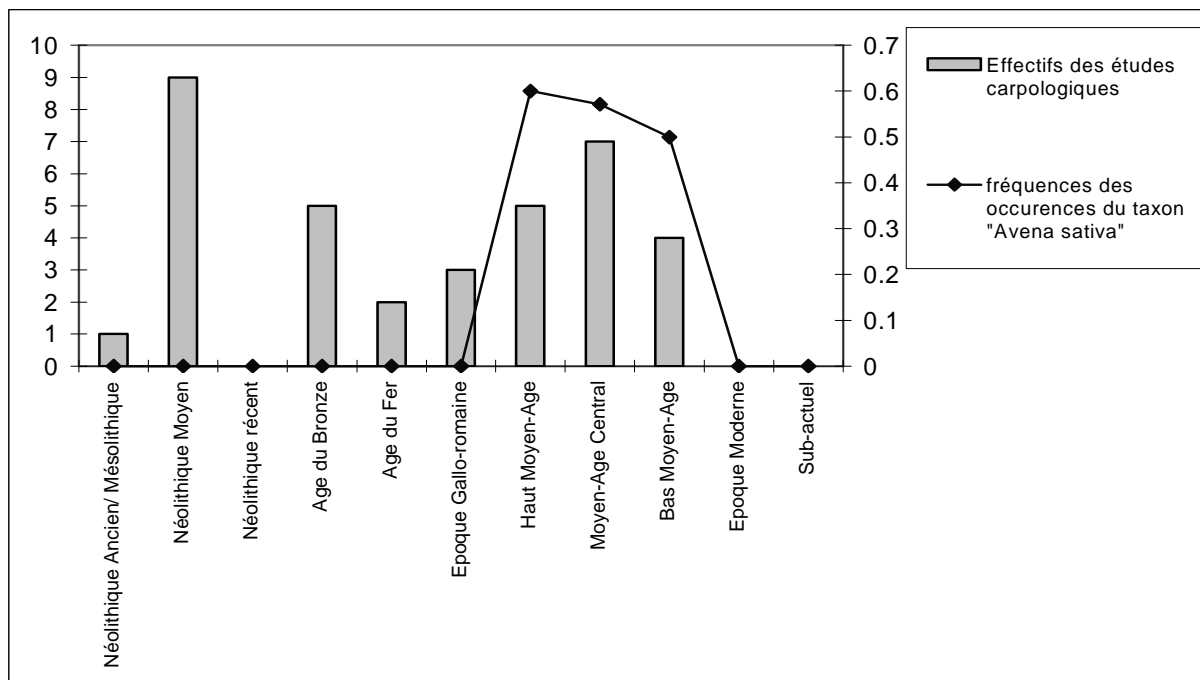


Fig. 142 Evolution des fréquences des occurrences carpologiques de l'avoine « *Avena sativa* », en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

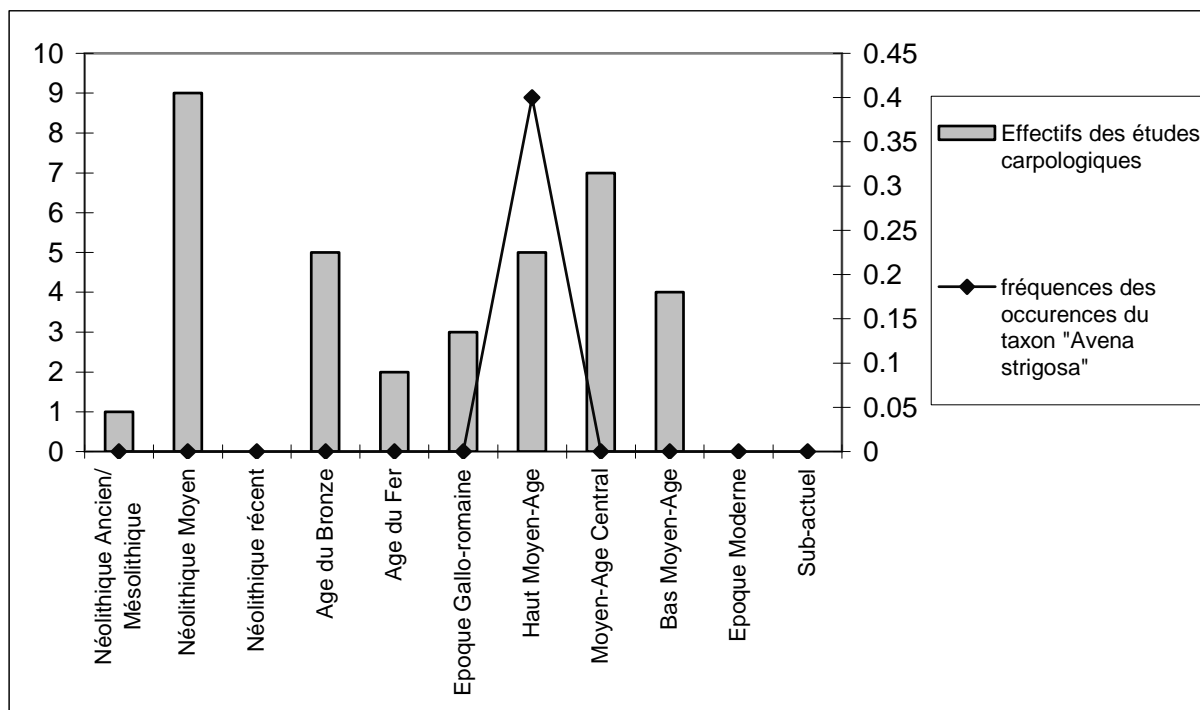


Fig. 143 Evolution des fréquences des occurrences carpologiques de l'avoine « *Avena strigosa* », en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

La fréquence des occurrences de l'avoine apparaît avec le Moyen-Age et notamment au haut Moyen-Age (attestations dans 50 à 60% des études carpologiques pour ce qui est *Avena sativa* dont quelques attestations d'*Avena strigosa*) (Fig. 142 et Fig. 143).

Selon M.-P. Ruas (1990a), les découvertes carpologiques de l'avoine cultivée se multiplient aussi à partir du haut Moyen-Age à l'échelle de la France. Les populations gallo-romaines semblent en effet l'avoir peu semé. En Bretagne, les textes médiévaux lui accordent moitié moins de mentions que le seigle. Au 11^e siècle, le Duc Alain percevait un « droit en avoine destiné à ses chiens » (Chedeville et Tonnerre, 1987). L'utilisation précise qu'en faisaient les occupants des sites archéologiques est en revanche encore inconnue (Ruas, 1990a).

En ce qui concerne l'avoine rude (*Avena strigosa*) (Fig. 143), on a pu la trouver sur deux sites seulement recoupant le haut Moyen-Age : dans les échantillons du Camp de Pérán (10^e siècle) (Ruas 1990) et sur le site du Teilleul à Montours (Ruas et Pradat, 2001). Cette céréale peut être cultivée sur des sols sableux et pauvres.

- Les attestations carpologiques du millet commun (*Panicum miliaceum*)

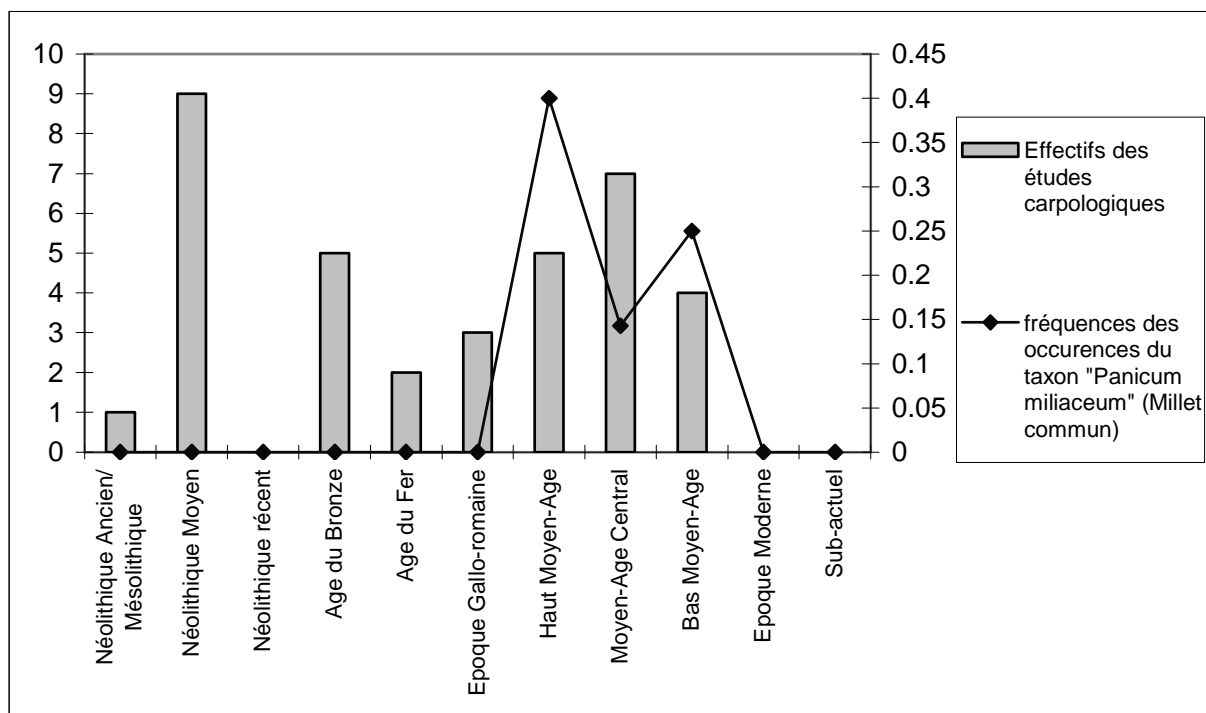


Fig. 144 Evolution des fréquences des occurrences carpologiques du millet commun « *Panicum miliaceum* », en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

Le millet commun est assez rarement détecté. C'est une céréale cultivée strictement durant le printemps. Il apparaît sur le Massif armoricain au cours du Moyen-Age (ex. les attestations du haut Moyen-Age sur le site du Teilleul à Montours (Ruas et Pradat, 2001) et sur le site du village de la cocherails à Tinténiac (Marinval, 1989 in Marguerie, 1992). Durant le Moyen-Age central, une seule attestation a été inventoriée (site de l'abbaye de Landévennec, Ruas 1999) et une seule autre pour le bas Moyen-Age (épave de l'aber Wrac'h, Ruas 1990a).

Selon M.-P. Ruas (1990a), le millet commun est mal repéré en France à travers les résultats carpologiques durant l'ensemble des époques. « D'après les comptes domaniaux de la Bretagne à la fin du Moyen-Age, il semble occuper avec l'avoine les terres les moins

prisées. Ainsi, autour de Vannes, un-dixième seulement des sols leurs sont consacrés ; les meilleurs étant ensemencés avec du froment et du seigle (Leguay et Martin, 1982).

B.3.3.2.6.2 Les attestations carpologiques et palynologiques du sarrasin (*Fagopyrum* ou *Fagopyrum esculentum* pour les déterminations carpologiques)

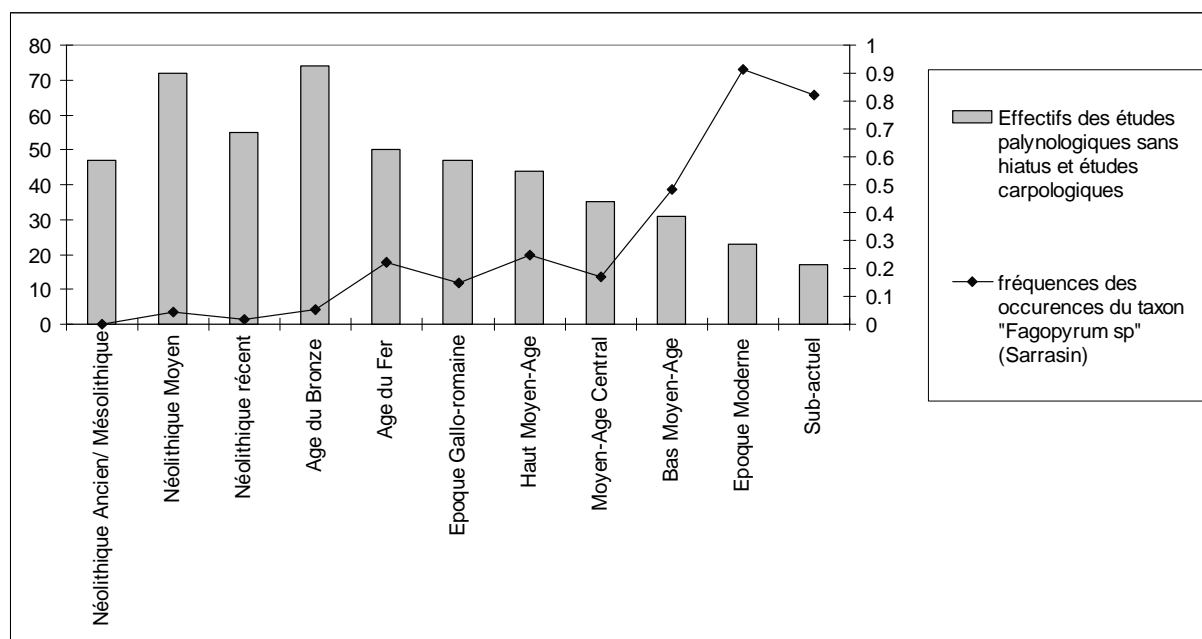


Fig. 145 Evolution des fréquences des occurrences carpologiques et palynologiques du sarrasin : « *Fagopyrum* » (pour les attestations polliniques) et « *Fagopyrum esculentum* » (pour les attestations carpologiques) en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

Les fréquences des occurrences de pollens de sarrasin sont très faibles durant le Néolithique et jusqu'à l'Age du Bronze (moins de 5% des études palynologiques). Ces résultats sont issus des sondages réalisés notamment dans les tourbières néolithiques de l'estuaire de la Loire (Visset, 1979) et dans le Finistère (Van Zeist, 1964). Mais ces rares témoignages restent trop fragiles pour être attribués comme étant les premières cultures de sarrasin. Ils apparaissent aux yeux de nombreux palynologues comme des pollutions des échantillons de niveaux supérieurs.

Quelques études palynologiques montrent des taux continus de pollens de sarrasin pour l'Age du Bronze (ex. étude de l'Alnais à Fay de Bretagne : Visset, 1979). La fréquence des occurrences du sarrasin reste néanmoins faible (4 occurrences pour 74 études carpologiques ou palynologiques) pour cette période.

Quoi qu'il en soit, le développement des premières cultures de sarrasin se réalise plus probablement au cours de l'Age du Fer. La fréquence des occurrences est alors de l'ordre de 20% des études palynologiques et carpologiques (Fig. 145).

Cette fréquence va se maintenir durant la période gallo-romaine et puis la première moitié du Moyen-Age. Les cultures de sarrasin sont incontestables durant toutes ces périodes. Néanmoins, les fréquences des occurrences obtenues (occurrences dans environ 20% des études totales par période) indiquent que les cultures de sarrasin étaient probablement pratiquées de manière assez éparse. En effet, la culture de cette Polygonacée pouvant être pratiquée sur des sols médiocres, il est probable que sa consommation ait été très localisée et

exploitée par les populations les plus démunies. Selon M.-P. Ruas (1990a), « peut-être dédaigné par les bouches seigneuriales au Moyen-Age, il n'aurait alors pas fait l'objet d'une attention fiscale soutenue comme le subirent le froment et le seigle ».

A partir de la fin du Moyen-Age, la culture du sarrasin connaît un regain d'intérêt majeur puisque les fréquences des occurrences de *Fagopyrum* parmi l'ensemble des études carpologiques et palynologiques passent de 45% au bas Moyen-Age, à 90% à l'époque moderne. La possibilité de cultiver le sarrasin sur des sols rendus pauvres et acides, alors fréquemment rencontrés sur le Massif armoricain, mais aussi peut-être le développement de certaines pratiques culinaires (« galettes de blé-noir ») pourrait expliquer cette évolution jusqu'à nos jours (Fig. 145).

B.3.3.2.6.3 Les attestations carpologiques et palynologiques de la vigne (*Vitis* ou *Vitis vinifera* pour les déterminations carpologiques)

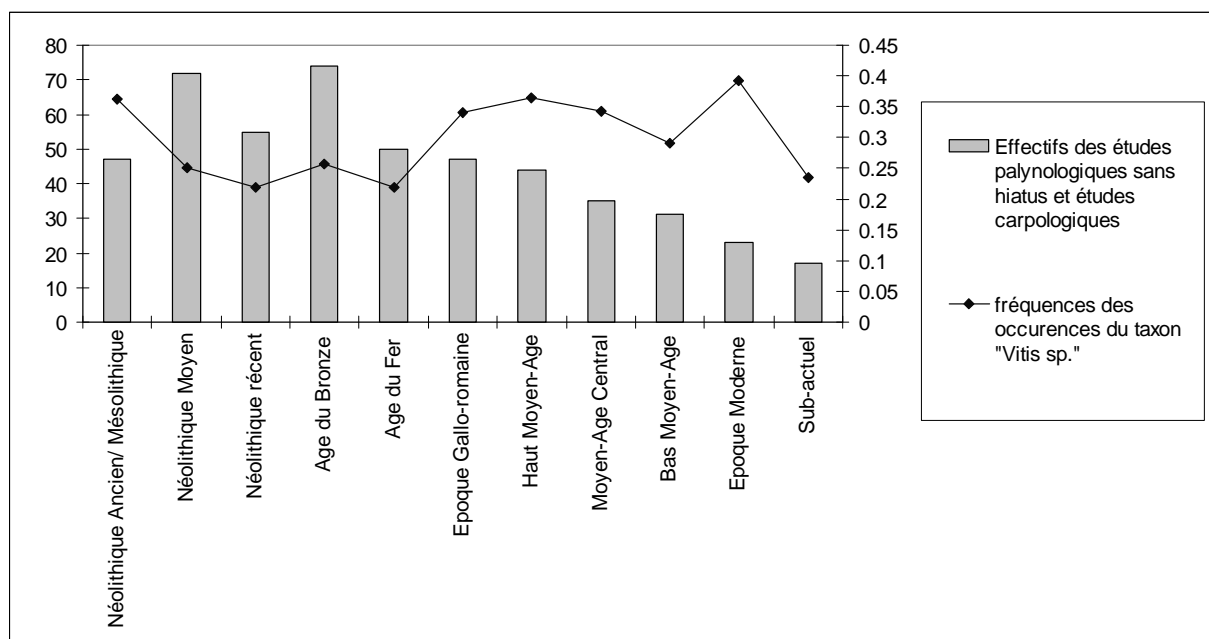


Fig. 146 Evolution des fréquences des occurrences carpologiques et palynologiques de la vigne « *Vitis* » (pour les attestations polliniques), en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

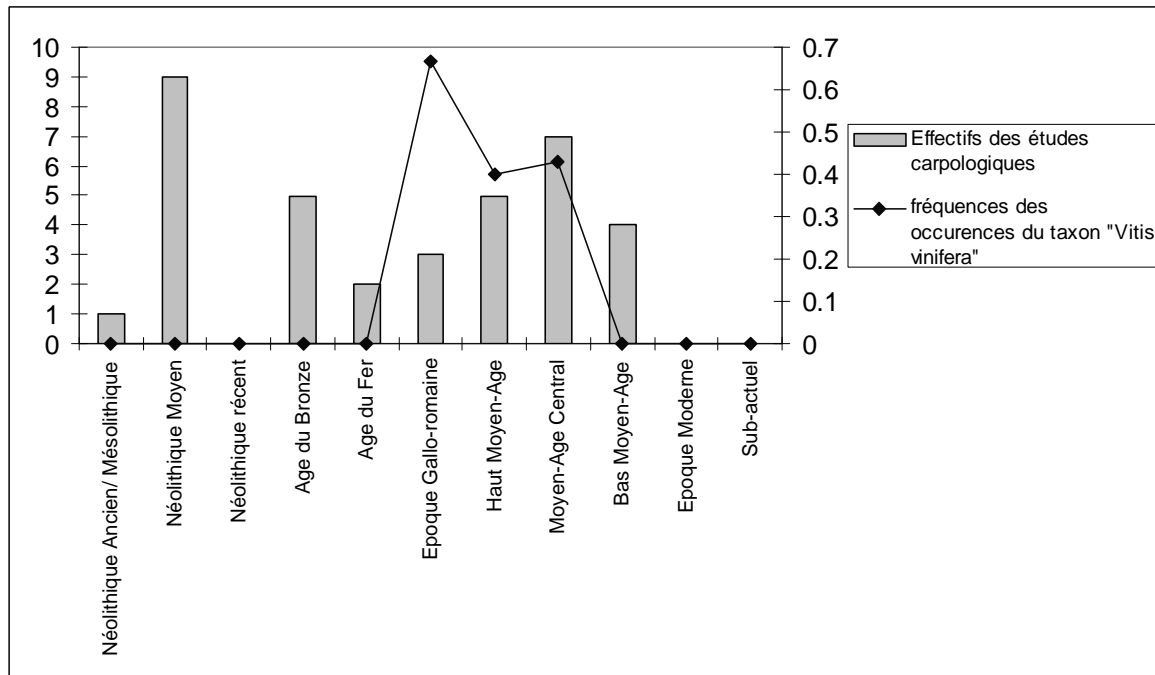


Fig. 147 Evolution des fréquences des occurrences carpologiques de la vigne « *Vitis vinifera* », en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

Des attestations polliniques de *Vitis* sont identifiées dès le Néolithique. Elles sont systématiquement localisées dans la partie méridionale du Massif armoricain (carte de distribution des attestations de *Vitis* durant la période 6500 à 4700 BC, Fig. 148) ce qui correspond à la distribution naturelle de ce taxon.

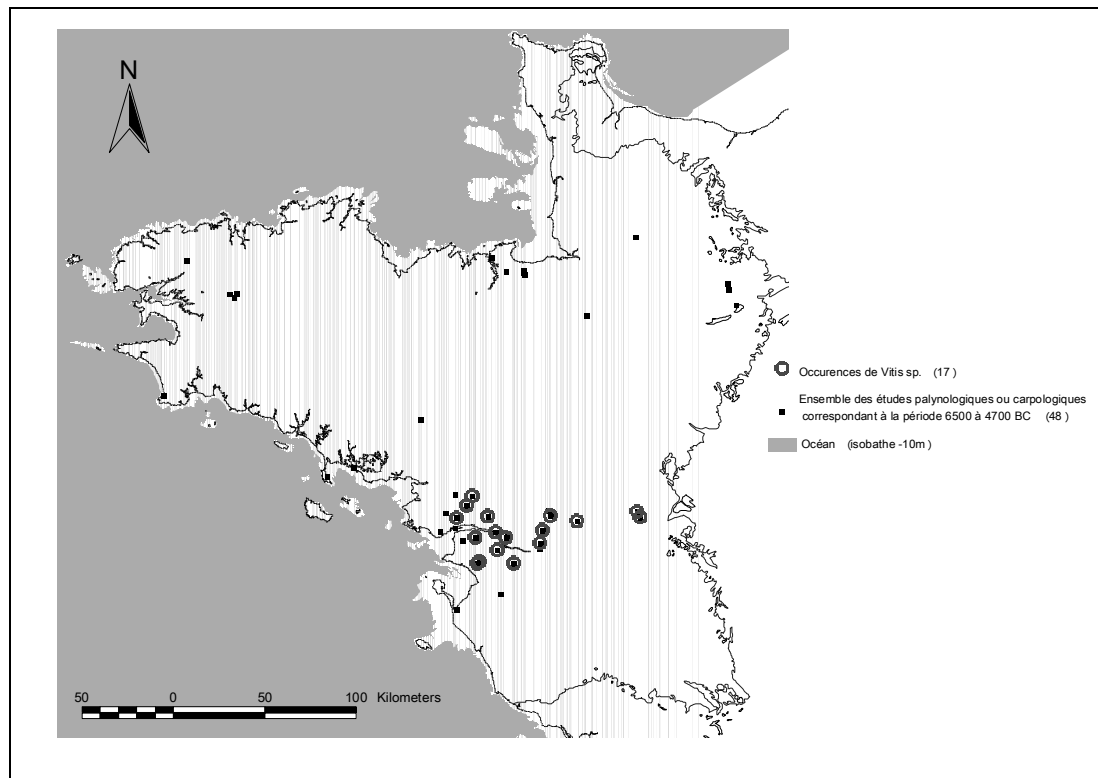


Fig. 148 Carte de distribution des attestations polliniques de *Vitis* (très probablement d'origines naturelles) sur le Massif armoricain entre 6500 et 4700 avant J.-C.

Il faut attendre la légère augmentation de la fréquence des occurrences de *Vitis* durant l'époque gallo-romaine pour voir probablement l'effet de quelques cultures (Fig. 146 et Fig. 147). Ce résultat est par ailleurs cohérent avec la découverte des premières attestations carpologiques de *Vitis vinifera* (fouille de la ville antique de Corseul, (Ruas, 1990a) et fouille du vicus de Maulévrier, Mazière-en-Mauge (Dietrich et Ruas, 1990).

En ce qui concerne les pépins de raisin cultivés, il n'est pas possible de préciser leur origine géographique exacte. Néanmoins, l'identification d'un fragment de sarment extrait des prélèvements du puits de Mazière-en-Mauge pourrait bien constituer un argument en faveur d'une viticulture dans la partie méridionale armoricaine (Ruas, 1990a).

Des tentatives romano-britanniques ont déjà été supposées pour le sud de l'Angleterre (Willcox, 1977).

La fin du Moyen-Age connaît une baisse de la fréquence des attestations de *Vitis* suivi d'une légère hausse à l'époque moderne (Fig. 146). Il n'est cependant pas possible d'attribuer ces légères tendances à l'homme, même si une zone de production viticole existe dès le Moyen-Age au sud de la Loire (Tanguy et Lagree, 2002).

B.3.3.2.6.4 Les attestations carpologiques et palynologiques du lin (*Linum* ou *Linum usitatissimum* pour les déterminations carpologiques)

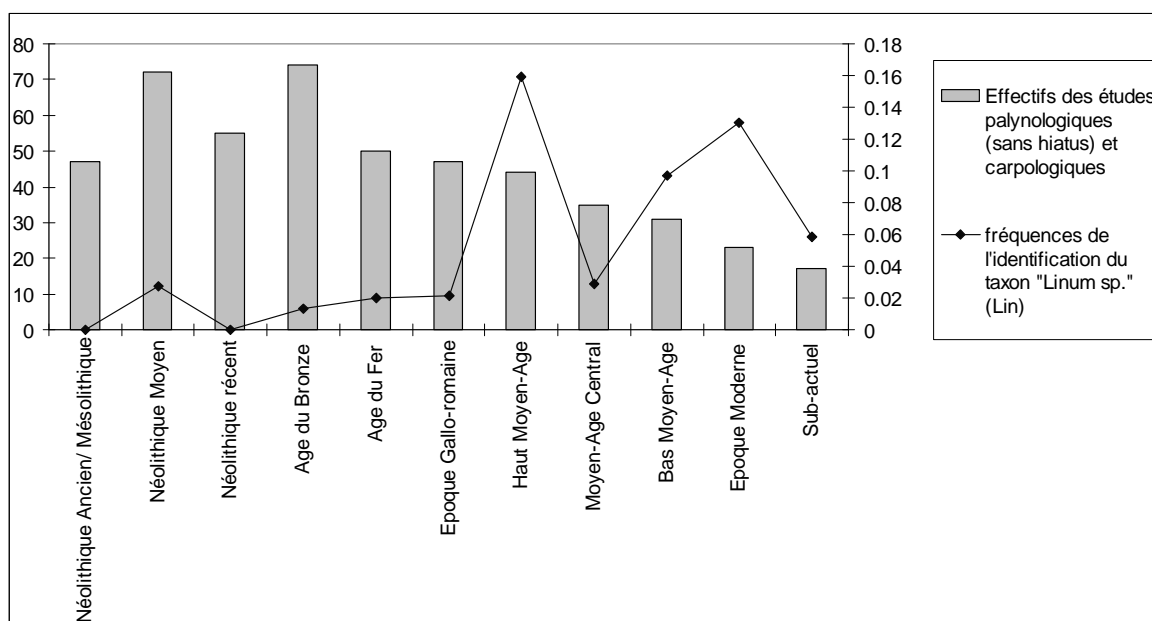


Fig. 149 Evolution des fréquences des occurrences carpologiques et palynologiques du lin : « *Linum* » (pour les attestations polliniques) et « *Linum usitatissimum* » (pour les attestations carpologiques), en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

Les attestations du lin sont rares dans les études palynologiques et carpologiques puisque la fréquence des occurrences de ce taxon n'excède pas les 16% par période (Fig. 149). Il n'est donc pas facile d'attribuer une origine anthropique à ces vestiges archéobotaniques très ténus, surtout que la plupart des palynologues arrêtent leur détermination au niveau du genre « *Linum* », or *Linum catharticum* (le lin sauvage) peut se développer naturellement et assez fréquemment dans les pelouses, les dunes ou les falaises.

Les fréquences des détections de *Linum* durant les périodes antérieures au Moyen-Age sont très faibles (enregistrements dans moins de 5% des études par période), ce qui accrédite plutôt une origine naturelle pour ces périodes.

Le haut Moyen-Age connaît en revanche une hausse importante des détections de *Linum* (attestations de lin dans environ 16% des études palynologiques et carpologiques). Au Moyen-Age, il était cultivé pour ses fibres que l'on pouvait teindre et aussi pour les propriétés laxatives de ses graines (huile de lin) (Cambornac, 1998).

Trois études carpologiques attribuées au haut Moyen-Age démontrent l'exploitation agricole du lin. Il s'agit des études du Camp de Pérán à Plédran (Ruas, 1990a), du village de la Cocherais à Tinténiac (Ruas, 1991) et du site du Teilleul à Montours (Ruas et Pradat, 2001).

Selon M.-P. Ruas (1990a), les graines découvertes dans la fosse de la Cocherais à Tinténiac, sont pour une bonne part incomplètes. Il semble qu'elles aient subi un broyage avant d'être éliminées dans un feu puis dans la fosse. C'est donc là une preuve archéologique de l'extraction d'huile de lin au 10^e siècle en Bretagne.

Depuis la fin du Moyen-Age et jusqu'à l'époque sub-actuelle, la fréquence des occurrences du lin oscille entre 8 et 14% des études ce qui est synonyme du maintien de cette culture dans certains secteurs armoricains. En effet, durant le 16^e et jusqu'au 18^e siècle, l'économie bretonne est basée sur la fabrication de toiles de chanvre et de lin. La culture du lin, nécessitant des terres fertiles, s'est trouvée localisée sur la partie nord de la Bretagne. Ainsi, l'étude des archives et notamment celles des « villes marchés », a montré que les secteurs du Léon (Landerneau) mais aussi de Saint-Brieuc, de Guingamp et Lannion se sont spécialisés dans la culture du lin (Tanguy et Lagree, 2002). Aussi, les études palynologiques et carpologiques étant relativement rares dans ces secteurs du nord de la Bretagne, il est probable que les fréquences des occurrences du lin pour ces périodes soient sous-évaluées.

B.3.3.2.6.5 Les attestations carpologiques et palynologiques du chanvre (*Cannabis* ou *Cannabis/Humulus* pour les déterminations palynologiques)

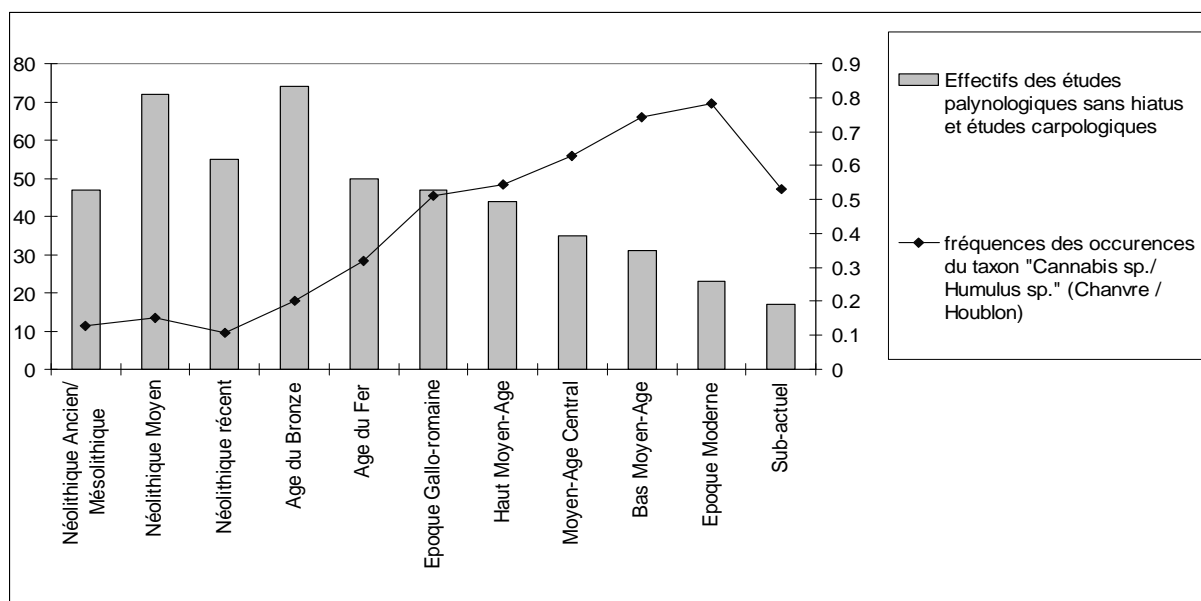


Fig. 150 Evolution des fréquences des occurrences carpologiques et palynologiques du chanvre « *Cannabis* » et « *Cannabis/Humulus* » (pour les attestations palynologiques), en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

Durant le Néolithique, la fréquence des occurrences de « *Cannabis/Humulus* » parmi l'ensemble des études oscille aux environs de 15%. Ce résultat peut être interprété comme un « bruit de fond » faisant écho à la présence naturelle des taxons de houblon (*Humulus lupulus*) et de chanvre (*Cannabis sativa*).

En revanche, la très nette augmentation de la fréquence des occurrences à partir de l'Age du Bronze jusqu'à l'époque gallo-romaine (de 20% à 50%) résulte du développement des cultures de chanvre. Son utilisation, probablement pour ses fibres est néanmoins mal connue pour ces périodes.

Durant le Moyen-Age, la culture du chanvre va se faire plus fréquente (les occurrences de *Cannabis/Humulus* sont identifiées dans 50 à 70% des études). Elle atteint un maximum à l'époque moderne avec des occurrences dans 80% des études.

Contrairement au lin, le chanvre est moins exigeant en qualité des sols. Il est donc repéré sur l'ensemble du Massif armoricain (Fig. 151).

Le XVI^e siècle est l'âge d'or des toiles de chanvre : plus grossières mais plus solides que les toiles de lin, elles servent à fabriquer des sacs pour emballer les marchandises et des voiles de bateaux. Elles sont tissées surtout en Haute-Bretagne (notamment autour de Vitré) et à l'autre extrémité de la péninsule à Locronan (Tanguy et Lagree, 2002).

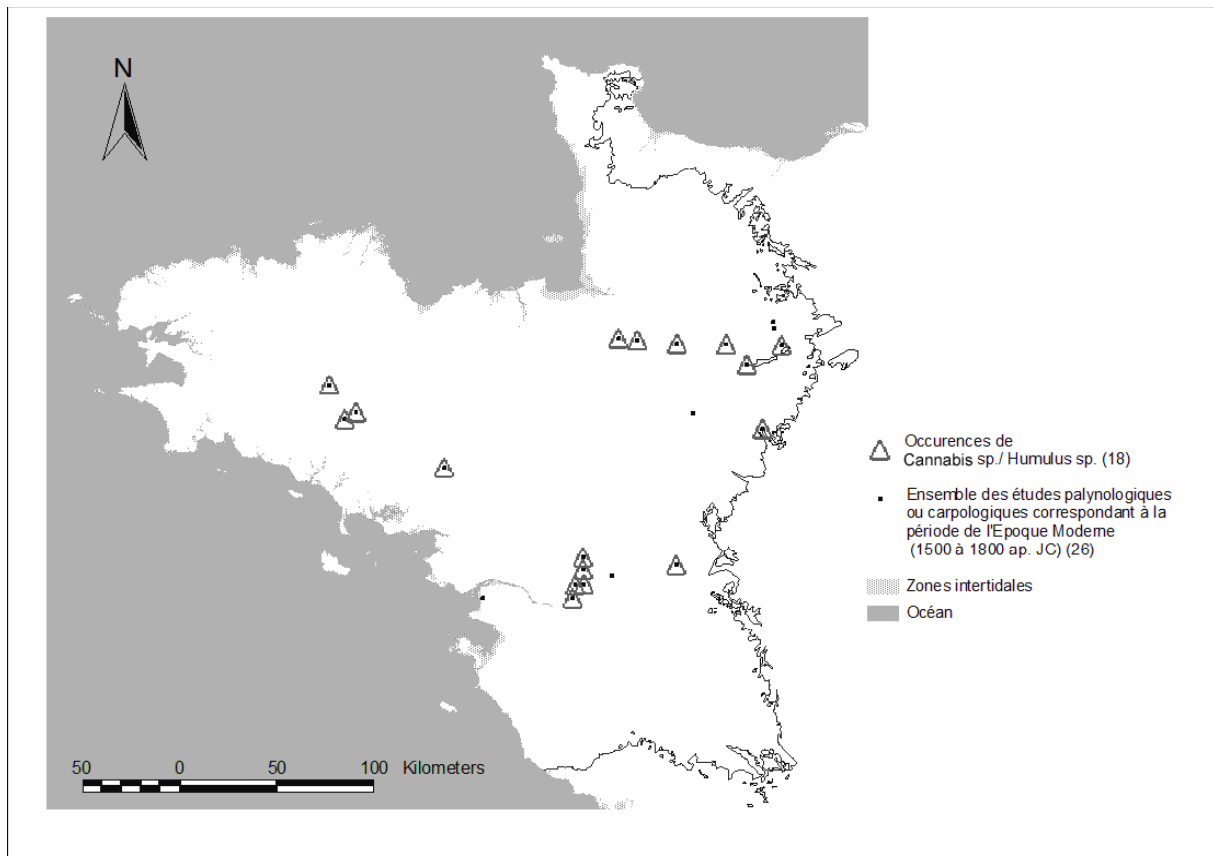


Fig. 151 Carte de distribution des attestations polliniques et carpologiques de *Cannabis* / *Humulus* sur le Massif armoricain à l'époque moderne (entre 1500 et 1800 après J.-C.).

B.3.3.2.6 Les attestations palynologiques du buis (*Buxus*)

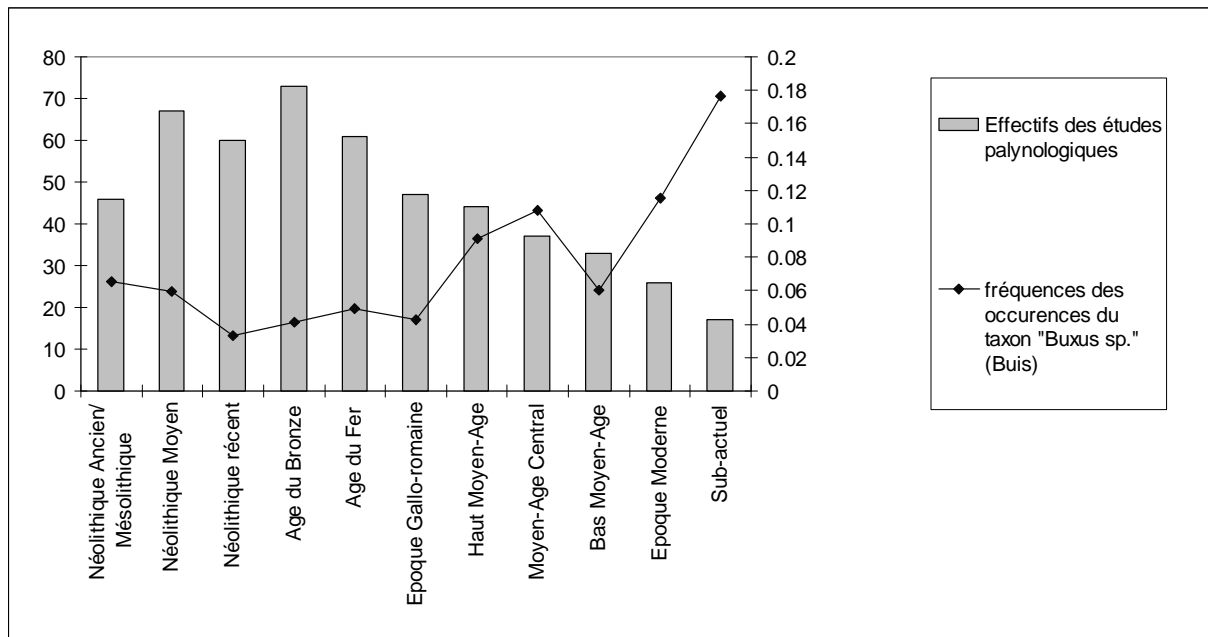


Fig. 152 Evolution des fréquences des occurrences palynologiques de « *Buxus* », en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

Les attestations polliniques du buis sont rares sur le Massif armoricain. Aujourd'hui encore on le trouve rarement sur le Massif armoricain à cause de ses caractères écologiques xérophiles et neutrocalcicoles. Le buis est par ailleurs typiquement considéré comme une plante supraméditerranéenne.

Durant le Néolithique et ce jusqu'à la fin de l'époque gallo-romaine, les fréquences des occurrences polliniques par période sont très faibles (occurrences dans environ 5% des études). On a probablement là l'effet d'une présence très sporadique et probablement naturelle. L'introduction du buis durant l'époque gallo-romaine n'apparaît donc pas dans ces résultats archéobotaniques.

La période du Moyen-Age voit la fréquence du buis augmenter légèrement (occurrences dans un peu moins de 10% des études), ce qui peut être interprété comme la conséquence d'introductions comme plantes ornementales dans un certain nombre de secteurs et notamment dans les jardins qui apparaissent à partir de la seconde moitié du Moyen-Age.

Ces jardins parfois situés dans les enceintes des châteaux ou des abbayes (ce sont tout du moins les jardins les mieux connus) pouvaient aussi se trouver autour des lieux d'habitats, constituant ainsi un réseau parcellaire appelé « *hortus* » (jardins, vergers, vignes...). Les termes de « courtils » (terres cultivées) et de « clos » (terres protégées pour la culture de plantes médicinales ou bien pour la création de jardins ornementaux) sont aussi souvent utilisés pour le Moyen-Age.

Des plantations du buis dans les cimetières sont par ailleurs connues. En effet, le buis comme l'if ou le laurier sont des espèces sempervirentes. Cette particularité végétale est ainsi vénérée symboliquement par des plantations dans les lieux de croyances, comme les cimetières ou les églises. Il est probable que le développement du buis a bénéficié de ces croyances dès le Moyen-Age.

Enfin, avec le développement des végétations de « l'*hortus* » au cours de l'époque moderne et ce jusqu'à nos jours, il est logique de constater l'augmentation des fréquences des

occurrences du buis à travers les résultats archéobotaniques (occurrences dans 11% puis 18% de l'ensemble des études au cours des périodes de l'époque moderne puis de la période sub-actuelle).

B.3.3.2.6.7 Les attestations carpologiques et palynologiques du châtaignier (*Castanea* ou *Castanea sativa* pour les déterminations carpologiques)

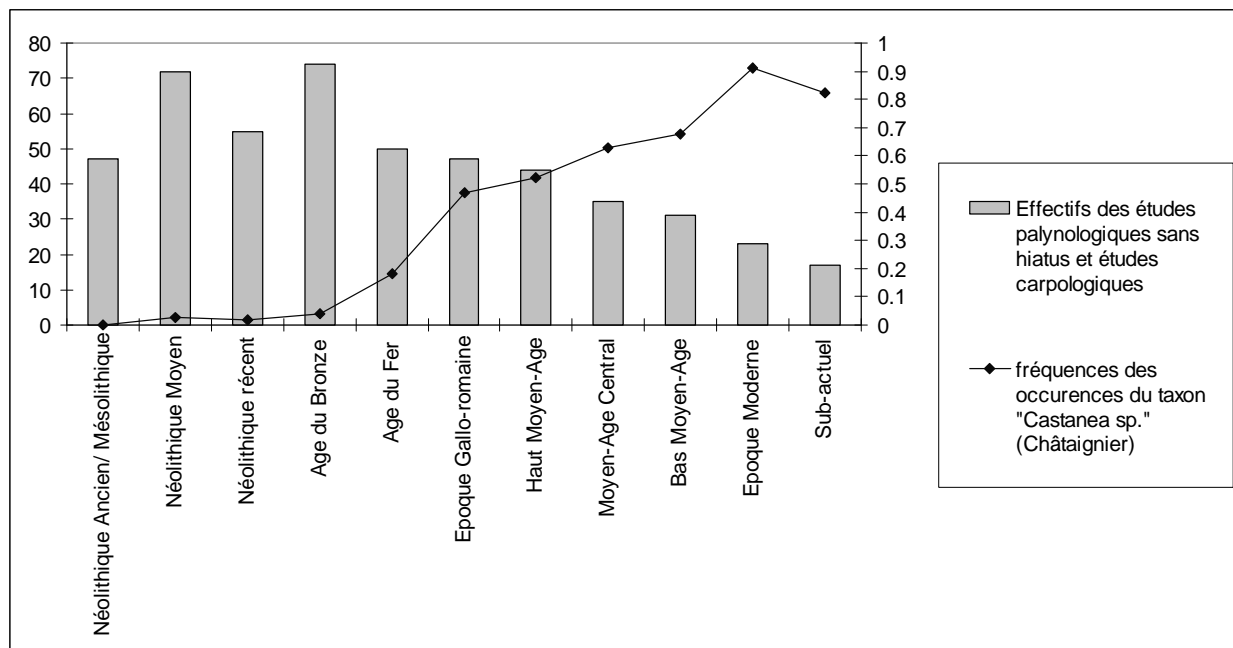


Fig. 153 Evolution des fréquences des occurrences carpologiques et palynologiques du châtaignier « *Castanea* » et « *Castanea sativa* » (pour les attestations carpologiques), en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

La courbe des fréquences des occurrences du châtaignier montre un développement de ce taxon sur le Massif armoricain à partir de l'Age du Fer (occurrences dans environ 20% des études). En effet, au cours des périodes du Néolithique et de l'Age du Bronze, moins de 5% des études présentent alors des occurrences de châtaignier (résultats de phénomènes de percolations ou bien d'éventuelles erreurs de détermination ?).

L'introduction du châtaignier, dès l'Age du Fer, probablement comme plante alimentaire existe de manière plus nette durant l'époque gallo-romaine (occurrences dans 50% des études). Le développement de ce taxon est très certainement encouragé par les relations qu'entretiennent les populations gallo-romaines armoricaines avec le sud de la France, où le châtaignier y est plus fréquent. En effet, le châtaignier est une espèce relativement thermophile et héliophile qui serait naturelle en Corse (étage supraméditerranéen) et sans doute en quelques points des Cévennes, des Maures et des Pyrénées orientales (Rameau *et al.*, 1996).

Au cours du Moyen-Age, les occurrences archéobotaniques du châtaignier continuent d'augmenter régulièrement (la fréquence des occurrences passe de 55 à 65% des études), mais c'est surtout à l'époque moderne que le châtaignier connaît à nouveau un fort développement sur le Massif armoricain puisque les occurrences de châtaignier sont alors détectées dans 90% des études. La mise en place du bocage armoricain à la fin du Moyen-Age et surtout au cours de l'époque moderne (Marguerie, *et al.* 2003) a probablement présenté des conditions

écologiques et notamment de lumière et de sol, favorables au développement de ce taxon. D'autre part, les plantations de châtaigniers à l'intérieur des haies permettaient une production de bois (le châtaignier rejette facilement à partir de souche ce qui permet le traitement en cépée ou bien l'émondage) et aussi un apport alimentaire non négligeable. En somme le châtaignier était à même de fournir les nombreuses qualités recherchées par les exploitants du bocage.

Il est actuellement en léger replis peut-être à cause de la destruction des haies.

Remarque : En anthracologie, le critère permettant la distinction entre le chêne et le châtaignier est la présence ou l'absence de rayons multisériés. Les charbons de chêne sont caractérisés par la présence de rayons multisériés, alors que le châtaignier n'en possède pas. Néanmoins, sur les petits fragments de charbons, si la présence de rayons multisériés est synonyme du chêne à coup sûr, il n'en est rien de leurs absences. En effet, l'absence de rayons d'un charbon peut tout aussi bien désigner une fraction de châtaignier qu'une fraction de chêne comprise entre deux rayons multisériés. Un taxon « *Quercus/Castanea* » a donc été établi.

Cependant, la détermination du châtaignier n'étant alors pas sûr, nous avons préféré ne pas tenir compte des éventuelles attestations anthracologiques dans le calcul des fréquences des occurrences du châtaignier. Seules les attestations palynologiques et carpologiques ont été prises en compte.

B.3.3.2.6.8 Les attestations carpologiques et palynologiques du noyer (*Juglans*)

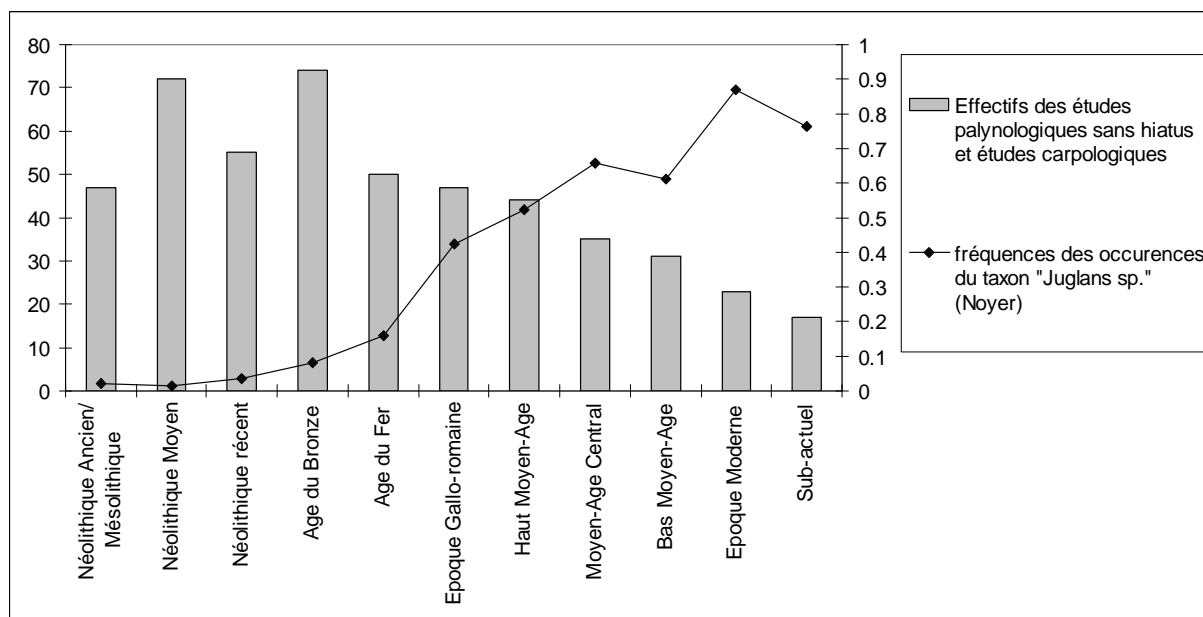


Fig. 154 Evolution des fréquences des occurrences carpologiques et palynologiques du noyer « *Juglans* » en fonction des périodes culturelles sur le Massif armoricain.

La courbe des fréquences des occurrences du noyer suit une évolution relativement parallèle à celle du châtaignier (Fig. 153).

Néanmoins, contrairement au châtaignier, les prémices de l'implantation du noyer semblent être détectées dès l'Age du Bronze (les quelques occurrences retrouvées dans des niveaux antérieurs sont probablement issues de contaminations des niveaux supérieurs ou bien de problèmes de déterminations ?). Six études palynologiques présentent des occurrences de noyers soient environ 8% des études recoupant l'Age du Bronze. Il s'agit des études

palynologiques de Lavau (Voetzel, 1987), de Lisle (Ouguerram, 2002), de Logné (Barbier et Visset, 1997), du marais de Ker dual à la Trinité-sur-Mer (Visset, Sellier et Bernard, 1995), de la coupe du Ruet à Lingreville (Clet-Pellerin, 1985) et à Bricqueville (Billard *et al.*, 1995). Parmi ces six études, quatre sont situées autour de l'estuaire de la Loire et deux sont sur la côte occidentale du Cotentin (Fig. 155).

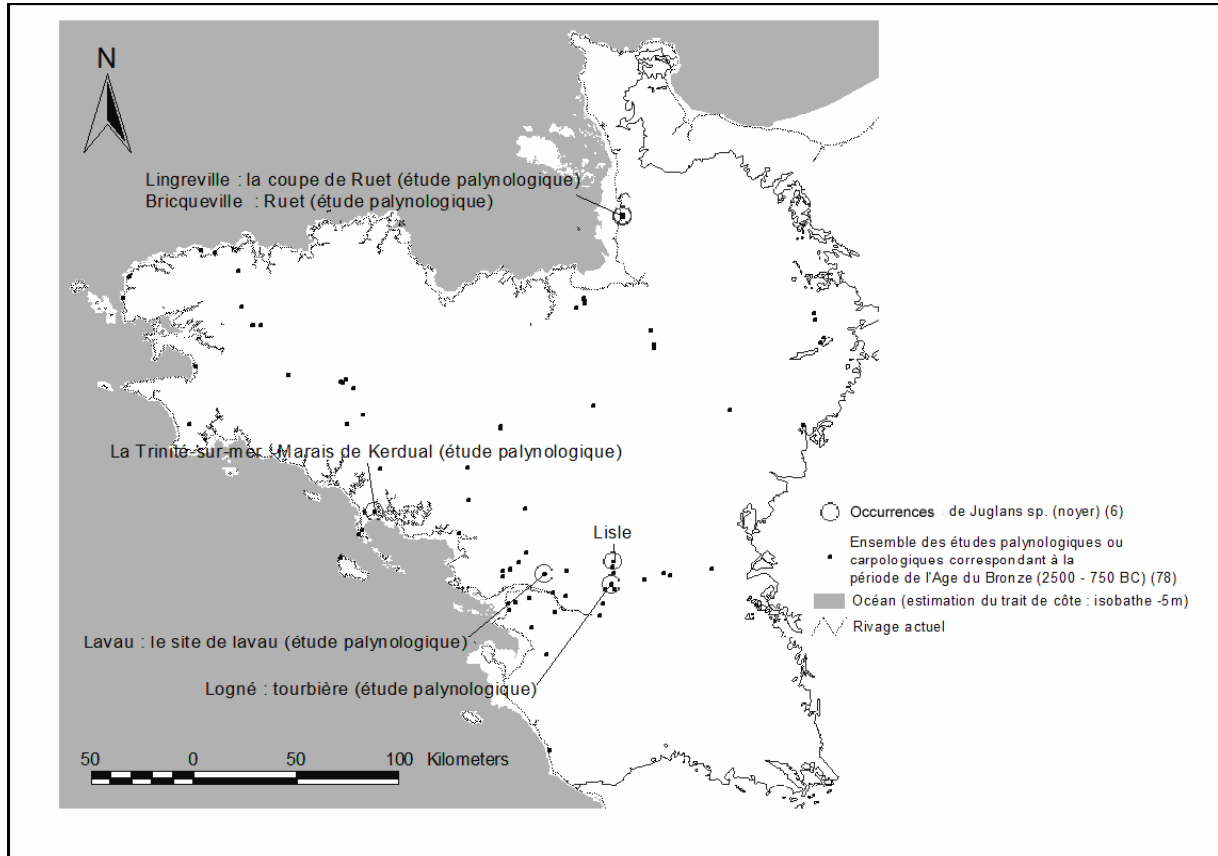


Fig. 155 Carte de distribution des attestations polliniques du noyer (*Juglans*) sur le Massif armoricain à l'Age du Bronze (entre 2500 et 750 avant J.C).

Le développement du noyer se poursuit de manière régulière durant l'Age du Fer (occurrences du noyer dans environ 15% à 20% des études) mais connaît, tout comme le châtaignier, un fort accroissement durant la période gallo-romaine (occurrences du noyer dans un peu plus de 40% des études). A nouveau, l'implantation de ce taxon sur le Massif armoricain pourrait s'expliquer par le développement des relations culturelles et économiques qu'entretiennent alors les populations gallo-romaines armoricaines avec le sud de la France (l'espèce serait subspon tanée 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)).

Au cours du Moyen-Age, la fréquence des occurrences du noyer va se stabiliser aux environs de 50% à 60% des études puis augmenter à l'époque moderne (occurrences dans 90% des études). La fréquence du noyer connaît ensuite un léger repli à l'époque contemporaine. Là aussi, il est probable que ce taxon ait bénéficié de la mise en place du bocage armoricain à partir de la fin du Moyen-Age. Pourtant, contrairement au châtaignier, on le retrouve actuellement rarement présent dans les haies bocagères (sous son couvert il y a peu de plantes qui peuvent pousser car les racines, comme le feuillage, contiennent une quinone, la juglone, qui inhibe leur croissance), mais plutôt autour des cours de fermes et des habitations où il peut profiter de la lumière. Par ailleurs, l'espèce n'est pas particulièrement

reconnue pour son bois (même si c'est un bon bois d'ébénisterie). En fait, seule l'exploitation des noix peut objectivement expliquer son implantation. Sa forte détection dans les études archéobotaniques (palynologiques) reste néanmoins surprenante.

B.3.3.2.6.9 Attestations carpologiques diverses

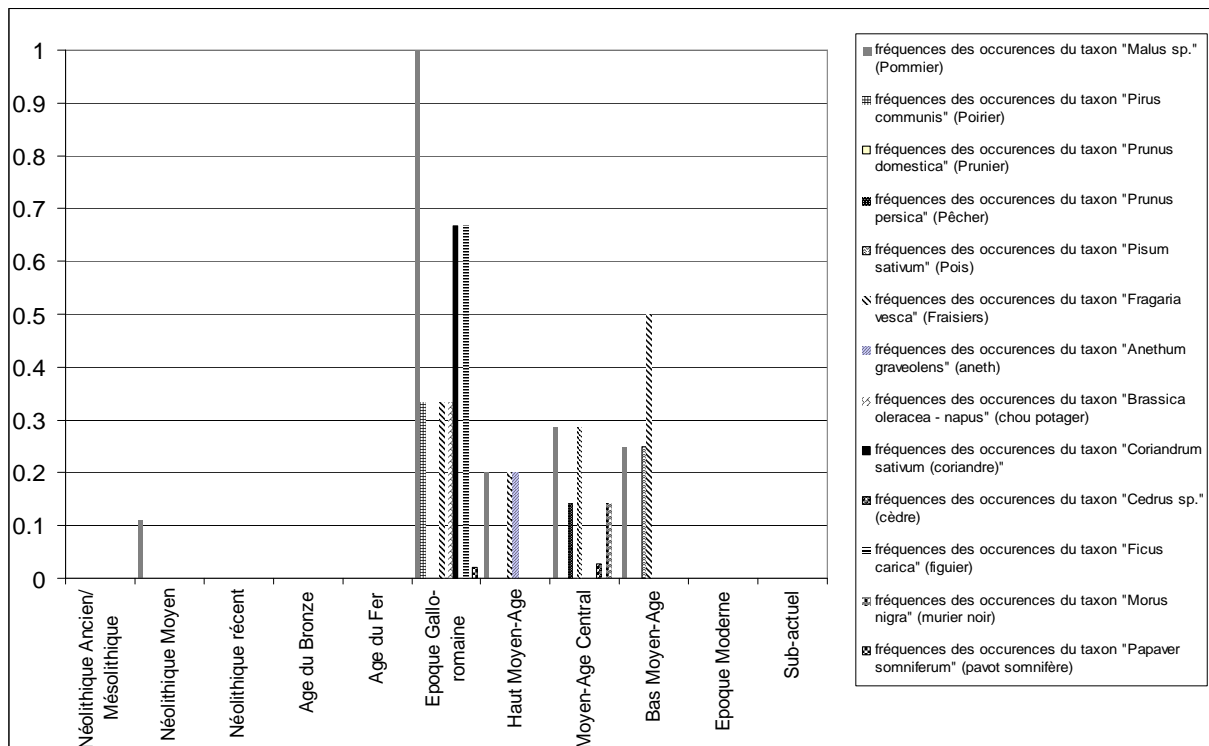


Fig. 156 Fréquences de quelques attestations carpologiques identifiées de manière ponctuelle.

Un certain nombre d'attestations carpologiques ont été ponctuellement identifiées sans qu'il soit néanmoins possible d'interpréter les tendances évolutives des fréquences obtenues. On note une diversification de ces taxa à partir de l'époque gallo-romaine puis dans une moindre mesure au Moyen-Age.